Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

De wonderen der voorwereld : een populaire beschrijving van de geschiedenis der schepping en van den oorspronkelijken toestand der aarde, alsmede van de veranderingen, die hare oppervlakte, hare plantengroei en hare bewoners hebben ondergaan

https://hdl.handle.net/1874/237138

151



Wonderen der Voorwereld

Ver
Vak 111

Rotterdam, D. Bolle.

mm 14011

P Fredericus VERHAAR o f m

DE WONDEREN DER VOORWERELD.

Ver Vah 118
P Fredericus VERHAAR o f m 151

DE WONDEREN DER VOORWERELD.

Eene populaire beschrijving

VAN DE

GESCHIEDENIS DER SCHEPPING

EN VAN DEN

OORSPRONKELIJKEN TOESTAND DER AARDE

ALSMEDE

van de veranderingen, die hare oppervlakte, hare plantengroei en hare bewoners hebben ondergaan

DOOR

Dr. W. F. A. ZIMMERMANN.

BEWERKT NAAR DE 32STE HOOGDUITSCHE UITGAVE

DOOR

H. HEUKELS.

BIBLIOTHEEK DER RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT COLL. THOMAASSE

Met meer dan 300 grootere en kleinere afbeeldingen.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT
2207 0563

ROTTERDAM — D. BOLLE.
1892.

BIBLIOTHECA O.F. CONV. VENRAD.

Gedrukt ter Zuid-Hollandsche Boek- en Handelsdrukkerij.

INHOUD.

EERSTE AFDEELING.

Blz.

De archieven der voorwereld 1

Ouderdom der aarde 2
Vroegere toestand der aarde 3

De Scheppingsperioden 5

Verschil der aardlagen 6
Dieren in de bovenste aardlagen. 7
Versteende menschen. 8
Dieren in de diepere aardlagen 11
Planten in de oudere aardlagen 17
Eenvoudige organismen in de oudste aardlagen. 19

Ontstaan van het Planetenstelsel 21

Bouwstof der werelden 23
Verdichting van de wereldstof 24
Beweging der wereldstof 25
Vorming van ringen 26

Blz.

Afscheiding der planeten 27
Vorming der maan 30
Ontstaan der zon 37

Ontstaan der aarde 40

Verhooging in temperatuur van de verdichte aardmassa . . 41
Vorming der spheroïde 43
Langzame afkoeling der aarde door uitstraling. 46
Vast worden der aardkorst. 47
Ontstaan van den dampkring. 48
Ontstaan der delfstoffen. 49
Geaardheid van de kern der aarde. 50
De oudste gesteenten. 51
Verscheuring van de vaste aardkorst 52
Het water 54
Eerste organismen op aarde 56
Bedekking van den ganschen aardbodem met water 59
Ontstaan der vastlanden. 62

Bevolking van de oppervlakte der aarde. 65

Meeningen omtrent het ontstaan der organismen 68
Verschillen tusschen organische en anorganische lichamen . . 70
Oorspronkelijk ontstaan 77
Oudste dieren 80
Onderscheid tusschen dieren en planten 83
Grondvorm van planten en dieren 88

Planten der Voorwereld . . . . . .

De plantencel 91
Oudste planten. 93
Wieren. Zwammen 93

Blz.

Paardestaarten 97
Calamussoorten 97
Varens 98
Ontstaan der steenkolenbeddingen 100
Turfvorming 104
Verkolingsproces 106
Trappen van kolenvorming 108

De Steenkolen 113

Het vinden van steenkool 114
Formatiën onder en boven de kool 115

Planten der voorwereld (Vervolg) 120

Betrekkelijke grootte van dieren en planten uit de voorwereld 121
Sigillariën en stigmariën 122
Verkiezelde planten 127
Planten van de secundaire formatie 131
Cycadeeën 132
Conifeeren 135
Bloemdragende gewassen 136
Planten van de tertiaire formatie 137
Vorming van bruinkolenlagen 139
Bitumen 140
Barnsteen 142
Verscheidenheid der bruinkolen 144
Planten van het jongste tijdperk 145

Dieren der voorwereld 147

Microscopische dieren 148
Onregelmatige dieren 149
Polypen 151

Blz.

Sterdieren 153
Stekelhuidigen 154
Holothuriën 159
Mollusken 160
Schelpdieren 161
Vleugelpootigen 162
Slakken 162
Koppootigen 163
Belemnieten 163
Inktvisschen 167
Gelede dieren 172
Trilobieten 173
Dieren der steenkolenformatie 174
Visschen 174
Oudste salamander 176
Labyrinthodonten 180
Het Permsche stelsel 181
Dieren der oudste formatie 183
Lagere en hoogere organismen 184

Dieren der secundaire formatie 186

Koralen 188
Ammonieten 189
Kreeften 191
Ichthyosaurus 193
Chirotherium 197
Plesiosaurus 200
Pterodactylus 201
Hagedissen 203
Krokodillen 204
Schildpadden 206
Vogels 207

Blz.

Dieren der tertiaire formatie 209

Microscopische dieren 210
Koralen 213
Bouwwerken der koralen 221
Foraminifeeren 229
Diatomeeën 235
Horens. Schelpen 243
Kreeften 246
Insecten 247
Insecten in barnsteen 251
Visschen 252
Scheuchzer's homo diluvii testis. 256
Walvisschen. 259
Vogels 259
Fossiele regendroppels 265
Zeezoogdieren 267
Schorsdier 267
Zeuglodon 268
Landzoogdieren. 269
Buideldieren 269
Dinotherium 269
Palaeotherium. 271
Anoplotherium. 271
Nijlpaard. Neushoorn 272
Siwatherium 273
Mammouth 274
Mastodon. 281
Knaagdieren 282
Edentaten 283
Het fossiele paard 287
Herkauwende dieren. 289
Apen 294

Blz.

Roofdieren 294
Holenleeuw 295
Holenhyena 297
Holenbeer 299
Fossiele menschenbeenderen 301

TWEEDE AFDEELING.

De Formatiën 305

Het mozaïsche scheppingsverhaal 306
De Zondvloed 307
Gelijkmatige verspreiding der mineralen, ongelijkmatige van planten en dieren 309
Oudere en nieuwere formaties 311
Werking van het water 311
Kracht der ijsschollen 313
Hoe steenmassa's uit de poolstreken naar het zuiden komen . 314
Hoogere stand der zee in vroegeren tijd 315
Werkingen van het vuur 318
Feitelijk beginpunt der aarde 320

Het stollen van de oppervlakte der aarde 321

Het stollen der aardkorst 322
Uitbarstingsgesteenten 324
Sedimentgesteenten 325
Lagen van de aardkorst 327
Opeenvolging der lagen 327
Leidende schelpen 331
Tertiaire formatie 333
Secundaire formatie 334
Krijtformatie 335
Juraformatie 336

Blz.

Keuperformatie 339
Schachtsteen 341
Planten als leidende schelpen in de kool. 344
Organische overblijfselen in het grauwakstelsel 344

De plutonische en vulkanische werkzaamheid 350

Gebergten 351
Plutonisme 351
Soorten van gebergten 353
Verhouding van de bergen tot de geheele aarde 356
Laaglanden 357
Laaglanden van Amerika 358
Laaglanden van Afrika 359
De Sahara als zeebodem 359
Rivieren van de Sahara. 361
Oasen 362
Reis van Belzoni 364
Ketens van oasen 367
Andere laaglanden 369

De hooglanden 371

Kenmerken voor hooglanden 371
Verhouding der plateau's tot de gebergten 374
Helling van de gebergten 374
Samenhang tusschen de gebergten 378
Verdeeling van de kusten 380
Kenmerken der laaglanden. 382
Hooglanden in Azië 386
De woestijn Gobi 390
Kasjmier 391
Tibet 392
Hooglanden van Amerika 396
Verdeeling der Cordillera's. 397

Blz.

Llanura de Bogota 401
Waterval van Tequendama 403
Uitbreiding der zandsteenformatie 407
Gebergten 408

Verheffingen der aardkorst 411

Plutonische werkzaamheid 412
Krommingen van de aardkorst 413
Uitgeknaagde dalen 414
Creeps. 415
Banken 416
Ontstaan der gebergten 416
Neo-Kaimeni 420
Monte Nuovo 424
Jorullo 424
Eiland bij Sciacca. 427
Spleten in de aardkorst. 429
Uitbarstingsgesteenten 430
Voortgaande afkoeling der aarde 431
Veranderlijkheid der temperatuur der aarde. 433
Weldadigen invloed der vulkanen 439
Chili 440
Serapistempel te Puzzuoli 442
Dalingen van landstreken 443
Onderzeesche wouden 444
Vulkanische werkzaamheid 447
Opheffingskraters 448
Uitbarstingskraters 450
Vulkaangroepen en spleten. 453
De Etna 455
De piek van Teijde 457
De Vesuvius 458
De vulkanen der Liparische eilanden 461

Blz.

IJsland 462
Heirook. Veendamp 463
De Azoren 466
De Canarische eilanden 467
Vulkanen van Afrika 468
Vulkanen van Amerika. 470
Vulkanen in Azië. 494
Vulkanen in de Zuidelijke IJszee 496
Vulkanen op Hawai 499
Vulkanische verschijnselen 502
Uitbarsting 503
Waterdamp 507
Zwavel 508
Koolzuur. 509
Zoutzuur. Rook. Asch 510
Slakken 511
Steenmassa's 512
Lava 517
Kegelvormige ophoogingen aan den voet de vulkanen . . . 519
Duivelsmuren 520
Spalanzani's en Hoffmann's waarnemingen van vloeibare lava in den krater 521
Uitstorten van lava 525
Samenstelling van de lava. 528

Aardbevingen 529

Aardbeving in Calabrië. 530
Invloed der gebergten op de richting der aardbevingen. . . 533
Voortplanting van den stoot door gebergten 535
Bewegingen van den aardbodem. 537
Duur van de schokken 539
Beweging van de zee bij aardbevingen. 543
Onderaardsch gedruisch. 545

Blz.

De ertsen en hunne ligplaatsen 550

Ertsgangen 552
Hoe de spleten met ertsen gevuld worden 558
Ouderdom der ertsgangen 563
Ertsklompen, ertsimpregnaties en ertsbeddingen 565
Ertswaschbeddingen (Seifenlager). 569
Diamantbeddingen. 573
Ouderdom der metalen 576

EERSTE AFDEELING.

De Archieven der Voorwereld.



De wetenschap, waarmede wij ons in dit werk zullen bezig houden, is gegrond op de kennis van den uit- en inwendigen toestand van onze aarde en leert ons het ontstaan, de vormveranderingen en de ontwikkeling van deze kennen. Zij is geheel nieuw. Noch de oudheid, noch zelfs de nieuwere tijd tot

in de vorige eeuw heeft deze wetenschap, die den naam van *geologie* (aardkunde) draagt, gekend. Geboren in het laatst van de vorige eeuw, doorleefde zij de jaren harer jeugd in de tegenwoordige. Geene wetenschap heeft echter in zoo korten tijd en in het tijdperk harer kindsheid zulke schitterende vorderingen gemaakt; geene heeft zulke machtige overwinningen behaald op ingebeelde kennis en bijgeloof; uit geene is op zulk eene in het oog loopende wijze gebleken tot welk eene hooge vlucht de menschelijke geest zich kan verheffen. Daarbij is zij van zoo groot en zoo diep ingrijpend belang, dat ook in dit opzicht bijna geene andere met haar op ééne lijn kan worden gesteld.

De mensch is in de kennis van de *geschiedenis van zijn geslacht* met zekerheid tot voor meer dan 2000 jaren doorgedrongen: alles toch wat vóór Herodotus, dien men niet ten onrechte den Vader der geschiedenis noemt, werd opgeteekend, is twijfelachtig.

Hij heeft de *geschiedenis van de sterrenkunde* met eene vrij groote mate van zekerheid nagegaan en in egyptische hiëroglyphen en chineesche jaarboeken gebeurtenissen opgeteekend gevonden, die er toe leiden eenen tweemaal zoo hoogen ouderdom voor dezen tak van menschelijke kennis aan te nemen. Wij weten wáár voor 40 of 50 eeuwen de zon in den dierenriem stond, welke kometen en planeten toen zichtbaar waren, en zoo kunnen wij, behalve van de geschiedenis der sterrenkunde, te gelijker tijd ook iets van die der menschheid uit die tijdperken leeren kennen. Wij weten namelijk, dat oude en door de verwaande kinderen van dezen tijd lang miskende en bespotte volkeren, zich toen reeds met de ernstigste en verhevenste der wetenschappen, de sterrenkunde, met goed gevolg bezig hielden.

Die tijdruimte van 4 tot 5 duizend jaren schijnt zeker zeer aanzienlijk — tot zoo ver toch bezitten wij berichten omtrent den arbeid der menschen (het *bestaan* van het menschengeslacht is ongetwijfeld veel ouder), maar wat zijn een paar duizend jaren, vergeleken met den ouderdom der aarde, die bij millioenen telt! Geschiedenis en sterrenkunde zijn hoogst eerwaardige wetenschappen, daar hunne jaarboeken duizenden van jaren omvatten; maar wat zijn zij tegenover de annalen der geologie, welke wij sedert eene eeuw hebben leeren spellen en eindelijk lezen! En hoe verschillend zijn de hulpmiddelen, de bronnen dezer wetenschappen! Ginds hebben wij de fabel, de sage, de van mond tot mond gaande overlevering, of het geschreven woord als bron; of het oog, dat in de onmetelijke diepten van het heelal dringt, en de wiskunde, die ons de wetten leert kennen, volgens welke zich de hemellichamen bewegen, tot helpster. Maar wat heeft de geologie? niets dan *het zand en de steenen onder onze voeten!*

En toch, sedert men deze hiëroglyphen heeft leeren verstaan, zijn zand en steen trouwer gidsen dan het getuigenis der menschen; door hen is het gelukt de *archieven der voorwereld te ontsluiten* en uit den oneindigen rijkdom aan

daarin bewaarde organismen, met groote zekerheid de opéénvolging aan te toonen van talrijke, duidelijk van elkander afgescheidene tijdperken in het bestaan der aarde in het algemeen, en van de planten- en dierenwereld in het bijzonder, welker ouderdom zoo verbazend ver achter ons ligt, dat die van de geschiedenis der menschheid hierbij in een onbeduidend niet verdwijnt, en dat duizendmaal zoo vele jaren, als wij gewoon zijn haar toe te kennen, niet voldoende zouden wezen, om den ouderdom der aarde slechts bij benadering aan te geven. Daarbij komt nog, dat, wat ons deze archieven der voorwereld overleveren, niet de onzekere en veelal omkoopbare inzichten van partijdige menschen zijn, maar eeuwige waarheden in onwankelbare rotsen gegriffeld!



Duitschland ten tijde der krijtperiode.

De geologie mag er zich op beroemen, dat zij de vorming van de landen der aarde, millioenen jaren geleden, nauwkeurig kan aanwijzen, en het bovenstaande kaartje, waarop wij, ter plaatse waar Berlijn, Maagdenburg, Breslau, Warschau enz. liggen, eene groote zee aanschouwen, berust volstrekt niet op eene hypothese, maar stelt een feit voor; want werkelijk was er een tijd, dat de zee, die wij thans de Oostzee noemen, zich tot de streken van Leipzig, Halle, Keulen en Bonn uitstrekte.

Wij zullen in dit boek aantoonen, hoe de geologie dit *weten* kan en welke *onwederlegbare* bewijzen zij voor deze bewering kan aanvoeren.

Hoe onzeker zijn daarentegen de opgaven van de geschiedenis en de aardrijkskunde der ouden omtrent de grenzen der landen, zelfs van die *volken* met welke zij veel verkeer hadden: al gaan wij ook maar twee duizend jaren terug, zoo zijn ze toch reeds twijfelachtig en de nog oudere opgaven berusten geheel op vermoedens of op berichten, zooals men nog heden den nieuwsgierigen lezer wel op de mouw speldt.

Volkomen vertrouwen verdienen integendeel de bouwstoffen, die de aarde zelve voor de geschiedenis van haar ontstaan en voor de grenzen van de tijdperken harer vormveranderingen bewaard heeft.

Als bouwstof voor de studie van het dieren- en plantenrijk van de voorwereld, worden in hare archieven meer dan 25,000 verschillende dieren- en 2000 onder-

scheidene plantenvormen aangetroffen, waarvan er alleen 24,500 in Europa voorkomen, daar de overige werelddeelen slechts hoogst gebrekkig bekend zijn — een rijkdom aan bouwstoffen, die verbazend groot mag genoemd worden.

Op dezen vasten grondslag, niet op de beschrijvingen van dichters, rijk aan phantasie, of van snoevende helden en bestrijders van monsters, noch ook van overdrijvende reizigers, maar op de overblijfselen der voorwereld zelve, die onder het bereik onzer oogen vallen, rust het gebouw der geologie, rust de wetenschap van de *veranderingen* in vorm, die de aarde heeft ondergaan, voor zij hare tegenwoordige gedaante heeft gekregen, en wat wij hieromtrent *weten*, niet wat wij vermoeden, zal onze lezers medegedeeld worden. De *schepping zelve* is ons niet verklaard, doch het verkrijgen van den tegenwoordigen vorm langs eene reeks van nauwkeurig van elkaar afgescheidene perioden volkomen: de schepping heeft ons slechts het geschapene, doch geene aanwijzingen omtrent het *hoe* van het ontstaan nagelaten. Omtrent de wijze waarop het planetenstelsel, waarop zon en aarde ontstonden, kunnen wij daarom slechts *vermoedens* uiten, die trouwens nergens op feiten gegrond zijn.

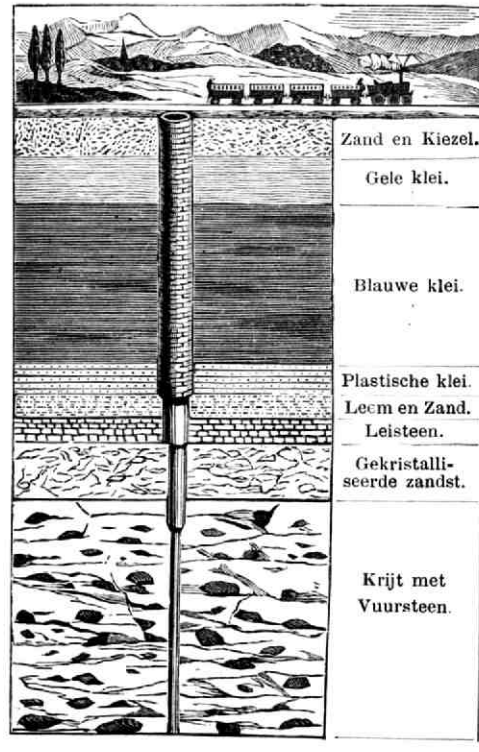
Het beste, dat van dergelijke vermoedens bekend is, zal in de volgende bladzijden vermeld worden.

Wij zullen ons met geogonie, geognosie en geologie bezig houden, eigenlijk drie verschillende wetenschappen, namelijk: die van het *ontstaan* der aarde, die van den *aard* der stoffen, waaruit ze samengesteld is, en eindelijk die, welke ons leert, hoe de stoffen, waaruit ze bestaat, na hare wording zich met elkaar vereenigd, afgezet, *vervormd*, *veranderd* moeten hebben en hoe de aarde die gedaante heeft aangenomen, waarin wij haar thans kennen.



De Scheppings-perioden.

ringen wij van de oppervlakte der aarde naar beneden, dan komen wij door een aantal verschillende lagen van zand en klei, kalk en andere gesteenten. Elke schacht, elke eenigszins diepe put (vooral Artesische putten, wegens de groote diepte, die zij bereiken), kan het ons aantoonen. De nevensgaande afbeelding maakt het duidelijk. Zij stelt de Artesische put van de model-gevangenis van Pentonville (Londen) voor en toont ons de opeenvolging der lagen, waarop Londen gebouwd is. Tot op eene diepte van 140 meter voert ze ons reeds door *acht* geheel van elkaar verschillende lagen.



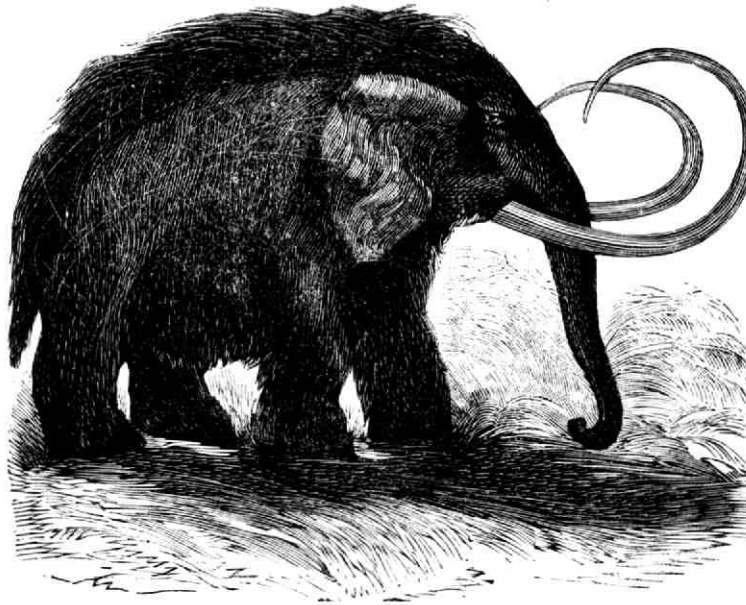
Doorsnede der aarde bij de Artesische put te Pentonville.

Van veel beteekenis is daarbij te weten, dat de artesische putten van Hampstead, Dalefield en Trafalgarsquare, allen binnen den omtrek van Londen gelegen, bijna doorgaans op volkomen dezelfde diepte door dezelfde lagen gaan. Dit is een feit van het hoogste belang, wijl het zich overal herhaalt en daardoor wordt het mogelijk, te Pentonville de vorming van de aardkorst te bestudeeren, daar dezelfde opeenvolgende ligging overal zonder uitzondering wordt aangetroffen; niet in dien zin, dat *overal dezelfde delfstoffen voorkomen*, maar dat steeds *dezelfde*

opeenvolging bestaat, zoodat nimmer krijt met vuursteen *boven* en klei en zand *daaronder* aangetroffen worden.

Deze lagen bewaren voor ons ook de overblijfselen der levende wereld en elke laag draagt hare eigene versteende vormen, hare eigene versteende overblijfselen van dieren en planten.

In haar ontmoeten wij het eerst, d. i. het *dichtst bij* de oppervlakte, versteeningen van planten en dieren, die met de nu nog levende de grootste overeenkomst hebben, zooals bijvoorbeeld den hier afgebeelden *Elephas primigenius*, den mammouth uit Siberië en het reuzenhert (op de volgende bladzijde afgebeeld, zooals het in een veen in Ierland gevonden werd). Het zijn alle dieren, die bijna geheel met die uit den tegenwoordigen tijd overeenkomen,



Elephas primigenius, Mammouth.

maar zij schijnen veel grooter geweest te zijn. Nimmer treft men ze aan in de dieper liggende gesteenten, b.v. in het krijt; steeds bevinden zich in de *bovenste* klei- en zandlagen de overblijfselen er van.

Doch reeds in dit tijdperk, hetwelk den tegenwoordigen toestand der aarde onmiddellijk voorafgaat, en dat men gewoon is het tijdperk vóór den zondvloed te noemen, vindt men daarentegen ook dieren, die met de thans levende nauwelijks verwant zijn. Zoo b.v. het *Mylodon*, waarvan men het geraamte in de Pampas-klei aan de Rio de la Plata, niet ver van Buenos-Ayres, ontdekte en het nog grootere *Megatherium Cuvieri*. Beide zijn reusachtige dieren uit de groep der luiaards (*Tardigrada*) of der tandeloozen (*Edentata*), ongeloofelijk logge dieren; het *Mylodon* van 4 meter lengte en 2 meter hoogte, het

Cl. 7

Megatherium van 5 meter lengte en 3 meter hoogte (*Wellington*, de grootste os van de koninklijke kudde te Ludwigsburg in Wurtemburg was er een kind bij, want een volwassen mensch kon over dezen heen zien, het had dus nog niet eene hoogte van 2 en eene lengte van 3 meter).



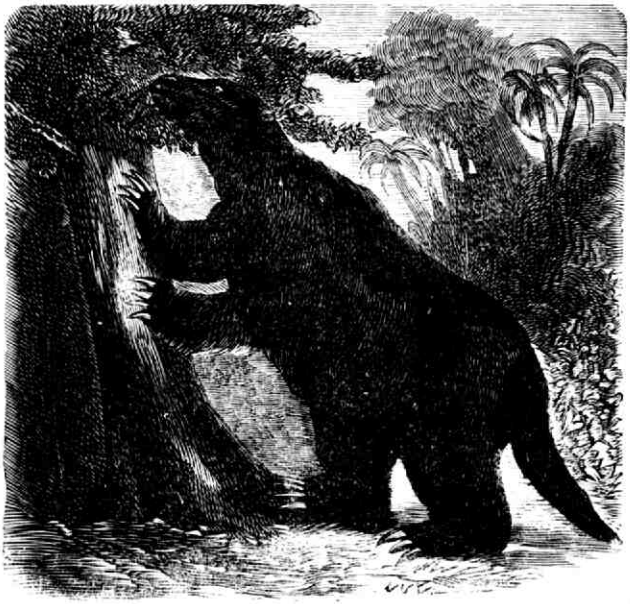
Reuzenhert.

Eene volgende figuur geeft eene afbeelding van dit dier, welks verwanten geheel van de aarde verdwenen zijn, tenzij men er den Aï of luiaard toe wil rekenen, die ten minste eene zelfde soort van klauwen en hetzelfde gebit heeft als het Megatherium had. Bij al zijne plompheid zien wij toch het karakter van een zoogdier ontwijfelbaar uitgedrukt, het was een dier, zooals er nog bestaan, maar plomper en meer onbeholpen in zijne bewegingen.

Een ander vreemdsoortig dier, dat tot hetzelfde tijdperk behoort als het *Megatherium*, is het *Glyptodon clavipes*, dat ook op blz. 7 is afgebeeld. Men zou meenen een schildpad te zien; het is echter een *zoogdier*, zooals er tegenwoordig geen enkel meer bestaat.

Uit de klasse der vogels bevatten deze bovenste aardlagen evenzeer tal van overblijfselen en beenderen. Een reusachtige vogel, dien men op Nieuw-Zeeland gevonden heeft en die in grootte alle thans levende vogels verre overtrof, verdient hier vermeld te worden.

Ook de planten, die men in deze bovenste lagen bewaard vindt, hebben eene in het oog



Mylodon.

vallende verwantschap met de tegenwoordige. Uit dit alles blijkt, dat in den tijd, waarin die dieren leefden, de oppervlakte van de aarde ongeveer denzelfden vorm had als tegenwoordig; alleen met betrekking tot het klimaat schijnt er een wezenlijk verschil te hebben bestaan. Tot in het hoogste Noorden vindt men de overblijfselen van olifanten en deze zouden daar immers onmogelijk hebben kunnen leven, indien deze streken reeds toen in eeuwig ijs bedolven geweest waren, zooals thans het geval is. Wij moeten daarom aannemen, dat de landen dicht bij de polen eens vrij van ijs geweest zijn en dat de oppervlakte der aarde van de eene pool tot de andere één groen tapijt was.



Glyptodon en Megatherium. F

Maar bestonden er toen ook reeds menschen? of is de mensch eerst later geschapen?

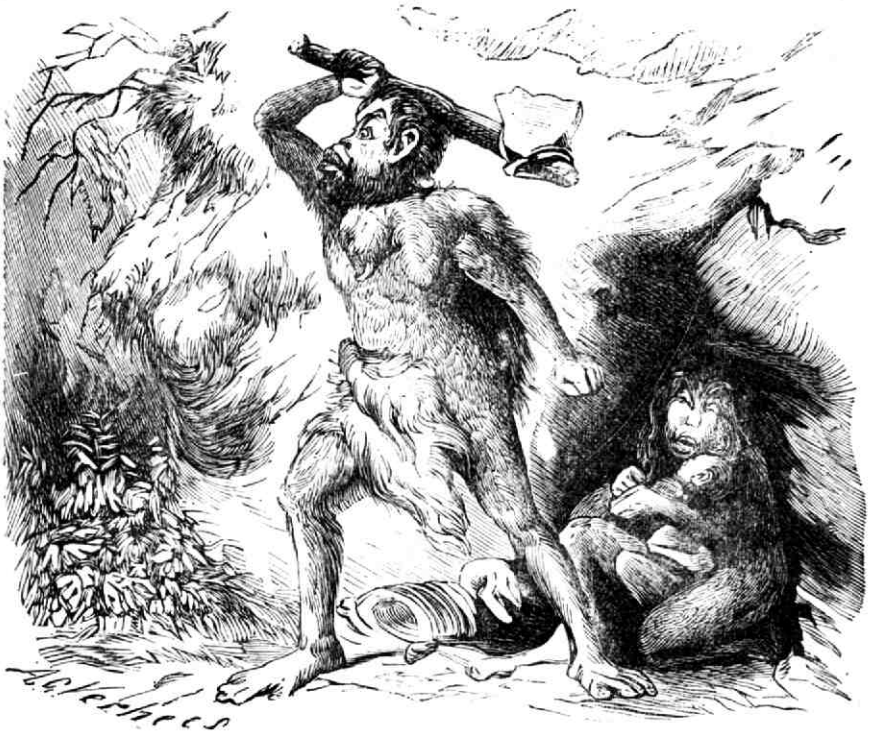
Veel is er door geleerden en niet-geleerden over deze vraag, waarop wij later uitvoeriger terugkomen, gephantaseerd en de meeningen daarover zijn telkens weer veranderd.

Voor sommigen was het bestaan van den mensch vóór den zondvloed een voldongen feit, zoodat zij zelfs volkomen juist durfden op te geven, hoe zulk een mensch er uitzag en welke zijne levenswijze was. Zoo is er zelfs een afbeelding van onze antediluviaansche voorouders vervaardigd, die wij aan onze lezers niet meenen te mogen onthouden.

De geologen daarentegen bestreden op wetenschappelijke gronden, dat de mensch of zelfs op den mensch gelijkende wezens reeds in vroegere perioden der aardvorming geleefd hadden, aangezien zij in de diepere, oudere aardlagen nooit overblijfselen van menschelijke geraamten of produkten van de werkzaamheid van den mensch gevonden hadden en het bij de weinige in de bovenste aardlagen ontdekte, zeer aan twijfel onderhevig was of die fossielen niet tot de tegenwoordige scheppingsperiode behoorden.

F Megatherium 5 M. lang. 3 M. hoog.

Daar trad een Zwitsersch geleerde, *Scheuchzer*, met de bewering op, dat hij te Oeningen aan de Bodensee een volledig versteend geraamte van een mensch



De mensch vóór den zondvloed (naar Boitard).

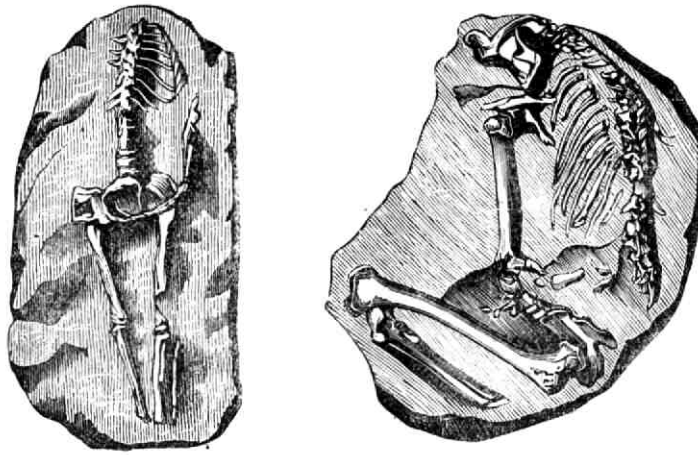
uit de voorwereld gevonden had. Die zaak verwekte buitengemeen opzien en deed veel van zich spreken — jammer, dat deze *homo diluvii testis* (de mensch getuige van den Zondvloed), waarvan de voorgaande afbeelding eene juiste voorstelling geeft, voor de wetenschap der vergelijkende ontleedkunde zijne rechten als mensch niet heeft kunnen handhaven; het bleek namelijk bij nauwkeuriger onderzoek, dat deze mensch van vóór den Zondvloed niets anders was, dan een deel van het geraamte van een reusachtigen salamander uit de voorwereld.



Scheuchzer's Homo diluvii testis.

Bijna nog meer opzien verwekten twee menschenskeletten uit de zeekalk van Guadeloupe (op de volgende bladzijde afgebeeld), zij werden in den loop van deze eeuw gevonden. Het eene is vooral belangrijk wegens zijne zittende houding. In dit geval scheen er wel geen twijfel te bestaan, of dit waren inderdaad *versteende* menschenbeenderen. Doch ook hier

verstoorde de wetenschap de vreugde over de gedane vondst, daar zij aantoonde, dat deze geraamten niet ouder waren dan tweehonderd jaren en dat ze door het zoute water, dat die oevers bespoelt, met een steenkorst overdekt waren, op overeenkomstige wijze als b. v. de bron te Karlsbad, alle voorwerpen, die men er in legt, binnen korten tijd in een steenen omkleedsel hult.

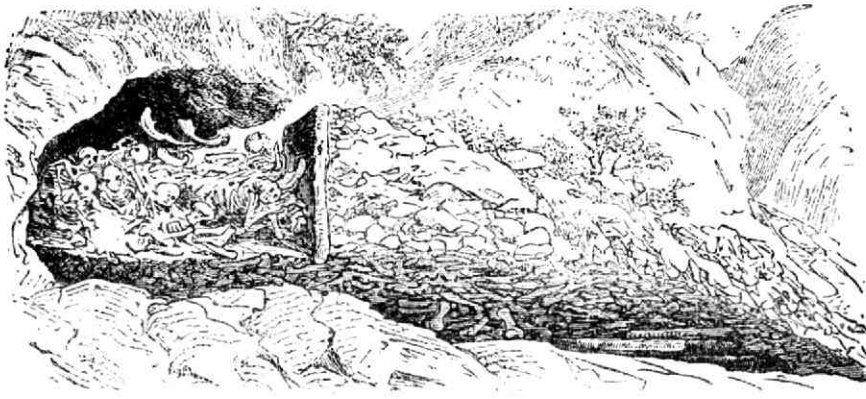


Versteende geraamten van Guadeloupe.

Het scheen derhalve weder, alsof het bestaan van den mensch vóór den tijd van den zoogenaamden Zondvloed door de wetenschap bepaald verworpen moest worden, totdat vondsten, die in den jongsten tijd gedaan werden, het tegendeel bijna tot zekerheid maakten. Zoo heeft men b. v. in een hol van kalksteen in Brazilië menschenbeenderen gevonden, naast die van dieren uit de voorwereld, en deze zijn door Lund als versteende beenderen erkend. In het midden van Frankrijk, in de omstreken van Le Puy en Velay bevindt zich een vulcanische puimsteen (breccie), en hierin heeft Aymard beenderen aangetroffen, welke de Engelsche geoloog Lyell in het jaar 1859 als versteende menschenbeenderen aan de British Society te Aberdeen heeft voorgelegd. In een rots-grot van het Neander-dal bij Düsseldorf ontdekte Dr. Fuhlrott ook een versteend geraamte van een mensch, dat, naar den lichaamsvorm te oordeelen, op den laagsten trap van ontwikkeling stond.

Nog merkwaardiger is een vondst in het departement der Boven-Garonne, waar men in het hol van Aurignac, dat door Ed. Lartet onderzocht en beschreven is, eene groote menigte menschelijke geraamten gevonden heeft, vermengd met een verbazend groot aantal beenderen van holenberen en holenhyena's, van holenleeuwen, auerochsen, alsmede sporen van den mammouth, den neushoorn, het iersche reuzenhert, enz. Uitwendig was deze grot met eene laag gruis, kolen en asch bedekt, waarin men ongeveer 100 steenen messen, verder punten van pijlen, elzen, vijlen en vele andere werktuigen, alle [van steen, ontdekte. Ook deze vondst, blijkbaar eene begraafplaats, schijnt het

buiten twijfel te stellen, dat de mensch, waarschijnlijk op den eersten trap van ontwikkeling, nog een tijdgenoot geweest is van de uitgestorvene dikhuidige dieren, alsmede van die dieren uit de voorwereld, welke gelijktijdig



Doorsnede van de grot van Aurignac.

met en na deze bestaan hebben en dat zijn geslacht getuige van den ondergang van deze dieren geweest is.

Later komen wij op dit belangrijk onderwerp uitvoerig terug.

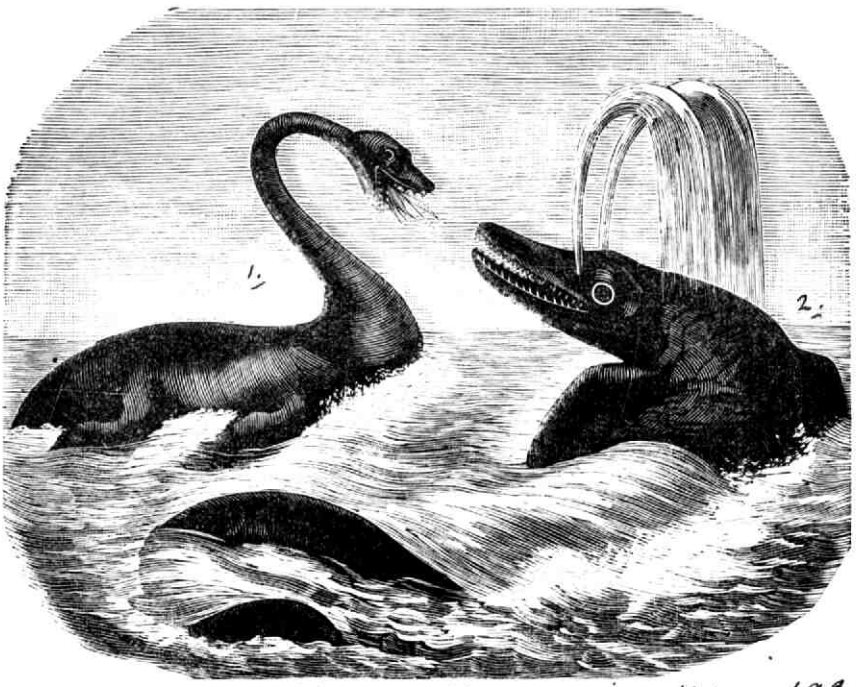
Hoe verder wij afdalen met onze onderzoekingen, hoe oudere vormingen der aardkorst wij nagaan, des te vreemdere en tevens des te eenvoudiger dieren- en plantenvormen ontmoeten wij. Slechts de laatste periode vóór de tegenwoordige schepping toont ons de meest volkomene, de zoogdieren; eerst in dit tijdvak is de aarde geschikt om dezen tot woonplaats te verstrekken: in de onmiddellijk voorafgaande, zoogenaamde secundaire periode, zijn schildpadden en hagedissen de meest volkomene dieren. Dit waren echter volstrekt niet zulke onschadelijke schepsels als de tegenwoordig levende, maar reusachtig van afmeting, zooals men getracht heeft ze in de volgende afbeelding voor te stellen; hagedissen, geheel op krokodillen gelijkend, behalve dat zij geene schilden bezaten en dat hunne pooten niet ingericht waren om te loopen, maar om te zwemmen, evenals bij de zeehonden; of andere dieren, met een korter lichaam en een zwanenhals. Beide leefden gelijktijdig; het grootere dier, rechts, heet *vischhagedis* (Ichthyosaurus), het andere *buurhagedis* (Plesiosaurus), dus genaamd, omdat het altijd in de nabijheid van het eerste gevonden wordt.

Deze reusachtige hagedissen behoorden in de zee te huis, maar niet minder groote dieren waren toen tertijd op het land te zien; die geweldige hagedissen beheerschten de rivieren en moerassen en zullen daar zeker ontzettend huis gehouden hebben; wanneer men de kaken beschouwt, met tanden van een cM. breedte en van verscheidene cM. lengte, zoo rijst de gedachte in ons op, dat ze, zoo ze thans leefden, geschikt zouden zijn om de aarde te ontvolken.

BIBLIOTHECA GYMN. VENRAD.

Maar toen was het aantal dieren evenredig aan den plantengroei, dat is ongelooflijk groot en hiermede stond ook het roofgedierte in verhouding, dat geen nutteloos lid in de keten der levende wezens is, maar zorgen moet, dat het evenwicht in getal bewaard blijft, gelijk de snoek er in den vischvijver voor zorgt, dat er altijd genoeg water voorhanden is; zonder hen zouden er weldra meer visschen zijn dan water.

Tot deze soort van dieren moet onder anderen ook de *Teleosaurus* (op den voorgrond van de afbeelding op blz. ~~12~~ 13) gerekend worden, een echte krokodil van eene soort, die overeenkomt met de *Gavialen*, die in de Ganges leven. Hij droeg



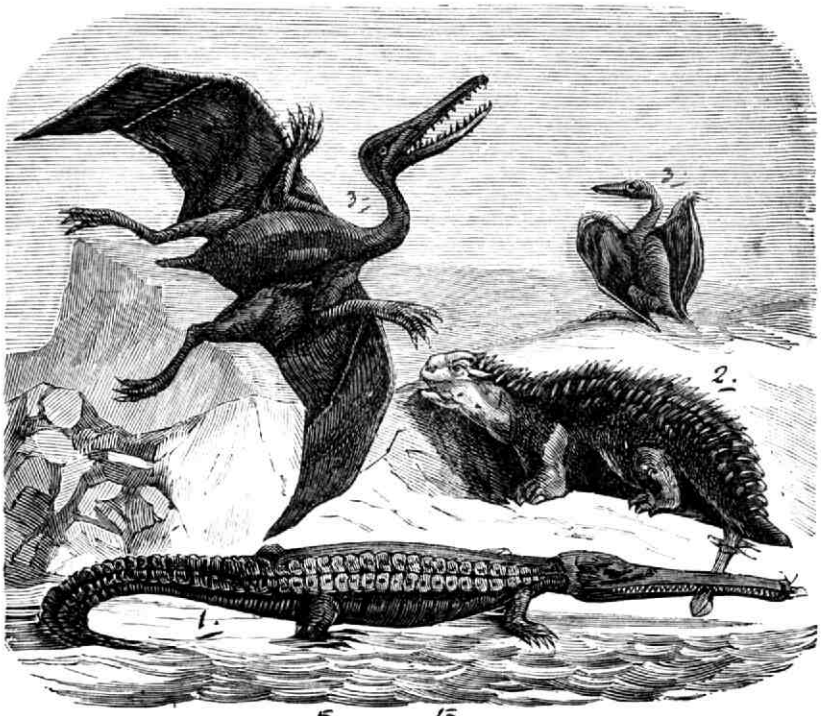
Plesiosaurus en Ichthyosaurus. zie vok pag. 193.

op rug en buik een hoornachtig pantser; op den rug bestond dit uit dikke platen, aan den buik, uit breede banden, hij schijnt dus de aanvallen van andere dieren uitstekend te hebben kunnen weerstaan. *Niet gelijktijdig* hiermede, doch tot de onmiddellijk volgende periode behoort de *Hyleosaurus*, een dier, met ovale schubben bekleed, dat evenals het vorige 8 meter lang moet geweest zijn, en slechts daarom in de teekening kleiner schijnt, omdat het meer op den achtergrond geplaatst is. Ook dit dier moet tot de familie der hagedissen gerekend worden; het stond wat hooger op de pooten en was alzoo meer geschikt om zich op het land te bewegen, dan de straks genoemde.

Hetzelfde geldt van de beide gedrochten van de volgende afbeelding, links den *Megalosaurus* en rechts den grooteren *Iguanodon*. Beide zijn hier in dien vorm voorgesteld, welken zij naar de meeningen van groote en beroemde onder-

zoekers in dit vak van menschelijke kennis moeten gehad hebben; het verkrijgen van eene zuivere voorstelling van een dier uit de voorwereld, is steeds eene zaak, die met groote moeielijkheden gepaard gaat, daar men niet de dieren zelve, maar slechts hunne beenderen, in het gunstigste geval hunne geraamten en slechts zelden iets van hunne bedekking, schubben, hoornplaten en dergelijke vindt.

Behalve deze monsters van land en zee leefde er nog een, dat de lucht bewoonde en dat alle sprookjes van vliegende draken, die uit de fabelachtige tijden der oudheid tot ons zijn gekomen, tot waarheid schijnt te maken. Het is de *Pterodactylus* (vleugelvinger), ook in de afbeelding hieronder voorgesteld, die eenigermate aan onze vampyrs en vliegende honden her-

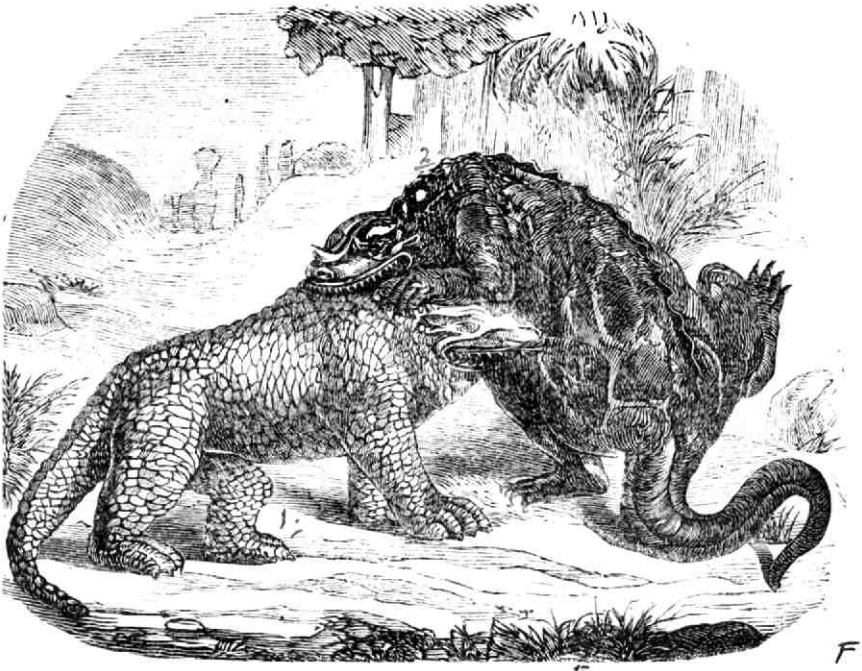


Teleosaurus, Hyleosaurus en Pterodactylus

innert, maar 1° niet tot de groep der zoogdieren behoort en 2° zich van de genoemde dieren onderscheidt, door dat zijne vlieghuid niet tusschen de vingers is uitgespannen, maar evenals bij het vliegende eekhoorntje, tusschen de achter- en voorpooten, waarbij de klauwen van dit ondier geheel vrij blijven, om het in staat te stellen, zijnen buit te grijpen. De ontzaglijk groote kop, half zoo groot als de geheele romp, zoowel als de met scherpe, spitse tanden voorziene kaken, doen zien, welk een gevaarlijke vijand hij moet zijn geweest voor de dieren, die hij in zijn macht kreeg.

Ook de visschen vindt men hier vertegenwoordigd en wel evenzeer in de

minst ontwikkelde vormen, die van de glanschubbigen, welke, zooals de hieronder afgebeelde, niet met schubben, maar met hoornplaten bekleed zijn en ook



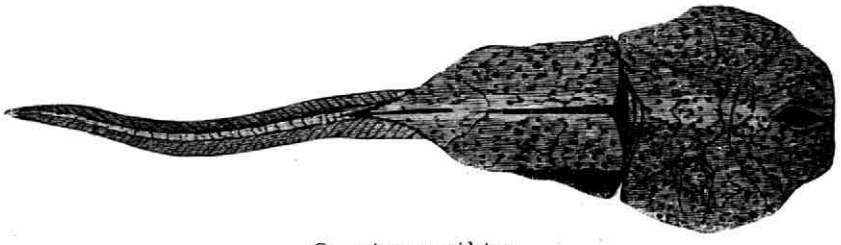
Megalosaurus en Iguanodon.

geene vinnen hebben, als in die, welke, zooals de haai, een ongelijk verdeelde staartvin bezitten (welker bovenste helft langer is dan de onderste), terwijl eindelijk ook de volkomen visschen, die met schubben bekleed zijn en gelijkmatig ontwikkelde staart-, rug-, aars-, buik- en borstvinnen bezitten, aangetroffen worden.



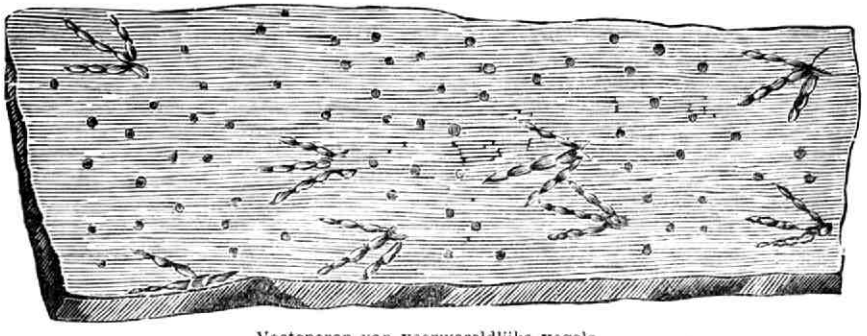
Pterodactylus.

Nog veel eigenaardiger bewerktuigd zijn de dieren uit de nog dieper liggende vormingen. Van hen vinden wij veelal slechts voetsporen, versteende indruksels hunner teenen, gedeeltelijk van vogels, zooals die boven aan de volgende bladzijde (deze hebben vaak eene lengte van 15 cM.), maar meer van reusachtige



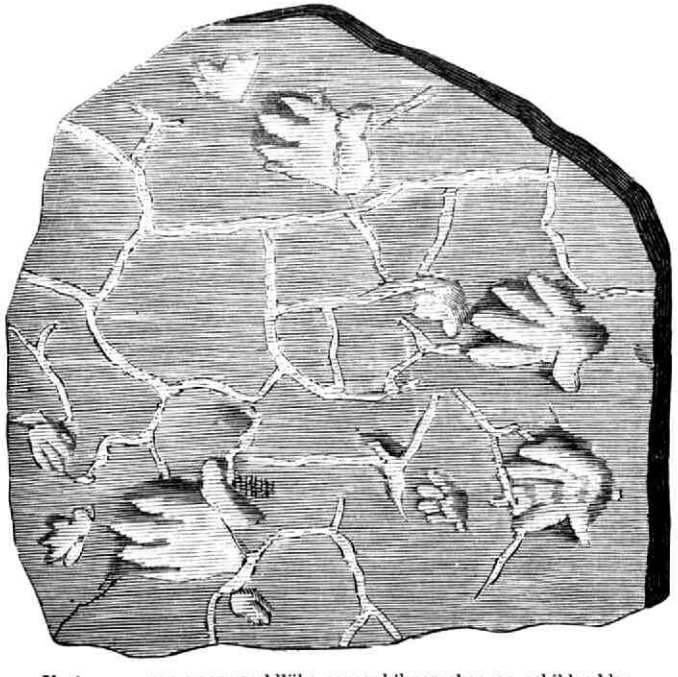
Coccosteus cuspidatus.

kikvorschen, welke ook op deze bladzijde zijn afgebeeld. Die van de laatste hebben bijna den vorm eener hand, zij hebben bovendien dit eigenaardige, dat de voeten der voor- veel kleiner zijn dan die der achterpooten; ook dit wijst op een dier, welks achterste ledematen hoofdzakelijk tot



Voetsporen van voorwereldlijke vogels.

springen zijn ingericht. Wanneer nu echter de kikvorsch niet springt, maar langzaam loopt, dan zet hij eerst zijnen kleinen voorpoot op den grond en trekt daarna den achterpoot *van dezelfde* zijde naar voren: van daar de bij-



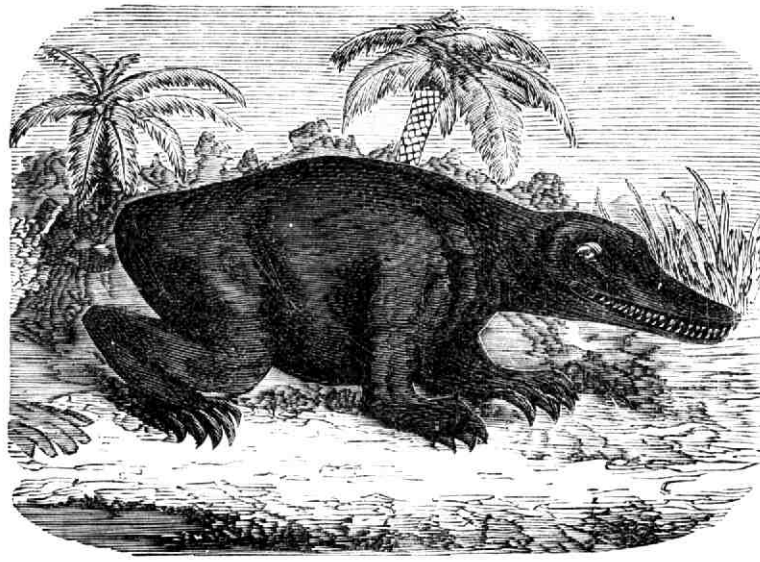
Voetsporen van voorwereldlijke reuzenkikvorschen en schildpadden.

zonderheid, dat bij de gevondene voetsporen een groot en een klein aan dezelfde zijde dicht bij elkander staan, terwijl bij de andere viervoetige dieren naast of vóór een *rechter* achterpoot een *linker* voorpoot komt te staan,

zoodat zij bij het gaan altijd op twee voeten rusten, die door eene *diagonaal* zijn verbonden.

Vrij zonderling schijnt het, dat de duimen in deze voetsporen steeds *naar buiten* staan. Aan geraamten heeft men nooit opgemerkt, dat de duim op de plaats staat, waar bij den mensch de pink wordt aangetroffen, maar in de voetsporen is dit steeds het geval. Om dit te verklaren, blijft niets anders over, dan te veronderstellen, dat die dieren op dezelfde wijze liepen als nu nog de zoogenaamde wilden onder de menschen.

Beschouwt men de indrukken van den voet b.v. van een neger, dan zal men, daar zij de voeten niet naast, maar voor elkaar (doordat zij bij iederen stap met iederen voet een gekromd boogje om den vaststaanden voet



Chirotherium.

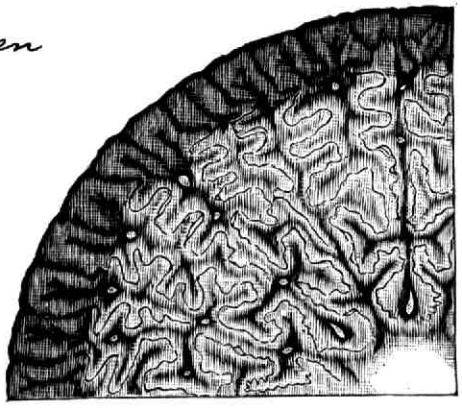
beschrijven) zetten, evenals bij de kikvorschsporen der voorwereld, meenen dat de groote teenen of duimen bij hen niet naar binnen, maar naar buiten, gestaan hebben.

Het hierboven aangeduide verschil der voetsporen zou, zooals d'Orbigny meent, niet door de ongelijkheid der voorste en achterste ledematen van een zelfde dier veroorzaakt worden, maar afkomstig zijn van verschillende dieren, de kleine van een schildpad, de groote van het *Chirotherium*.

De afzonderlijke ledematen van dit laatste dier, die men ook heeft gevonden, vooral de schedels en de tanden, wijzen er op, dat het eene ontzaglijke grootte moet gehad hebben. Daarbij schijnt de reuzenpad uit de amerikaansche moerassen een pas uit het ei gekropen jong: het zal, naar het geraamte te oordeelen, ongeveer den hierboven voorgestelden vorm gehad hebben.

Men meent, dat deze reusachtige vorschen roofdieren moeten zijn geweest. Het is bekend, dat de kikvorschen dit in het algemeen zijn, wanneer men

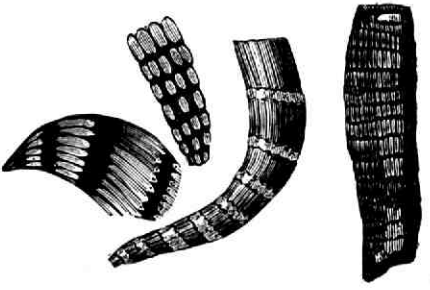
namelijk alle dieren zoo noemt, die van andere dieren leven; de kikvorsch leeft van insecten. Was dit gedrocht uit de voorwereld een vorsch, dan moet het inderdaad van roof geleefd hebben; maar dan wel niet van insecten, maar van grootere dieren. Vele tanden, die men in de aardlagen heeft gevonden meent men, dat aan dit dier behoord hebben, en wegens den vreemd gekronkelden bouw van deze, noemt men ze *Labyrinthodonten* (d. i. doolhoftandigen). Deze half visch-, half kikvorsch- of hagedisachtige dieren, vonden wel het overvloedigste voedsel in hun troebel element, maar daar de meeste dier~~en~~ ~~en~~ gepantserd waren, hetzij, zooals de schildpadden en verscheidene vischen met been- en hoornplaten, hetzij met kalkomkleedsels, zooals de schelpdieren en de slakken, zoo hadden zij sterke tanden noodig om dit voedsel te kunnen gebruiken, en de bouw hunner tanden was dan ook bewonderenswaardig geschikt voor dat doel. Het gebit van zulk een dier was niet te verwoesten. Alle vergelijkingen zijn onvoldoende om de hardheid van zulk een tand uit te drukken: *zoo vast als eene rots, zoo hard als ijzer, als staal* — dat alles zegt niet genoeg, want de beste vijl van hard staal wordt stomp op het glazuur van die tanden.



Doorsnede van een tand van een Labyrinthodon.

Zulk een maaksel was noodig bij de soort van voedsel, die deze dieren genoodzaakt waren tot zich te nemen, en zulke op zich zelf staande feiten verzamelt de natuuronderzoeker, om zich uit den samenhang van vele zulke gegevens, eene voorstelling van de geheele ten onder gegane schepping te maken.

De *planten* van deze periode zijn alle lager georganiseerde. Het zijn varens en paardestaartachtige gewassen van eene reusachtige grootte, maar zonder geurige bloemen en kostelijke vruchten, zooals de jongste formatiën die wel opleveren. Van de paardestaarten (*Calamites*) komen vooral de worteleinden zeer dikwijls versteend voor. Hiervan vertoont de nevensgaande figuur er eenige.



Calamites.

Wanneer men nog verder terugbladert in de archieven der Voorwereld, komt men aan den tijd, waarin de grondstof voor de steenkolen werd nedergelegd. Daar verlaten ons de dieren met gewone

ledematen geheel en al; wij vinden slechts visschen (en nog wel zelden), slakken en andere schaal- en weekdieren; daarnaast echter planten in de schoonste pracht, vooral varens, sigillariën en lepidodendrons. De beide laatste vormen zijn geheel uitgestorven; de overeenkomst van de eerste met de thans nog bestaande blijkt uit nevensgaande afbeelding.



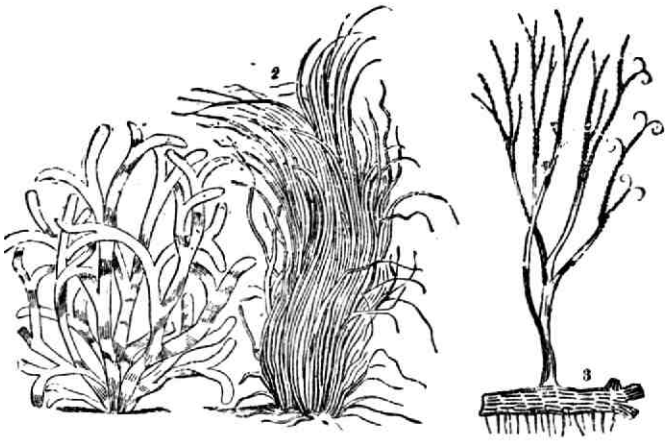
Plantengroei der steenkolenperiode. (Calamites. Bothrodendron. Equisetites. Asterophyllites. Lepidodendron. Caulopteris. Sigillaria. Lycopodites. Pecopteris enz.).

In het midden van deze afbeelding zien wij de *paardestaarten* (*Equiseten*) en de *boomvarens*. De boomen, die om deze eene groep vormen, zijn *sigillariën* en die, welke links afzonderlijk staat, is een zoogenaamde *Lepidodendron*.

De Sigillaria's bestaan tegenwoordig niet meer en de Lepidodendrons behooren tot eene plantenfamilie, die in de hedendaagsche schepping door de *wolfsklauwen* (Lycopodieën) vertegenwoordigd wordt, eene plantengroep, die wel een voet lang, maar slechts kruipende langs den bodem wordt aangetroffen; in de warme luchtstreek komen er evenwel voor, die rechtop staan en eene hoogte bereiken van twee tot drie voeten.

Eindelijk blijft in de onderste lagen van *die* formatie, welke onmiddelijk op de oorspronkelijke steenmassa's, welke *vóór* alle planten en dieren op de aarde aanwezig waren en dus geen spoor van eenig schepsel bevatten, rust, het dierlijk en plantaardig leven beperkt tot de eenvoudigste organismen, die

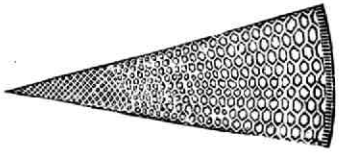
slechts uit weeke cellen bestaan en geen beenachtig of ander geraamte hebben; tot wieren, poliepen en zeesterren. Van de Fucoïden (bruinwieren) in die diepliggende steenlagen, geven ons de nevenstaande figuren een begrip; het zijn drie verschillende soorten van deze plantenfamilie, waarvan er ook nog heden onnoemelijk vele bestaan en die de hoofdmassa vormen van de planten in de onderste lagen van die gesteenten, welke nog planten bevatten, zooals de fucoïde-zandsteen en dergelijke. Van de dieren treffen wij nabij deze formatie zeesterren in vuursteen aan.

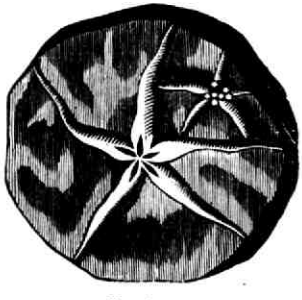


De oudste planten.


Vuursteen met zeesterren

In nevensgaande teekening zien wij een stuk vuursteen met zeesterren, bij geringe vergrooting, en daarnaast eene afbeelding van zulk een dier, nog meer vergroot, zooals men het door het microscoop ziet. De natuurlijke


Coscinodiscus.


Zeester.

grootte is gelijk aan het fijnste puntje, dat men met een fijne naald kan maken; voor het bloote oog zijn zij nauwelijks zichtbaar.

De nevensgaande afbeelding vertoont ons nog eene andere, reeds volkomener soort van zeesterren, die wij in de onderste aardlagen vinden. De daarnaaststaande figuur stelt sterk vergroot eene doorsnede van een dier voor, dat evenzeer tot de oorspronkelijke vormingen behoort: het is

een gedeelte van zijn kiezelpantser; de infusoriën-aarde van Richmond in Virginië bestaat hieruit.

Met zulke eenvoudige schepselen, nam het planten- en dierenleven op aarde een aanvang, om zich langs de ontwikkelingstrappen, die wij hier ter inleiding slechts vluchtig vermeldden, en waarover wij ter geschikter plaatse nader zullen spreken, op te heffen tot het standpunt, waarop het heden ons dit te aanschouwen geeft.

N2 e De Diplodocus voor Frankfort. 2

Ontstaan van het Planetenstelsel.



De geheele wereld, niet zoo ver onze oogen en onze verrekijkers haar waarnemen, maar zoo verre zij reikt, in hare oneindige uitgebreidheid; *de geheele wereld*, in den volsten zin des woords, wordt door geweldige krachten beheerscht, die alle ruimte, ook de verst verwijderde doordringen. Eene van deze krachten is de aantrekkingskracht (attractie). De deelen van elk lichaam trekken elkander onderling aan, gelijk ieder lichaam het andere aantrekt, en er wederkeerig door aangetrokken wordt. Dit laatste is door proefnemingen, die geen twijfel overlaten, bewezen; het eerste ziet men zonder proefneming aan ieder lichaam op aarde, want elk lichaam op aarde bestaat uit afzonderlijke deeltjes, die slechts samenhangen, omdat de aantrekkingskracht ze bij elkander houdt, en uit elkaâr vallen, zoodra deze door eene andere kracht overwonnen wordt.

Eene aanraking bestaat er niet, maar slechts eene nabijheid, eene groote, eene nog grootere nabijheid. Hoe dichter de deeltjes bij elkander liggen, des te sterker trekken zij elkander aan, des te moeielijker wordt het, ze te scheiden. Naar alles wat wij door proeven weten, zou het onmogelijk zijn, twee deeltjes die elkander *aanraken*, van elkaar te rukken; maar aanraking bestaat er niet, zooals wij zoo even zeiden, en dit is eene *bewering*, die onder anderen op de volgende redeneering berust.

Aanraking beteekent *zoo dicht mogelijk* bij elkaar zijn. Zoo dicht mogelijk

bij elkaar sluit nog dichter bij elkaar zijn uit. Zoo spoedig twee deeltjes van een lichaam nog dichter bij elkaar kunnen komen, waren zij niet *zoo dicht mogelijk* bij elkaar en waren dus nog niet in aanraking. De meeste lichamen kan men door drukking in eene kleinere ruimte persen: hierdoor kan men de deeltjes, die elkaar niet aanraken, dichter bij elkaar brengen. Bij vele lichamen gelukt dit niet zoo duidelijk als bij voorbeeld bij de metalen; maar zelfs van glas of bergkristal kan men door drukking het volumen verkleinen. Al is het dan niet mogelijk deze verkleining met een duimstok te meten, toch maakt de verandering, die een lichtbundel, welke er door geworpen wordt, ondergaat, haar voor ons zichtbaar.

Dit samenpersen heeft echter eene grens. Wanneer men twee bolle glazen lenzen op elkander legt en ze door drukking zóoveel nader bij elkaar tracht te brengen, dat *bijna* aanraking volgt, dan springen zij in duizend stukken uiteen, en als men een stuk glas door schroeven zoo te zamen perst, dat het de bekende figuren in het gepolariseerde licht vertoont, dan is er nog slechts eene kleine vermeerdering van drukking noodig, om hetzelfde te zien gebeuren: verbrijzeling van het glas.

Maar waar de kracht van den *mensch ophoudt*, daar werken de krachten der *natuur nog verder voort*. Eene staaf gehard staal, die men door geweld niet meer kan samendrukken, wordt door afkoeling *zichtbaar*, *meetbaar* korter en dunner; hare afzonderlijke deeltjes komen *dichter bij elkander!* Wanneer dit intusschen waar is, *dan kunnen zij elkander te voren niet hebben aangeraakt*, en dit doen zij ook nu nog niet, want door eene *nog grootere* afkoeling kunnen zij *nog dichter bij elkander* gebracht worden.

Aanraking bestaat derhalve niet. De aantrekkingskracht hangt intusschen af van den afstand, waarop de deeltjes van een lichaam ten opzichte van elkander liggen, van de grootte der ruimte tusschen hen. Wij kunnen deze onderlinge afstanden kunstmatig vergrooten en verkleinen. In het eerste geval wordt de vastheid der lichamen minder, in het tweede grooter. Het middel is: toevoer of onttrekken van warmte. Door toevoer van warmte zetten de lichamen in alle richtingen uit, zij worden losser en lichter: van daar dat een kubieke cM. ijzer van 100 graden minder weegt dan een kubieke cM. ijzer van 10 graden. (Weegt men een kubieken cM. ijzer van 10 graden, verhit men dien dan tot 100°, en weegt men hem dan weder, zoo vindt men wel dat beide gewichten gelijk zijn, maar in het tweede geval was het geen kubiek cM. meer, het was een grooter stuk ijzer geworden. Had men er zooveel afgeslepen, dat de *honderd* graden warme klomp ook juist een kubieken cM. groot was, even als die van t i e n graden, dan zou hij minder gewogen hebben).

IJs van 0° breekt licht. IJs van 10° onder nul draagt de zwaarste lasten; niet, omdat het d i k k e r is dan dat van 0°, maar omdat het *vaster* is, en het is vaster, omdat het kouder is, omdat zijne deeltjes dichter bij elkaar liggen. Een vrachtwagen, die op ijs van eenen voet dikte over een rivier rijdt

in het koudste der maand Januari, zakt op het einde van Februari *op dezelfde plaats* door even dik ijs, omdat dit dan nog slechts eene temperatuur van 0° heeft.

Die aantrekkingskracht nu werkt in ieder lichaam, hetzij het vast, vloeibaar of gasvormig zij, en dus werkte zij ook in de aarde, toen deze als nevelbal in de wereldruimte zweefde, zoowel als in het gansche zonnestelsel en in de stof, die de wereldruimte vulde, ten tijde toen er nog geene sterren, geene zon, en geene planeten waren.

Die stof, welke wij ons, zooals de spectraalanalyse leert, voor moeten stellen, als te bestaan uit dezelfde bestanddeelen, die wij ook op aarde kennen en welke wij de *oerstof* zullen noemen, moeten wij ons als *gasvormig* en *oneindig fijn verdeeld* denken, zij vulde de geheele wereldruimte. Het is slechts de vraag, of wij in de aarde, de planeten en de zon, niet te veel stof hebben, om daarvoor in gasvormigen toestand plaats te vinden en vervolgens of alle stoffen, die wij kennen, ook in staat zijn den gasvorm aan te nemen. Het eerste is een rekenkundig vraagstuk; het laatste kunnen wij uit ondervinding met *ja* beantwoorden: al zijn wij niet in staat alle lichamen gasvormig te maken, zoo mogen wij toch aannemen, dat ook die lichamen, welke tot dusverre weerstand hebben geboden aan onze pogingen om ze in dampvorm te doen overgaan, werkelijk gasvormig zullen worden, als wij slechts hoogere temperaturen kunnen voortbrengen. Zelfs goud en platina kunnen wij laten smelten en verdampen.

Elk gesmolten metaal kleurt de vlam, waarin het vloeibaar wordt gemaakt; een bewijs, dat deelen er van in den gasvorm zijn overgegaan. Als men een zilveren geldstuk boven eenen smeltkroes houdt, waarin goud kookt, dan wordt het verguld, met een zeer dun laagje goud overtrokken; dit bewijst, dat het goud niet slechts gasvormige deeltjes vormt, maar tevens dat de gouddeeltjes zeer klein zijn, omdat het gevorm de laagje zoo dun is, dat zelfs onze gevoeligste balansen niet in staat zijn, eene toeneming in gewicht van het muntstukje aan te wijzen. Wanneer een graphietkroes met gesmolten goud 24 uren achtereen in den steeds op gelijke sterkte gehouden gloed staat, dan kleurt het verdampende goud voortdurend een vlam, die daarboven staat groen, maar een vermindering in gewicht is niet te bemerken. Er is dus goud vluchtig geworden, in gas veranderd, tot kleuring der vlam verbruikt, maar de hoeveelheid was niet te bepalen. Dit is een bewijs van eene, onze begrippen te boven gaande fijne verdeeling van het goud, en dit alles bewijst tevens, dat het *mogelijk* is het goud in gasvorm te doen overgaan.

Het boven bedoelde rekenkundige vraagstuk moeten wij nu wat nader beschouwen.

De afstand der zon tot de het naastbij liggende vaste sterren bedraagt vier- tot twaalfduizend billioen KM. (De meeningen hierover zijn wel is waar eenigszins verschillend, maar het is tamelijk onverschillig of wij het eene of het andere getal

als het juiste aannemen, van de grootte van geen van beide kunnen wij ons toch een denkbeeld vormen). Wanneer wij aannemen, dat de zon in grootte gelijk zij aan de naastbij liggende vaste ster, dan moet zij ook eenen even grooten kring hebben als deze, binnen welken zij hare werking uitoefent: deze moet zich dus 6000 billioen KM. ver naar alle richtingen uitstrekken, en dus eenen bol vormen van 12000 billioen KM. middellijn. De inhoud van dezen bol bedraagt 904″″″320032″″″000000″″″000000″″000000″000000′000000 kubieke KM. Voor hen, die in het uitspreken van zulke lange getalreeksen niet geoefend zijn, schrijven wij dit getal: 904 sextillioen en 320,032 quintillioen kubieke KM.

Daar wij uit de aantrekking der planeten onderling en uit die, welke de zon op haar uitoefent, tot hare massa kunnen besluiten, zoo is het mogelijk, die te berekenen. Die massa, namelijk die van de zon en alle toe nog bekende planeten, bedraagt 5 quintillioen en 418,600 quadrillioen keer de massa van 1 kilogram.

Wanneer wij met de berekening voortgaan, dan vinden wij, dat één enkel gram van dat ontzaglijk aantal centenaars, wegens het nog veel grooter aantal kubiek kilometers, welke de sfeer van aantrekking der zon omvat, een ruimte van 113050 kubiek kilometers voor zich heeft, om zich daarin uitte breiden, of — wat wellicht duidelijker is, — dat op eenen kubieken kilometer ruimte slechts $\frac{1}{11305000}$ (een elfhonderdduizendste) gram stof komt.

Men meene nu niet, dat het onthouden van deze getallen noodig is, om het ontstaan van de hemellichamen te verklaren. Zij zijn zelfs niet eens volkomen te vertrouwen; zij zijn wellicht te hoog, wellicht ook veel te laag, maar zij bewijzen in alle gevalle, dat de stof der hemellichamen in de ruimte, die haar omringt, voldoende plaats heeft voor eene verdeeling zóó fijn, dat de fijnste verdeeling der stof, *welke wij kennen*, d. i. die van het waterstofgas, dat nog 14maal zoo licht is als de dampkringslucht, daarbij vergeleken nog zeer grof is; want dat fijnste van alle ons bekende gassoorten, is toch nog altijd zóó zwaar, dat reeds 11 Liter een gram wegen en hiertoe moet het dan nog zorgvuldig gereinigd en gedroogd zijn, want gewoon waterstofgas weegt veel meer. Het is derhalve zeer goed mogelijk, dat alle stof, die nu de hemellichamen vormt, eens in dampvorm heeft verkeerd, zelfs zou er ruimte genoeg zijn, zoo de massa millioenen malen meer bedroeg.

Waar stof is, daar is ook aantrekkingskracht. Zij is van alle krachten die, welke het eerst aanwezig was, zij is van het begrip stof onafscheidelijk, en voor haar bestaan geene afstanden. Evenals de zon eene komeet op onmeetbare afstanden aantrekt en haar een nu eens langere dan eens kortere baan voorschrijft, zóó trekt het *ééne zonnestofje het andere* aan, zoo lang er *geen grooter* lichaam is, *dat ze allen aantrekt.*

Maar zulk een grooter lichaam is er, zoodra *twee* zonnestofjes zich tot één *vereenigd* hebben; zij worden dan te zamen tot een middelpunt, waaromheen

zich terstond meerdere ophoopen; de deeltjes komen dan dichter bij elkander, de stof begint zich te verdichten.

Deze verdichting kan niet plaats hebben zonder beweging. De verder afgelegene deelen naderen tot de dichterbij liggende, en hiervan is een dringen naar één middelpunt en tevens eene scherpe begrenzing náár buiten een noodzakelijk gevolg: de stof, die de ruimte opvult, verdeelt zich in vele afzonderlijke massa's, die op zich zelve blijven voortbestaan.

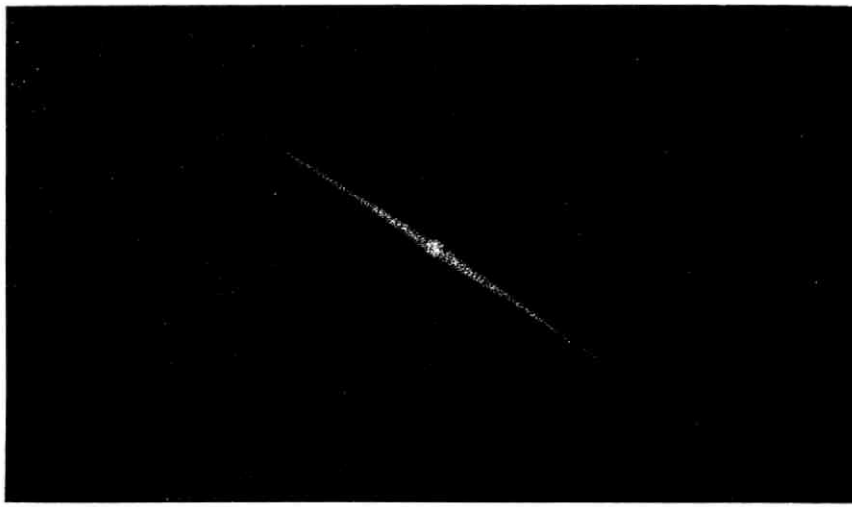
Of hierbij, zoo als sommigen meenen, ook de *verwantschap* der lichamen heeft medegewerkt; of b. v. het zwavelzuur het ijzer heeft gezocht, het koolzuur de kalk heeft gevonden, nadat de zuurstof het metaal geoxydeerd had, zullen wij in het midden laten, daar dit ons te ver van ons onderwerp zou afleiden. Maar het is ook volstrekt niet noodig, dat wij dezen factor in rekening brengen, daar de aantrekkingskracht alleen, in de ruimste beteekenis *algemeene aantrekkingskracht* genoemd, hiertoe volkomen toereikende is. De vereeniging der oerstof tot zonnestelsels belet niet aan te nemen, dat de aantrekkingskracht overal werkt, want deze zonnestelsels zijn weder slechts zonnestofjes in het heelal, trekken elkander alle onderling aan en beschrijven banen om één middelpunt, dat Mädler in de Plejaden (dicht bij het sterrebeeld van den stier) meent gevonden te hebben, terwijl Ennis later op eene andere wijze de ligging van dit punt heeft trachten te bepalen.

Beschouwen wij nu ons zonnestelsel nader, (en wat hiervan geldt, geldt evenzeer van alle andere vaste sterren, die wij beschouwen als vertegenwoordigers van andere zonnestelsels, waarvan wij alleen het centrale lichaam a. h. w. de zon, niet de planeten kunnen zien) dan vloeit uit de werking der algemeene aantrekkingskracht en de hierdoor te weeg gebrachte mechanische werking, de *beweging*, vooreerst *verdichting*, ten anderen *verwarming* voort. Elk lichaam, welke ook zijn warmtegraad zij, wordt warmer als het verdicht wordt. Een ongemunt geldstuk wordt, als het onder den stempel gelegd wordt, door de drukking warm; eene medaille, die meerdere slagen van den stempel moet verduren, wordt zóó heet, dat zij hout in brand kan steken; lucht, die tot een tiende gedeelte van haar volumen wordt samengeperst verkrijgt de temperatuur van gloeihitte van kool.

De gaskogel, die ontstaan is door aantrekking van de deelen der oerstof en welke nog eene middellijn van vele duizenden millioenen kilometers had, is allengs tot op een tiende, een honderste van hare grootte ingekrompen, en werd, daar met de grootere dichtheid ook de aantrekking toenam, altijd nog *dichter* en kleiner, en omdat zij dichter werd, tevens *warmer*.

Daar alle deeltjes naar den eersten kern dringen, ontstond er in die richting eene beweging, die tengevolge van de botsing der deeltjes tegen elkander, noodzakelijk eene cirkelvormige moest worden. De gasbol ging dus draaien en moest, omdat hij dit deed, ook afgeplat worden; uit den kogel ontstond eene spheroïde.

Naast de aantrekkingskracht, de verdichting en de *beweging* moeten wij nu ook letten op de *traagheid* (het volhardingsvermogen, die eigen is aan alle stof, zoowel in den toestand van rust als in dien van beweging). Tengevolge daarvan verzet zich ieder lichaam tegen eene verandering in den toestand, waarin het is. Zoo is het de traagheid, die een lichaam, dat in beweging is, in zijne beweging doet volharden, tot eene kracht daarin verandering teweeg brengt. Is de beweging een cirkelvormige, eene zoogenaamde centrale beweging, dan noemen wij het streven van het lichaam om zich in de richting van de raaklijn van het middelpunt der baan te verwijderen en dat een gevolg is van het volhardingsvermogen, middelpuntvliedende of *centrifugaalkracht*. Het is dezelfde kracht, die wij als trekkracht waarnemen, als wij een aan een draad bevestigd lichaam in een cirkel doen bewegen en dat zij de uitwerking heeft, die boven werd beschreven, blijkt uit de richting, waarin het kogeltje wegvliegt, als wij den draad doorsnijden. Wij mogen dus ook de centrifugaalkracht als de weerstand opvatten, die een draaiend lichaam biedt tegen de afwijking van de rechtlijnige beweging langs de raaklijn.



Ons zonnestelsel in zijnen vroegeren toestand als gasvormige lens.

Zijn de aantrekkingskracht naar het middelpunt en de middelpuntvliedende kracht door de beweging eens opgetreden, dan veranderen zij, zooals van zelf spreekt, de gedaante van het lichaam meer dan de aantrekkingskracht alleen dit vermag te doen. Bij de draaiing werkt de middelpuntvliedende kracht des te sterker, hoe sterker de beweging is: deze nu is het sterkst aan den aequator, het minst aan de polen van den kogel en zij maakt, dat aan den evenaar de werking der aantrekkende kracht of zwaartekracht, die de deeltjes naar binnen wil voeren, verkleind wordt, wat niet aan de polen het geval is. Daarom moet zulk een nevelbol, die in eene dergelijke beweging verkeert,

steeds vlakker worden; hij zal tengevolge van de gemakkelijke beweegbaarheid der deeltjes de gedaante eener lens aannemen.

Wanneer dit geschiedt, wanneer het lichaam steeds *dichter* en *kleiner* van omvang wordt, dan zal zijne beweging steeds sneller worden, want de deelen van den kogel behouden de snelheid, die zij van den buitensten omtrek komende, hebben medegebracht, door het volhardingsvermogen; doch daar die beweging in denzelfden tijd over eenen veel kleineren afstand plaats heeft, wordt zij aanmerkelijk sneller. Hierdoor neemt nu ook de middelpuntvliedende kracht toe en eenmaal komt er bij het voortgezet inkrimpen een oogenblik, waarop de middelpuntvliedende kracht *niet slechts* met de zwaarte *evenwicht* maakt, maar *sterker* wordt dan deze.

Dan ontstaat eene scheuring. Gelijk het touw, dat den steen in den slinger houdt, bij te sterke beweging breekt, omdat de middelpuntvliedende kracht hierbij het overwicht verkrijgt over de vastheid van den draad, zoo moet er ook bij den wentelenden gasbol eene verdeeling plaats hebben, waartoe de neiging reeds aanwezig was, toen de eerste sporen van den spheroïde-vorm zich begonnen te vertoonen.

Die deelen van de gasvormige lens, welke zich aan haren buitensten rand bevinden, geraken buiten het bereik der aantrekkingskracht; zij, die nader bij het middelpunt liggen, worden sterker aangetrokken, om dan, niet langer door den buitensten rand en het volle vermogen der middelpuntvliedende kracht belemmerd of teruggehouden, zich met krachtiger beweging naar het middelpunt heen te spoeden en eene kleinere spheroïde te vormen dan vroeger, die zich nu ook weer sneller om hare as wentelt.

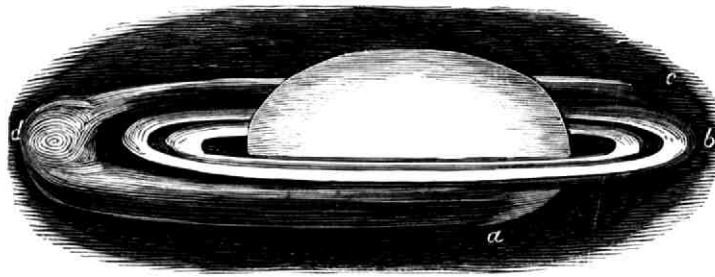
De ring echter, die zich heeft losgemaakt, blijft op dezelfde wijze als vroeger door draaien, en dat niet onafhankelijk van den gasbol, die er binnen ligt. Zoodra echter de geringste ongelijkheid in den ring ontstaat, begint de *dikkere* plaats de naastbijgelegene deeltjes met meer kracht tot zich te trekken, waarvan het gevolg is, dat de ring verbroken wordt; het vrij gekomen gedeelte trekt dan op zijnen verderen weg steeds meer deelen van den ring tot zich, en vormt daarmede eenen kleinen nevelbol, die om den grooteren loopt, en wel op dien afstand, waarop de ring zich van den gemeenschappelijken bol heeft losgemaakt.

Daar nu een ring twee zijden heeft, eene buitenste en eene binnenste, en de snelheid der deelen van den ring aan deze beide zijden verschilt in de verhouding van hunne middellijnen, zoo liepen die deelen, welke bij de vereeniging tot eenen afzonderlijken bol tot de buitenste grenzen van den ring behoorden, de andere vooruit; de andere bleven achter en zoo verkreeg het afgescheiden, onregelmatige lichaam spoedig, behalve de beweging in den grooteren kring, dien het niet had verlaten, nog eene afzonderlijke cirkelvormige, eene rotatie-beweging. Zoo doende ontstaat er op de natuurlijkste wijze eene planeet, en deze vertoont dan weder als zelfstandig lichaam al de

verschijnselen, die wij achtereenvolgens bespraken. Zij verdicht zich, de centrifugaalkracht plat haar af, geeft haar den vorm eener lens, deelt de schijf in ringen, vormt daaruit afzonderlijke lichamen (manen), of laat ze als nog niet vervormd rondom het hoofdlichaam loopen, zooals bij Saturnus, enz.

Daar deze werking aan de grenzen van den nog zeer grooten zonnebol plaats had, had de massa, waaruit zich de ring en daarna de planeet vormde, nog geene groote dichtheid, en in de geringe massa der buitenste planeten zien wij het natuurlijk gevolg van deze geringe dichtheid der nevelmassa waaruit zij gevormd werden.

In den grooten kogel gaat de verdichting op dezelfde wijze voort, als in den kleinen, die zich er van had afgescheiden. Hoe dichter de stof tot het



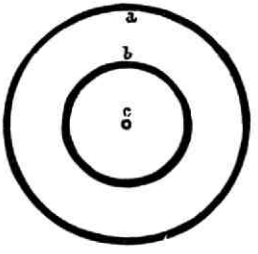
Verbreking der dampringen. Planetenvorming.

middelpunt nadert, des te grooter wordt natuurlijk de dichtheid harer massa, en tengevolge der middelpuntvliedende kracht (centrifugaalkracht), bevinden zich de dichtste deelen der geheele massa altijd aan den buitensten omtrek van de draaiende lens. Hiervan is het natuurlijk gevolg, dat er zich al weder een ring afzondert, waarin hetzelfde plaats heeft, wat in den eersten is geschied. De grootte van dien ring verschilt misschien veel van die van den eersten, maar hij zal hem in allen gevalle in dichtheid overtreffen, omdat de massa, die zich van den centraalbol afscheidt tot een dichter gedeelte van den algemeenen gasbol behoorde.

Hierin ligt nu reeds een zeer belangrijk onderscheid tusschen de lichamen in het heelal. Hunne dichtheid neemt toe, naarmate de stof, waaruit zij zich gevormd hebben, afkomstig is van een deel van den nevelbol, nader bij het middelpunt gelegen, eene wet, die bijna overal volstrekt geldig is en waarop slechts eene enkele uitzondering bestaat bij Saturnus, die iets lichter is dan hare voorgangster, hetgeen wellicht hierdoor veroorzaakt is, dat zij later door de snelle omwenteling om hare as minder dicht is geworden.

De snelheid van omwenteling hangt af van de breedte van den ring, die zich, om de nieuwe planeet te vormen, van de geheele massa losgemaakt heeft. Hoe grooter die breedte is, des te grooter zal natuurlijk de omwentelingssnelheid worden, daar deze, zooals wij reeds weten, door het verschil tusschen de snelheid der buitenste en binnenste deelen van den ring ontstaat. Wanneer

eene schijf om hare as draait, staat haar middelpunt volkomen stil, terwijl aan den omtrek de beweging het snelst is. Verdeelen wij de schijf, zooals in de bijgaande figuur, zoodanig, dat de middellijn van den binnensten ring juist de helft bedraagt van die van den buitensten, dan zal het punt *b* van den binnensten ring den geheelen cirkel doorloopen in denzelfden tijd, waarin het punt *a* den ganschen buitensten kring doorloopt. Maar daar de buitenste kring juist tweemalen zoo groot is als de binnenste, en beide hunne verschillende wegen in denzelfden tijd doorloopen, legt het punt *a* eenen weg af, die twee malen zoo groot is als die van het punt *b*, dat is, het heeft eene twee malen zoo groote snelheid.



Passen wij dit toe op de kolossale ringen, die zich van de ontzaglijke schijf der zonne-ellipsoïde afscheidden, dan zal ook hier hetzelfde plaats hebben, en bij eene verbrokkeling of verscheuring van de strook, die zich heeft losgemaakt, zullen die deelen, welke tot het buitenste gedeelte van den ring behoorden, zich sneller bewegen en die snellere beweging (tengevolge van de *traagheid*) behouden ook dan, wanneer hunne baan, als noodzakelijk gevolg van de onderlinge aantrekking der deelen van den ring, eene verandering ondergaan zal hebben: de vereischten voor eene rotatie zijn derhalve voorhanden, en deze zal des te sneller zijn, naarmate de ring, die zich van den geheelen nevelbol heeft losgemaakt, breeder was.

Wanneer wij de vorige figuur beschouwen, en aannemen, dat de deelen van den buitensten kring met behoud van hunne snelheid tot aan den binnensten waren genaderd, dan volgt hieruit van zelf, dat deze deelen van nu af den binnensten kring twee malen doorloopen, in denzelfden tijd waarin zij den buitensten éénmaal doorliepen. Het spreekt van zelf, dat bij nog verdere verkleining der middellijn van dezen ring, d. i. bij nog verdere inéénkrimping der massa, de versnelling ook in diezelfde evenredigheid zal toenemen en op deze wijze zou er eene omwentelingssnelheid van zulk eene ongehoorde grootte ontstaan, als waarvan nergens een voorbeeld wordt aangetroffen.

Tot nu toe hebben wij echter slechts die deelen beschouwd, welke tot den buitensten ring behooren, en niet die, welke deel uitmaakten van het binnenste en de daartusschen liggende gedeelten van de ringvormige schijf.

Als deze dezelfde snelheid zullen verkrijgen als de buitenste, dan moet er de eene of andere kracht op werken en deze is werkelijk aanwezig. Zij ontstaat door de botsing der in snellere beweging zijnde deeltjes van den buitensten ring. Doch niet slechts ieder natuurkundige, maar ook ieder, die met eenige oplettendheid billard speelt, weet zeer goed, dat wanneer een snel loopende bal eenen langzaam loopenden treft, niet beide met de snelheid van den eersten verder loopen, maar dat de tweede van het oogenblik van den stoot af, zijne beweging *versnelt*, terwijl de eerste daarentegen in dezelfde mate *langzamer*

voortgaat, doordien hij de hoeveelheid beweging, welke hij aan den anderen *medegedeeld* heeft, *zelf verliest.*

Evenzoo is het met de stof in het algemeen, het bovengezegde toch geldt, niet alleen voor lichamen; alle stofdeeljes werken op dezelfde wijze op elkaar als lichamen, die uit eene verzameling dier deeltjes bestaan.

De deelen van het buitenste gedeelte van den ring botsen tegen die van het binnenste en trekken deze wegens hunne grootere snelheid met zich voort, doch die van het binnenste stuk werken door hunne *traagheid* die snellere beweging tegen; het gevolg daarvan is, dat de gemeenschappelijke beweging van beide het midden houdt tusschen de afzonderlijke snelheden van het buitenste en binnenste stuk. Had het buitenste eene snelheid van vier Meter in eene seconde en het binnenste van twee Meter, dan gaan zij beide te zamen van nu af met eene snelheid van zes gedeeld door twee, dat is van drie Meter voort.

Hetzelfde geldt ook in het algemeen voor een onbepaald aantal stofdeeltjes; altijd is de beweging van allen te zamen gelijk aan de som der bewegingen van ieder afzonderlijk, gedeeld door hun aantal.

Daar in de beweging der deelen van zulk een ring zeer veel verschil is, zal natuurlijk het eindresultaat der beweging zeer zamengesteld zijn, maar altijd overeenkomen met het hierboven gegeven voorbeeld.

Is de ring zeer breed, dan is het waarschijnlijk, dat hij zich nogmaals en nogmaals zal verdeelen, en bandachtige strooken zal vormen.

De samenhang van zulk eene *gasvormige* massa, die zóo teêr en verdund is, dat wij er ons geene voorstelling van kunnen maken, is ongetwijfeld zeer gering, en er is dus ook slechts eene zeer geringe kracht noodig om den samenhang geheel te verbreken en eene scheiding, eene scheuring van den ring te veroorzaken. Zoodra dit geschied is, verzamelt zich de geheele massa van den verbroken ring in een punt, dat tegenover de plaats ligt, waar hij verbroken is, omdat elk uiteinde zich aanvankelijk onafhankelijk van het andere ontwikkelt, daar elk slechts aan éêne zijde stof tot vergrooting bezit, en niet aan de andere zijde, die naar het punt, waar de scheiding heeft plaats gehad, is gekeerd. In dit geval zal dat uiteinde, hetwelk *vóór* zich, dat is in de richting, waarheen zich zijne stofdeeltjes bewegen, stof aantreft, daardoor met verdubbelde kracht worden aangetrokken; en dus met versnelde beweging daar heen gaan en ten gevolge daarvan steeds meer van de stof, die den ring gevormd heeft, in zich opnemen en zich hierdoor vergrooten.

De andere helft van den ring, dat gedeelte, dat geene stof meer voor zich vindt, zal zich derhalve langzamer bewegen dan de overige deelen van dezen en terwijl eerstgenoemd gedeelte alle stofdeeltjes in zich opnam, doordien het de overige inhaalt, zoo zal het tweede ze opnemen, omdat het ze opwacht, hun als 't ware te gemoet komt.

Het noodzakelijk gevolg daarvan is, dat beide helften eindelijk tegenover

de plaats der scheiding van den ring te zamen komen, en dat hierdoor eene nieuwe aanleiding voorhanden is tot eene katastrophe, waardoor bij het ineenvloeien der beide gas- of dampbollen nieuwe ringen, nieuwe hemellichamen — manen, die zich uit de ringen ontwikkelen — ontstaan.

In het geheele tot nog toe behandelde gedeelte van deze hypothese, die in hoofdzaak door Kant en daarna door den beroemden sterrenkundige, La Place, is uitgesproken, is niets onnatuurlijks, geene gedwongene onderstelling, geene toevalligheid, geen machtspreuk. De nieuwere tijd heeft er dan ook slechts weinig aan weten te wijzigen, en wat La Place heeft ondersteld, heeft Gruson met wiskundige nauwkeurigheid in getallen opgegeven en hij heeft door deze getallen, voor de verst verwijderde tot aan de dichtsbijgelegene planeet trachten te bewijzen, dat het zóó zijn moet en dat dit de gang van de schepping der wereld, of liever van het ontstaan der lichamen van het heelal moet geweest zijn. Terwijl La Place zeide: «Philosophie, montre moi la main qui a lancé les planètes sur la tangente de leur orbite!» is de wetenschap in staat geweest *die hand naar alle waarschijnlijkheid te toonen* in de *krachten*, welke aan de stof eigen zijn en door wier samenwerking zich alles volgens bepaalde wetten volkomen zoo moest vormen, als wij het gevormd zien.

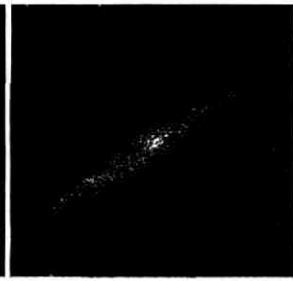
Wel moge het stout, bijna vermetel schijnen, wanneer de mensch zich aanmatigt in geheimen in te dringen, die de Schepper in een dichten sluier gehuld heeft, doch de nieuwere nasporingen geven grond tot de hoop, dat juist hier het menschelijke verstand een zijner glansrijkste zegepralen zal vieren en dat datgene, wat in het voorgaande als hypothese is vermeld en dat niet bloot op natuur- en wiskunstige theoriën maar op *waarnemingen* steunt, in vervolg van tijd de volkomenste bevestiging zal vinden.

Wij ontwaren op verscheidene plaatsen aan den hemel een bleek schijnsel, waardoor de donkerheid van den grond des hemels vermindert, alsmede sterren, die zich niet als scherp begrensde lichtpunten, maar eenigszins uitvloeiende vertoonen. Deze plaatsen, die overeenkomen met het lichtschijnsel van den melkweg, heeft men met den naam van nevelvlekken bestempeld. Het ongewapende oog kan er slechts zeer weinige vinden, eerst de nieuwe, groote telescopen hebben ons hier eene geheel nieuwe wereld doen waarnemen, en met behulp van deze zijn tot dusverre ongeveer 4000 zulke nevelvlekken gevonden. Haar vorm is deels rond, deels langwerpig rond, deels spiraalvormig, deels geheel onregelmatig. Bij vele is het gebleken, dat het niet anders zijn dan groote sterrenhoopen, andere daarentegen zijn zelfs door de grootste kijkers niet in afzonderlijke sterren opgelost geworden, en er bestaan gewichtige gronden voor de veronderstelling, dat deze laatste niet anders zijn dan sterren en sterrenstelsels, die bezig zijn zich te ontwikkelen; verbazende lichtgevende nevelmassa's (bestaande uit de bouwstoffen voor planeten en zonnen) die zich in den loop van honderd- of duizendtallen van jaren langzamerhand inwendig verdichten en nu bezig zijn zich tot wereldlichamen en wereldstelsels

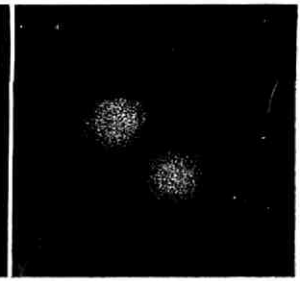
te ontwikkelen. Diegenen onder hen, welke in het midden van den nevel lichtere plaatsen of lichtende punten vertoonen, schijnen in deze ontwikkeling reeds verder gevorderd te zijn, terwijl zij, welke in hun middelpunt eene duidelijke ster laten waarnemen, het grootste gedeelte van den tijd hunner



Nevelvlek in het haar van Berenice.



Nevelvlek in Andromeda



Dubbele nevelvlek in den grooten Beer.

vorming reeds doorloopen hebben; eindelijk zullen de nog gelijkmatig verlichte massa's van ronde en langwerpig ronde gedaante, zonder merkbaren kern in hun midden, nog kort geleden ontstaan zijn en het proces hunner vorming eerst beginnen. «Wat heden nog nevelvlek is, zal eenmaal als sterrenhoop haar glans verspreiden en er was een voortijd, waarin niets dan onbegrensde nevelmassa's bestonden», zoo althans is het gevoelen van den beroemden sterrenkundige Mädler.

Het is mogelijk, dat vele van deze nevelvlekken thans reeds de tijdperken harer ontwikkeling geheel hebben doorloopen, en zich slechts hierom aan ons nog als nevelvlek vertoonen, omdat hun licht millioenen jaren noodig heeft, om tot ons te komen, zoodat wij hen in den toestand aanschouwen, waarin ze zich voor millioenen jaren bevonden, evenals wij elke ster in dien toestand zien, waarin zij voor drie, voor tien, voor duizend jaren verkeerde, naarmate van den afstand, waarop ze van ons staat.



Telescopisch beeld van de komeet v. Enke.

Ook de kometen heeft men in de klasse van die wereldlichamen gesteld, *die zich eerst beginnen te vormen* en inderdaad, wanneer men hunne *gedaante* nader beschouwt, en daarbij bedenkt, dat zij, zooals aangetoond is, uit een stof bestaan, die vele duizende malen ijler is dan de ijlste lucht; wanneer men er op let, hoe verschillend hare vormen zijn en hoe de stofdeeltjes zich evenals een dampkring om een dichteren kern te zamen pakken, hoe zij zich in nauwkeurig bepaalde banen bewegen evenals de planeten, zoo verhindert ons niets ze werkelijk voor planeten te houden, waaraan nog slechts de grootere verdichting tot eene *vaste* massa ontbreekt, welk tijdstip zij waarschijnlijk te gemoet gaan.

Volgen wij nu de verdere ontwikkeling van ons zonnestelsel, dan zien wij, dat hetzelfde proces, de afscheiding der nevelringen van den nevelbol, zich telkens herhaalt, en dat die herhaling even zoo goed eene noodzakelijkheid is, als de eerste vorming van zulk een ring en van het daaruit ontstane lichaam. Slechts zal, zooals wij reeds opmerkten, het soortelijk gewicht steeds toenemen; want hoe enger de grenzen zijn, binnen welke zich de groote gasbol samentrekt, des te sneller is zijne beweging, des te sterker het vermogen, waarmede de centrifugaalkracht de deeltjes van dat lichaam, de atomen, naar den buitensten kring, naar den ver naar buiten geschoven evenaar dringt, en de lichamen, welke zich uit deze steeds dichter wordende oerstof vormen, moeten zoowel zelf een grooter soortelijk gewicht verkrijgen, als zich sneller in hunne banen bewegen, naarmate zij dichter tot het middelpunt van den dampbol, tot de zon, naderen.

De sterrenkunde geeft de bevestigende bewijzen voor deze beweringen; zij leert ons, dat in het algemeen de planeten eene grootere dichtheid hebben, hoe nader zij bij de zon staan; zoo is het soortelijk gewicht van Neptunus ongeveer een vijfde van dat der aarde, Uranus heeft ongeveer dezelfde dichtheid of: hij is zoo zwaar als esschenhout, iets grootere dichtheid heeft Jupiter, omstreeks die van sterk gebrande tichelsteen, Mars is iets zwaarder dan diamant, de aarde bijna zoo zwaar als chromium, d. i. $5^1/_2$ maal zoo zwaar als water, Venus heeft bijna hetzelfde soortelijk gewicht en Mercurius dat van ijzerglans, d. i. $4^1{}_2$ maal zoo zwaar als water. Deze getallen geven tevens de uitzonderingen op den regel aan. Want de aarde is soortelijk zwaarder dan Mercurius en Venus. Dat ook Saturnus een uitzondering is, is reeds vroeger vermeld, hare dichtheid is slechts $^1/_{10}$ van die der aarde.

Evenzoo neemt ook, met het naderen tot het middelpunt, de snelheid toe. Neptunus legt in zijne baan in elke seconde $^3/_4$ KM. af, Uranus 1, Saturnus 1,3, Jupiter 1,7, de asteroïden 2,5 tot 2,7, de aarde 4,7, Venus 4,9 en Mercurius 6,7 K.M.

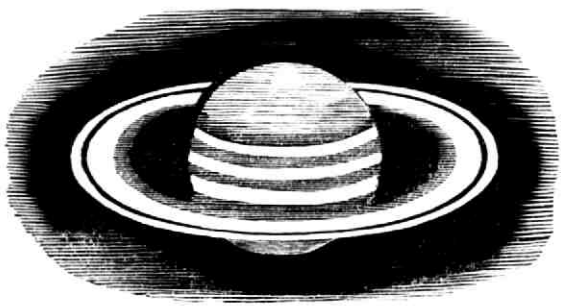
Zeer merkwaardig is eene tegenovergestelde verhouding ten opzichte van de aswenteling. Deze wordt langzamer, naarmate de planeten dichter bij de zon staan. Doch daar de snelheid van den *loop* der planeten in hare baan afhangt van de omwentelingssnelheid van den *ring* op die plaats, waar hij zich van het hoofdlichaam scheidde; de snelheid van de *aswenteling* daarentegen, van het verschil in de beweging der deelen van den ring onderling afhangt, is daardoor reeds dit schijnbaar ongerijmde opgehelderd.

De ringen, die het eerst loslieten, hadden namelijk eene buitengewone breedte, zooals ook blijkt uit de grootte der planeten, die zich uit hunne massa hebben gevormd, ofschoon deze veel ijler was dan de later ontstane. Bij eene breedte van den ring van meer dan honderd millioen KM. (waarop de onderlinge afstand der planeten ons wijst) was natuurlijk het onderscheid in de snelheid der binnenste en buitenste deelen van den ring zeer groot, dus ook de omwente-

lingssnelheid, die uit dit verschil voortvloeide zeer aanzienlijk, de omwentelingstijd zeer klein, deze bedraagt 9 of 10 uren voor Saturnus en Jupiter, hetgeen met betrekking tot het ontzaglijk volumen dezer planeten inderdaad opmerkelijk is. Dichter bij het middelpunt van het zonnestelsel, werden de ringen, die zich afscheidden, steeds smaller (en derhalve de planeten steeds kleiner) en de aswenteling langzamer, naarmate de omloopstijd in de baan kleiner werd. Het verschil tusschen de snelheid van de buitenste en de binnenste deelen van deze, misschien slechts een of twee duizend KM. breede ringen, was veel geringer, en zoo is ook deze schijnbare onregelmatigheid zeer natuurlijk te verklaren uit de aangenomen onderstelling.

Omtrent de vorming van de manen der planeten hebben wij reeds eenige aanwijzing gegeven, en gezegd, dat deze geheel met die van de planeten zelve overeenkomt, daar hier in het klein hetzelfde geschiedt als ginds in het groot. Het is zeer wel mogelijk, dat wij zulk eene voortgaande vorming van hemellichamen, althans van die van den tweeden rang (niet van planeten, maar van nevenplaneten — manen), nog voor oogen hebben in den wonderbaren ring van Saturnus, voor de verklaring waarvan men zich heel wat moeite heeft gegeven.

Uit de groote afplatting van Saturnus (die evenwel door Bessel ontkend wordt) heeft men afgeleid, dat de ring vroeger tot Saturnus behoord heeft, en door de verbazende middelpuntvliedende kracht, tengevolge van de snelle wenteling om hare as, hiervan afgerukt en in de ruimte geslingerd is.



Telescopisch beeld van Saturnus met zijne ringen.

Het is intusschen zeer wel mogelijk, dat juist omgekeerd de ring de uitgebreidheid aanwijst, welke Saturnus vóór het ontstaan der laatste maan heeft gehad; dat de hoofdmassa tot daar, waar wij nu den buitensten ring zien, is ingekrompen, door de afscheiding der deelen, die tot vorming van de manen noodig waren, en dat zij zich thans in het tijdperk der voorlaatste en laatste maanvorming bevindt, zoodat zich uit de beide ringen eene negende en eene tiende maan zullen ontwikkelen. Dit zal wel is waar waarschijnlijk niet binnen zulk eene korte tijdsruimte plaats hebben, dat reeds onze kinderen of kleinkinderen van deze vormverandering getuigen zullen zijn, maar hierom is het toch niet minder waarschijnlijk. Want wat zijn 60 of 100 jaren, wanneer wij spreken over de wording der planeten, waarmede altijd duizenden duizendtallen van jaren gemoeid zijn! Sommige sterrenkundigen meenen juist dat de hypothese van Kant—La Place omtrent het ontstaan der

hemellichamen door de aanwezigheid van een ring bij Saturnus een krachtigen steun heeft verkregen, dat daardoor deze hypothese bijna tot eene theorie wordt verheven. Grüson zegt: « Hier verrassen wij den grooten Bouwmeester bij de vorming der hemellichamen; hier dringen onze oogen in zijne werkplaats door en komen wij ten volle op de hoogte van de wijze, waarop hij daarbij is te werk gegaan. Geen feit toch levert krachtiger bewijs op voor de juistheid der ontwikkelingstheorie, waarover wij tot dus verre handelden. Die ring, op geringen afstand van het hoofdlichaam vastgeworden, geeft ons in het klein eene juiste voorstelling van de wijze, waarop de planeten en hoogst waarschijnlijk ook alle hemellichamen tot stand zijn gekomen. Hierdoor zien wij tevens, dat het niet de bedoeling van den Schepper geweest is, daarvan voor ons een geheim te maken; hij zelf heeft ons hierdoor op het spoor gebracht, en wij mogen het den menschelijken geest tot eene eer rekenen, dat deze den gegeven wenk heeft verstaan."

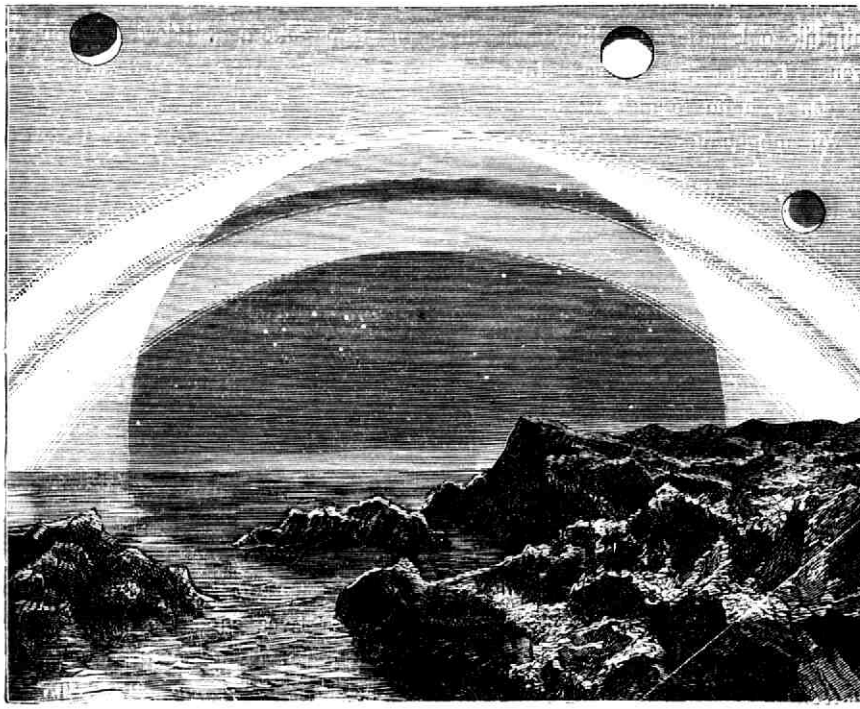
« Hoe het gekomen is, dat bij Saturnus en voor zoover wij tot dusverre weten, bij deze alleen, na de vorming van acht manen, de laatste tot een afzonderlijken aequatorring werd, die zich niet even als de andere tot een rond lichaam samenbalde, maar in zijn oorspronkelijken ringvorm vast werd, hiervan zal bezwaarlijk ooit eene voldoende oplossing gegeven kunnen worden. Wellicht hadden de deelen, die zich hiertoe van het hemellichaam hadden afgescheiden, onderling reeds te veel samenhang, dan dat ze door de kracht der omwentelingssnelheid vanéén gerukt konden worden."

Grüson heeft zich hier niet juist uitgedrukt; want wanneer wij aannemen, dat Saturnus met zijne manen en ringen ons den ontwikkelingsgang van de vorming der planeten vertoont, dan is niet de negende maan tot een vasten ring geworden, maar omgekeerd heeft de ring zich nog niet tot eene maan samengebald. In de verdeeling van den ring in twee ongelijke helften, zien wij hiervan echter reeds een begin, ofschoon wij het einde van dit schouwspel waarschijnlijk nog vele duizenden jaren verwijderd moeten stellen. Tot de achtste maan toe is de kleine wereld van Saturnus gereed; de negende en tiende zijn nog in wording, de bouwstoffen daarvoor zijn echter aanwezig. Dit door een ring omgeven hemellichaam vormt, overigens op zich zelf reeds zulk een merkwaardig verschijnsel, dat wij onzen lezers eene afbeelding niet meenen te mogen onthouden, waaruit blijkt, hoe zich voor de bewoners van Saturnus die ring zal vertoonen.

Wij kiezen daartoe het oogenblik van middernacht op een zomerdag voor de planeet. Een breede, sterk lichtende boog is uitgespannen aan het hemelgewelf boven het hoofd van den Saturnusbewoner, die zich het dichtst bij den ring bevindt. Hij kan natuurlijk nooit, zooals wij, den geheelen ring waarnemen. Anders vertoont zich het verschijnsel voor diegenen, welke verder van den ring wonen en hierop slaat de hierbij geteekende figuur. De donkere halve cirkel op den achtergrond is de schaduwkegel van Saturnus, die zich iederen

nacht langs den verlichten ring beweegt en hem nu eens geheel, dan weer gedeeltelijk bedekt en zoo den ring in 2 deelen verdeelt, wat in verband met de 8 manen van de planeet een zoo vreemd schouwspel moet opleveren, dat wij aardbewoners ons daarvan bijna geene voorstelling kunnen maken.

In den dubbelen of misschien zelfs drievoudigen ring van Saturnus hebben wij verder een zeer leerrijke schakel voor de verklaring van het ontstaan van de vele kleine planeten, welker aantal sedert de eerste uitgave van dit werk



Ideale voorstelling van een landschap op Saturnus omstreeks middernacht.

(1854) van 26 tot 270 geklommen is en zonder twijfel nog vermeerderen zal. Wij hebben aangenomen dat er voor de vorming van iedere planeet een groote ring van de zon werd afgescheiden, bij Saturnus treffen wij gelijktijdig twee of drie zulke ringen aan. Het is dus zeer wel mogelijk, dat op die plaats, waar wij eene groote planeet vermoedden, althans misten, en waar wij er nu 270 gevonden hebben, een grooten ring geweest is, die zich van den dampbol heeft losgemaakt en dat deze zich in vele kleine planeten gesplitst heeft, of dat deze ring niet op ééne, maar op vele plaatsen gescheurd is. Dat deze asteroïden gezamenlijk tot éénen ring behoord hebben, laat zich afleiden uit haren afstand van de zon. De ring, waartoe zij oorspronkelijk behoorden, had volgens zijne ligging tusschen Jupiter en Mars, eene breedte van 20 millioen

kilometers, en ook nu nog bedraagt de breedte van den ring, waarin zij zich gezamenlijk om de zon bewegen 17 millioen kilometers en ook is hare gemiddelde snelheid volkomen zóó, als het geval moest zijn, wanneer zij deelen waren van eenen ring. De snelheden van elk deel op zich zelf daarentegen zijn eenigermate verschillend, hetgeen ook niet anders zijn kan, wanneer de geheele ring zich allengs in verscheidene kleine verdeeld heeft of de brokstukken er van zich in de verschillende tijdperken der versnelde of vertraagde beweging, het natuurlijk gevolg van de verbrokkeling, tot planeten hebben saamgebald. De meest verwijderde doorloopen namelijk 2,5 kilometer in eene seconde en de dichtst bij de zon staande 2,7 KM. in denzelfden tijd.

Wanneer wij den ontwikkelingsgang van den verbazend grooten dampkogel verder nagaan, tot op de vorming der aarde, dan zien wij, dat deze evenals de overige planeten, uit eenen ring van oerstof is ontstaan, welker massa is samengevloeid, en daar haar gemiddelde afstand tot de zon ongeveer 20 millioen kilometers bedraagt, en haar gewicht ons uit de grootte harer aantrekkingskracht bekend is, zoo kunnen wij zeer gemakkelijk berekenen, hoe fijn verdeeld hare zelfstandigheid moet zijn geweest, als men aanneemt, dat de breedte van den ring, waaruit zij is ontstaan, gelijk was aan de helft van den afstand, waarop de planeten Mars en Venus van elkaar verwijderd zijn, dus ongeveer 9 millioen kilometers zal bedragen hebben. Voert men de berekening uit, dan vindt men als resultaat, dat de dichtheid van dien nevelring een 38 duizendste deel van die van water of het 48ste deel van die van lucht zal geweest zijn, eene verdunning, waarvan wij geen begrip hebben, daar zelfs het zuiverste waterstofgas nog altijd vier malen zoo zwaar is. En toch was de zelfstandigheid van den oorspronkelijken dampbol reeds zoo sterk saamgetrokken, zoo sterk verdicht, dat zij zulke zware lichamen kon voortbrengen als Mars, de aarde en de beide andere planeten.

Toen deze massa zich tot eenen klomp samenbalde, moest zij natuurlijk des te dichter worden, naarmate de deelen nader bij elkaar kwamen. In hoe verre dit geschied is, zien wij aan de maan, die haren oorsprong te danken heeft aan de afscheiding van eenen ring van den dampbol der aarde, op een tijd, toen deze nog 52000 kilometers middellijn had. Van eene breedte van millioenen kilometers, eene lengte van 150 millioen kilometers, was de zelfstandigheid van den ring reeds tot een dampbol van 100000 kilometers grootte samengebald, toen de maan zich als een nieuwe ring er van afscheidde, en toch had deze, na hare verandering in een kogel, slechts $^1/_{89}$ van de massa der aarde, terwijl hare middellijn het derde deel van die van de aarde bedroeg.

Bij de voortgaande verdichting van de overblijvende massa, kon deze langzamerhand eene zwaarte verkrijgen, zooals de aarde thans heeft.

Er blijft ons nog over te onderzoeken, hoeveel de massa van de zon zwaarder of dichter is, dan die van de planeet, welke zich het meest in hare nabijheid bevindt. Want daar de dichtheid voortdurend toeneemt, en wel op zulk eene

wijze, dat de planeten, op eene enkele uitzondering na, grooter soortelijk gewicht hebben, hoe kleiner hare afstand tot de zon is, zoo moet de zon zelve het dichtste zijn — zoo althans schijnt de theorie het te verlangen. Maar de ervaring leert: de zon is een *veel lichter lichaam*, zij heeft nauwelijks een vierde van de dichtheid der aarde, is nauwelijks zwaarder dan buksboomhout en niet zoo zwaar als phosphorus, ivoor, of albast.

Volgen wij den gang van de ontwikkeling der planeten, dan zien wij dat deze alle achtereenvolgens door samenballing uit ontzaglijke gasringen zijn ontstaan, dat zij in den aanvang eene veel grootere uitgebreidheid hadden en langzamerhand zoo veel ingekrompen zijn, dat daaruit hare tegenwoordige zwaarte voortvloeide.

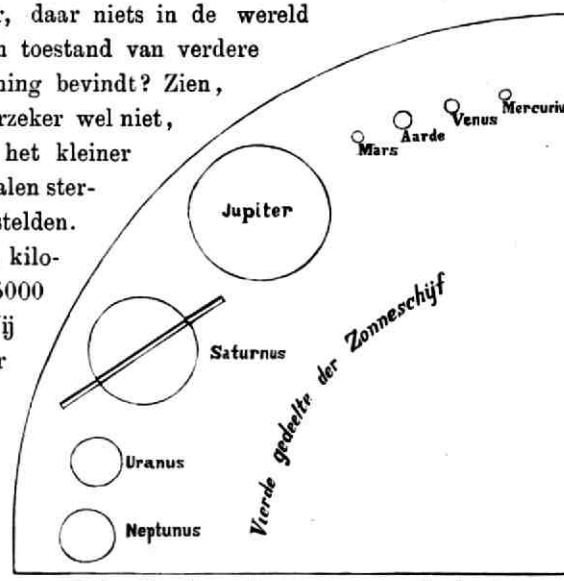
Maar de zon is niet uit een ring ontstaan, doch uit den gasbol, welken de planeten hebben overgelaten, nadat al hare ringen waren afgescheiden. Het is daarom waarschijnlijk, dat in de zon alle stoffen van ieder soortelijk gewicht, waaruit ons planetenstelsel bestaat, gelijkmatig verdeeld zijn en dat hare dichtheid ongeveer het gemiddelde van die der planeten bedraagt. En dat is werkelijk zoo.

De middellijn der zon bedraagt omstreeks 200000 kilometer en hare massa is 700 maal zoo groot als die der planeten te zamen en dat verbazende overwicht is de teugel, waaraan de zon alle planeten vasthoudt, die zonder zulk een band in de wereldruimte zouden rondvliegen, tot zij in het bereik kwamen van eene andere zon, welke haar tot zich trok en tot trawanten van haar eigen stelsel maakte.

Volgens de uitkomsten der spectraalanalyse is het niet waarschijnlijk, dat de zon nu nog een gasbol is, maar moeten wij aannemen, dat haar lichaam in den vasten of met meer waarschijnlijkheid in den wit gloeiend vloeibaren toestand verkeert en dat zij omgeven is door eenen dampkring, waarin de gloeiende dampen der bij de hooge zonnetemperatuur in gas overgegane stoffen zich bevinden o. a. de meeste ons bekende metalen en het waterstofgas.

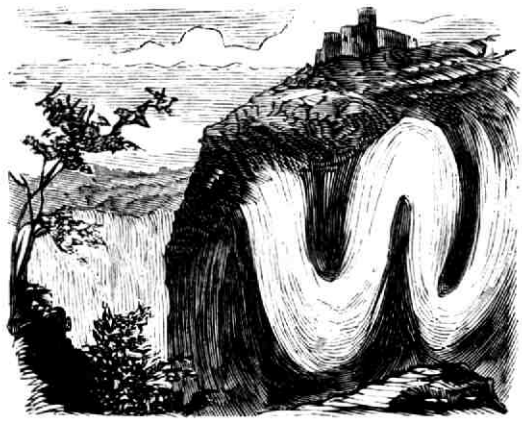
De zwaarte der zon hangt af van haren inhoud. Waarschijnlijk is ook haar binnenste kern véél dichter, dan hij, naar hare grootte te oordeelen, schijnt; want vermoedelijk is juist deze kern veel kleiner dan ze ons toeschijnt, daar wij met zekerheid weten, dat wij *niet het lichaam der zon*, maar slechts haren lichtenden dampkring zien. Wellicht is, evenals de negende en tiende maan van Saturnus, ook de zon nog niet hare laatste ontwikkelingsphase ingetreden; wellicht wordt zij nog steeds kleiner en daardoor met elken meter, dien hare middellijn afneemt, dichter; wellicht bedraagt dit jaarlijks slechts een of twee voeten en in dit geval, zullen wij de zon na 12000 jaren eenen kilometer kleiner zien. Wel is waar kunnen wij reeds daaruit besluiten tot het steeds kleiner worden der zon, dat zij voortdurend door straling warmte verliest en dus zal inkrimpen. Maar zeker vallen op dé zon even goed als op de aarde groote massa's meteoren, die door de warmte, welke bij de botsing vrij komt,

het verlies door straling althans weer ten deele aanvullen. Hoe dat echter ook zij, wie zou durven wagen te beweren, dat het ooit mogelijk zal zijn, veranderingen in die grootheid te *meten*, en wie zou de mogelijkheid, of zelfs de waarschijnlijkheid van zulk eene voortgezette samentrekking durven bestrijden? En dit te meer, daar niets in de wereld rust, maar alles zich in een toestand van verdere ontwikkeling, van vervorming bevindt? Zien, meten, zullen wij het voorzeker wel niet, zelfs dan niet, wanneer het kleiner worden der zon honderd malen sterker ware dan wij veronderstelden. Wat wil het zeggen, een kilometer in 120 jaren, of in 5000 jaren 40 kilometers! Wij zullen waarschijnlijk nimmer werktuigen verkrijgen, waarmede wij de middellijn der zon *nauwkeurig* tot op 40 kilometer zullen kunnen meten, daar de meerdere of mindere doorzichtigheid der lucht en vele andere oorzaken (zelfs afgezien van de onvolkomenheid der menschelijke werktuigen) eene zoo nauwkeurige meting niet toelaten. En de algemeene aantrekkingskracht? — eene verandering in de snelheid der planeten in hare baan zou geene wijziging in die grootheid teweeg brengen, omdat daarmede geene verandering in de massa gepaard gaat, waarvan toch alleen de algemeene zwaartekracht afhangt.



Verhouding in grootte van de zon en de planeten.

Ontstaan der Aarde.

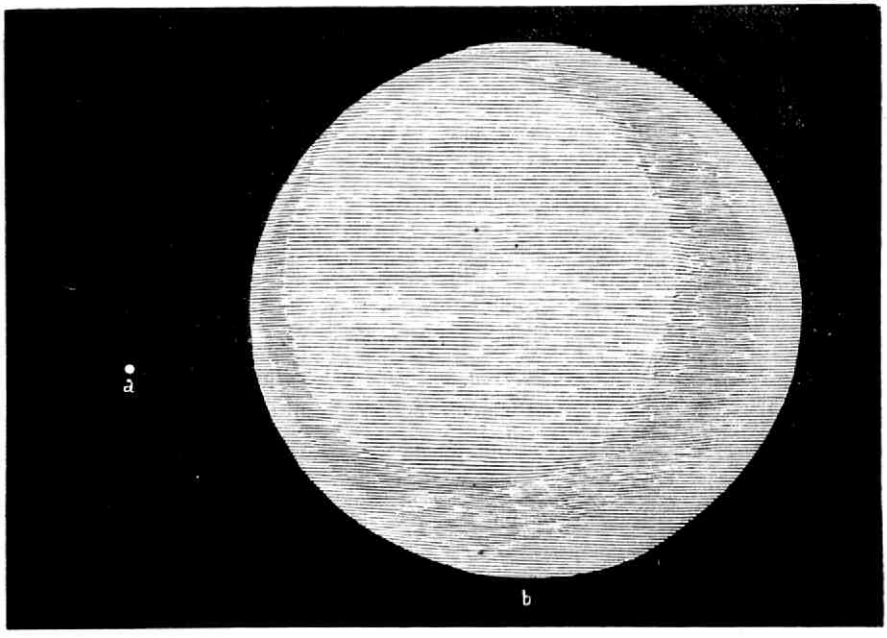


ij leverden in het voorafgaande hoofdstuk eene schets van de wijze, waarop de zonnestelsels en de daartoe behoorende lichamen, *mogelijk*, om niet te zeggen *waarschijnlijk* ontstaan zijn, en kunnen ons van nu af meer uitsluitend met de beschouwing van een enkel dier lichamen — de aarde, bezig houden. In hoe verre ons zonnestelsel, of wellicht de geheele wereld der vaste sterren op de besproken wijze ontstaan is, zullen wij daar laten. Want hoe vernuftig ook deze theorie zij, hoe goed zij overeenstemme met de natuurwetten en de krachten, welke aan deze gehoorzamen, hoe goed zij ook kan dienen tot het verklaren der nevelvlekken, toch kan men hare juistheid niet met die logische gestrengheid aantoonen, welke men het recht heeft van een *bewijs* te vorderen.

Wij stellen ons nu de aarde voor als een afzonderlijk deel van het groote gasvormige lichaam, als uit eenen ring daarvan te zamengebald; de maan heeft zich nog van haar afgescheiden, en de overblijvende massa heeft zich altijd meer en altijd sterker binnen engere grenzen samengetrokken.

Bij dit tot elkaar naderen der deeltjes is, zooals reeds is opgemerkt, warmte

ontstaan. Hoe dichter het binnenste gedeelte (het eigenlijke hoofdlichaam) geworden is, met des te grootere snelheid trachten de nog vrije buitenste deeltjes tot die, welke om het middelpunt gelegen zijn, te naderen, en de dichtheid van deze kern wordt des te grooter, naarmate dat naderen der buitenste deelen met meer snelheid plaats heeft, daarbij wordt hare massa, dus ook de aantrekkingskracht vermeerderd, zoodat zij bij het toenemen in grootte steeds in meerdere mate geschikt wordt, om zich nog meer te vergrooten. Waarschijnlijk verandert daardoor de snelheid in hare baan niet, wel wordt de omwentelingssnelheid grooter, hoe meer deeltjes van buiten naar binnen komen en daar hunne vroegere beweging in steeds kleiner wordende cirkels voortzetten. 50000 kilometers van het middelpunt was de beweging der buitenste deelen van den gasbol zóó, dat zij in 27 dagen eene omwenteling volbrachten (de maan); op een afstand van 900 kilometers duurt de omwenteling slechts eenen dag (oppervlakte der aarde).



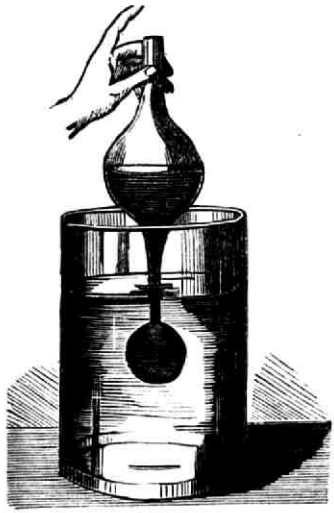
a) De aarde in haar tegenwoordige grootte in betrekking tot hare vroegere als gasbol *b*)

Eene zoo sterke verdichting als de aarde onderging, toen zij zich van eenen gasbol met eene middellijn van de maanbaan, tot een bol van 1800 kilometer middellijn had samengetrokken, moet met eene verhooging van temperatuur zijn gepaard gegaan, waarvan wij aardbewoners geen begrip hebben, en waarvan wij wellicht in de zon een beeld zien, welker uitgestraalde warmte, door een brandglas van 2 vierkante voeten oppervlakte verdicht, in staat is goud

te smelten, en dat op eenen afstand van 21 millioen kilometers, niettegenstaande een *aanmerkelijk* gedeelte van die warmte bij haren doorgang door den dampkring wordt *opgeslorpt*.

Dat zulk eene temperatuur voldoende is, om alle ons bekende stoffen in gloeiend vloeibaren toestand te houden, is buiten twijfel. Op den gasvormigen aggregatietoestand der planetenmassa volgt dus de gloeiend vloeibare en nu konden ook de *scheikundige krachten* (of de *affiniteit*) meer in werking treden, daar deze in sterkere mate werken op een vloeibaar lichaam dan op een vast en een gasvormig.

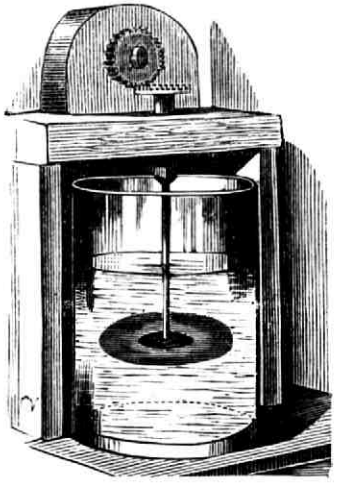
Bij elke temperatuur trekken de deelen der lichamen elkaar onderling aan, maar minder bij een hooge dan bij eenen lage en derhalve in den gasvormigen toestand minder dan in den vloeibaren en in dezen minder dan in den vasten. *Verhooging* van temperatuur is overal eene voorwaarde voor den overgang van den vasten in den vloeibaren en van dezen in den gasvormigen toestand, tenzij werktuigelijke drukking deze verhindert. Zoo gaat water gewoonlijk bij 100° C. snel in dampvorm over, maar bij voldoende drukking blijft het nog vloeibaar bij 200° en 300°. De dampbol der aarde kon derhalve zeer wel vloeibaar worden door de drukking zijner dampmassa op het inwendige gedeelte, ofschoon de temperatuur juist door deze verdichting weder verhoogd werd en het vloeibare lichaam weer in damp zou zijn overgegaan, als deze drukking niet had bestaan.



Wel trekken de stofdeeltjes elkander reeds in gasvormigen toestand aan, maar bij de verdichting tot den vloeibaren vorm zal dit nog meer het geval zijn. Dit ziet men daaraan, dat de vloeistoffen, als zij geheel aan zich zelf zijn overgelaten, den bolvorm aannemen en ook aan de vorming van druppels. Zij is het gevolg der aantrekkingskracht en waar te nemen zoowel bij de kleinste als bij de grootste hoeveelheid vloeistof. Het nauwelijks zichtbare bolletje, dat van een vallend kwikklompje wordt afgeslagen, is even goed een druppeltje, als de planeten en de zonnen. Wat vloeibaar is, en vrij en ongehinderd eenen vorm kan aannemen, dat neemt den druppel- of kogelvorm aan. Zeer schoon is dit door Plateau's proeven aangetoond. In het midden van een glazen vat met zulk een mengsel van alkohol en water, dat het soortelijk gewicht gelijk is aan dat van de olie, waarmede de proef zal worden genomen, brengt men een spits toeloopenden steekhevel, die met olie gevuld is (zie de nevensgaande figuur). Men houdt de punt van den hevel in

het midden van het glas, en laat nu — door de vinger van de bovenste opening weg te nemen, — de olie er uit vloeien. Spoedig zal men deze als een druppel aan de opening van den hevel zien te voorschijn komen. De druppel wordt grooter en kan, als men de proef voorzichtig neemt, tot de grootte van eenen grooten walnoot gebracht worden. De bolvorm is de vorm dien eene vloeistof aan zich zelve overgelaten, aanneemt.

Wanneer zulk een oliedruppel om zijne as gedraaid wordt, dan verandert zijn vorm; hij wordt eene spheroïde, afgeplat aan de beide einden door welke de as gaat. Men kan de proef met den oliedruppel in alkohol nemen. Een metalen knop bevestigt men aan eene staaf, die door een uurwerk kan worden rondgedraaid (zie de volgende figuur). Deze knop brengt men in het midden van het mengsel van alkohol en water. Het uurwerk blijft er natuurlijk buiten, maar moet zóó geplaatst worden, dat de staaf met de schijf, alsmede de knop, alleen om hare as draaien, maar niet schommelen kan. Heeft men dit gedaan, is alles tot rust gekomen, dan laat men de olie uit den hevel op en onder den knop vloeien, zij vormt dan eenen bol om den knop en een klein gedeelte van de staaf.



Wordt nu de staaf met de schijf zeer langzaam om hare as gedraaid, dan neemt weldra de druppel ook aan de beweging deel, en gaat sneller draaien, naarmate de draaiing van de staaf versneld wordt.

Zoodra de beweging van den oliedroppel zichtbaar wordt, verandert ook zijne gedaante. Van eenen kogel wordt hij een afgeplat omwentelingslichaam, als een oranjeappel, zooals ook de vorm van alle planeten is. Ja, wanneer men met eenige handigheid te werk gaat, kan men de draaiing van den droppel zoo versnellen, dat zijne middellijnen tot elkander staan als twee tot een, dat de middellijn van den grootsten omtrek twee malen zoo groot is als de lengte der as.

Wordt de beweging nog meer versneld, dan wordt de middellijn van den grootsten omtrek nog grooter, maar de oliedroppel blijft niet in zijn geheel; er maakt zich een bandje van los, de buitenste ring scheidt zich af en de oliedroppel krijgt overeenkomst met de planeet Saturnus.

Hiermede is bewezen, dat het wentelen van lichamen om hunne as, zoo lang zij in vloeibaren toestand zijn, hunne gedaante verandert, naar evenredigheid van de grootte van het lichaam en de snelheid waarmede het draait, en zoo ontving de aarde eene gedaante, die zoo nabij den kogelvorm komt, dat hare beide hoofdmiddellijnen (door de polen en door den æquator) slechts $^1/_{300}$ van elkander verschillen; maar deze *afwijking* van den kogelvorm heeft

zij, voor zoo verre die *regelmatig* is, alleen aan de draaiing om hare as te danken. Die afwijking is evenwel *niet volkomen* regelmatig, en dàt komt hierdoor, dat de aarde, toen zij nog eene weeke en vervormbare massa was, zich *volstrekt niet uitsluitend* onder den invloed van de wenteling om hare as vormde, maar dat andere lichamen, planeten, maan, zon, door hunne nabijheid op haar werkten en hare gedaante hielpen bepalen.

Bij het zoo even gezegde wordt verondersteld, dat de aarde eenmaal vloeibaar of week, vervormbaar geweest is. Dit moet men *aannemen*, het is eene hypothese; het kan niet bewezen worden. Onze kennis van het inwendige der aarde is van jongen datum; wat wij weten, is zeer weinig; wat wij vermoeden, is des te waarschijnlijker, hoe eenvoudiger het is, hoe meer het direct volgt uit de wetten, welke wij van de natuur hebben afgezien. Want niets geeft ons het recht om aan te nemen, dat in de natuur ooit andere wetten gegolden hebben dan die wij thans uit de waarnemingen afleiden.

Wanneer wij nu deze wetten raadplegen, en wij vinden dan dat een groot aantal bestanddeelen van de oppervlakte der aarde, ons de uitwerking van eene hooge temperatuur doet zien en wij nemen boven deze massa's weer afzettingen van niet gesmolten gesteenten en daarboven weder stoffen, die gesmolten zijn geweest waar, dan hebben wij dus het recht de hypothese te stellen: de aarde was eenmaal eene gloeiend vloeibare massa.

Nemen wij dit als een feit aan, — het kan wel niet streng bewezen, maar toch nauwelijks betwijfeld worden, — dan volgt al het overige volkomen natuurlijk uit de aanschouwing zelve. De aarde moest dan den droppelvorm aannemen, en daar zij om hare as draait, kon deze vorm niet volkomen regelmatig zijn; zij werd aan de draaipunten, aan de einden der as, (die wij polen noemen) afgeplat. De aarde had ongetwijfeld reeds toen eenen dampkring, doch waarschijnlijk van veel grooter uitgebreidheid dan de tegenwoordige en van eene geheel andere samenstelling. Zij was waarschijnlijk op de wijze van eene komeet uitgebreid, millioenen kilometers dik, en bestond voornamelijk uit zuurstof, waarmede zich de vele metalen en metalloïden, die toen gloeiend en gesmolten waren, tot ertsen, aarden, alkaliën verbonden, waardoor de zuurstof in vasten vorm overging en de ontzaglijke uitgebreidheid van het damphulsel allengs afnam.

De temperatuur, welke de gesmoltene aarde had, is niet te bepalen. Zij moet in allen gevalle hoog genoeg geweest zijn om lava en basalt te vormen, om graniet te smelten, derhalve wellicht een paar duizend graden boven nul.

Hoe lang deze hooge temperatuur geduurd heeft, is op geenerlei wijze te bepalen. Zij moet echter zijn afgenomen, daar de aarde, evenals alle hemellichamen, in eene ruimte zweeft, waarin eene lagere temperatuur heerscht — minstens 60 graden onder nul, — en daarheen hare warmte voor het grootste gedeelte hebben uitgestraald, en wel des te sneller en krachtiger, hoe hooger hare temperatuur was, een verschijnsel, dat wij dagelijks kunnen waarnemen.

Een theeketel, met kokend water gevuld, verliest, wanneer hij niet voortdurend wordt verwarmd, de eerste 10 graden, van 100° tot 90°, in het vierde gedeelte van den tijd, waarin hij de negende 10 graden, van 20° tot 10° verliest.

De dampkring zelf oefende op die afkoeling eenen belangrijken invloed uit, daar zijne zelfstandigheid, de lucht, beweegbaar is, en derhalve telkens andere deelen er van met de aarde in aanraking kwamen. Alle vloeistoffen en gassen hebben de eigenschap, wanneer zij van onderen verwarmd worden, op te stijgen en eene hoogere plaats in te nemen, terwijl de hooger gelegene deelen, die kouder zijn, dalen en in de plaats komen van die warme lagen.

Zonder twijfel moest de luchtlaag, welke het dichtst bij de gloeiend heete aarde was, een gedeelte dezer gloeihitte opnemen, en hierdoor uitzetten. Nu is echter haar soortelijk gewicht kleiner geworden dan dat der hooger liggende, niet zoo sterk verwarmde lucht. Deze daalt naar beneden, naar de oppervlakte der aarde en drijft de warmere lucht naar boven, om na zelf verwarmd te zijn, weer op te stijgen enz.

De lucht nu, die op de grens was aangekomen, tot welke zij wel kon opstijgen, maar van waar zij (door de aantrekkingskracht der aarde) zich niet verder kon verwijderen, straalde warmte uit naar de wereldruimte en werd daardoor afgekoeld. Zij daalde dan weder neêr, daar zij, bij den verminderden warmtegraad, voor de hoogere streken te zwaar was, en werd door nieuwe, warmere luchtlagen vervangen, welke weder eene nieuwe hoeveelheid warmte, aan de massa der aarde ontleend, ter uitstraling naar de hemelruimte toevoerden.

Op deze wijze werd door het beschuttende luchtomhulsel zelve een groot gedeelte der aardwarmte weggevoerd, die juist door dezen luchtmantel teruggehouden zou zijn, zoo hij niet vrij bewegelijk ware, daar hij, bij zijne toenmaals ontzaglijke dikte, niet zoo doorzichtig was als onze tegenwoordige dampkring, en derhalve de rechtstreeksche uitstraling van de warmte der aarde naar de hemelruimte belette.

Door de geleidelijk voortgaande afkoeling moest de oppervlakte der aarde eene deegachtige geaardheid verkrijgen, want vele van de zelfstandigheden, die haar vormen, gaan niet dadelijk van den gesmolten toestand in den vasten over (water, ijs), maar hebben eenen tusschentrap, in welken zij taai zijn (glas, was, e. a.).

Hoe groot de tijdruimte is, die gedurende zulke veranderingen verloopt — wie waagt het, daarop het antwoord te geven! Een voorbeeld moge genoeg zijn, om naar het kleinere het grootere af te meten. A. von Humboldt deed na zijne reis in Zuid-Amerika zeer belangrijke mededeelingen omtrent den kleinen vulkaan Jorullo, welke in het jaar 1759 was ontstaan. Deze was in weinige dagen ontstaan in eene vlakte, met de graansoorten der tropische gewesten beplant, was tot 1550 voeten opgestegen en had eene

geweldige uitbarsting gehad en eenen zeer sterken lavastroom voortgebracht.

Toen Humboldt 44 jaren na de uitbarsting den vulkaan bezocht, was de lava in de spleten, ofschoon niet meer vloeibaar, toch nog gloeiend, en toen 87 *jaren na de uitbarsting*, in het jaar 1846, E. Schlüder den vulkaan bezocht, zag hij nog twee openingen rook en damp uitstooten. De lava was derhalve na bijna eene eeuw inwendig nog niet bekoeld.

Uit dit voorbeeld blijkt, dat een gloeiend lichaam, trillioenen malen zoo groot als de zoo even beschouwde lavamassa, wellicht millioenen of billioenen jaren heeft noodig gehad om zooveel af te koelen, als noodig was, om eene geschikte woonplaats te zijn voor levende schepselen uit het dieren- en plantenrijk.

Prof. Bischof in Bonn heeft op rechtstreeksche, door hem genomen proeven,

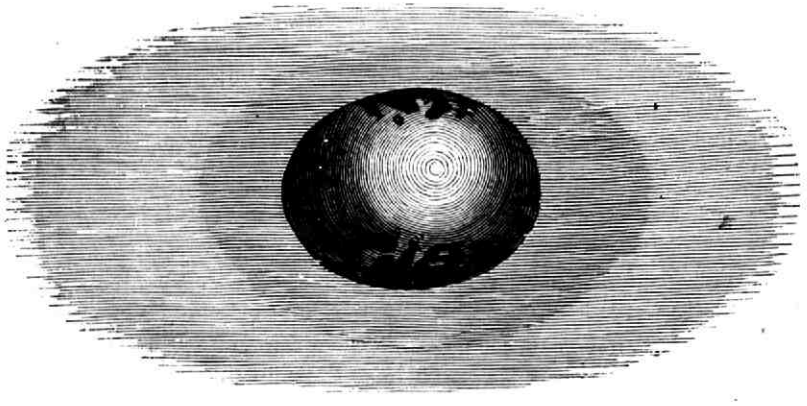


De in 1759 ontstane berg en vulkaan Jorullo.

omtrent de afkoeling van groote, kunstmatig gesmolten basaltkogels van twee voeten middellijn, berekeningen gegrond, aangaande den tijd, dien de aarde zou kunnen hebben noodig gehad, om tot haren tegenwoordigen warmtegraad af te koelen, en heeft een getal van 353,000,000 jaren gevonden. De tijd, toen de *geheele* aarde door hare inwendige warmte, uitwendig ook aan de polen nog een tropisch klimaat had, waardoor, zonder den invloed der zon, olifanten, rhinocerossen, reusachtige luiaards daarop leven, palmen, boomvarens, en andere planten, die tot de heetste luchtstreek behooren, ook daar groeien konden — het tijdperk der steenkolenvorming — ligt volgens deze berekeningen 2,300,000 jaren van den tegenwoordigen tijd verwijderd.

Wel is het moeielijk na te gaan, op welke wijze hij den invloed der dampkringslucht bij deze berekeningen heeft opgeheven, want de aarde koelde af in de wereldruimte, de gloeiende basaltkogel in de luchtruimte, de eene in het luchtledige, de andere in eene met stof opgevulde ruimte, maar toch zijn in ieder geval de aantallen van jaren volgens onze begrippen verbazend groot. Wat zijn millioenen jaren voor den duur van het heelal? Het leven van den meikever zou aan het haft of de eendagsvlieg, als deze verstand had, een eeuwig leven toeschijnen, het zou hem tot de onsterfelijken rekenen. Maar wat zijn wij menschen anders dan ééndagsvliegen in vergelijking met den duur van het heelal!

Wij kunnen de leer van eb en vloed hier niet behandelen, maar wij weten in het algemeen, dat deze door zon en maan worden veroorzaakt. De zon bestond waarschijnlijk vroeger dan de aarde, de maan gelijktijdig met deze. Eb en vloed had zij dus in vloeibaren toestand niet slechts even zoo goed, maar zelfs beter dan in den tegenwoordigen, vasten toestand; want toen het gansche lichaam vloeibaar was, volgden alle deelen de bewegingen, die door de aantrekking van zon en maan ontstonden, en niet enkel de vloeibare deelen, die aan de oppervlakte lagen.



Deze algemeene bewegelijkheid moet de afkoeling zeer bevorderd hebben, daar zij onophoudelijk nieuwe deelen van het gloeiende vloeibare binnenste naar de oppervlakte bracht, totdat de aarde misschien in dien toestand was gekomen, die ons het ijzer vertoont, wanneer het met groote vorken uit den frischhaard wordt genomen, om onder de water- of stoomhamers tot staven te worden geplet; het is dan nog gloeiend, week, kneedbaar, maar niet meer vloeibaar. Toen was het oogenblik gekomen, waarop hare oppervlakte eigenlijk vast begon te worden, waarop een gloeiende, vloeibare kern door een misschien ook nog gloeiend, maar dan rood-, niet meer witgloeiend omhulsel was omgeven, dat dan naar buiten *sneller* kon afkoelen, daar het

van binnen minder nieuwen toevoer van warmte ontving, terwijl ook het binnenste langzamer afkoelde dan vroeger, toen het vloeibaar, door de getijden (eb en vloed) bewogen, altijd nieuwe massa's naar de oppervlakte zond.

Wáár het vast worden moet zijn begonnen, kan men wellicht uit de natuurwetten afleiden. De meening, dat zich eerst een vaste gordel om den aequator heeft gevormd en dat toen van daaruit het stollen of vast worden naar beide zijden is voortgegaan, is tamelijk algemeen verbreid, maar zij schijnt minder op wetenschappelijke gronden te berusten dan de juist tegenovergestelde meening. Oorspronkelijk moet de temperatuur van het niet meer *uitzetbaar* vloeibare (gasvormige), maar *drupvormig* vloeibare (vloeibare) lichaam der aarde, overal dezelfde geweest zijn, maar door de ontzaglijke uitgestrektheid van het damphulsel en de daaruit volgende groote middelpuntvliedende kracht was de dikte van dat damphulsel zeer ongelijk. Verreweg de grootste massa drong naar den aequator, er vormde zich eene ellipsoïde, welker assen eene zeer verschillende lengte hadden, dat is, waarvan de middellijn door de streek van den aequator (de groote as) veel langer, misschien twee malen zoolang was, als de middellijn door de poolstreek (kleine as). Hier, aan de polen was dus het gasomhulsel veel dunner dan aan den evenaar en derhalve was de uitstraling van de onzaglijke warmte der aarde naar de wereldruimte in de nabijheid der beide polen sterker dan aan den aequator, en de aarde moest dientengevolge in de poolstreken sneller worden afgekoeld en daar het eerst hard worden.

In de vloeibare aarde waren alle elementen voor scheikundige verbindingen aanwezig. Dat de oerstof, waaruit de geheele wereld is ontstaan, de elementen van alle lichamen in gasvorm bevatte, kan niet worden betwijfeld. Dat zij, bij het nader bij elkander komen, bij het vormen der ringen en hemellichamen, bij de verbazende verdichting, die zij door de aantrekkingskracht, door de zwaarte ondergingen, in staat gesteld werden, onderling op elkander te werken, is evenmin aan eenigen twijfel onderhevig, en zoodra die *mogelijkheid* bestond, werd door de natuurkrachten, die terstond in werking treden, wanneer de voorwaarden daarvoor zijn vervuld, dat mogelijke volbracht.

De aanwezige stoffen, voor zoo verre wij die uit hare verbindingen kennen, waren voornamelijk waterstof, zuurstof, stikstof, koolstof, kiezel, zwavel, de alkalische en andere metalen.

Uit deze stoffen ontstonden, zoodra zij zóó nabij elkander komen konden, dat zij op elkander konden inwerken, de aarden, de alkaliën, de zuren, en van deze laatste zonder twijfel het eerst kiezelzuur en koolzuur. Wij zien namelijk het kiezelzuur (kiezelaarde, bergkristal, zand, topaas, amethyst, enz)., zeer algemeen verspreid in het graniet en andere dergelijke oorspronkelijke gesteenten; wij zien evenzoo het koolzuur in de kalk, van de oudste oorspronkelijke kalk, tot op het krijt en de nieuwste, grove kalk toe, hetgeen evenzeer zijne vroege aanwezigheid als zijne groote algemeenheid bewijst.

Zoo is het ook met de alkaliën. Natron en kali komen in eene ontzaglijke

hoeveelheid voor, ofschoon niet zoo algemeen als kalk en kiezel. De zoogenaamde aarden, aluinaarde, talkaarde (magnesia) e. a. zijn gelijksoortige, zeer algemeen verspreide verbindingen van een metaal met de zuurstof.

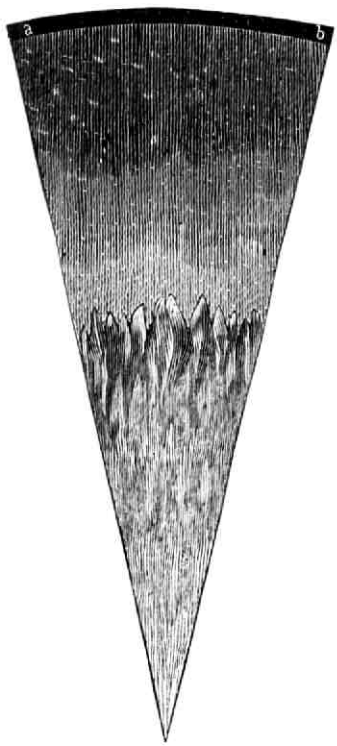
Twee verbindingen, eene mechanische en eene chemische, zijn van het hoogste belang voor het bestaan der aarde en hare bewoonbaarheid, namelijk: het mengsel van zuurstof met de stikstof in de dampkringslucht en de verbinding van de eerstgenoemde met waterstof in het water. Zonder lucht kan geen dier en geene plant ademhalen; zonder water kan geen van beide leven. Lucht en water moesten dus beide voorhanden zijn, zou de aarde bewoonbaar wezen, en er was ook zoo veel van die stoffen, dat waarschijnlijk dat, wat wij thans van beide op aarde hebben, slechts een gering overschot is van de vroeger aanwezige grootere hoeveelheden.

De zuurstof heeft tot vele metalen — kalium, natrium, calcium enz. — zulk eene buitengewoon groote verwantschap, dat deze nergens in de natuur onverbonden maar altijd met de zuurstof verbonden voorkomen en dat, wanneer zij kunstmatig gescheiden worden, de gescheiden stoffen terstond weder met zulk eene kracht op elkander werken, dat het moeielijk is ze gescheiden te houden. Zoo kan men kalium of natrium slechts daardoor in metaalvorm behouden, dat men het bewaart in eene vloeistof, die geene zuurstof bevat, zoo als bij voorbeeld petroleum; want als het met de dampkringslucht in aanraking blijft, dan verbindt het zich met de zuurstof daarvan dadelijk tot kali of natron, en wanneer het in water gebracht wordt, dan neemt men zelfs licht- en warmteverschijnselen waar. *Al* zulke verbindingen hebben onder dergelijke, ofschoon niet altijd zoo hevige verschijnselen plaats; altijd is de ontwikkeling van eene groote hoeveelheid warmte daarvan het gevolg, die volkomen voldoende is om, wanneer de verdichting der stof daarvoor niet reeds zorgde, de dichter bij elkaar gekomen, op elkander inwerkende enkelvoudige bestanddeelen der lichamen bij hunne verbinding tot gloeiing te brengen. Hieruit volgt noodzakelijk, dat de aarde eene verbazend hooge temperatuur had en wel gedurende een ontzaglijk langen tijd, daar al de lichamen, die zich verbonden, die zich oxydeerden (hetgeen eene ware verbranding is), dit niet in eens, maar slechts langzamerhand doen konden, waardoor de hooge temperatuur kon blijven bestaan. Dit verbindingsproces verklaart ook de omstandigheid, dat wij de aarden, de moeielijker smeltbare, moeielijk vloeibaar wordende stoffen, in gesmolten toestand aantreffen. Op het oogenblik van hun ontstaan gingen zij door het proces der verbinding zelve in den gesmolten toestand over en bleven dat een tijdlang door de hooge temperatuur van de kern der aarde, terwijl zij ook wederkeerig de hitte van het inwendige deden voortduren.

De kern der aarde zal wel de metalen bevatten. Het ligt in de natuur der zaak, dat de zwaarste zelfstandigheden zich verzamelen om de *barocentrische kern*, dat is om het middelpunt der aantrekkingskracht van een lichaam. Wellicht bestaat het binnenste der aarde alleen uit platina en goud, terwijl

daarboven dan de overige zware metalen liggen, waarmede zij misschien door de beweging, welke eb en vloed aan den geheelen bol gaven, tot verschillende legeeringen vermengd zijn: op deze vloeibare kern liggen, evenzeer in vloeibaren vorm, de overige veel lichtere mineralen, waarvan — zooals wij reeds opmerkten, — kiezel-, kalk- en aluinaarde, kali en natron de voornaamste zijn, en wel zoo zeer, dat de kiezelaarde alléen misschien 70 percent van de geheele massa der aarde bedraagt, zooals Burmeister meent te mogen aannemen, waarbij dan de aluinaarde met ongeveer 16 percent, kali met 5 tot 6 en natron met 3 percent komt. De overige bestanddeelen waren kalkaarde, talkaarde (magnesia), bruinsteen (een hooge oxydatietrap van mangaanmetaal) en andere ertsen.

Treft men hier voornamelijk *primaire* verbindingen aan, uit deze zullen nu de *secundaire* ontstaan. Eerst ontstaan verbindingen van een metaal met zuurstof, een alkali, eene aarde of van een metalloïd met dezelfde stof, een zuur dus; dan verbinden zich de alkaliën met de aarden, of alkaliën met de zuren, zouten vormende. Het menigvuldigst voorkomende van alle zouten zijn de kiezelzure zouten, verbindingen van het kiezelzuur met een alkali, een *glas*. Men noemt deze ongemeen veelvuldig voorkomende verbindingen «silicaten» en bereidt ze kunstmatig tot technisch gebruik. Zoo zijn onze glassoorten, van het meest gemeene groene flesschenglas, tot het fijnste spiegel- of flintglas, kiezelzure zouten, volkomen helder, doorzichtig en kleurloos, wanneer zij zuiver zijn, op menigerlei wijze gekleurd door metaaloxyden: rood door goud en koper, geel door zilver of antimoonzure kali, blauw door kobalt, violet door mangaan, groen, bruin en zwart door ijzer, hyacint-rood door menie, enz. Eenige van deze verbindingen worden *alleen* kunstmatig voortgebracht, maar ook de natuur brengt vele daarvan voort, als metaaloxyden zich met de enkelvoudige silicaten in gloeiend vloeibaren toestand verbinden.



Verhouding van de vaste korst tot de vloeibare kern der aarde.

Daar het soortelijk gewicht der lichamen werkzaam was bij het bepalen van de plaats, waar een gesteente zich afzet, is het te begrijpen dat de zwaarste de laagste plaats hebben ingenomen. Zoo zetten zich de zware metaaloxyden en ertsen het naast bij de metalen zelve, terwijl de veel lichtere mengsels, de alkali-silicaten met geringe bijmengsels van kleurende metaaloxyden, boven op bleven en zich op velerlei wijzen vermengden, daar hun soortelijk gewicht onderling niet genoeg verschilde, om

hen in de taai geworden vloeistofmassa naar beneden te doen zinken. Het waren voornamelijk twee kiezel- en aluinaarde-verbindingen met alkaliën, die het meest algemeen voorhanden waren en die wij verbazend verspreid vinden: *veldspaath* en *glimmer*. Beide zijn mengsels van kiezelzure aluinaarde met kiezelzure kali, — natron of — kalk, terwijl het glimmer ook soms magnesia bevat en dan magnesiaglimmer wordt genoemd, maar in het glimmer is de aluinaarde in vier maal zoo groote hoeveelheid aanwezig. Beide silicaten vermengen zich op zeer verschillende wijzen met elkander en met zuivere kiezelaarde, het kwarts, en vormen daarmede de z. g. oorspronkelijke gesteenten. Van het daaronder gelegen inwendige der aarde weten wij niets, zoo niet misschien lava, basalt en andere vulkanische gesteenten ons iets daarvan verraden.

Het mengsel van deze zelfstandigheden n. l. van veldspaath, kwarts en en glimmer noemen wij graniet, en er bestaan een groot aantal variëteiten van, welke door de verschillende kleur van het veldspaath en het glimmer, en door de grovere en fijnere korreligheid van elkander onderscheiden zijn. De structuur van het graniet verraadt, dat hier in het geheel geene vermenging der bestanddeelen heeft plaats gehad, maar dat de verschillende silicaten geheel afgescheiden van elkaar zijn gebleven, zoodat men de stukjes der afzonderlijke bestanddeelen duidelijk van elkaar kan onderscheiden. Die stukjes hebben ieder de grootte eener erwt, zijn soms ook grooter, of wel kleiner, zoodat men — daar de wijze van vermenging in hetzelfde graniet altijd dezelfde is, — zeer goed het grofkorrelige van het fijnkorrelige kan onderkennen.

Een met graniet geheel overeenkomend oorspronkelijk gesteente is het gneis. Het bestaat uit dezelfde zelfstandigheden als het graniet; maar de afzonderlijke



Vast gewordene aardkorst.

bestanddeelen zijn bij dit mengsel veel fijner verdeeld, en daar het glimmer de overhand heeft, vertoont dit gesteente eenigermate een laagsgewijzen bouw; toch kan het niet over groote vlakten gespleten worden, maar vertoont slechts een ontelbaar aantal, zeer kleine glimmerblaadjes.

Al naar de kleur van het veldspaath hebben de gesteenten, waarin het als hoofdbestanddeel optreedt, een verschillende kleur. Bij het grauwe graniet is het veldspaath wit, het kwarts, als altijd, doorzichtig, het glimmer zwart. Bij blauwachtig graniet is de structuur meer fijnkorrelig, zoodat het glimmer door de veldspaath heen schijnt. Bij roodachtig, rood en bruin graniet is weder het veldspaath hoofdzakelijk het kleurende bestanddeel; het glimmer vertoont zich soms ook bruin, maar is altijd op zijne splijtingsvlakken zeer glanzend,

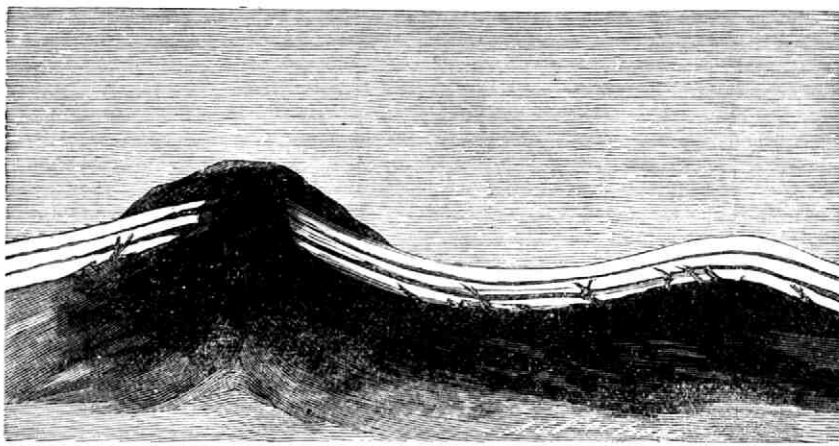
zoodat onkundigen het voor een metaal houden (kattenzilver, kattengoud).

Een met graniet overeenkomend mengsel is het syeniet, dat meestal behalve de bestanddeelen van het graniet nog hoornblende bevat, maar soms ook alleen uit hoornblende en veldspaath bestaat. De hoornblende bestaat uit kiezelzure kalk en kiezelzure magnesia.

Men ziet uit deze korte aanwijzing, hoe eenvoudig de samenstellingen zijn. Zij bestaan uit een paar aarden, alkaliën en zuren, en deze komen ook in andere vormen altijd weder voor; overal door hooge temperatuur gesmolten, hebben zij bij het vast worden eene half kristallijne structuur aangenomen.

Op deze wijze is de stolling waarschijnlijk van boven af begonnen, zooals *c c* in de figuur op de vorige bladzijde dit doet zien; verdere bekoeling deed hieronder eene nieuwe vaste laag *b b* ontstaan, daartegen zette zich, zoo er hiertoe nog tijd genoeg was, eene derde *d d* af, die naar onderen, naar *a a* nog onbegrensd is en onregelmatig in de inwendige massa overgaat.

Wanneer wij reeds de vermoedelijke beginpunten der stolling aan de beide polen zochten, dan is daarmede toch niets anders bedoeld, dan dat zich daar het eerst schollen van meerdere of mindere uitgestrektheid vormden, die nu op den gloeienden bol dreven. Maar deze bol had eb en vloed evenals de tegenwoordige waterbol, doch veel sterker, meer door de geheele massa heen en daardoor ontstond eene stroombeweging aan zijne oppervlakte, evenals in de watermassa om de aarde nu nog het geval is.



Doorbraak van den vloeibaren inhoud der aarde door de gestolde oppervlakte.

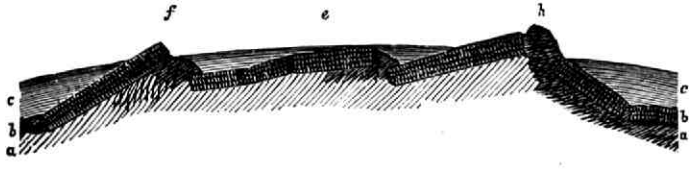
De stroombeweging (aan de oppervlakte, van de polen naar den evenaar gericht, maar inwendig van het centrum naar de polen, naar de buitenoppervlakte in de poolstreek) moest natuurlijk de schollen van gestold gesteente die, even als lood op kwikzilver, op de zware, gloeiende massa dreven, naar den evenaar voeren. Daarbij zullen wel vele stukken weder gesmolten zijn en

tot de meer gelijkmatige vermenging der geheele massa aan de oppervlakte hebben bijgedragen; vele andere kwamen toch eindelijk aan den evenaar en werden gevoegd bij andere, die daar vroeger reeds waren heengevoerd, evenals later aankomende zich daar weder bijvoegden en zoo vormde zich een steeds steviger wordend, half bewegelijk omkleedsel van kiezel-, aluin- en kalkverbindingen met de alkaliën. Dit was de eerste vaste grond op aarde.

Ook tijdens deze stollingsperiode zal het nieuwe hemellichaam (de aarde) wel weder millioenen omloopen om de centraalmassa, die wij thans gewoon zijn « zon » te noemen, volbracht hebben. Maar wij moeten er ook hier weder op terug komen, dat voor de schepping der wereld evenmin als voor de eeuwigheid een lang of kort bestaat, en dat in het aannemen van eenen tijdduur van 300 millioen jaren geen grond ligt, om de juistheid eener gestelde hypothese te betwijfelen.

Toen langzamerhand de afkoeling verder voortging, de half of geheel vast geworden mantel van gesteenten nauwer de rest omgaf, zal deze in het begin de veel grootere, gesmoltene massa er binnen eenigermate in hare beweging gehinderd, wellicht haar naar de poolstreken gedrongen hebben, waardoor de aarde mogelijk iets van hare sterke uitzetting aan den aequator verloor en tot hare tegenwoordige gedaante werd gebracht, maar ook een andere gang van zaken was mogelijk. De gordel van vast geworden deelen aan den evenaar trok zich in allen gevalle samen, dit is bij afkoeling niet anders mogelijk. Maar vloeistoffen laten zich slechts zeer weinig samendrukken. Toen dus om de vloeibare kern eene kouder en enger wordende schaal ontstond, maar de kern niet kon uitwijken, niet in eene kleinere ruimte kon worden samengedrukt, moest de schaal scheuren, barsten, mijlen ver splijten en eindelijk ten deele instorten, doordat de kern door afkoeling en verlies van massa ten gevolge van uitbarstingen kleiner werd.

Zulk barsten kan, behalve het indringen van vloeibare massa in de spleten der vaste aardkorst, zooals de teekening op de vorige bladzijde dit vertoont, ook nog andere gevolgen hebben, b. v. verschuiving van nog samenhangende stukken, rots- of steenschollen, die even als ijsschollen zich ophoopen. Daarbij zal de weeke, half vloeibare laag *aa* de vastere *bb* verschuiven, doen kantelen; plaatsen als *f* en *h*, zullen sterk uitsteken; de vloeibare zelfstandigheden zullen



Steenschollen.

zich weldra tot eene effene oppervlakte *cc* over het vergruisde gesteente uitspreiden; deelen, zooals *f* en *h* zullen er als eilanden boven uitsteken;

andere zooals *e* zullen banken vormen, nauwelijks door vloeistof bedekt; nog andere zinken ver hieronder weg en vormen afgronden.

Welke grootsche verschijnselen hiermede gepaard gegaan zijn, kunnen wij alleen vermoeden — onze vulkanische uitbarstingen, onze aardbevingen, onze onweders zullen daarbij vergeleken slechts kleine kunstvuurwerkjes zijn. Maar dat zulke scheuringen en opheffingen plaats hebben gehad, dat geweldige massa's uit de spleten zijn te voorschijn gedrongen en zich over de oorspronkelijke gestolde vlakten hebben uitgespreid, daarvan hebben wij in de archieven der voorwereld de bewijsstukken. Wij zien in de gebergten het naar boven komen van zulke massa's duidelijk voor ons, zoodat wij geenen twijfel koesteren kunnen omtrent de juistheid dier meening. De zoo naar boven gedrongen gesteenten noemt men *eruptiefgesteenten*.

Tot op het oogenblik, waarop het water vloeibaar worden kon, kon dit, als damp in de atmospheer aanwezig, maar weinig invloed uitoefenen, maar de vloeibare toestand hangt van de temperatuur af. Niet zoo, dat water eerst bij 100° C. of daar beneden vloeibaar is; dit is, zooals wij weten, niet het geval. Onder hoogere drukking blijft water verre boven 100° nog vloeibaar, maar toch is bij iedere bepaalde drukking eene verlaging van de temperatuur noodig, om het uit den dampvormigen in den vloeibaren toestand te doen overgaan. En tot op deze temperatuur moest de aardbol eerst werkelijk zijn afgekoeld, eer het water, terwijl het misschien onder eene honderd maal zoo groote drukking als tegenwoordig stond, vloeibaar werd; daarna was het zeer geschikt om eene verdere afkoeling te veroorzaken. Het is n. l. duidelijk, dat ieder droppeltje, dat gevormd werd, als het de heete aarde aanraakte, als of het op een gloeienden steen kwam, verdampte. Maar deze werking oefent de steen niet uit, zonder daarvoor door een verlies in zijne hoeveelheid warmte gestraft te worden. De hoeveelheid warmte, die hij aan het water geeft, om het in damp te doen overgaan (wie weet of onder zulk eene ontzaglijke drukking niet nog veel meer dan bij gewone drukking onttrokken wordt), verliest hij, hij heeft zooveel minder warmte behouden, als hij aan het water heeft afgegeven. Dit ontwijkt in gasvorm, om, in hoogere streken afgekoeld, weer als droppels neer te vallen en door het heete gesteente weder te verdampen, maar ook daaraan weder eene hoeveelheid warmte te onttrekken.

Is nu alles rondom den aardbol zoo ver afgekoeld, dat water onder eene drukking van vele honderden atmospheren in vloeibaren toestand in aanraking met den bodem der aarde, kan bestaan (het zal toen nog wel eene temperatuur van ver boven 100° gehad hebben), dan zal het dadelijk zijne veranderende en ontledende werkzaamheid beginnen en het zal, terwijl het zich in de diepten der aardkorst ophoopte, groote hoeveelheden der gesteenten opgelost of scheikundig veranderd hebben, zoodat het waarschijnlijk langzamerhand minder eene zee van water, dan een zee van minerale gelei vormde, die voorloopig

nog niet geschikt was om iets af te zetten, omdat zij nog in heftige beweging was, door groote dampbellen, die er voortdurend uit ontweken. Want al is het waar, dat bij de bestaande dampkringsdrukking de temperatuur van het water zoo was geworden, dat het vloeibaar kon bestaan, zoo werd toch voortdurend door het heete oppervlak der aarde en ook door het water eene groote hoeveelheid zuurstof uit den dampkring opgeslorpt, om daardoor nieuwe verbindingen te doen ontstaan. Dit had t.n gevolge, dat de atmospherische drukking minder werd, waarvan dan weder het gevolg was, dat het water begon te koken, ten deele in damp veranderde en daardoor ook zelf kouder werd.

Alle stoffen van de half gestolde oppervlakte der aarde, zoo verre zij met behulp van de alkaliën en het koolzuur in water oplosbaar zijn, zullen tot het verzadigingspunt toe in de oorspronkelijke zee opgelost geweest zijn — zij geleek veel op een kiezelachtig vocht, op waterglas. Maar daar haar oplossend vermogen bij daling der temperatuur afneemt, en deze steeds minder wordt, was het noodzakelijk gevolg van deze afkoeling, het afzetten van hetgeen vroeger opgelost was, en het alzoo afgezette vinden wij op de oppervlakte der aarde als de eerste neptunische vormingen, in de zoogenaamde *sediment-gesteenten*.

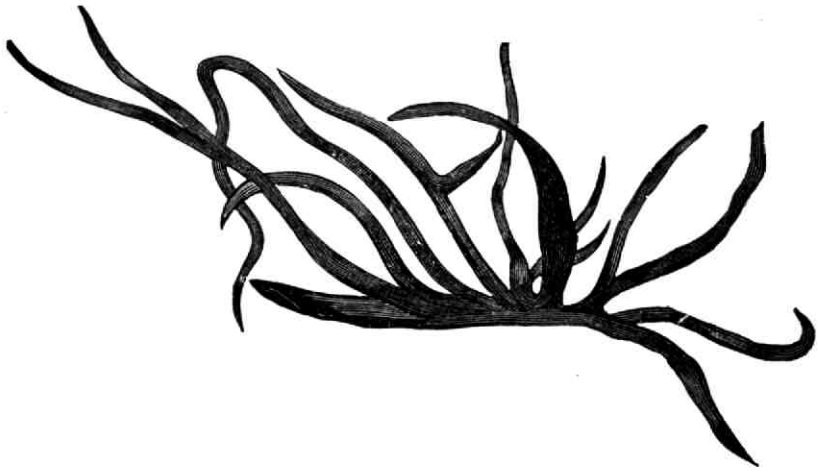
Volkomen verklaard zijn de kiezel- en kleivormingen. Het kiezelzuur kan door water uit zijne alkalische verbindingen worden afgescheiden, het is in water oplosbaar. De klei of kiezelzure aluinaarde is wel is waar onoplosbaar, maar zoo fijn verdeelbaar, dat zij zweeft in het water, en bij eene grootere hoeveelheid als slib daarin kan voorkomen en zich als zoodanig afzet, daar zij door het vervluchtigen van het water vast wordt, waarbij zij uitgestrekte beddingen, zoog. *lagen*, vormt. Veel moeielijker is de aanwezigheid van koolzure kalk te verklaren, want deze is in water slechts in geringe hoeveelheid oplosbaar en is ook niet smeltbaar, behalve in eene geslotene ruimte en onder eene zeer groote drukking. Wanneer wij ook al aannemen, dat door de hoogte van den dampkring in vroegere tijden deze drukking wel bestond, dan stolde toch uit die gloeiend-vloeibare massa de koolzure kalk kristallijn als marmer, en geenszins, zoo als wij haar vinden, fijnkorrelig, zonder het geringste spoor van kristallisatie in uitgestrekte beddingen en leiachtig, door groote splijtingsvlakken verdeeld, die eene afzetting uit het water in verschillende tijdperken aanwijzen.

Eene groote overmaat van koolzuur maakt nu wel ook de kalk in water oplosbaar en zij kon bij het verminderen der hoeveelheid koolzuur zijn neergeslagen, evenals zout uit ingedampte pekel. Zoo zullen dan ook wel ten deele de groote kalksteenlagen ontstaan zijn. Want, al kan er ook in dien tijd geen sprake zijn van een *vermindering* der hoeveelheid water, omdat met de steeds voortgaande afkoeling zich integendeel *meer* water vormde, daar bij temperatuurverlaging steeds meer waterdamp vloeibaar wordt, toch kunnen wij ons

denken, dat het water door de voortdurende uitlooging en oplossing van gesteenten zulk een massa stoffen opgelost bevatte, dat niet alle koolzure kalk er in kon blijven, maar zich ten deele moest afscheiden.

Wij hebben echter om het ontstaan der meeste kalksteenlagen te verklaren, de hulp van de werkzaamheid der organismen noodig. Van waar deze gekomen zijn, hoe zij ontstaan zijn, dat kunnen wij niet doorgronden. Evenals bij alle begin, treedt ons ook bij het begin der planten- en dierenwereld het scheppingswoord: «Daar zij» tegen, dat ons het ontstaan zelf even onbegrepen laat, als wanneer wij het ontstaan van het leven uit anorganische (niet georganiseerde stof) aannemen. Wij kunnen met vrij groote zekerheid de *trapsgewijze ontwikkeling* van het delfstoffenrijk, het planten- en dierenrijk volgen, maar niet den *oorsprong* daarvan. Wij moeten er ons mee vergenoegen, dat er een *begin* geweest is.

De vraag, hoe de organismen ontstaan zijn, zal ons later nog bezighouden; voor het oogenblik zullen wij trachten de kalksteenvormingen te verklaren,



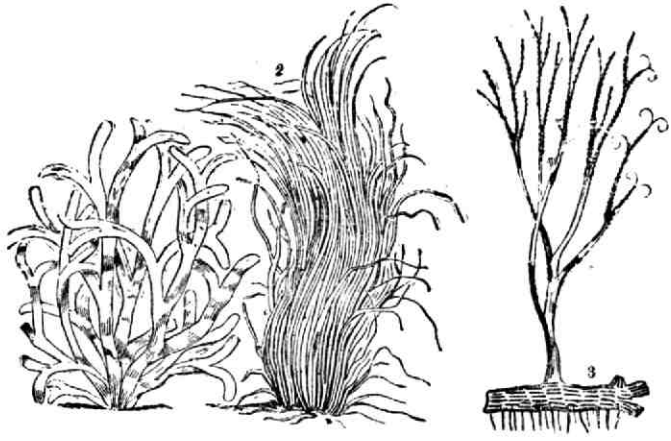
Fucusversteening uit den kalkzandsteen.

waarin wij afdruksels van planten en dieren vinden. Zij zijn zonder twijfel in zee ontstaan; wieren vooral Fucussoorten, zijn de oudste planten, waarvan wij sporen aantreffen. Het hoofdbestanddeel dier organische wezens is koolstof. Maar waaraan kunnen zij die anders ontleenen dan aan het in het water en de lucht aanwezige koolzuur. Geschiedt dit, dan verliest het water een groot gedeelte van zijn vermogen om delfstoffen op te lossen. Van nu af kan zich de kalk daaruit nederslaan en zij neemt in hare massa de getuigen van haar worden, de oorzaken van hare afzetting, *de eerste planten* op. Werkelijk vinden wij die in de fijnkorrelige massa, die ons de wijze van *afzetting* verraadt.

Ook kennen wij kalksteenlagen, die uitsluitend uit de schalen van dieren bestaan, b. v. het krijt, en vele geologen zijn zelfs geneigd, om alle niet kris-

tallijne kalk als een opeenhooping van de overblijfselen van dieren te beschouwen.

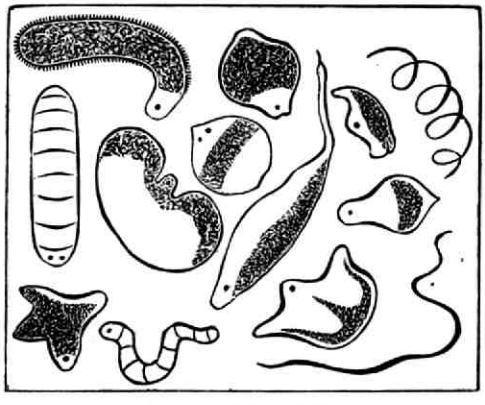
Deze eerste en teerste planten zijn, zoo als wij reeds met een enkel woord zeiden, wieren en bruinwieren. De eenvoudigste van deze hebben de gedaante der op de vorige blz. afgebeelde figuur, die ons eene versteening uit den kalk-



Bruinwieren (Fucoiden) uit het Devonische tijdperk.

zandsteen van New-York doet zien. Het zijn smalle banden, die van één punt uitgaan en zich straalvormig uitspreiden. Het zijn steeds zeer eenvoudige planten, die uit in rijen naast elkander liggende cellen zonder wortel bestaan, doch die in de zee, veel meer dan in het zoete water, een dichte, voor de schepen nauwelijks doordringbare massa vormen. De op deze bladzijde afgebeelde wieren behooren reeds tot eene jongere ontwikkelingsperiode.

Niet minder eenvoudig, en enkel uit cellen bestaande, zijn de beginselen van het dierlijk leven, dat wij thans nog waar kunnen nemen bij de infusiediertjes, evengoed als in de versteeningen der voorwereld. De onderstaande groep van dergelijke, met het bloote oog niet zichtbare schepselen, behoort tot deze eenvoudigste beginselen van het dierlijk leven. Wanneer azijn, terwijl de lucht kan toetreden, langen tijd staat, vormen zich daarin de zoogenaamde azijn-aaltjes, zooals de fijne draden boven en onder in den



Microscopische dieren

rechter hoek van de vorenstaande afbeelding. De overige behooren tot het zonderlinge geslacht Euglena viridis, een afgietseldiertje, dat steeds van gedaante verandert en alle hier afgebeelde vormen na elkander aanneemt.

Dit zijn de eenvoudigste uitingen van het plantaardig en dierlijk leven, en men moet reeds de versteeningen welke, zooals de kiezel- en kalkschalen in zeer dichte lei (polirschiefer) en in het krijt aanwezig zijn, waarbij wij reeds een kalkschaal of een kiezelpantser waarnemen, beschouwen als afkomstig te zijn van reeds eenigszins hooger georganiseerde wezens.

Deze sporen van een plantaardig, en spoedig daarna ook van een dierlijk leven, vinden wij in alle sediment-gesteenten der *oudste* soort, van den leisteen af tot den zechsteen toe; de oudere, oorspronkelijke gesteenten bevatten zulke overblijfselen niet, een bewijs, dat zij in een tijd gevormd zijn, waarin, wegens de hooge temperatuur van de oppervlakte der aarde, nog geen organisch leven mogelijk was.

Tusschen de vorming der klei- en kiezelafzettingen en het ontstaan der kalklagen kunnen — moeten, mag men wellicht zeggen, — millioenen jaren verloopen zijn. Want ten eerste was vóór de afzetting van dat oerzand en die oerklei, de zee eene dikke slibmassa, waarin geen dieren konden leven; ten tweede was zij zoo heet, dat ook daarom alle organisch leven onmogelijk was; de planten en dieren zouden dan geheel anders georganiseerd hebben moeten zijn, de dieren zouden niet grootendeels uit eiwit hebben moeten bestaan, dat reeds bij 80° C. stolt, als wanneer het leven natuurlijk ophoudt. Planten schijnen nog teerder georganiseerd te zijn, daar zij reeds sterven, wanneer men haar met water van 45° C. begiet.

De heete aardbodem hield verder deze slibzee in voortdurende beweging, in strooming van beneden naar boven, van den aequator naar de polen en van de polen langs den grond weder terug naar den æquator, en eerst nadat deze hooge temperatuur afgenomen was, kon aan eene afzetting der eerste steenmassa worden gedacht en deze kan bijgevolg geene organismen bevatten, daar — zoo als wij reeds opmerkten, — de middenstof zelve en hare temperatuur haar leven onmogelijk maakte. Maar welke tijdruimten moeten er wel zijn voorbijgegaan, eer de aarde tot 36° C. afkoelde!

Toen later de koolzure kalk zich op de besproken wijze afzette, kon zeer wel te gelijk daarmede de zwavelzure kalk of gips, de phosphorzure kalk of apatiet, het fluorcalcium of vloeispaath zich vormen en afzetten, wat waarschijnlijk voor het ontstaan der dierenwereld ook noodig was, want in dampen van fluorwaterstofzuur, phosphorzuur en zwavelzuur kunnen dieren niet leven, en de gasmassa welke de aarde omgaf, moet deze stoffen hebben bevat, daar wij ze in de mineralen van de aard*korst* aantreffen, maar in het binnenste der aarde niet (behalve de zwavel), voor zooverre wij daarvan door vulkanische uitbarstingen althans iets weten.

Een ander feit, dat namelijk alle sedimentgesteenten in alle luchtstreken

der aarde, en op alle hoogten gevonden worden, leert ons, dat de oorzaak voor hare vorming overal aanwezig was, dat dus de zee, uit wier schoot die steenmassa's zich afzetten, den *ganschen* aardbodem bedekte.

De lezer moet ons hier niet verkeerd begrijpen. Hij meene niet, dat de hoogste toppen van de Cordilleras de los Andes, van de Alpen en van het Himalaya-gebergte, in dien lang verloopen tijd, door de zee zijn bedekt geweest, maar die zee bedekte de *geheele vlakte*, die nauwelijks uit den gesmolten toestand in den gestolden was overgegaan, gelijkmatig tot op eene geringe diepte van misschien een paar voeten. Vóór het water zich in groote massa's kon verzamelen en groote uitgestrektheden kon bedekken, moest er een toestand van rust zijn ingetreden, in welken tijd de stormachtig werkende



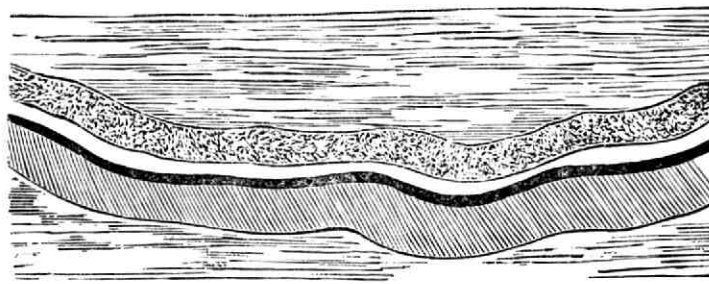
Stortregens uit den oertijd van den aardbol.

krachten adem schepten; — zeker geen stilstand — want die bestaat niet in de natuur, maar wel eene pauze, waarin andere dan de geweldige werkingen van het vuur konden plaats hebben.

In deze pauze sloeg de waterdamp uit den daarmede overladen dampkring neer. Deze was toen stellig veel dichter dan de donkerste Engelsche mist en belette

aan de stralen der zon — indien deze in dien tijd reeds zoo ver was, dat zij warmte en licht kon uitzenden — den doorgang. Toen viel het in zulke verbazende massa's uit den dampkring neder, dat de bovenstaande afbeelding slechts een zeer flauw, een zeer onvolkomen begrip van zulk een natuurtooneel kan geven. In dien tijd zullen zich vermoedelijk in dat water al de daarin oplosbare stoffen uit de lucht en uit den daaronder liggenden vasten bodem opgelost hebben en deze bleven er in, zoolang het door de warmte van de daaronder gelegen vuurmassa aan het koken, dus in borrelenden toestand bleef, om zich echter daaruit af te zetten, zoo spoedig de temperatuur zoover gedaald was, dat het onder de drukking der atmospheer van dien tijd niet meer kookte.

Zonder twijfel waren die uit het water afgezette sedimentgesteenten duizenden jaren lang week en vervormbaar. Opheffingen op enkele plaatsen door gasblazen van een paar duizend kubieke kilometers inhoud, zooals het inwendige der aarde ze zeker bevatte; inzakkingen op andere plaatsen, waar zulke gasblazen barstten en aan de oppervlakte ontweken, konden de eerste hoogten en diepten in den bodem der zee veroorzaken, banken en diepere plaatsen vormen; maar dit zou niet hebben kunnen geschieden, als het gesteente, dat moest bewogen of verschoven worden, reeds in geheel vasten toestand verkeerde. Wij zien de sedimentgesteenten zacht hellend, gekromd, op verschillende wijzen gebogen en verschoven, zonder breuken en scheuren (zie de volgende afbeelding) liggen. Dat had de gedaante der lagen niet kunnen zijn, als zij, toen

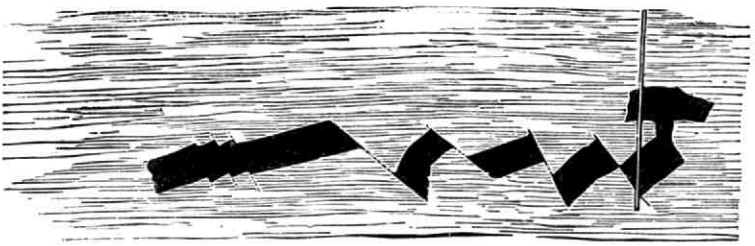


Doorsnede van eene leilaag.

zij die vormen aannamen, reeds vast waren; het veronderstelt vervormbaarheid, kneedbaarheid. Daar intusschen deze wijze van verschuiving, bij oorspronkelijk horizontale kalk-, zandsteen- en leimassa's zeer dikwijls voorkomt, is men gedwongen aan te nemen, dat zij in weeken toestand zoo gedrukt en verschoven zijn, terwijl daarentegen van de volgende afbeelding niemand hetzelfde zal willen beweren. Hier zijn hoeken, kanten, sprongen, breuken en scheuren veel te duidelijk uitgedrukt, dan dat men niet op den eersten blik er toe

komt te zeggen: de verschuivingen die hier hebben plaats gehad (zij vertoonen de doorsnede van de kolenbedding van Vieille Pompe in Frankrijk, in het Departement Saône et Loire), zijn geschied in eenen tijd, toen de aardkorst reeds *vast* was.

De eerste veranderingen van de oppervlakte der aarde hadden derhalve plaats, toen de sedimentgesteenten nog in weeken toestand verkeerden. Aan deze gesteenten kan men, ook wanneer zij geheel vrij van klei zijn, eene zekere ver-



Doorsnede van eene steenkolenlaag.

vormbaarheid niet ontzeggen, ofschoon zij niet zoo groot zal geweest zijn als die van weeke klei. Ieder weet intusschen uit de spelen zijner kinderjaren, dat men aan nat zand iederen willekeurigen vorm kan geven en de vormer in de metaalgieterijen maakt van deze eigenschap gebruik.

Intusschen mag niet worden verzwegen, dat in den nieuweren tijd verscheidene geologen de meening zijn toegedaan, dat ook in de reeds geheel vast geworden gesteenten zulke verschuivingen en plooiingen door eene zijdelings uitgeoefende drukking kunnen ontstaan en men is zelfs tegenwoordig geneigd, het ontstaan der gebergten geheel uit horizontale verschuivingen te verklaren.

Nadat de boven vermelde veranderingen met de oppervlakte der aarde hadden plaats gehad, ontstonden daaruit onderzeesche bergen en dalen. De alles nivelleerende zee vond nu meer punten van aanraking met den bodem en nam de pas afgezette stoffen weer in zich op, terwijl waar de opheffingen zoo sterk waren, dat zij de oppervlakte bereikten, of waar de verheffing tegelijkertijd met eene doorbraak van het binnenste der aarde naar de oppervlakte was gepaard gegaan, dit in nog sterkere mate plaats had. Daar kon òf de lucht tegelijkertijd ontbindend werken met het naar beneden vallende water, òf aan het water werden nieuwe stoffen aangeboden, die het kon afslijpen, die het met de andere sedimentgesteenten kon verbinden, of in deze kon afzetten.

Dat de uitgestrektheid van de effene oppervlakte der aarde zeer groot moet zijn geweest, bewijzen de aanwezige beddingen van sedimentgesteenten, die soms over eene oppervlakte van honderdduizenden vierkante kilometers bijna geheel

horizontaal liggen, als zij door onderaardsche krachten niet gestoord zijn, zooals in het Noorden van Afrika, het Noorden van Azië en in Noord-Amerika het geval is.

Dat intusschen opheffingen noodzakelijk met dalingen gepaard gingen, spreekt van zelf; want doordat eenige plaatsen hooger worden, worden andere lager. Gaat de ontwikkeling der aarde op die wijze voort, dan zullen de opheffingen elkander opvolgen; wij zullen eerst enkele eilanden, dan groepen van eilanden zien; de groepen komen dichter bijeen; verscheidene eilanden worden door landtongen aan elkander verbonden — vormen een vast land, — en bij gelijkmatige opheffing van steeds meer uitgebreide streken, worden eerst ontstane eilanden op het vaste land bergen, en de eilandengroepen gebergten.

Maar zeer waarschijnlijk zal de opheffing van groote uitgestrektheden niet zoo gelijkmatig zijn. De randen van zulke wordende vaste landen, die nog meer vervormbaar zijn dan de reeds langeren tijd droog liggende en daardoor verharde, meer weerstand biedende massa's in het midden, rijzen wellicht hooger terwijl dezen door ingesloten deelen lager blijven. Daardoor worden hooglanden van laaglanden afgescheiden; daardoor worden kustgebergten gevormd, die vlak land omsluiten, waarop misschien, als het midden nog onder water was, terwijl de randen reeds omhoog stegen, gedeelten van de vroeger alles overstroomende zee terugbleven, welke dan ingesloten werden, misschien geen afvloeiing meer hadden, zooals de Kaspische zee en het Aralmeer in Azië, het Zoutmeer in Amerika.

Wanneer zulke oneffenheden er eens zijn, is de zee niet meer in het ongestoorde bezit van het *geheel*, zij is tot de lagere streken beperkt, waar zij nu, doordat de hoeveelheid water op die plaatsen betrekkelijk is toegenomen, sterkere werking kan uitoefenen en voortdurend arbeidt om de kusten van vorm te doen veranderen. Vervolgens zal ook dat gedeelte van het land, dat niet meer door de golven der zee wordt bereikt, zijnen nauwelijks verkregen vorm voortdurend en zonder ophouden zien veranderen. — Waardoor, als de zee niet meer hare oplossende en afschurende werking kan uitoefenen? Door dat, wat er zich uit den dampkring op afzet.

Geweldiger en door het geweld krachtiger werkzaam dan thans, stormachtig in hooge mate waren de verschijnselen in eenen dampkring van zulk eene dichtheid en dikte, als wij ons moeten voorstellen, dat in dien tijd bestond. Het uit den dampkring neergevallen water vulde de diepten, eerst elke op zich zelf, tot zij overliepen en vormde dan, bij het overstroomen uit het eene bekken in het andere, een eigenaardig net van meren en rivieren over de geheele oppervlakte der aarde, waarover de zee niet meer stroomde. Daardoor werd eenigermate de gedaante voorbereid, die zij thans heeft, en werd tevens de bewoonbaarheid mogelijk gemaakt. Deze werd n.l. mogelijk, doordat de onvruchtbare gesteenten verweerden, door den regen afgespoeld en naar de vlakten en dalen gevoerd werden, waardoor daar een

vruchtbare bodem werd gevormd voor de planten, die zich eenmaal zouden ontwikkelen, en die op hunne beurt weder als voedsel voor de toekomstige dieren zouden kunnen dienen.

Zoo geeft b. v. het hierbij gevoegde kaartje een denkbeeld van de gedaante, die Duitschland had, toen het krijt zich uit de kalkschelpen van zeediertjes vormde. Het zwart geteekende was toen land, tegenwoordig is het tendeele *hoogland*. Het witte was zee; het land was derhalve veel kleiner. Dresden, Praag, Neurenberg bestonden toen natuurlijk nog niet, maar de plaats er voor was toch reeds aanwezig. Het geheele vlakke land van Nederland, Hannover, de Mark, Pommeren (en Polen en zoo verder tot diep in



Duitschland ten tijde der Krijtformatie.

Rusland) was echter zeebodem en verhief zich eerst vele duizenden jaren later uit deze zee. De krijtformatie treft men overal, zoowel op Rügen als in Denemarken aan, alsook aan de kusten van de Witte-, Oost- en Noordzee.

Zoo ontstonden allengs door de op verschillende wijze werkende oorzaken, eerst de oorspronkelijke gesteenten, alle door de kracht van het vuur gevormd, gesmolten, waarop de verschillende afzettingen uit de zee en eindelijk die uit het zoete water ontstonden.

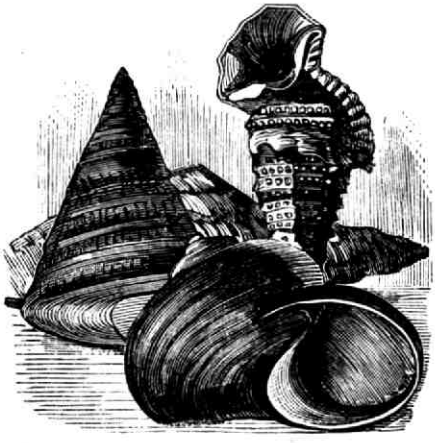
Naar hunnen ouderdom noemt men hen oorspronkelijke gesteenten, primaire, secundaire, tertiaire formatiën; naar de wijze van hun ontstaan plutonische (die welke aan de hitte der aarde hun ontstaan verschuldigd zijn), neptunische (afzettingen uit de zee), vulkanische (die na het vast worden van de aardkorst naar boven zijn gekomen), diluviale en alluviale produkten (uit het

diluvium, het tijdperk van den zondvloed, afkomstig en door alluvium, aanslibbing, gevormd).

Dat deze aanwijzingen niet voldoende zijn, spreekt van zelf, en wij zullen aan het onderwerp van deze laatste regels een geheel hoofdstuk moeten wijden.

Wij zullen nu echter eerst tot de waarschijnlijke oorzaken der vervorming van de oppervlakte der aarde, tot de planten en dieren, overgaan en de behandeling van het zoo even genoemde onderwerp tot later uitstellen.

De oppervlakte der aarde wordt bevolkt.



e wijze, waarop de oppervlakte der aarde is ontstaan, is in het voorafgaande geschetst.

Dat ontstaan omvat de onmetelijke tijdruimte van het begin harer vorming als zelfstandig lichaam (dampbol) tot het oogenblik, dat zij eindelijk in den meer vasten toestand overging en bewoonbaar werd. Wat wij van die tijdruimte medegedeeld hebben, *weten* wij niet, maar *vermoeden* wij. Het kan zich zoo hebben toegedragen, en dan zou het in overeenstemming zijn met de natuurwetten, die van het begin af bestonden. Maar het *moet* zich niet zoo hebben toegedragen; want wij kennen waarschijnlijk nog niet alle wetten, wij hebben voor veel, dat rondom ons voorvalt, volstrekt geene zintuigen, of wanneer wij die hebben, zijn zij te grof om goed waar te nemen, wat er plaats heeft.

Een voorbeeld moge dit opheldéren. Wij zien den hond, het paard loopen, wij zien zelfs nog de slak kruipen, wij hebben derhalve in ons oog een zintuig voor de mate der beweging, wel te verstaan voor die van het paard, van de slak, — maar niet meer voor die van den bliksem, die is ons te snel, en niet meer voor die van den groei der planten, die is ons te langzaam.

Een pompoen, die snel op een goeden grond groeit, door zon en regen begunstigd, maakt in drie maanden tien of ook wel meer ranken van vele meters lengte. Zulk eene rank groeit dagelijks wel minstens vijftien centimeter. Maar wij zien het niet, wij nemen slechts waar, dat het geschied is, niet dat het geschiedt.

Evenmin voelen wij de omwenteling der aarde, of hare voortbeweging in hare baan. Beide bewegingen bestaan, er hebben zelfs schommelingen plaats, de aarde waggelt in haren loop, zooals door waarnemingen is aangetoond. Wij hebben wel een gevoel voor het schommelen van den wagen, waarin wij een kilometer in het uur afleggen, maar wij hebben geen gevoel voor het sidderen van de groote koets, op wier imperiaal wij zitten, voor het schommelen der aarde, die in een uur 17000 duitsche mijlen aflegt. Ons gevoel is niet fijn genoeg!

Dat zijn bewijzen, dat onze zintuigen onvolkomen zijn. Maar er zijn ook verschijnselen, waarvoor zij niet te grof zijn, maar waarvoor wij volstrekt geene zintuigen hebben.

Wat leert ons of een stuk staal magnetisch is of niet? Wij kunnen dat niet zien, niet hooren, niet proeven, ruiken of voelen. Het gemagnetiseerde staal is even glad of even ruw als het niet magnetische, het is noch langer noch korter, het ziet er juist zoo uit als dit, het heeft geen anderen klank gekregen. Om te weten of dat stuk staal magnetisch is, moet men er *eene proef mede nemen.* Zonder eene proefneming zou de mensch, al waren zijne zintuigen nog zoo scherp, het magnetisme in het staal niet ontdekt hebben. Ja, men heeft de kracht van den magneet gekend, en toch heeft het nog bijna 2000 jaren geduurd, eer men eene van zijne vele eigenschappen ontdekte: de richting eener magneet van het Zuiden naar het Noorden.

Nog eene andere werking in de natuur — die overal plaats heeft en misschien van het grootste natuurkundig belang is — is juist daarom, omdat wij daarvoor geen zintuigen hebben, tot op onzen tijd verborgen gebleven: de innige samenhang tusschen warmte, electriciteit en magnetisme. Ieder van deze vormen van arbeidsvermogen kan in de andere overgaan of die te voorschijn roepen. Eerst in het jaar 1819 en 1820 ontdekte toevallig Oersted het electromagnetisme, het verband tusschen electriciteit en magnetisme en, ijverig vorschend, Seebeck de thermoelectriciteit, het verband tusschen electriciteit en warmte. En toch hebben al die krachten onafgebroken en op de grootste schaal gewerkt, zoolang er verschil in temperatuur bestond en verschillende lichamen elkander aanraakten. Ja, deze werkingen zijn zoo krachtig, dat vele natuurkundigen zelfs de beweging van de aarde en van de hemellichamen daardoor meenen te kunnen verklaren.

Wanneer nu geen mensch in staat is, door middel zijner zintuigen een draad, waardoor de sterkste galvanische stroom loopt, van eene batterij van honderd elementen afkomstig, van eenen anderen niet electrischen te onderscheiden; wanneer

niemand zonder proefneming de magnetische werking van eenen thermoelectrisch toestel 1) kan ontdekken; ja wanneer, afgezien van deze meer verborgen krachten, zulke groote, door het gansch Heelal verspreide krachten, als de zwaartekracht of de algemeene aantrekkingskracht, wier wetten bovendien met lichtende letters aan den hemel geschreven staan, eerst voor een paar honderd jaren door Galileï en Newton ontdekt werden, terwijl toch ieder mensch hare werkingen voelt en ziet, en de grootste geleerden van alle eeuwen ze met behulp der wiskunde aan den hemel zochten, dan is het volstrekt niet te gewaagd, te beweren: wij kennen waarschijnlijk nog niet alle natuurwetten, wij zullen er misschien nog nieuwe ontdekken en dan vinden, dat onze beschouwingswijze, die op de tot nog toe bekende natuurwetten was gegrond, onjuist was.

Wij moeten er ons derhalve van onthouden, eene hypothese over de vorming der aarde te geven, met de bewering, dat zij een volkomen getrouw beeld levert van den werkelijken loop der zaak, en ons vergenoegen met datgene, wat wij meenen, dat waarschijnlijk is.

Wij bevinden ons op het gebied der sage, moeten zooveel mogelijk het ware van het valsche scheiden, en hebben daarbij de onaangename taak, de fabelen van haren schoonsten tooi, den tooi der poëzie te ontdoen, en dit valt dikwijls zwaar genoeg. Evenals in de alleroudste geschiedenis der menschheid, die ook tot het gebied der mythe behoort, zijn dikwijls waarheid en verdichting zoo door elkander geweven; wat verhaald wordt is zoozeer mogelijk, het ware is zoo moeilijk, van hetgeen verzonnen is, te scheiden, dat men de poging geheel moet opgeven.

Anders is het met nieuwere geschiedenis der aarde. Hier zijn geheele archieven vol documenten aanwezig. Hij, voor wien ze toegankelijk zijn, ziet het boek der feiten helder voor zich.

Was het tot hiertoe medegedeelde de mythische geschiedenis der aarde, de oude geschiedenis, met fabelen doorweven, evenals dat het geval is met de grieksche geschiedenis, waarin de tocht der Argonauten, de val van Troje, en met de veel nieuwere romeinsche geschiedenis, waarin de zoon van Mars, en de goddelijke vriendin van Numa, eene zoo gewichtige rol speelden; wat van nu af volgt, is de geschiedenis van de *middeleeuwen* der aarde. Wij zullen haar niet zooals men dit zoo dikwijls bij de nieuwere geschiedenis der *menschheid* doet, uit dagbladberichten opmaken; wij zullen met behulp der

---

1) Een toestel, uit verscheidene stukken van ongelijksoortige metalen, bij voorbeeld antimoon en bismuth, aan elkaar gesoldeerd, is zoo gevoelig, dat het verschil in temperatuur van een duizendste gedeelte van een thermometergraad tusschen de soldeerplaatsen, daarmede kan worden gemeten. Dit geringe verschil maakt den toestel electrisch, en eene daaronder zich bevindende, bewegelijke magneetnaald wijst, door hare afwijking naar het Oosten of naar het Westen van haren oorspronkelijken stand, de verwarming of afkoeling aan, en het is waarschijnlijk, dat het deze werking is, die het magnetisme der geheele aarde bepaalt.

sleutels de *archieven* ontsluiten. Deze archieven zijn wel is waar zeer uitgebreid, en het kan daarom wel gebeuren, dat wij veel over het hoofd zien, door het verbazend groot aantal berichten, welke de keien en grintbanken van het laagland, de wijduitgestrekte steenmassa's van de hooglanden en de rechtopstaande bergmassa's der Alpen bevatten. Maar het meest belangrijke en zekerste zullen wij toch bijeenbrengen en zoo bevattelijk mogelijk trachten weder te geven.

In een ontelbaar aantal versteeningen van schepselen, die voor een klein deel op de thans levende gelijken, doch voor verreweg het grootste gedeelte daarmede weinig of geen overeenkomst hebben, zien wij de afdrukken, de somtijds volkomen en goed bewaarde afbeeldingen eener te niet gegane planten- en dierenwereld.

Eene belangrijke vraag is: van waar kwamen deze dieren, hoe ontstonden zij? Aan te nemen, dat God ze willekeurig geschapen heeft, is niet alleen te weinig bevredigend, maar ook der wetenschap onwaardig. De groote Wereldgeest, die zonnestelsels en melkwegen schiep, kan zich onmogelijk bezig hebben gehouden met het vervaardigen van proefstukken. Het is niet mogelijk te veronderstellen, dat hij de zoo geschapen dieren zich zou hebben laten bewegen om dan, als hij zag, dat ze niet goed waren uitgevallen, andere te maken, die beter voldeden.

De gansche uitgestrektheid van dat, wat wij onder het woord Heelal slechts zeer onvolkomen uitdrukken, daar dit woord de oneindigheid van het begrip niet kan omvatten, is volgens eeuwige, onveranderlijke wetten gevormd, en wordt er door beheerscht, — hoe zou daar eene uitzondering denkbaar zijn! Wij menschen hebben echter de gewoonte, wat wij niet begrijpen kunnen, voor onmogelijk te houden, omdat wij altijd van ons zelven uitgaan en ons zelven tot regel voor alles maken. Dit is intusschen even dwaas als ongepast, al doen zelfs groote geleerden het ook.

De schrijver herinnert zich in een streng wetenschappelijk werk van het jaar 1854, de opmerking te hebben gevonden: dat God het plantenkleed der aarde in den voortijd zoo buitengemeen weelderig heeft laten groeien, om daaruit de steen- en bruinkolen te vormen, omdat hij in zijne wijsheid had vooruitgezien, dat de mensch roekeloos zou omgaan met de wouden van zijnen tijd en dan gebrek aan hout zou hebben. Deze in volkomen ernst voorgedragene leer is al zeer belachelijk. Onwillekeurig dringt zich de vraag op: waarom heeft God niet liever de menschen, wier dwaasheid hij vooruit zag, *wijs* geschapen, dan dat hij het produkt van vele duizenden jaren van weelderigen plantengroei, voor negen en negentig honderdste liet te niet gaan, om één honderste voor den dwazen mensch te bewaren, voor zijne hoogovens en zijne sodafabrieken? Wanneer aan een kind gevraagd werd: waarom heeft God al die boomen in het bosch laten groeien? en het antwoordde: «opdat wij kinderen verstoppertje zouden kunnen spelen,» of «opdat wij boompjes zouden hebben

voor het kerstfeest,» dan zou dit niets dwazer zijn, dan het boven gezegde.

Wij weten, dat aan datgene wat wij materie, stof noemen, zekere wetten eigen zijn, volgens welke die stofdeeltjes elkaar aantrekken en zich bewegen. Deze wetten zijn mechanisch en zij laten zich onder uitdrukkingen brengen, welke de wiskunde leert verstaan.

De stof heeft evenwel nog andere eigenschappen, welke de wiskunde nog niet in formules heeft kunnen brengen, al spant zich de nieuwere scheikunde in, om dit ook te doen gelukken. Onder deze eigenschappen is wel de voornaamste deze, dat twee *enkelvoudige* stoffen zich tot eene samengestelde stof kunnen verbinden, in welke de eigenschappen der samengevoegde bestanddeelen niet meer te herkennen zijn. De gasvormige zuurstof en het metaal calcium vormen bij verbinding eene aarde, de kalkaarde, de ongebluschte kalk; de zuurstof en het ijzer vormen roest, enz.

Men duidde dat op elkander inwerken van twee stoffen vroeger aan door eene thans wel is waar verworpene, maar toch zeer kenschetsende uitdrukking: *verwantschap.*

Als echter reeds gevormde verbindingen bij elkander gebracht worden en daarbij door wisselwerking op elkander nieuwe verbindingen ontstaan, dan kan die werking tweeërlei zijn.

Of de verbonden lichamen worden door een derde, dat er bij komt, gescheiden, er ontstaat eene nieuwe verbinding en een element, dat vroeger verbonden was, wordt afgescheiden.

Zwavelzuur heeft tot koper eene zekere verwantschap. Het vormt, terwijl het het koper oplost, zwavelzuur-koperoxyde (kopervitriool). Brengt men in deze verbinding van zwavelzuur en koper een ander metaal, bij voorbeeld goud of zilver, dan blijft de verbinding onveranderd, men zegt, het zwavelzuur heeft tot het koper grootere verwantschap dan tot het goud, tot het zilver.

Brengt men echter ijzer in eene oplossing van kopervitriool in water, dan heeft oogenblikkelijk eene *ontleding* der *bestaande* verbinding plaats en er ontstaat eene *nieuwe* verbinding. Het zwavelzuur verbindt zich met het ijzer en het koper, waarmede het verbonden was, komt vrij, zoodat het als metaal te voorschijn komt (gewoonlijk vormt het een laag om het ijzer).

Of de stoffen, waaruit 2 verbindingen bestaan, scheiden zich en vormen onderling nieuwe verbindingen. Brengt men eene oplossing van zwavelzure natron met salpeterzure baryt te zamen, dan verbindt zich het salpeterzuur met de natron en laat de baryt vrij; evenzoo verbindt zich het zwavelzuur met de baryt en laat de natron vrij. De gescheidene stoffen verbinden zich over en weer.

Al deze verbindingen hebben volgens bepaalde *wetten* plaats, en de lichamen welke ontstaan, hebben *bepaalde vormen.* De enkelvoudige stoffen (van welke het met behulp der middelen, welke wij kennen, nog niet gelukt is, ze in andere te scheiden) hebben ook zulke bepaalde gedaanten, begrensd door rechte

lijnen, terwijl de vlakken onder bepaalde hoeken bij elkaar komen. Wij noemen ze kristallen. Wanneer twee zulke enkelvoudige stoffen zich scheikundig verbinden, dan ontstaan weder kristallen van eene andere soort.

Men kent tegenwoordig omstreeks 65 enkelvoudige stoffen. Daarvan bestaan een ontelbaar aantal verbindingen. Zij zijn soms niet gekristalliseerd, zooals bij voorbeeld kiezelzure kali of glas, maar dan nemen zij den vorm aan van het vat, waarin men ze giet, evenals vloeibaar water, of den vorm, dien men ze kunstmatig geeft en behooren dan als kunstprodukten niet meer tot de voorwerpen, welke wij behandelen.

Van de 65 enkelvoudige stoffen zijn er vooral vier: zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof, die met elkander bijzondere verbindingen vormen, welke *nimmer* door rechte lijnen en platte vlakken begrensd zijn, maar steeds volgens *kromme* lijnen en *gebogen* vlakken bepaalde lichamen vormen.

Er bestaat derhalve voor ons oog bij de verschillende groepen van lichamen een zeker kenteeken, waaraan men ze van elkander kan onderscheiden. De eene groep heeft altijd platte grensvlakken, men noemt haar *anorganisch* (*onbewerktuigd*), de andere heeft immer gebogen vlakken, men noemt haar *organisch* (*bewerktuigd*). De laatste stellen het planten- en dierenrijk samen.

Dit onderscheidend kenmerk is wel is waar scherp; toch is het wenschelijk, de begrippen nog wat nader te omschrijven.

Anorganische lichamen zijn of geheel vloeibaar (water, kwikzilver, lucht), of geheel vast, zooals de metalen. Er zijn ook anorganische lichamen, welke uit vloeibare en vaste bestanddeelen bestaan, zooals bij voorbeeld het keukenzout en de kopervitriool; maar deze lichamen zijn zoo samengesteld, dat de de vloeibare en vaste bestanddeelen er in toch met elkander weder een *vast* lichaam vormen.

Organische lichamen, organismen, zijn nooit enkel vloeibaar of vast. Altijd bestaan zij zoowel uit vaste als uit vloeibare deelen. Zelfs een dier, dat alleen uit water schijnt te bestaan, een geleiachtig weekdier, zooals de zee er ontelbare herbergt, heeft dit water in een vast omhulsel besloten, en zelfs de meest vaste bestanddeelen van het dierlijk lichaam, de beenderen, het hoorn, bevatten vet en gelei in hunne harde massa besloten.

Een zeer onderscheidend kenmerk voor organische en anorganische lichamen is derhalve de samenstelling der eerste uit vloeibare en vaste zelfstandigheden en de daaruit voortvloeiende *buigzaamheid;* bij de anorganische daarentegen slechts een van beide en daaruit volgt *stijfheid*, of juist het tegenovergestelde *zeer gemakkelijke bewegelijkheid* (water en lucht).

Een derde wezenlijk verschil is dit, dat de anorganische lichamen altijd op zich zelve een *geheel* zijn, terwijl de organische steeds, althans in tegenstelling tot de anorganische beschouwd, uit ongelijksoortige *deelen* bestaan. Van daar de naam organisch, d. i. geleed. Wanneer men een rhomboëdrisch kristal van kalkspaath klooft (niet vermorzelt, maar splijt), dan verkrijgt men vele kleinere

kristallen van denzelfden vorm. Wanneer men dit voortzet, zoover de menschelijke handigheid en de menschelijke werktuigen daartoe reikende zijn, dan verkrijgt men altijd weder denzelfden vorm. Anders is het met de organische lichamen. Verdeelt men eenen grashalm, een dier, dan verkrijgt men enkel ongelijksoortige stukken: bladeren, stengels, wortels, aren; in de aar omhulsels en kernen, daarin weer meel enz., of bij de dieren, kop, pooten, romp.

Organische lichamen hebben deelen (leden) van *verschillenden* vorm. Anorganische kunnen verdeeld worden, terwijl de vorm dier deelen steeds dezelfde blijft. Organische lichamen kunnen verminkt worden door verdeeling, anorganische vormen altijd een *geheel*!

Wanneer wij verder gaan langs den aangewezen weg, dan vinden wij bij de ontleding van organische en anorganische lichamen eene tot in de kleinste deelen voortgaande verscheidenheid in samenstelling. Alle organische lichamen hebben op verschillende plaatsen eene *ongelijksoortige* samenstelling, terwijl de anorganische, tot zelfs de grootste massa's, die wij vinden, *gelijksoortig* van aard zijn. De deelen der laatste zijn homogeen, dat is, welk deel van een gekristalliseerd lichaam men ook nemen moge, het gelijkt in zijnen inwendigen aard op elk ander stuk, terwijl het organische lichaam geheel heterogeen (ongelijksoortig) is; niet enkel de grootere stukken: bast, merg, bloem of beenderen, vleesch, kan men duidelijk van elkander onderscheiden, maar ook de kleinste deeltjes, waaruit ten slotte alles bestaat, de cellen, hebben nog binnen in hunne vloeibare protoplasmamassa een kern en zijn omgeven door een vliesje, een wand, uit eene andere stof bestaande, dan het daar binnen liggende. Toch is er ook hier eene uitzondering; wij zullen later wezens leeren kennen, die alleen uit protoplasma bestaan en slechts een slijmklompje vormen.

Een der belangrijkste onderscheidende kenmerken tusschen organische en anorganische lichamen is, dat de eerste *groeien*, de laatste *niet*. Niemand heeft ooit een kristal zien ontstaan — zelfs bij verlichting door het zonmicroscoop ontstaat het kristal niet, maar *het is er*, — het groeit niet, maar een kristal, dat gevormd is, voegt zich bij een ander, dat evenzeer gevormd is. Anders is het met de organische lichamen. Daar is niets gevormd, daar wordt alles uit atomen opgebouwd. Het organische lichaam (de plant, het dier), neemt stoffen op, die het gebruiken kan, en *verandert* die in dezulke, waaruit het zelf bestaat. In den mest en in de aarde, welke de korenaar voeden, is geen zetmeel voorhanden, maar het stroo, de urine, de klei of de aarde, waarin de plant staat, wordt ontleed, in koolstof, zuurstof, stikstof en waterstof veranderd, en uit deze stoffen en het alkali van de klei en het kiezel van het zand haalt de kiem der plant haar voedsel. Maar zij neemt niet de koolstof en kiezel op, zooals zij daar zijn, maar verandert ze in kleine blaasjes, die wij cellen noemen, en deze blaasjes worden aan elkander gevoegd, daardoor

ontstaan allengs steeds grootere deelen, welke alle uit zulke afzonderlijke cellen zijn opgebouwd. Evenzoo gaat het bij de dieren.

Door dit proces wordt het bestaan der organische lichamen bepaald. Belet men dat, dan houden zij op te bestaan; met noemt dit proces «*groei*» — de steenen *groeien niet*. Anorganische lichamen vergrooten zich, doordat gelijksoortige deelen zich samenvoegen. Het groeien behoort derhalve tot de gewichtigste kenmerken van het organisme. Al het anorganische is blijvend, al het organische veranderlijk. Een kristal blijft voortdurend, wat het is en zooals het is, wanneer geene uitwendige omstandigheden het vernielen. Een organisch lichaam blijft geen uur, geene seconde, zooals het is, er heeft eene onophoudelijke stofwisseling plaats, er gaat onophoudelijk een gedeelte van datgene, wat het thans bestaande organische lichaam vormt, verloren, er wordt voortdurend iets anders in de plaats daarvan opgenomen. Met het ophouden van die stofwisseling houdt dat organische lichaam als zoodanig noodwendig op te bestaan, het wordt dan anorganisch, wij zeggen: het sterft. Dit ophouden heet de dood. Daar echter van de stof in het Heelal niets verloren gaat, houdt met den dood de *stof* van dat lichaam evenmin op te bestaan, als die van een anorganisch lichaam, hetwelk niet sterft; de stof ondergaat slechts eene teruggaande verandering. Eerst worden de oorspronkelijke stoffen: koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, bij de dieren ook kalk en zwavel en bij de planten kiezel (voor de vorming der vastere deelen, beenderen, bast), in cellen veranderd, om het lichaam te voeden, te doen groeien — men noemt dit *leven*. Nu gaat, in omgekeerde orde, de cel weder over in stikstof, koolstof enz., de samenhang gaat verloren, het lichaam vermolmt, verrot, en wij vinden in de overblijfselen zeer gemakkelijk de oorspronkelijke stoffen terug. Vele daarvan ontwijken bij deze ontbinding en verraden hun optreden door den reuk, zooals de zwavel met de waterstof verbonden tot zwavelwaterstof. Dit ophouden van het bestaan door uitwendige invloeden, of door inwendige omstandigheden — de *dood*, — is eene even noodzakelijke voorwaarde voor hetgeen organisch is, als het *leven*. *Worden*, *bestaan* en *vergaan*, behoort tot het organisme; *bestaan* en *blijven* tot het anorganische rijk.

Wij hebben hier de woorden *leven* en *sterven* alleen in hunne stoffelijke beteekenis genomen. Het is niet de taak van de natuurkundige aardrijkskunde, van het hoogere leven, van het bezield zijn, te spreken. Dit behoort tot het gebied der psychologie, der zielkunde. De lezers mogen den schrijver derhalve in dit opzicht geene onvolledigheid verwijten, wanneer hij slechts het stoffelijke leven beschouwt. Dit zal echter, zoo ver als mogelijk is, in zijn verschil met de doode natuur worden nagegaan, want het behoort tot het onderwerp.

In de anorganische, de onbewerktuigde natuur, is de verscheidenheid der stof zeer groot. Niet, omdat wij omstreeks 65 elementen hebben, maar omdat deze elementen honderd en duizend verbindingen met elkaar vormen. In de

onbewerktuigde natuur is derhalve het aantal stoffen kenmerkend. Niet alzoo is het in de organische, de bewerktuigde natuur. Daar is de *vorm alleen* het bepalende element, het aantal stoffen is hier zeer klein. Wij hebben er vier genoemd, als zeer algemeene, tot elk organisch lichaam behoorende; wij voegen er nog kalk en kiezel, natrium en kalium bij en kunnen nog phosphorus en zwavel, en in het roode bloed als kleurend bestanddeel, het ijzer vermelden. Hiermede is dan alles opgegeven, behoudens eene enkele uitzondering, zooals het glazuur der tanden: in dit glazuur is de kalk, die het vormt, geene phosphorzure kalk, zooals in de beenderen, maar fluorcalcium, die trouwens ook in kleine hoeveelheid in de gewone beenderen aangetroffen wordt.

Het zijn derhalve in het algemeen slechts vier elementen en daarnaast nog eenige andere, welke alle organische lichamen vormen, — zoo b. v. heeft men in den laatsten tijd ook gevonden, dat koper (natuurlijk in zeer kleine hoeveelheid) bijna algemeen in het lichaam van planten en dieren voorkomt — en de 80,000 planten- en 160,000 diersoorten, welke op aarde voorkomen, verschillen onderling slechts in vorm.

Men kan zelfs niet eens twee onderafdeelingen (planten en dieren) aannemen, als ten minste alleen op het verschil in stoffelijken zin wordt gelet. Vroeger heeft men dit voor mogelijk gehouden, daar men meende gevonden te hebben, dat de planten geen stikstof bezaten, die dan naar men meende, alleen aan de dieren toekwam; maar de nieuwere scheikunde leert ons, dat er zoowel stikstofhoudende plantendeelen zijn, als dierlijke deelen zonder stikstof, zoodat ook dit onderscheid is weggevallen. Hetzelfde is het geval met den kalk en het kiezel. Zij komen niet uitsluitend in één van beide groepen voor, maar in beide; men vindt kiezel in de schaften van de veeren van alle vogels, van daar hunne hardheid.

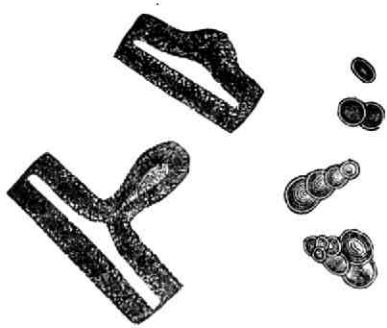
Hier, bij de organische lichamen, heeft dus de vorm de stof aan zich ondergeschikt gemaakt, — men kan de eene plant van de andere niet onderscheiden door scheikundige middelen, maar alleen door den vorm na te gaan. Voor ongeveer vijftig jaren heeft, wel is waar, Prof. Schulze dit beproefd en uit de *hoeveelheden* waterstof, koolstof enz., welke de planten bevatten, hare geslachten willen herkennen, hare soorten willen bepalen, doch men heeft spoedig die eigenaardige poging opgegeven als evenzeer onpractisch als onuitvoerbaar.

Is de stofwisseling op zich zelve reeds een gewichtig kenmerk om organische en anorganische lichamen te onderscheiden, vooral werkwaardig is het verder, in verband met de poreusheid der laatstgenoemde lichamen, dat *de wegen*, langs welke de wisseling der stoffen bij de eerste plaats heeft, *niet zijn na te sporen.*

De eene cel is aan de andere bevestigd, iedere cel is door eenen wand omsloten, iedere cel bevat eene vloeistof, maar de wand heeft geene openingen om de vloeistof te laten in- of uittreden. Het scherpste microscoop, dat ons

in het stof, dat van de vleugels der vlinders wordt afgeschraapt schubbetjes, in het witte stof, dat van het krijt, dat wij aanraken, aan onze vingers blijft kleven, volkomene pantsers van dieren laat herkennen, doet ons in de zelfstandigheid van den celwand geene openingen, geene poriën zien, en toch heeft er voortdurend stofwisseling plaats. In de kunsttaal heet deze stofwisseling, waardoor de voeding der organismen plaats heeft, osmose.

De volgende figuren doen zien, op welke wijze deze cellen aan elkander gehecht zijn en hoe zij ten deele uit elkander ontstaan, ten deele op daartoe geschikte plaatsen van het organisme (oogen) gevormd worden. Het spreekt van zelf, dat men dit slechts bij eene verbazende vergrooting kan zien, want op zich zelven zijn deze cellen reeds uiterst klein. De wand, die de vloeistof bevat, vertoont nergens eene opening; daar waar de cellen tegen elkander liggen, hebben de binnenste deelen er van volstrekt geen gemeenschap met elkaar.



Celvorming.

De stofwisseling is ook weder eene functie van het *leven*, want bij het doode lichaam heeft zij niet meer plaats. De ontbinding van het organische lichaam, de gisting, de rotting, begint met verscheuring der celwanden. De vloeistoffen werken dan ongehinderd op elkander en de kunst bewerkt dit soms opzettelijk, zooals bij de omzetting van zetmeel in suiker, waarbij of door verwarming in eene vloeistof (water), of door bijvoeging van zwavelzuur, de celwanden der zetmeelbolletjes worden vernield en hun inhoud aan verandering en ontbinding wordt blootgesteld.

Het levensproces belemmert zulk een vernieling, maar bereidt zelfstandig de veranderingen, die het noodig heeft, voor, wat bij de onbewerktuigde lichamen in het geheel niet kan geschieden. Wanneer daarentegen het leven ophoudt, dan begint — door de verbinding van vloeibare met vaste bestanddeelen, — de vernietiging. Daarom kan men organische lichamen niet lang bewaren, tenzij men ze geheel vloeibaar, of geheel vast maakt. Het eerste geschiedt bij den wijn, wijngeest (alcohol), bij de oliën, welke bij afsluiting van zuurstof onveranderd blijven, zoolang men dit heeft kunnen waarnemen. (Wijn, in gesloten kruiken bewaard, is uit den tijd der oude Grieken en Romeinen tot ons gekomen.) Het tweede heeft plaats bij de mummificatie, bij het drogen en roosten. Onder deze omstandigheden nemen de organische lichamen de hoedanigheid der anorganische aan, en zijn dan, zooals deze, ook onveranderlijk.

De stofwisseling door *opzuiging* is derhalve een kenmerk, zoowel van het organisme als van het leven daarin, want met den dood houdt deze geheel op.

Zij kan ook, zoolang zij in het levend lichaam plaats heeft, in het geheel niet vergeleken worden met die opslorping, welke in sponsen, in krijt en dergelijke anorganische zelfstandigheden plaats heeft. De aanduiding van dit proces door het woord *opzuiging* is onjuist, want er heeft geen *dringen* door wanden zonder openingen plaats, maar slechts *indringen* in de tusschenruimten der los samenhangende stof. Het is de capillariteit (haarbuisjeskracht), die werkt; de vloeistoffen en de vaste bestanddeelen blijven daarbij ieder op zich zelf; ja wanneer zij al op elkander inwerken, zooals bij oplossingen, dan verliezen de afzonderlijke lichamen den aard, dien zij tot nu toe hadden, zij veranderen in een *nieuw* lichaam, terwijl bij de organismen deze opzuiging en omzetting van het opgenomene eene wezenlijke voorwaarde voor hun verder bestaan is.

Hebben wij een genoegzaam aantal kenmerken opgegeven, zoowel van de anorganische als van de organische lichamen, dan is er nu reden om te vragen: op welke wijze ontstaan zij? hoe verkrijgen zij hunnen vorm?

Bij de anorganische lichamen zijn wij dadelijk met het antwoord klaar; wij zeggen: zoodra de anorganische stoffen in bepaalde verhoudingen zich verbinden, of ook, als de elementen (de metalen, de zwavel, de koolstof), onverbonden voorkomen en de verder noodige voorwaarden, (rust, eene bepaalde temperatuur enz.), aanwezig zijn, *hebben zij de eigenschap bepaalde vormen aan te nemen, kristallen te vormen.*

Wel is dit geene verklaring, maar de uitdrukking van wat geschiedt, van wat men waarneemt, en ieder stelt zich daarmede tevreden.

Maar zoodra men iets dergelijks van de *organische* lichamen zou willen zeggen, zou men van alle zijden hevig aangevallen worden, en toch weet men ook *hier niets meer.* Het aanwezig zijn der stoffen, waaruit zij gevormd worden, eene bepaalde temperatuur, de grootst mogelijke rust, zijn ook bij de organismen voorwaarden voor het ontstaan. Men kan hierbij voegen: ook de aanwezigheid van een reeds gevormd organisch lichaam! Doch dit geldt eigenlijk van de anorganische even goed. Kristallen ontstaan althans in eene zoutoplossing veel gemakkelijker, als men er een kristal van een verwant zout in hangt; ja men kan een mengsel van verschillende zoutoplossingen dáárdoor scheiden, dat men eerst een kristal van het eene, en dan een van het tweede zout in de oplossing hangt, waarna op elk kristal zich de daaraan verwante stof zal afzetten.

Maar toch is het geheel iets anders als b. v. een eend, het graan, dat zij gegeten heeft, in een bestanddeel van haar lichaam omzet, even als de mensch de verteerde eend in een bestanddeel van het zijne verandert. De uitscheiding, omzetting en vereeniging der stoffen, de vorming der cellen, heeft plaats, zoodra de voorwaarden daarvoor vervuld zijn, zonder dat het organische lichaam — het möge plant of dier heeten — iets daarvan weet. Ook het opnemen der voor de verschillende deelen zoo noodzakelijke verschillende zelfstandigheden, geschiedt door zulk eene natuurkracht, zonder dat het dier

of de plant daarvan iets bewust is. De mensch kan niet in zijne lever maagsap, in zijne maag tranen, en in zijne oogen gal doen ontstaan; maar zonder zijnen wil scheidt de lever gal af, de maag maagsap en het oog tranen.

Hier is overal veel overeenkomstigs en toch zoo ontzaglijk veel verschillends, dat men eerlijk bekennen moet, dat de vorming van organische en anorganische lichamen toch wel langs zeer verschillende wegen moet plaats hebben, hoewel ons de vorming van een kristal even onverstaanbaar is als die eener cel.

Waardoor zij zich echter wezenlijk onderscheiden is de onmogelijkheid om kunstmatig een organisme te maken. De alchymisten hebben het voor het hoogste vraagstuk der wetenschap gehouden, den homunculus, een organisch schepsel, een dier, langs scheikundigen weg te doen ontstaan. Maar *niet slechts dit is onmogelijk*, maar men kan *zelfs niet de afzonderlijke bestanddeelen* kunstmatig verkrijgen. Wij weten zeer goed hoeveel zuurstof, stikstof, koolstof, ijzer in het bloed, hoeveel zwavel in den dooier, hoeveel phosphorus in de beenderen is; maar wanneer wij ook al deze elementen in de bepaalde verhoudingen vermengen, dan zal daaruit toch nooit kunstmatig bloed of eierdooier ontstaan. Wat zou de engelsche admiraliteit niet willen geven, zoo zij het geheim kende, om melk te maken! Wat zou de vrouw van den landman niet willen geven, voor het geheim, om vleesch te maken! Des zomers bederft het, al laat zij het ook dagelijks versch uit de nabij gelegene stad halen; het begint onderweg te stinken, er komen maden in. Kon men vleesch in eene retort maken, dan zou de voorraad, die zij in hare provisiekamer had op te doen, bestaan uit cokes of graphiet, uit salpeterzuur en water, en al naarmate zij de verhouding van het mengsel veranderde, zou zij heden lamscoteletten en morgen varkensribben hebben, overmorgen snippen en Zondags een vette gans, enz.

Dat gaat best met *anorganische* zelfstandigheden, maar niet met *organische*. Wij brengen chloor en natriummetaal bij elkander, en er ontstaat terstond keukenzout; of wij vermengen zuurstof, stikstof en kalium en verkrijgen salpeter. Door zulk eene vermenging kunnen wij echter geen vlokje katoen, geen druppel eiwit maken. Maar aangezien de scheikunde reeds lang geleerd heeft, stoffen, die men tot dien tijd alleen kende in het organisme en waarvan men daarom meende, dat zij ook alleen daarin gevormd konden worden, uit anorganische stoffen op te bouwen, zooals b. v. het ureum, behoeft men nog niet te wanhopen, dat het eindelijk niet zal gelukken ook eiwit kunstmatig samen te stellen. Toch is onze verwachting in dit opzicht nog niet heel groot, omdat het stofmengsel, dat wij eiwit noemen, zoo erg veranderlijk is.

Maar al gelukte het, dan nog zouden wij niet zeker zijn, of wij daardoor een inzicht in het ontstaan van het leven zouden krijgen. Wel is het Hanstein in Bonn, Harting in Utrecht, Traube in Breslau gelukt kunstmatig cellen uit lijm en looistof te vervaardigen, maar ook deze stoffen zijn uit levende

wezens ontstaan en kunnen niet uit de elementen opgebouwd worden en men heeft door die kunstmatige celvorming geen meerder inzicht in het ontstaan van het leven verkregen. Aan het ontstaan der organische lichamen ligt dus iets geheimzinnigs ten grondslag, dat zich aan de zorgvuldigste waarneming onttrekt, al kunnen wij ook, zooals wij gezien hebben een *absoluut* verschil tusschen organische en anorganische lichamen niet aangeven.

Tot het ontstaan van planten en dieren zijn, zooals wij het thans op aarde zien, planten en dieren van dezelfde soort noodig. Hoe zijn dan toch de planten en dieren ontstaan, in eenen tijd, toen er nog geene waren? Dit leidt tot het oude Pythagorische raadsel: wat was er eerder, de hen of het ei? en waar kwam de kip van daan, die het eerste ei legde? en vanwaar kwam het ei, waaruit de eerste kip kroop? Zoo kon het derhalve bij den aanvang der organische schepping niet zijn. — Welnu, dan zouden de eerste schepselen even als de ingewandswormen, als de maden, die zich voeden met de longen van het schaap, als de blaaswormen in het vleesch van het varken, of eindelijk als de wormen in het doode dierlijk lichaam kunnen ontstaan zijn.

Dit is niet waarschijnlijk, daar men met zekerheid weet, dat deze maden enz. de larven van grootere insecten of grootere wormen zijn; zoo b. v. is de blaasworm van het varken het embryo van den lintworm van den mensch, welke zich op deze wijze voortplant, en zij zijn derhalve niet van zelf ontstaan.

Als men dan niet verklaren kan, neemt men weder zijn toevlucht tot een hypothese, maar helaas! niet tot eene, die zooals de vroeger vermelde, op waarneming berust, maar tot eene, die geheel in de lucht zweeft, maar die men zoo lang kan behouden, tot men eene betere heeft. Men zegt, dat de organische stof in haren *oorspronkelijken toestand* in staat was, uit zich zelve en zonder invloed van buiten, organismen voort te brengen — de reeds genoemde «generatio aequivoca" of «generatio originaria», — het ontstaan van organismen zonder kiemen of eieren.

Zulk een ontstaan heeft men wel is waar tot dus verre niet waargenomen; dat is nog geen bewijs, dat het daarom niet geschiedt; en zelfs als men zeker kon zijn, dat er nu geene generatio aequivoca meer plaats greep, was daarmede nog niet bewezen, dat zij vroeger niet heeft plaats gevonden. Want de voorwaarden, waaronder het leven het eerst op aarde optrad, waren ontwijfelbaar geheel andere dan nu. De oorspronkelijke zee had eene geheel andere samenstelling, de gemiddelde temperatuur, de drukking en de samenstelling van den dampkring, de licht- en de electrische verschijnselen, alles moet in den aanvang anders geweest zijn dan nu en wie kan zeggen, welke ons onbekende omstandigheden er toen nog bij bestonden. Wij kunnen dus niet de mogelijkheid ontkennen van het ontstaan der eerste organische schepsels op aarde uit anorganische stof, hoewel dit altijd eene hypothese blijft en niets meer.

Misschien zijn er, die, daar wij het raadsel van het leven niet kunnen oplossen, meer bevredigd worden door het begrip «leven» ruimer op te vatten,

door aan te nemen, dat het altijd reeds in verschillende vormen heeft bestaan, lang voor het dien vorm aannam, waarin wij het kennen. De geleerden, welke dit onderstellen, meenen dat de eene vorm steeds weer uit een anderen is ontstaan, telkens bepaald door den aard van het hemellichaam. Wij kunnen ons hier echter met deze hypothese niet nader bezighouden, maar komen nu tot de beantwoording der vraag: van waar kwam de organische grondstof, waaruit de organismen ontstonden?

Deze vraag is bij de proeve eener verklaring van den gang der vorming van onze planeet reeds indirect beantwoord. De aarde had, nadat zij een vaste korst gekregen en met warm water doorweekt was, eene zeer uitgestrekte atmospheer, die met waterdamp en met koolzuur oververzadigd was. Wij weten, dat die beide bestanddeelen ook nu nog in vrij groote hoeveelheid aanwezig zijn, maar in veel sterker mate moet dit het geval geweest zijn in die vroegere tijden, (toen de aarde overal misschien eene temperatuur had van 60 graden, welke, nadat de atmospheer doorzichtig was geworden, alleen in de poolstreken tot ongeveer 40 graden kan zijn gedaald, zoo dat die streken het eerst geschikt werden, om zaad te doen ontkiemen) wat den waterdamp betreft, wegens de hooge temperatuur, wat het koolzuur betreft, wegens het uitstooten van deze stof uit de talrijke spleten en openingen der jonge aarde, iets wat nu nog in vulkanische streken voortgaat. De enorme vermindering in koolzuurgehalte van onzen dampkring is juist een gevolg van de ontwikkeling der organismen, vooral van de planten, daar zij die stof tot opbouw van haar lichaam gebruiken en de koolstof er van in ontzaglijke massa's in de aarde is opgehoopt.

Zoo hier dus de voorwaarden voor het bestaan van organische lichamen aanwezig, zoo hier hunne bouwstoffen voorhanden waren, dan komen wij thans tot een tweede moeielijker te beantwoorden vraag: op welke wijze hebben zich dan organische zelfstandigheden gevormd?

Wij zien in de geheele natuur eenen machtigen drang tot vorming werken, die nimmer rust. Groote hitte vernielt al het organische, in de gloeihitte kan niets, dat leeft, bestaan, alleen de phantasie van den dichter kan de vlammen met salamanders bevolken. Een uitgegloeide tegelsteen zal dus wel de meest ongunstige bodem voor organische vormen zijn, en toch vormt ook deze nog een bruikbaren bodem. De nieuwe verblindend roode pannen op een dak, worden reeds in het vroege voorjaar met korstmossen bedekt, die zich als een ontelbaar aantal ronde vlekken daarop vertoonen; hare kleur is groen, maar zoo licht, dat men ze voor geheel wit aanziet, en de groenachtige kleur eerst bemerkt, wanneer men een stuk wit linnen er naast houdt.

De herfst maakt aan het leven van deze teere planten een einde. Trots regen en sneeuw, laten zij zoo veel humus achter en met behulp van den regen hebben zij haren bodem, de dakpan, zoo veranderd, dat zij in het volgende voorjaar met nieuwe korstmossen, maar van eene veel sterkere soort

overdekt wordt, die eene oranje-gele kleur hebben, en ondanks hunne overeenkomst in kleur met het dak, toch van verre te zien zijn. Ook deze verdwijnen, maar eene dikkere laag humus door die laatste korstmossen, die veel sterker zijn dan de witte, voortgebracht, vormt nu reeds een geschikten bodem voor mossoorten. Deze planten moeten wel is waar zeer licht tevreden zijn en niet veel van hunnen bodem verlangen, maar zij groeien toch, en elke nieuwe plantenlaag laat eene dikkere laag van voedzame aarde achter en het dak wordt langzamerhand zoo bedekt met mossen, die verscheidene centimeters hoog zijn, dat zij vernietigend op de steenvlakte werken, in wier reten en poriën de teere worteltjes dringen, haar verder doen splijten en het dak van den nalatigen huisheer, die het niet bij tijds laat afvegen, van mossen en korstmossen reinigen, allengs geheel onbruikbaar maken.

Wanneer dit proces, dat wij ook bij de koraaleilanden waarnemen, zich dagelijks aan onze oogen vertoont en dat op eenen bodem, waarbij een ruwe vochtige granietrots een ware tuingrond is, dan zal men wel begrijpen, dat het op verweerde gesteenten, die eene geschikte, vlakke ligging hebben, door vochtigheid en warmte begunstigd, nog veel levendiger zal plaats hebben. Hoe zich oorspronkelijk de organische lichamen gevormd hebben, is intusschen daarmede volstrekt niet verklaard, want men kan altijd zeggen: in den vorm van stof droeg de wind de sporen voor deze korstmossen (ook wanneer wij die zelven volstrekt niet kunnen aantoonen), op de daken, zij werden door den regen vastgehecht, in de kleine uithollingen overgebracht, kiemden daar en hechtten hunne wortels daarin. Eene oorspronkelijke vorming heeft hier dus nog altijd niet plaats gehad en hij, die zulk eene tegenwerping maakt, heeft volkomen gelijk, er is niets tegen in te brengen.

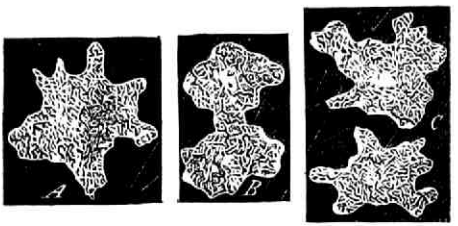
Met betrekking tot dit onderwerp blijft altijd waar, wat reeds Burmeister zoo schoon zeide: « Het eigenlijke raadsel der eerste vorming van organische wezens zal wel een onopgelost raadsel blijven, want al onze aanwijzingen leiden tot niets verder dan tot mogelijkheid. Zonder twijfel echter moet *die* meening de grootste waarschijnlijkheid voor zich hebben, welke zich het meest aan de tegenwoordige verhoudingen aansluit en waarbij niet de werking van buitengewone krachten geeischt wordt. Wanneer wij dientengevolge aannemen, dat de eerste schepselen niet onmiddellijk volwassen waren, maar geheel normaal zich ontwikkelden uit jeugdige, onvolkomen individu's, op dezelfde wijze als dit tegenwoordig geschiedt, dan hebben wij daarmede tevens alles gezegd, wat wij over hunnen oorsprong redelijkerwijze kunnen zeggen en in de bijzonderheden van hunne vorming kunnen wij niet verder doordringen. Wij mogen gerust bekennen, dat onze waarnemingen niet toereikende zijn, om een eenigermate vertrouwbaar beeld der eerste schepping samen te stellen. Er blijft derhalve altijd eene groote speelruimte over voor de phantasie van den schilder, die ons deze zou willen afbeelden. Men moge het product van eene zoo geniale verbeeldingskracht bewonderen, een geheel

volk moge geloovig de oude mythe vasthouden, die zij zelve in kinderlijke onbevangenheid voortbracht of van buiten ontving; voor den wetenschappelijk gelouterden blik kan zulk eene proeve slechts gelden, voor wat zij is: voor de grauwe nevelgestalte van eenen droom, die telkens in verschillende vormen terugkeert en zich ieder keer weer tracht te doen gelden. Wees dus, hoe gij ook moogt geweest zijn, eerste, oudste dag van het leven; wij hebben geen oog meer, om u te aanschouwen, geene zintuigen om u te begrijpen, en daarom ook geene pen, om u overeenkomstig uwe natuur te beschrijven!»

Hoe wij nu ook over den oorsprong van het leven denken, of wij het generatio aequivoca of anders noemen, steeds moeten wij aannemen, dat de eerste op aarde levende wezens zeer eenvoudig van bouw geweest zijn, dat zij alleen uit een klompje protoplasma bestonden, dat veel overeenkomst had met die klompjes, welke wij nu nog op den bodem van het water in groot aantal aantreffen en die wegens hunnen eenvoudigen bouw door Haeckel *Moneren* genoemd zijn.

Deze natuurvorscher ontdekte in 1864 in de Middellandsche zee, zulk een wezen, dat zijne protoplasma-massa in alle richtingen als draden uitstrekte, waardoor pseudopodieën of schijnvoetjes ontstonden. Later werden door von Cienkowski ook andere dergelijke uit protoplasma bestaande schepseltjes gevonden en Haeckel zelf vond er een in zoet water bij Jena en beschreef het onder den naam van Protamoeba primitiva, omdat de bewegingen er van overeenkwamen met die der reeds langer bekende amoeben.

De hierbij geteekende figuur geeft een getrouw beeld van dit eenvoudige wezen en geeft ook de wijze van vermenigvuldiging aan. Op een hoogeren trap van ontwikkeling staan die wezens, die reeds een werkelijke cel vormen, in wier protoplasma dus een kern aanwezig is, dit zijn de zoog. amoeben, die in de volgende figuur zijn afgebeeld.



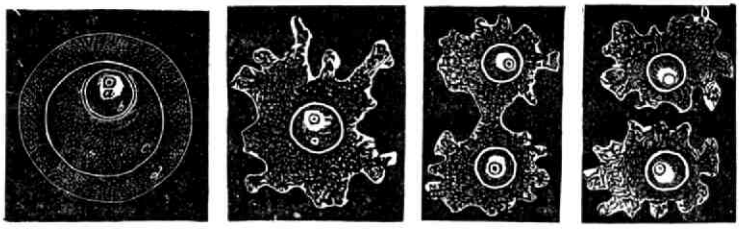
A. Protamoeba primitiva. *B.* Zij valt door een insnoering in het midden in 2 helften uit elkaar. *C.* Ieder der helften vormt een individu op zich zelf.

Verscheidene dezer wezens, die meestal microscopisch klein zijn, zijn door een kiezelpantser omgeven of vormen een huisje van kiezel of kalk van allerlei sierlijke vormen. Tot de eerste behooren de radiolariën, die Ehrenberg traliediertjes noemde en wier schalen in dikke lagen opeengehoopt, gevonden worden, als getuigen van een leven in den voortijd, dat nog tot op onzen tijd is overgebleven. Den grond, die uit de schalen van deze kleine wezens bestaat, noemt men kiezelaarde; hij vormt den ondergrond, waarop Berlijn is gebouwd en strekt zich ook overal onder de bovenste laag der Noordduitsche laagvlakte uit.

Van de wezens, die in een omkleedsel van kalk wonen, noemen wij de wortelpootigen, die in vroegere perioden der aarde onze krijt- en kalklagen

hielpen opbouwen, doordat hare schalen zich op den zeebodem in ontzaglijk aantal ophoopten, en die de bouwstoffen voor de egyptische pyramiden en voor vele gebouwen der Fransche hoofdstad geleverd hebben.

Al de genoemde wezens kan men noch tot het planten- noch tot het dierenrijk rekenen en er was daaromtrent vaak strijd tusschen plant- en dierkundigen; wat de eene meende, dat tot zijn gebied behoorde, rekenden



Amoeba. De wijze van voortplanting is uit de figuur duidelijk. *c.* protoplasma. *b.* kern. *a.* kernlichaampje. *d.* celwand.

anderen tot het hunne en velen wilden ze in geen van beide opnemen. Daarom heeft Haeckel ze tot een afzonderlijk rijk gebracht, n. l. dat der Protisten. Ze hebben in sommige opzichten overeenkomst met planten, in andere met dieren, maar behooren eigenlijk tot geen van beide.

Maar zelfs op hoogere trappen van ontwikkeling van het leven vinden wij zooveel gelijkenis met de plantenvormen, dat het moeielijk, ja onmogelijk is, een grens tusschen het planten- en het dierenrijk te trekken, zoo zelfs dat men vroeger meende, dat vormen, die zonder twijfel dieren zijn, tot de grens van beide rijken behoorden en daarom zoöphyten (plantdieren) genoemd werden. Zij gelijken in vorm en ook doordat zij vastzitten, op planten.

De afbeelding op de volgende bladzijde stelt de Sertularia geniculata voor, een polypachtig dier, welks uiterlijk *schijnbaar* het karakter eener plant heeft, zonder dat in het minst te zijn, evenmin als dit ook het geval is met alle koralen, die ook vastzitten, hare plaats niet verlaten.

Verder nam men ook aan, dat het plantenrijk trapsgewijze in het delfstoffenrijk overging en noemde die overgangsvormen lithophyten (steenplanten).

Daarvan is de Apiocrinites rotundus, ook een polyp, in de tweede figuur afgebeeld, een voorbeeld. Dat wat er uitziet als de bladeren van een bloem, zijn de stekelige, bewegelijke grijpwerktuigen, half spier, half steen, duizendvoudig geleed, den dood brengende aan alles, wat haar nabij komt; ook de kelk en de steel der bloem is gelede steen. Wij zullen uitvoeriger op dit onderwerp terugkomen.

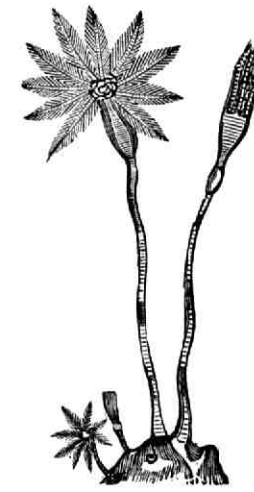
Aan den anderen kant bestaan er ook planten, b. v. vele Orchideëen, welke deels in vorm, deels in kleur en teekening sterk op verschillende insecten,

spinnen, vlinders gelijken en de tot de familie der Aroideën behoorende brilslangplant gelijkt zoo zeer op de in de streken, waar deze plant groeit, inheemsche brilslang op het oogenblik, dat zij den kop opheft, dat de waarnemer, die haar plotseling ziet, schrikt.

Vele van onze lezers zullen de boven vermelde bewering, dat het moeielijk valt, planten en dieren te onderscheiden, zonderling vinden, en zullen zeggen:



Sertularia geniculata.



Apocrinites rotundus.

«Ik zal toch wel een paard van eenen eikeboom, eene kat van eenen grashalm kunnen onderscheiden! Men geve mij een dier, welk ook, ik zal het van elke plant kunnen onderscheiden.» Het eerste: eene kat van eenen grashalm — o ja zeker, het laatste bezwaarlijk. Wie in een kabinet voor natuurlijke historie vele koralen heeft gezien, en niet eene groote overeenkomst heeft gevonden tusschen deze en een instrument, dat hem in zijne jeugd menigmaal pijn heeft veroorzaakt, het instrument dat Lichtenberg het berkenpenseel noemt, waarmede de wangen van stoute jongens rood gekleurd worden, en dat eigenlijk emollit mores nec sinit esse feros (de zeden verzacht en de ruwheid verdrijft), die heeft weinig verbeeldingskracht 1), en toch is de gelijkenis van eenen koraalstruik en eene roede slechts schijnbaar, maar polypen en wieren en honderd andere dier- en planten-

1) De vertaler hoopt dat bij weinigen zijner lezers dergelijke pijnlijke herinneringen mogen worden opgewekt! In Nederland zijn de tijden gelukkig sedert lang voorbij, waarin Lichtenbergs «berkenpenseel» eene belangrijke plaats in het opvoedingsstelsel bekleedde!

vormen loopen zoo weinig uiteen, dat het inderdaad moeielijk is ze op het gezicht alleen van elkander te onderscheiden.

De dieren en planten hebben met elkaar gemeen: het bestaan uit cellen, de samenstelling uit vaste en vloeibare deelen, den groei, het vermogen om zich te voeden, om zich voort te planten, de oneindige verscheidenheid in vormen; dieren en planten hebben gemeen: de organisatie, het bestaan uit verschillende deelen en het gebruik dier deelen voor bepaalde doeleinden, tot



Groep van zeekoralen.

voeding, tot voortplanting, tot uitscheiding van overtollige stoffen, enz.; aan beide groepen is eigen een ontstaan, een zich ontwikkelen en een vergaan.

Al deze kenmerken hebben de mineralen *niet*, en alle deze hebben planten en dieren met elkaar gemeen. Het is de vraag, of wij voldoende kenteekenen zullen vinden, om dieren duidelijk van planten te onderscheiden, om het begrip *dier* en het begrip *plant* zeker en bepaald uit elkander te houden. Daarbij zullen wij, wat zij overeenkomstigs hebben, moeten opzoeken en daarin de verschillen moeten aanwijzen.

Wij zullen vinden, dat de onderscheidingskenmerken niet absoluut doorgaan, dat zij dat alleen doen voor de hooger ontwikkelde vormen; in de lagere trappen van ontwikkeling zijn overal uitzonderingen te vinden.

Plant en dier hebben voedsel noodig — de plant *vindt* het, het dier *zoekt*

het. De plant neemt uit lucht en water koolzuur op, gebruikt de daarin aanwezige koolstof tot opbouw der cellen en blijft op deze wijze leven. Biedt men aan de plant schadelijke stoffen aan, zoo neemt zij deze ook op en zij sterft daarvan. Het dier *kiest* zijn voedsel. Wanneer dat, wat het aangeboden wordt, voor zijn lichaam niet geschikt is, dan versmaadt het dit. Wanneer dit wordt voortgezet, sterft het dier ook wel, doch niet, omdat het *schadelijk* voedsel, maar omdat het *geen* voedsel tot zich heeft genomen. De plant wordt *vergiftigd*, het dier *verhongert*.

De mensch kan wel is waar ook dieren vergiftigen, maar het dier, dat in den natuurstaat leeft, *kiest* zijn voedsel en kiest *geen* voedsel, dat hem *nadeelig* is. De koe op de weide vreet geen paardestaart (Equisetum) en geene daarmede verwante planten. Zij vreet deze wel in het hooi, wanneer het haar gesneden wordt gegeven; maar dat is dwang, die haar wordt aangedaan. Doch de plant haalt ook, wanneer zij in de vrije lucht staat, uit eenen voor haar niet geschikten grond, slechte sappen en vergaat.

Wanneer evenwel het dier zijn voedsel zoeken zal, dan moet het zijne *plaats kunnen verlaten*, het moet zich kunnen voortbewegen, of het moet althans verder kunnen reiken, dan zijn lichaam, wanneer het in rust is. Hert en haas loopen, wormen kruipen, polypen zitten gedeeltelijk vast op de eene of andere plaats, maar zij grijpen met de armen om zich heen, en halen uit het immer in beweging zijnde element, het water, datgene, wat ze noodig hebben en wat zij verdragen kunnen, zij *grijpen het* en *schijnen* het dus te *zoeken*.

Een onderscheidend kenmerk tusschen dier en plant schijnt dus in de *beweging* te liggen. Maar wij kennen verscheidene dieren, die tot de klasse der sponsen behooren en op den zeebodem vastgegroeid zijnde, geene beweging doen waarnemen. Ja, zelfs hooger georganiseerde dieren b. v. vele slakken en kreeften, welke parasitisch leven, schijnen vormlooze klompen zonder beweging te zijn. Tot groote verbazing van de natuurvorschers berichtte Johannes Müller van een slak, die na dien tijd beroemd is geworden en onder den naam *wonderslak* (Entoconcha mirabilis) bekend is en die parasitisch leeft in zeekomkommers (Holothurieën).

Er bestaan echter ook vele planten, welke tot de wieren behooren en die zich in de jeugd vrij in het water bewegen, doordat zij, als vele dieren, met behulp van fijne draden, trilharen, als met roeiriemen voortgaan; — een verschijnsel, dat den ontdekker er van, den plantkundige Unger in 1848 deed uitroepen: «de plant op het oogenblik der dierwording».

Als een ander punt van verschil tusschen dier en plant geeft men gewoonlijk de *gewaarwording* op; het dier bezit dit vermogen, de plant niet; maar als we eene Mimosa (kruidje roer mij niet) hare bladen bij de geringste aanraking zien samenvouwen en de 's nachts gesloten, als het ware slapende bladeren, zich bij den eersten zonnestraal zien ontsluiten, wakker zien worden,

— welk verschil is er dan op te geven tusschen dat en de levensuitingen van vele laaggeorganiseerde, vooral vastzittende dieren! En wat zal men dan zeggen van de insectenetende planten, de zonnedauw (Drosera), het groote vliegenvangertje (Dionaea), enz. die, nauwelijks door een niets vermoedend insect aangeraakt, hare blaadjes dichtklappen over het diertje en het gaan verteren! Wel is waar sluiten zij zich ook, als een steentje binnen het bereik van hare moorddadige wapenen komt, maar ze ontsluiten zich ook spoedig weer, daar zij het niet verteren kunnen.

Planten en dieren *scheiden stoffen*, die zij opgenomen hebben, *weder uit*. De plant echter alleen *in gasvormigen*, de dieren *in gasvormigen*, in *vloeibaren* en in *vasten toestand*, wat bij de planten nooit het geval is.

Zoo is ook het opnemen der voedingsstoffen zeer verschillend bij deze beide groepen van bewerktuigde lichamen. De planten nemen haar voedsel alleen in gasvormigen of in vloeibaren vorm tot zich; het dier daarentegen neemt grootendeels vaste voedingsmiddelen tot zich, ofschoon het ook vloeibare opneemt, het drinkt; maar zelfs het kleine infusiediertje vindt een nog kleiner diertje, hetwelk het inslikt, als vast voedsel (celwand) tot zich neemt. De visch, de mossel, de kever, zij eten allen vaste stoffen. De planten nemen, althans over dag, koolzuur op en geven zuurstof af, het ademhalingsproces der dieren is juist omgekeerd; de meeste planten bezitten bladgroen (chlorophyll), zetmeel en celstof (cellulose), de meeste dieren niet.

In het algemeen onderscheiden zij zich dus door den aard der stofwisseling en uit die verschillen blijkt tevens, dat de planten het leven voor de geheele dierenwereld mogelijk maken. Want alleen de planten kunnen uit anorganische stoffen, zooals de natuur die bevat, koolzuur, ammoniak, water en zouten haar organisme opbouwen en voeden en daaruit die stikstofhoudende stoffen toebereiden, welke de dieren voor hunne voeding behoeven en alleen verbruiken kunnen, omdat zij niet het vermogen bezitten, de ruwe natuurproducten tot bestanddeelen van hun lichaam te maken, te assimileeren. Het zou eene geheel vergeefsche poging zijn, een muis of een eekhorentje met koolzuur, waterstof, zuurstof of stikstof te voeden, maar in de tarwekorrel en in de hazelnoot zijn deze stoffen zóó verbonden en bereid tot zetmeel, tot suiker, tot vetten en aetherische olien, als het dier ze noodig heeft.

Intusschen zijn er ook hier weer uitzonderingen. Dat zijn aan den eenen kant de insectenetende planten, die zich wel is waar ook evenals andere planten kunnen voeden, maar toch ook dierlijk voedsel tot zich nemen en vervolgens de als parasieten op andere stoffen levende planten, zooals vele Orchideëen, die dan ook geen bladgroen bezitten en geen koolzuur als voedsel opnemen. Aan den anderen kant zijn er dieren, die zich in zoo verre als planten gedragen, dat zij, zooals de groene zoetwaterpolypen, bladgroen bezitten en, zooals de Ascidiën, met een mantel van celstof omgeven zijn.

Hierbij moet opgemerkt worden, dat de dieren, wat zij in den eenen vorm

van de planten ontvangen, haar in een anderen vorm teruggeven. Het koolzuur, dat de dieren uitademen, nemen de planten weer op en uit de overblijfselen der laatste bestaat de voorraadschuur, waaruit nieuw plantenleven kan ontkiemen, zoodat in de huishouding der natuur niets verloren gaat, maar alles een eeuwigen cirkelgang heeft te doorloopen.

Zekerder onderscheidingskenmerken dan de reeds genoemde vinden wij, als wij tot de kleinste deeltjes der planten en dieren, de cellen, de *elementair-organen*, zooals ze wel genoemd worden, teruggaan. De meeste plantencellen zijn door een vlies omgeven en zijn daardoor van elkaar afgesloten; de meeste dierlijke cellen zijn naakt, zonder huid; de eerste bewaren tijdens haar bestaan een grootere zelfstandigheid, zij zijn minder afhankelijk van elkaar, de laatste zijn meer ondergeschikt aan het geheele organisme, zij leiden wel een leven op zich zelf, maar hebben niet de zelfstandigheid der plantencellen.

Men heeft vaak een organisme vergeleken met een staat en werkelijk gaat die vergelijking goed op; de cellen zijn dan de individu's en door *verdeeling van arbeid* draagt ieder lid door zijne bijzondere werkzaamheid bij tot instandhouding van het geheel.

In dezen zin mag men zeggen: de plantencellen leven in eenen republikeinschen staat, de dierencellen in een monarchie; in den staat van de eersten geniet ieder lid eene grootere individueele vrijheid dan in dien van de dierencellen, waar de hoofdleiding meer gecentraliseerd is.

Planten en dieren *groeien*, maar de planten tot in het *oneindige*, zoo lang zij leven en gezond zijn (ouderdom is voor planten geen ziekte, zooals voor dieren), de dieren *slechts* tot dat de *ontwikkeling* van hun lichaam afgeloopen is. Er komt een tijd, na welken een dier niet grooter wordt, zoo lang het zich in den natuurtoestand bevindt (vetmesten is een onnatuurlijke toestand, en ook deze groei duurt dan niet voort tot aan den natuurlijken dood); maar de plant groeit zonder ophouden, zij moge grashalm of mahonieboom heeten; eerst de dood maakt aan dien groei een einde.

Dieren en planten hebben *deelen*, *leden*, *organen*: het dier van eene en dezelfde soort altijd een nauwkeurig *bepaald*, nooit vermeerderend of verminderend, de plant een buitengewoon wisselend *aantal*. Ieder weet dat tot het begrip hond, kat, paard, enz., vier pooten behooren; meer of minder is eene misgeboorte of een verminking. Wie kan zeggen, hoe vele takken er noodig zijn, om een zeker ding als rozestruik te erkennen — hoe vele bladeren, om een ander ding een kerseboom te moeten noemen. De rozeboom in den tuin van den buurman, die 30 takken heeft, is daarom niet meer of minder een rozestruik, dan die in mijnen tuin, welke slechts 4 takken heeft. Maar een dier dat zes pooten heeft, zal niemand voor een zoogdier houden, men noemt dat dier «insect», en een dier zonder pooten noemt men worm of slang, made of visch.

Wij zien uit deze voorbeelden, dat het getal van vier pooten volstrekt niet

tot het begrip «dier» behoort, want er zijn dieren met meer en met minder pooten. Maar het *altijd gelijk blijvend aantal* behoort daartoe, terwijl het gelijk blijven van een getal bij eene plant in het geheel niet voorkomt. Een eikeboom is een volledige boom even goed, als hij twee dan wanneer hij twintig takken bezit, even goed met 500 als met 10,000 bladeren.

Hieruit volgt, dat er eene *bepaalde grens* voor den groei in het dierenrijk, en *dat er niet zulk een grens* voor het plantenrijk bestaat. Het laatste kan daardoor des te beter voldoen aan zijne bestemming, om organische stoffen uit de verbinding van anorganische elementen, ten gebruike voor dieren, te bereiden. Het verbruikt zelf niet, het hoopt op ten gebruike. Iedere plant, is eene voorraadschuur, ieder jaar wordt daarin eene nieuwe hoeveelheid voedsel voor hooger bewerktuigde schepselen nedergelegd (of iedere dag, bij de planten, die slechts een half jaar leven), en daarom groeien zij voortdurend.

Zoo is het niet met het dier. Dit *hoopt niet op, het verbruikt.* De organische stoffen, die het tot zich neemt, worden gedeeltelijk in andere organische stoffen omgezet, die tot *voeding* van het dier dienen en worden gedeeltelijk uitgescheiden. Behalve deze worden ook andere stoffen, welke niet meer voor het lichaam bruikbaar zijn, verwijderd; het dier *neemt toe*, zoolang het meer opneemt, dan het langs de vele uitscheidingswegen, die het bezit, afgeeft; het dier blijft van het oogenblik af in *gedaante*, *grootte*, *sterkte* hetzelfde (het is ontwikkeld, volwassen), als de *opneming* van organische stof en de *afscheiding* van verbruikte stof tegen elkander opwegen; het dier *neemt* af (het veroudert, wordt zwakker), wanneer het *niet meer zoo veel opneemt* als het uitscheidt, d. i. niet zoozeer, wanneer het minder eet, als wel wanneer het minder verteert en in zich opneemt. Het veel eten maakt niet groot en sterk, dat zien wij aan te sterk gevoede kinderen, maar wel het *opnemen*, het assimileeren van het gebruikte.

Wanneer eindelijk het proces van het organische leven zoo ver is gevorderd, dat zulk een opnemen volstrekt niet meer plaats heeft, dan volgt de dood, en de organische stof wordt ontbonden en gaat weder in anorganische over.

Met betrekking tot de hoogere planten en dieren kunnen wij nog eenige onderscheidingskenmerken opgeven en aanwijzen, hoe zij verschillen in den grondslag hunner vormen.

De vorm der deelen van een organisme toch is in het algemeen volkomen bepaald, zoodat men uit ieder afzonderlijk been tot het dier, waaraan het behoorde, uit iedere bloem en iedere vrucht, ja, zelfs uit de meeste bladeren de geheele plant kan afleiden.

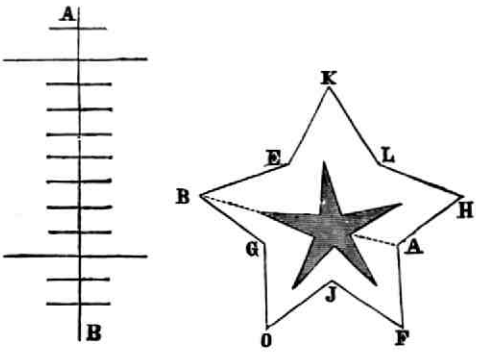
De lezer zal vragen: hoe is het mogelijk, een oorspronkelijk type, een grondvorm aan te geven, waarin de vele duizenden dieren- en plantenvormen te herkennen zijn? En toch is dit zeer gemakkelijk, ofschoon juist in die eenvoudigheid van het vraagstuk zijne moeielijkheid ligt — het is het ei van Columbus.

Het dierlijk lichaam is zóó gebouwd, dat men het door ééne doorsnede in

twee gelijke helften kan verdeelen. Dit is bij geene plant anders dan bij toeval mogelijk, maar bij het dier is het eene wet, men noemt deze bouw «symmetrisch.» Zoodra dit woord is uitgesproken, ziet ieder terstond de juistheid der bewering in, en weet ook dadelijk, hoe de doorsnede loopen moet, om eene muis, een musch, een kikvorsch, eene slang, eenen visch in twee gelijke helften te verdeelen. Maar niemand zou het wagen, te beweren, dat hij eenen palmboom, eenen aardbeziënstruik, eene varenplant, eenen grashalm in twee *gelijke* helften kan verdeelen.

Ook bij de dieren, even goed als bij de planten, bestaat eene oneindige verscheidenheid van vorm. Men maakt derhalve terecht onderafdeelingen, en zegt, dat de eigenlijke symmetrie alleen aan de volkomene dieren eigen is, aan de gewervelde dieren, waarvan wij de voornaamste vertegenwoordigers namelijk zoogdieren, vogels, reptiliën, amphibiën en visschen, reeds hebben genoemd. Maar ook de lagere dierklassen maken aanspraak op iets dergelijks, al is het dan niet geheel hetzelfde. Bij vele wormen en insecten is nog symmetrie, zij zijn allen nog op ééne wijze in twee gelijke deelen te verdeelen en wel slechts op *eene* wijze, niet op twee of meer. Dit laatste is echter het geval bij alle straaldieren, d. i. bij de zeesterren, polypen, enz. Eene schets hiervan is gemakkelijk te geven: de hooger bewerktuigde dieren kan men door eene rechte lijn, met rechts en links daarvan uitgaande dwarsstreepen, de polypen door eene ster met een aantal stralen voorstellen.

In de eerste der volgende figuren, is *A B* het deelvlak, waarin altijd de geheele wervelkolom of het midden van den rug aan de rugzijde, het midden der borst aan de buikzijde ligt. De ter zijde uitstekende lijnen duiden armen, voeten, vinnen, vleugels aan, of hoe men de langere ledematen ook noemen moge, zij zijn verschillend naar de groep, waartoe de dieren behooren. De andere, kortere, zijdelingsche lijnen stellen de ribben, graten, hoornachtige ringen (bij de insecten en kreeften) voor, en zij zijn, evenals de langere uitsteeksels, altijd gepaard.



Tweezijdig symmetrische en straalsgewijs symmetrische bouw.

In de tweede figuur, het schema voor vele lagere dieren, vindt men eene straal- en stervormige gedaante, waarom zij dan ook Radiaten, straaldieren, genoemd worden. Ook hier is eene verdeeling in twee gelijke deelen mogelijk, doch niet meer *slechts op ééne*, maar bij de voor ons liggende schets op *vijf* verschillende wijzen, zooals van *A* naar *B*, enz., altijd van eenen

inspringenden hoek naar eenen uitspringenden, zooals de letters *E F*, *K J* enz. aanwijzen. De op velerlei wijzen mogelijke verdeeling is een kenmerk der *lagere* dieren.

Er zijn echter ook weder uitzonderingen. De infusiediertjes, en ook hoogere ontwikkelde dieren, zooals enkele visschen, die tot de familie der Pleuronectae behooren, b. v. de schol en de bot kunnen niet symmetrisch verdeeld worden, omdat bij de laatste de kop gedraaid is, de mond scheef staat en beide oogen aan eene zijde geplaatst zijn.

De hoogere planten hebben bij al haar verschil in vorm, toch ook een grondtype, n. l. het wortelen in den bodem, het uitspreiden van de bladeren in den dampkring, en het verbinden der wortelkroon met de bladerkroon door eenen loodrechten stam, hoe kort die ook zijn moge; aan dezen loodrechten stam zijn nog (meer of minder) horizontale takken en wortels bevestigd.

Het is zeer merkwaardig, dat in beide groepen, dieren en planten, dat wat zij regelmatigs en onregelmatigs hebben, met elkander afwisselt. Bij het dier is het *geheel* symmetrisch, bij de plant het *deel*. Bij het dier is het deel niet symmetrisch, terwijl dit bij de planten met het geheel niet het geval is.

Wij willen dit nader verklaren. Eene hand, een voet kan niet *zóó* verdeeld worden, dat de beide helften gelijk zijn; een arm, een been evenmin, zelfs niet een der beenderen van den arm, zelfs niet eene rib. Bij de plant zijn de bladeren symmetrisch (met uitzondering slechts van de weinige scheve), bijna altijd zijn de bloemen, de vruchten het ook; het komt zoowel voor, dat zij in *twee* deelen verdeeld kunnen worden als in meerdere. Bladeren kunnen slechts op *ééne* wijze in twee gelijke deelen verdeeld worden, de vruchten op twee (noten, perziken), of op vele (meloenen, oranjeappels), ja soms op een ontelbaar aantal wijzen, zooals alle kogelvormige, wanneer men althans geen acht slaat op de plaats, waar de kern zit, wat ook niet noodig is, daar hier slechts sprake is van den uitwendigen vorm; ook het in twee deelen verdeelde zoogdier is *inwendig* niet symmetrisch: let slechts op de ligging van het hart enz.

Alle organismen hebben eene as (stam, wervelkolom, middellijn van den romp); de planten zijn van de dieren daardoor onderscheiden, dat hare as altijd loodrecht staat, terwijl de dieren daarentegen (met uitzondering van den mensch) eene horizontaal liggende as hebben. Wij moeten wel is waar ook hier toegeven, dat de afscheiding niet streng kan worden genomen, daar de polypen en straaldieren ook eene vertikale as hebben, maar de planten hebben *uitsluitend eene vertikale as* en in allen gevalle zijn de dieren daardoor in hunnen stand van de planten onderscheiden, dat hunne as verschillende richtingen kan aannemen, terwijl de planten slechts die ééne richting, van onderen naar boven hebben. Maar de natuur is eene verklaarde vijandin van alle stelsels; er zijn ook hier uitzonderingen, n. l. de kruipende planten.

Wij hebben dus gezien, dat de vraag naar de verschillen tusschen planten en dieren niet algemeen doorgaande is te beantwoorden, dat een vaste scheidings

wand tusschen de beide rijken niet opgesteld kan worden. Welke van beide het eerst op aarde opgetreden zijn, de planten of de dieren, is gemakkelijk op te geven. Het waren de planten.

Dat moet ieder duidelijk zijn, die bedenkt, dat wel planten zonder behulp van dieren bestaan kunnen, maar niet dieren zonder planten; zelfs de leeuw en de reuzenslang kunnen de planten niet missen, hoewel beide op een hooizolder of in een korenschuur ontwijfelbaar zouden verhongeren; maar de leeuw die geen blad, geen grasspriet, geen vrucht als voedsel tot zich neemt, voedt zich met plantetende dieren, zonder planten zouden de laatste niet bestaan, derhalve kan de leeuw zonder planten niet leven. Ditzelfde geldt van den adelaar, van de krokodil; zelfs de zwaluw, die alleen van insecten leeft, zou in een woestijn zonder planten niet leven kunnen, omdat daar ook geene insecten kunnen voorkomen.

Behalve deze reden, die voor ieder duidelijk is, is er nog een andere. De dieren, voor zooverre ze door longen ademen, kunnen een overlading van den dampkring met koolzuur niet verdragen. En daar wij moeten aannemen, dat er veel koolzuur aanwezig was, was het noodig, dat die hoeveelheid eerst sterk verminderde en dat konden de planten doen, die juist sterk groeien in een veel koolzuur bevattenden dampkring, doordat zij deze stof als voedsel gebruiken.

De archieven der voorwereld toonen ons uit de vroegste tijdperken alleen waterdieren, die de in het water opgeloste lucht voor de ademhaling gebruiken en uit de volgende Amphibiën, die nog heden ten dage met zoodanige ademhalingswerktuigen zijn toegerust, dat zij de zuurstof der lucht tot op eene zekere hoogte ontberen kunnen, of juister uitgedrukt, die kunnen leven in eenen zuurstofbevattenden dampkring, waar zooveel koolzuur aanwezig is, dat een warmbloedig dier, een vogel, een konijn reeds bij den eersten ademtocht er in zou sterven.

Planten der Voorwereld.

In het voorgaande hoofdstuk hebben wij over de bewerktuigde wezens in het algemeen gesproken en over het onderscheid tusschen planten en dieren. Ook hebben wij de vraag beantwoord, welke van deze beide groepen het eerst daar was, om de aarde te bevolken en deze werd ten gunste der planten beslist. Wij moeten thans deze groep in hare laagst ontwikkelde vertegenwoordigers wat nader beschouwen.

In alle organismen speelt de cel eene hoofdrol. Zij is bij alle boven den laagsten trap van het leven staande organismen het eerst-*herkenbare*, wanneer zij al niet het eerst-bestaande is. Nog meer oorspronkelijk dan de cel, waarvan een kenmerk is, dat er een kern aanwezig is, die in de protoplasmamassa zweeft, is het kernlooze protoplasma. De cel is echter het eigenlijke individu der plant.

De cel groeit, door stoffen op te zuigen, zoo lang als de celwand het toelaat. Zij vergroot ook wel door voeding den celwand, zij vormt nieuwe cellen in haar binnenste, doet zoo eene vereeniging van cellen ontstaan, òf zij deelt zich door insnoering in tweeën, welke deelen zich van elkaar scheiden (voortplanting door deeling) en volkomen gelijk van vorm zijn, òf er ontstaat op eene bepaalde plaats een uitsteeksel, dat tot een cel aangroeit en zich van de moedercel geheel of ten deele afscheidt (knopvorming), òf de celvereeniging stoot door verscheuring van haren wand een groep van cellen uit, die zelfstandig gaat leven, òf eindelijk, zij stoot slechts ééne cel, eene kiemcel, *spore* uit, die op dezelfde wijze een nieuw organisme vormt (sporenvorming).

Dit zijn de eenvoudigste voortplantingsprocessen. Het microscoop heeft ze ons leeren kennen. Zij zijn aan planten en dieren gemeen, toch komt de knopvorming bij dieren slechts weinig, bij planten daarentegen algemeen voor.

Het algemeene verschil tusschen een planten- en een dierencel is reeds vroeger

(bladz. 86) opgegeven. Daarmede hangt samen, dat de eerste tijdens haar geheele leven een zekere stijfheid vertoont, terwijl de dierencel zich door groote bewegelijkheid kenmerkt en hare stof door het sterkere, krachtiger leven meer onophoudelijk verandert. Bij het dier is de cel op zich zelve ondergeschikt aan het geheel, bij de plant blijft de cel tot in den hoogsten ouderdom onveranderd. Steeds vormen zich nieuwe cellen, die zich aan de aanwezige aansluiten, zich door osmose voeden en vergrooten, de naast haar gelegene cellen helpen voeden, nooit gaat het voedsel rechstreeks van de eene cel in de andere over. Het gebeurt wel bij de planten, dat twee cellen zich verbinden tot ééne, dat eene derde en vierde cel zich in dezelfde richting aan de vorige aansluit, dat dit in eene tamelijk lange rij zoo voortgaat en er op die wijze buizen gevormd worden; maar deze buizen zelve zijn slechts vergroote cellen, zij zijn geheel begrensd zonder opening, zonder verbinding met andere buizen, zij zijn nooit met de aderen in het dierlijk organisme te vergelijken, en behouden steeds het karakter van eene cel, zijn door eenen wand van andere cellen gescheiden en nemen slechts door opzuiging aan de stofwisseling deel.

Hetzelfde heeft plaats tot aan het uiterste einde der plant. De cellen zijn overal gesloten. De meening, dat zij poriën hebben, tot opneming en afscheiding van stoffen, berust op onvolkomen waarnemingen. De uiterste wortelvezel is evengoed gesloten, als de uiterste punt van een blad; het voedsel komt alleen door opzuiging in de plant. De echte dieren hebben minstens ééne opening voor het opnemen van voedsel, die dan tevens dient om de onbruikbare stoffen uit te werpen. Meestal echter hebben zij er twee, hooger georganiseerde zelfs drie, n. l. twee voor het uitscheiden van vloeibare en vaste stoffen. Eindelijk hebben deze laatste nog een ontelbaar aantal poriën voor het naar buiten voeren van dampvormige stoffen. Dit zijn alle voorrechten van hooger bewerktuigde schepselen en een bijzonder voorrecht der dieren, wat echter de schrijver niet benijdenswaardig vindt, en waarvan hij de dieren gaarne ontslagen zou zien, daar het *meer* tot zich nemen, dan er wordt verbruikt, en het walgelijke naar buiten brengen van het niet verbruikte in den vorm van vaste en vloeibare uitwerpselen, zooals neusslijm, speeksel, zweet enz., volstrekt niet iets is, dat hij als een *voorrecht* van dieren boven de planten beschouwt. Het is echter nu eens zoo, en het kenmerk eener *lagere* bewerktuiging is het *gemis* van al deze onaangename zaken, zonder welke echter de hooger bewerktuigde schepselen niet kunnen bestaan; want wij weten bij ondervinding, dat het stilstaan van eene van deze werkingen altijd den dood ten gevolge heeft.

De eenvoudigste plantaardige organismen, voor zooverre wij die tegenwoordig kennen, zijn geheel uit aan elkander gelijke cellen saamgesteld, waarbij geen onderscheiding in wortel, stam en as is waar te nemen, en waaraan derhalve ook bladeren, bloemen en vruchten, kenmerken van hóogere bewerktuiging, ontbreken. Deze laagste planten vermeerderen zich door vrijkomende cellen, welke men *sporen* noemt, zooals de *Algen* (wieren), die oorspronkelijk wel

uitsluitend in het water zullen geleefd hebben en eerst later ook op het land zich ontwikkelden.

Wanneer wij over de oudste flora 1) der Voorwereld spreken willen, moeten wij ons tot deze eerste vertegenwoordigers van eene plantaardige bewerktuiging wenden; zij zullen wel het eerste geweest zijn, wat er bestaan heeft. Exemplaren van wieren der voorwereld vinden wij wel is waar niet (om bewaard te blijven, was hun lichaam ongeschikt), maar eene laag van een zeer oud sedimentgesteente verraadt ons hun bestaan.

De onderste laag der uit het water afgezette vaste massa is de oorspronkelijke leisteen (urthonschiefer), eene vaste, dichte kleimassa, het oudste zeeslib van het toen nog wel heete, maar later kouder wordende water, dat de aarde bedekte. Deze klei, die, als zij fijnschilferig is voor schrijflei en dakplaten, en als zij uit dikkere lagen bestaat, voor slijpsteenen wordt gebruikt, is groenachtig, bruingrauw of zwart. In de beide laatste gevallen is de kleur het gevolg van bijgemengde, fijn verdeelde kool. Men vermoedt, dat in deze lei de eerste sporen van planten, de wieren, aanwezig zijn, onkenbaar, omdat hare samenstelling te teer en te week is, dan dat zij wederstand bieden kon aan de hooge drukking en den hoogen warmtegraad, indien ten minste die hooge temperatuur het ontstaan van elk organisme niet verhinderde, en de kool derhalve wellicht *zonder vorm*, alleen als neerslag uit het aanwezige koolzuur is ontstaan.

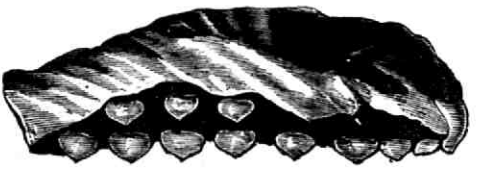
Een ander geslacht van laag georganiseerde planten wijkt zoo zeer in anatomischen bouw, in de wijze van voeding en in levenswijze van alle andere planten af, dat zij eene afzonderlijke plaats innemen, zoodat Haeckel geneigd is, ze uit het plantenrijk in het protistenrijk over te brengen: het zijn de zwammen, die men met de parasitische (woeker) dieren zou kunnen vergelijken, welke van andere gestorven organismen leven; zooals de *wormen* van de *lijken van dieren* leven, zoo leven de *paddestoelen* van de *lijken van planten*. Hun bestaan onderstelt derhalve reeds een vroeger bestaan van andere planten. Daar men in de oudste leilagen ook reeds sporen van kleine paddestoelen heeft ontdekt, leveren deze een indirect bewijs, dat vóór hen reeds andere planten bestonden, waarvan zij konden leven, en waaraan zij hun bestaan te danken hadden. . Misschien zijn zij uit draadwieren ontstaan, die hunne zelfstandige levenswijze opgaven en tot parasieten werden. Meer waarschijnlijk is het echter, in verband met de hun toekomende afzonderlijke plaats, dat zij zich van het begin af zelfstandig ontwikkeld hebben. Is dat zoo, dan zijn zij op wieren gaan woekeren — en het merkwaardigste daarbij is — zoowel de waard als de parasiet gaven hunnen vroegeren levenstoestand op en vereenigden zich met elkaar tot nieuwe organismen, de *korstmossen*. Dat aan deze geen afzonderlijke

1) Flora van eenige plaats of streek, of van eenig bepaald tijdperk, noemt men al de planten te zamen genomen, die op die plaats of in dat tijdperk voorkomen.

VERT.

plaats in het plantenrijk toekomt, dat zij bestaan uit zwammen op wieren woekerend, is volgens de nieuwere onderzoekingen van Schwendener, de Bary, e. a. niet twijfelachtig meer. Overigens zijn alle sporen van voorwereldlijke zwammen, die men vindt, zoo weinig scherp, dat het beeld, hetwelk men zich van deze voorwerpen zou willen maken, zeer onzeker wordt, en dit des te meer, omdat, tegelijk met deze flauwe, nauwelijks herkenbare afdrukken van gesteelde zwammen, ook de duidelijker zichtbare sporen voorkomen van bladeren van bruinwieren, in lange, bandachtige strooken, die soms zelfs duidelijk vertakt zijn. Waar men met meer zekerheid zwammen meent te herkennen, daar zijn het afzonderlijke, kogelvormige massa's in eene andere soort van klei dan die, welke de onderste laag van gemelde leisteen vormt. De weeke paddenstoel, geheel ingesloten door de omgevende massa, kon — evenals eene door water omhulde blaas — eene ontzaglijke drukking verdragen en bleef onveranderd, terwijl de klei door de drukking tot lei werd. Daarna werd de stof, waaruit hij bestond, door de omgevende lei opgenomen en ontstond er een ledige ruimte, waarin kiezelzuurhoudend water drong. Het kiezelzuur daaruit zette zich af, verhardde en deed den afdruk ontstaan.

Hoe voorzichtig men zijn moet bij het beoordeelen van versteende voorwerpen



Kaak van een hagedis uit de voorwereld.

en hoe licht men zich kan bedriegen, kan de hierbij gevoegde afbeelding bewijzen van eene bij Stonesfield gevondene versteening, beschreven in het prachtwerk van Duncker en v. Meyer: «Palaeontographica». Wie zou er aan twijfelen, of het zijn paddenstoelen, die men ziet; men zou op het eerste gezicht meenen, dat het jonge champignons zijn, en toch is dit geenszins het geval, ja, er is zelfs niet de geringste verwantschap tusschen deze voorwerpen en de gewaande paddenstoelen: het zijn de *kiezen* van een reuzen-hagedis uit den voortijd!

Wanneer er eens organismen van deze of gene soort bestaan, dan vermenigvuldigen zij zich uit eigen beweging door voortplanting; bij de laagste planten door cellen, die zich uit de bestaande cellen afscheiden; bij de paddenstoelen door een stof, hetwelk men ook met de voortreffelijkste microscopen nog niet als *zaad* heeft kunnen herkennen, en dat toch zaad moet zijn, daar het ontwijfelbaar vast staat, dat juist uit dit stof nieuwe paddenstoelen ontstaan; n. l. een draadvormig lichaam, dat men hyphen noemt.

Of iets dergelijks in het water, dat men de oorspronkelijke zee kan noemen, of op het eerste land, dat uit deze oorspronkelijke zee boven kwam, ontstaan kan zijn, is zeker niet zonder grond gevraagd en betwijfeld geworden, want de temperatuur van het water en van de daaruit opgerezen aarde moet voorzeker zeer hoog zijn geweest; en ofschoon zij ook op het tijdstip, waarop de eerste planten ontstonden, niet meer zoo hoog was, overtrof zij toch den hoogsten warmtegraad, dien organische stoffen kunnen verdragen, wanneer zij ontkiembaar en levensvatbaar zullen blijven. Bij 75° C. stolt de eiwitstof, en het niet stollen van deze is eene levensvoorwaarde; ja, men behoeft het ei niet eens zoo hoog te verhitten, om het ongeschikt voor uitbroeding te maken.

Het is bekend, dat de Egyptenaren hun gevogelte kunstmatig uitbroeden in daartoe ingerichte ovens; eene gewoonte, die zoo oud schijnt te zijn, dat zelfs de natuur zich daaraan langzamerhand heeft onderworpen; want de hoenders en ganzen die kunstmatig uitgebroed zijn, broeden in die streken zelve niet; zij leggen eieren, die volkomen rijp zijn en die hun geslacht voortplanten, maar zij zelve nemen de uitbroeding niet op zich. Het klimaat is daarvan de schuld niet, want Europeesche hoenders, die door de Europeanen naar Alexandrië of Caïro gebracht zijn, leggen hunne gewoonte niet af. Ook broeden alle overige vogels, die in den natuurstaat leven, daar even goed als op hoogere breedten.

Deze kunstmatige wijze van broeding heeft de natuuronderzoeker zich ten nutte gemaakt, om de natuur in hare werkplaats te bespieden. Men brengt eenige dozijnen goede eieren in eene met katoen bekleede blikken doos, zet deze met hare ondervlakte op een even groot vat met water, hetwelk zoodanig verwarmd wordt, dat een daarin geplaatste thermometer voortdurend 40° C. aanwijst. De ruimte om de eieren, door watten goed beveiligd tegen te sterke en plotselinge luchtverversching, heeft nu den warmtegraad, die voor het opwekken van het leven er in noodzakelijk is, $38^1/_2$° C.; en wanneer men nu dagelijks een ei opent, kan men de geleidelijke ontwikkeling van het dier waarnemen. Eerst vertoont zich aan den buitensten omtrek van den dooier een kloppend punt (dat is het zoogenaamde springende punt, dat later het hart zal worden), vervolgens ziet men een paar blauwe punten (de oogen) onstaan, enz. Dit onderzoek is hoogst leerzaam en heeft ons een groot aantal merkwaardige feiten doen kennen. Een hooge mate van voorzichtigheid is echter bij zoodanige proefneming, die drie weken duurt, onmisbaar; want indien de warmtegraad in de trommel slechts een enkele maal tot 50° C. stijgt, dan heeft het leven van alle dieren, die nog aanwezig zijn, opgehouden, het eiwit stolt, en men heeft gekookte eijeren in plaats van uitgebroede.

Wanneer het nu niet kan worden ontkend, dat de aarde en het haar omgevende water zoo warm was, ja veel warmer nog, dan volgt daaruit, dat het eiwit moest stollen en daardoor de levensvatbaarheid verloren moest gaan.

Het is zeer merkwaardig, dat deze gevolgtrekking, hoe juist zij voor hooger bewerktuigde dieren en planten zij, toch voor lager bewerktuigde schepselen niet schijnt te gelden, zooals opzettelijk genomen proeven hebben bewezen. Daardoor is aangetoond, dat zekere lage organismen, die de rotting veroorzaken, bacteriën (splijtzwammen), hooge temperaturen kunnen verdragen; volgens de proeven van Brefeld worden de sporen van Bacillus eerst bij een temperatuur, hooger dan die van kokend water gedood en in vele heete minerale bronnen, wier temperatuur niet veel onder die van kokend water ligt, groeien planten.

De voortplanting van zulke lage organismen geschiedt vaak zeer snel.

Een aarden schotel met water, die op een zonnige plaats staat en steeds met water gevuld wordt gehouden, is spoedig met een laag glad slijm bedekt, dat groenachtig wordt en eindelijk onder het microscoop zijne plantaardige natuur ontwijfelbaar toont; een zomer is voldoende, om een laag te vormen, die twee maal de dikte heeft van den rug van een mes; in een vijver zal het water (als er geen levendige stroom in is, wat nadeelig op de plantenvorming werkt) reeds na eenige jaren een verscheiden voeten dikke laag zoog.slib op den bodem hebben doen afzetten, die bijna geheel van plantaardige natuur is en waarin alleen die minerale bestanddeelen voorkomen (klei, kiezel of kalk), die in het toevloeiende water opgelost waren en die, welke zich bij de voeding der planten tegelijk afzetten.

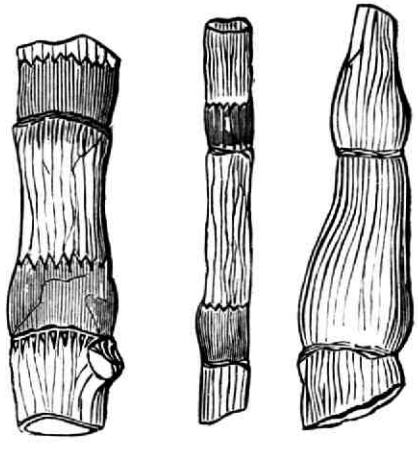
Op zulke, voor de meeste planten zeer voedingrijke ophoopingen ontwikkelen zich langzamerhand vele moerasplanten, vooral paardestaarten, riet en bies.

Wij hebben reeds opgemerkt, dat, wanneer wij het ontstaan van dieren, zonder dat er door reeds levende de kiem voor geleverd wordt, aannemen, wij dat in allen gevalle alleen mogen doen voor de eenvoudigste organismen. Want hooger ontwikkelde ontstaan zonder twijfel steeds uit reeds bestaan hebbende dieren. Wel is ons ook de individueele ontwikkeling van een hooger organisme uit een kiem, zaad of ei een zeer groot raadsel, wel is de directe ontwikkeling van een levend wezen nooit waargenomen en zal misschien nooit waargenomen worden, maar dat het niet kan gebeuren, is niet te bewijzen en het schijnt bijna een noodzakelijke logische eisch eene generatio aequivoca in den oudsten tijd aan te nemen, die echter beperkt blijft tot de meest eenvoudige organismen. Van deze uitgaande is dan de geheele verscheidenheid van de levende wereld door geleidelijke ontwikkeling, als gevolg van wijzigingen in den bouw, waardoor zij beter geschikt worden voor nieuwe levensvoorwaarden en door overerving van die nieuwverkregen eigenschappen, te verklaren. Volgens de leer van Darwin is dan verder de natuurlijke teeltkeus het middel, waardoor de door de natuur met eigenschappen begunstigde vormen, in den strijd om het bestaan, waarvoor zij beter toegerust zijn dan andere, behouden blijven, terwijl de minder begunstigde concurrenten bezwijken en sterven, als zij niet geschikt worden voor de telkens veranderende levensvoorwaarden. De geboorteplaats

der organische wereld is zonder twijfel de zee en wie weet, of tegenwoordig nog niet in den schoot der zee lagere schepselen zonder behulp van kiemen ontstaan. Vele natuurvorschers nemen die wijze van ontwikkeling voor enkele zwammen aan!

De oudste eigenlijke planten, welke in die oorspronkelijke zee optraden, waren wieren en als men bedenkt, dat wij nu nog meer dan zes duizend vormen van deze groep kennen, mag men aannemen, dat de zee in dien tijd er van wemelde. De wieren hebben een grooten rijkdom aan vormen en schitterende kleuren, zooals de hoogstontwikkelde, de Florideeën, welke een rozeroode of purperroode kleurstof naast de groene bezitten. Wij kennen ze als eencellige wezens, in den vorm van vertakte draden, van uitgebreide vlakken, tot zelfs in vormen, die op de hoogere planten gelijken, hoewel er geen stengel, wortel en bladeren aangetroffen worden en zij zijn het ook, die de oppervlakte van den Atlantischen oceaan met drijvende weiden bedekken, het zoog. sargassowier. Hoewel de rijkdom van vormen in de voorwereld wel veel grooter zal geweest zijn dan tegenwoordig, zijn slechts weinig soorten als fossielen bewaard gebleven, omdat de weeke geleiachtige lichaamsmassa hiertoe niet geschikt was. Toch kent men nog omstreeks 180 soorten uit de oudste lagen van het Silurische stelsel. Op het land leefden slechts weinige wieren, maar des te meer zwammen, die waarschijnlijk daarop gevolgd zijn en waarvan er ook eenige als fossielen bewaard gebleven zijn.

De korstmossen moeten, zooals reeds opgemerkt is, als eene vereeniging van wieren en zwammen beschouwd worden. Ook van deze en van de iets hooger staande mossen zijn slechts weinige fossiel tot ons gekomen, daarentegen vinden wij een grooter aantal paardestaarten in versteenden toestand van de dikte en lengte der sterkste steigerpalen (zie nevensgaande afbeelding), met eene verwonderlijk schoone geleding, eene sterke ontwikkeling van den stam, met draadvormige bladeren, een kroon, een kiezelhoudende bast, terwijl de tegenwoordig levende vormen slechts zeer klein zijn.

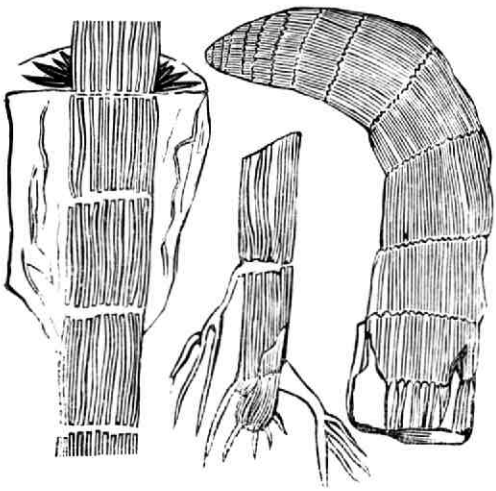


Versteende paardestaarten.

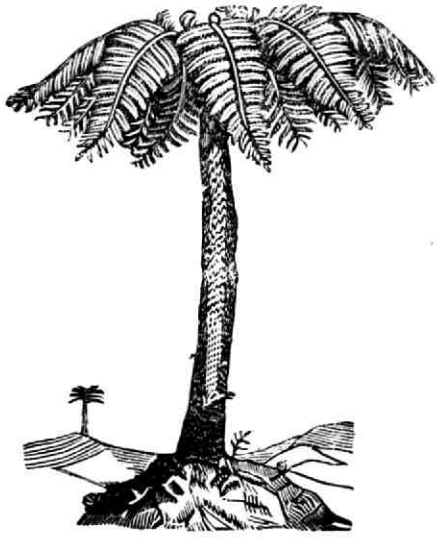
Ook reusachtige *calamussoorten* (klimpalmen), met een dikken stam en breede en stevige bladeren, hebben, dank zij hunne stevige samenstelling, aan de vernielende werking van de verrotting en de beschadiging door daarop afgezette massa's klei en zand beter weerstand kunnen bieden. Daarom treffen wij in de oudste sedimentgesteenten, waarin nog versteeningen voorkomen, in den

grauwak, deze vormen in groot aantal en zeer duidelijk herkenbaar aan.

Hetzelfde is het geval met eene plantengroep, die wij tegenwoordig, in vergelijking met de daarmede verwante soorten der voorwereld, ook slechts in zeer kleine vormen nog aantreffen, de *varens*, die bij ons in schaduwrijke, vochtige bosschen, dichte boschjes van levendig frisch groen vormen met getande of vedervormige, als een waaier uitgespreide bladeren, en die in de warmere landen in zeer vele soorten voorkomen, veel grooter zijn, ja dikwijls boomachtig, met eenen stam van meer dan 6 meter hoogte (zie de bijgaande figuur) worden. Maar deze hoogte beteekent niets in vergelijking met de stammen van varens, welke men versteend vindt, en haar aantal is zóó ongemeen groot, dat men reeds 500 geheel van elkander verschillende soorten heeft ontdekt.



Versteende calamus-soorten.



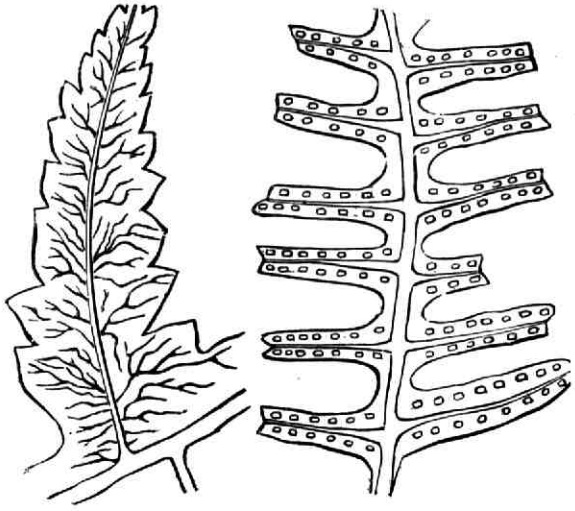
Boomvaren.

De varens bieden sterk weerstand aan de verrotting, evenals de stammen der palmen, en het *hout* der cactussen. Dit zal wel de reden zijn, waarom men dikke, uitgestrekte kolenbeddingen vindt, van 16 meter dikte, die bijna geheel uit varens bestaan. Dáár, waar de kool leiachtig is, zijn het vooral de bladeren geweest, die haar vormden; in de meeste steenkolen ziet men daarvan duidelijk de afdrukken. Veel beter zijn zij bewaard gebleven in de leisteen, waarin men ze zoo volkomen heeft gevonden, dat zelfs de teerste vezeltjes, de fijnste draden van het netvormige aderweefsel nog herkenbaar zijn (zie de afbeelding op de volgende bladzijde), ja, dat men door middel van het microscoop zelfs nog de fijne streepjes aan de onderzijde der bladeren zien kan,

met de sporedoosjes en in deze de sporen, ofschoon in verkoolden toestand.

Men staat verbaasd over de ontzaglijke menigte planten, die daar moeten hebben gestaan, over de scheppende en voedende kracht der aarde, wanneer men hoort, dat er steenkolenbeddingen zijn, waarin stammen van 20 meter lengte met hunne wortels goed bewaard rechtopstaan, en dat van deze de wortels in de leisteen staan, maar daarboven, tot verre boven de uiteinden der afgebroken stammen, alles vaste kool is, die enkel uit de samengeperste bladeren van zulke varen-, palm-, riet- en biessoorten bestaat.

De afdrukken van zulke planten, als waarvan wij hier spraken, treft men in het geheel niet in de alleroudste gesteenten aan. Deze vertoonen alleen de hoogst eenvoudige celplanten en, wegens de broosheid, waarvan wij reeds



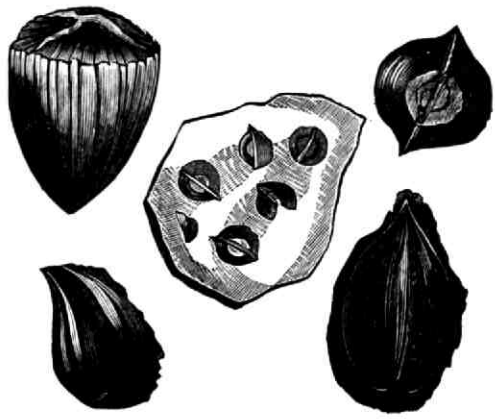
Afdruksels van varens.

spraken, zelfs deze slechts zeer zelden zoo goed bewaard, dat men er zich een denkbeeld van maken kan.

De tweede periode, onmiddellijk op de oudste volgende, is die der varens en te gelijk daarmede, treden als oudste kolenvormingen de steenkolen op en het is ontwijfelbaar, dat zij werkelijk van plantaardigen oorsprong zijn, daar niet slechts afdruksels van planten daarin voorkomen, maar zij zich hier en daar tot in het oneindige in bladen laten splijten, tusschen welke men dan nog de goed bewaarde takken, de stammen en de vaste kernen of de houtachtige vruchten aantreft, waaraan men de soorten kan herkennen, uit welke de opeenhoopingen van koolstof zich langzamerhand vormden. Zoo vertoonen ons de figuren op de volgende bladzijde de vruchten van

Trigonocarpen en Cardiocarpen in groote volkomenheid, zooals zij zeer dikwijls in de steenkolenformatie gevonden worden en die door vele paleontologen als de vruchten van palmen worden beschouwd.

Wat de planten betreft, waaruit de steenkolen ontstonden, zou men in twijfel kunnen trekken, of zij op de plaatsen, waar zij zich nu bevinden, ook werkelijk gegroeid zijn of dat zij daarheen zijn gedreven en men heeft zelfs in den laatsten tijd de reeds vroeger verkondigde meening verdedigd, dat de steenkolen uit ophoopingen van zeeplanten ontstonden en dat de landplanten, die in de steenkolenlagen fossiel voorkomen, alleen daarheen gedreven zijn. Tegen deze onderstelling pleit echter de omstandigheid, dat de fossiele overblijfselen voor verreweg het meerendeel uit landplanten bestaan en dat men op vele plaatsen b. v. in de mijn Treuil bij St. Etienne, in Wales, Newcastle fossiele boomstammen loodrecht op de vlakken der lagen staande, dus in de richting, waarin zij gegroeid zijn, heeft aangetroffen. Toch is het aan den anderen kant niet te betwijfelen, dat de planten, waaruit de steenkolen zijn ontstaan, gedeeltelijk zijn komen aandrijven; slechts moet men niet op die wijze de geheele steenkolenvorming willen verklaren.



Vruchten uit de voorwereld.

Wie ooit een oorspronkelijk woud in de tropische gewesten heeft betreden, zal onder zijne voeten zulk eene massa van overblijfselen van planten hebben gezien, dat de gedachte, dat ook hier na duizenden van jaren de stammen zouden kunnen zijn verdwenen en begraven onder een dek, dat door de nakomelingen er van ontstaan is, — hem niet zoo vreemd voorkomt, als zij op het eerste gezicht schijnt te zijn. En werkelijk, op die plaatsen, waar men de stammen nog in de steenkolenlagen rechtop ziet staan, is de meening, dat de plantenmassa, die de steenkolen daar heeft doen ontstaan, op die plaats zelve gegroeid is, het meest natuurlijk. Maar van den anderen kant zien wij hoe in *onze dagen* de bladeren, de naalden, de takken van de met mos begroeide heuvels naar beneden gevoerd worden in het dal, hoe zij uithollingen van den bodem daar tot eene hoogte van verscheidene voeten opvullen, — en zou dit in den tijd, toen de gewassen nog eene oneindig grootere groeikracht hadden en de dampkring veel stormachtiger bewogen werd, niet nog gemakkelijker en vaker hebben plaats gehad? Dáár, waar de stammen met hunne wortels in de steen-

kolen staan, is misschien de plantengroei van de omgeving heengedreven, en daar opgehoopt rondom de stammen, die zijn blijven staan, tot boven die plaats, waar hunne kronen door den wind heen en weer bewogen en wellicht door denzelfden storm afgebroken werden.

Maar wij hebben nog veel grootere ophoopingen van steenkolenstof op eene andere wijze te verwachten, doordat niet slechts van de nabij gelegene, maar ook van de verst afgelegene streken, de grondstof voor de kolen door de reusachtige stroomen der voorwereld werd aangevoerd.

Wij hebben reeds opgemerkt, dat het ontbreken van luchtinademende dieren in het tijdperk, toen de steenkolenvorming werd voorbereid, eenen overmatigen rijkdom aan koolstof van de lucht, in den vorm van koolzuur, verraadt. Op het aanwezig zijn van deze stof berust de ontzaglijke groeikracht der toenmalige planten en tevens op de in het algemeen hoogere temperatuur van de oppervlakte der aarde, welke nog niet in die mate als tegenwoordig van de zon afhankelijk was, zoodat ook in de poolstreken tropische planten konden groeien, en eindelijk op den even grooten overvloed van waterdamp als van koolzuur. Dit alles moest aanleiding geven tot een plantengroei, welks rijkdom ons doet verbaasd staan.

Wanneer wij nu zien, dat de Missisippi in den *tegenwoordigen tijd* nog planten van allerlei soort, van de geweldigste stammen uit de achter de prairieën gelegene bosschen, tot de varenbundels toe, in zulk eene menigte naar de zee voert, dat zij zelfs daarin eene strook van vele kilometers breedte en honderden kilometers lengte met drijfhout bedekken, dat tot naar Groenland, IJsland en Noorwegen komt, dan kunnen wij ons wel denken, dat een nog machtiger stroom — de voorwereldlijke Missisippi — uit eenen nog grooteren overvloed van planten, ten tijde der voorwereld, nog grootere massa's van de bergen af naar beneden voerde.

Waar zich nu de gelegenheid aanbood, waar uithollingen de watermassa's opnamen, waar het op zich zelven misschien zwaardere hout (dat der palmen- en varenstammen) in het water zonk, waar ander, lichter hout, door den invloed van het water zwaarder geworden, ook naar beneden zonk (men noemt zulk hout «*zinkhout*» en het komt als een gevaarlijke vijand der scheepvaart overal in de groote stroomen voor), daar moesten zich allengs wel ongehoorde massa's planten ophoopen, en het zou volstrekt niet te verwonderen zijn, wanneer bij voorbeeld de golf van Mexico onder den bodem der zee misschien uitgebreide kolenbeddingen verbergt, want deze was vroeger zonder eenigen twijfel eene afgesloten diepte, waarin slechts de Missisippi en de kleine kustrivieren (toen zeker ook veel grooter dan thans) uitliepen, en daarin zakten de boomstammen en andere overblijfselen van planten naar den bodem, om dien geheel te bedekken.

Overal vindt men de kolen in verscheidene lagen boven op elkander, meestal honderd en meer dan honderd in getal. Die lagen zijn van elkaar gescheiden

door klei of zandsteen, de dikte der kolenlagen wisselt af van een paar centimeter en minder, tot 10, 20 en 30 meter. De ophooping van de grondstof voor de kolen is derhalve zeer verschillend in hoeveelheid geweest en heeft alleen periodiek plaats gehad. In de perioden van niet afzetting werd op de plantenlaag de toen nog weeke grondstof voor de zand- of kleigesteenten (meest in lagen) afgezet; hierop volgde weder eene laag plantaardige zelfstandigheid, en ook deze werd op nieuw door sedimentgesteente bedekt. Zoo ging het afwisselend voort, waarschijnlijk met zeer groote tusschenpoozen.

Over den tijd, die voor het ontstaan van zulke vormingen noodig moet zijn geweest, hebben geleerden, zooals Professor Bischof, Dechen, Cotta, en anderen, berekeningen gemaakt. Het is niet onbelangrijk, de uitkomsten daarvan te leeren kennen.

Wanneer men veronderstelt, dat de groei in dien ver verwijderden tijd niet krachtiger was, dan zij nu in de tropische landen onder gunstige omstandigheden in de oorspronkelijke wouden is, en dat de planten, die de steenkolen vormden, op dezelfde plaatsen gegroeid zijn, waarop zij, in kool veranderd, thans worden gevonden (wat inderdaad op vele plaatsen wel het geval zal zijn geweest, daar vele planten zoo bijzonder goed zijn bewaard gebleven, wat bij een ver transport door snel vlietende stroomen niet wel mogelijk was), dan zou, om eene kolenbedding te vormen, die ongeveer 10 Meter dik was, een tijd van meer dan een millioen jaren noodig zijn geweest.

Er is veel te zeggen tegen het groeien van de grondstof op de plaats zelve, waar zij gevonden wordt. Onder andere, dat de boomen van de bladeren en de takken, die zij allengs laten vallen, verreweg het grootste gedeelte weder in zich opnemen, doordat het half verteerde, in humus veranderde hout, door het water uitgetrokken, gedeeltelijk van zijne koolstof wordt beroofd en door ontleding van een ander gedeelte der koolstof, die in koolzuur omgezet wordt, altijd weer op nieuw den boom als voedsel ten goede komt, die zoo doende door zijne eigen kinderen wordt gevoed. Maar de hoeveelheid kolen wordt toch niettemin steeds vermeerderd, zij het ook eerst in het verloop van lange tijdruimten — nu, een millioen jaren kan in geen geval eene korte tijdruimte worden genoemd.

Zelfs onze bosschen bewijzen dat het plantendek vermeerdert. Wij zien op zuiver zeezand, met slechts weinig klei vermengd, zelfs op de duinen, bosschen ontstaan. De koolstof, die zij bevatten, moest van buiten af worden toegevoerd. De afvallende naalden hebben uit de bovenste zandlaag eene voedzame aarde van eenen halven voet dikte gemaakt, daarop groeien en woekeren allerlei soorten mossen en korstmossen, die zich met deze aardlaag voeden, terwijl zij tevens de hoeveelheid humus weder door hare eigene overblijfselen vermeerderen. De berken- en lindenbosschen in Rusland, die ook op zulk een bodem staan, hebben reeds humusrijke aardlagen van 1 tot 3 meter dikte onder zich, en de wouden van Noord-Amerika geven ons zelfs *zuivere humus-*

lagen te zien van dezelfde tot eene twee malen zoo groote dikte; eerst bladaarde met het zand van den bodem vermengd, hooger op van dit laatste steeds minder, en eindelijk alleen uit die stoffen bestaande, welke het verrotte loof, de vergane takken achterlaten, zoogenaamde humus.

Eene andere opgave van Bischof, die zich aan de bovenstaande aansluit, bepaalt den tijd, die sedert die steenkolenvorming is voorbijgegaan, op 9 millioen jaren. Wanneer de steenkolen zelf voor de *ophooping harer grondstof* een millioen jaren noodig hadden, dan zijn sedert het begin daarvan ongeveer 10 millioenen jaren verloopen.

Op onze breedte is de groei niet zoo sterk, als zij in de tropische gewesten is, en als zij vroeger moet zijn geweest, aannemende, dat toen ook bij ons een tropische hitte heeft geheerscht, terwijl de lucht veel vocht en veel koolzuur bevatte. Op den groei in onzen tijd en in onze luchtstreek en de waarneming daarvan gedurende een tijdsverloop van 63 jaren steunende, heeft een Fransch geleerde, Chevandier, de hoeveelheid koolstof berekend, welke beukenbosschen opleveren, en gevonden, dat deze in honderd jaren eene steenkolenlaag van iets meer dan een centimeter dikte zou opleveren. Dat zou in een half millioen jaren reeds ongeveer 75 meter bedragen. Men ziet, dat zulke berekeningen zeer onbepaald zijn, en daar zij in de lucht zweven, elken steun missen. Maar desniettegenstaande toonen zij aan, dat er ongehoorde tijdruimten, ook onder de gunstigste omstandigheden, moesten verloopen, eer de grondstof voor de steenkolen, zooals wij die thans vinden, gevormd was.

Eene duidelijke voorstelling van de wijze van ontstaan dezer stof geven ons de turflagen. De steenkolen toch zijn waarschijnlijk ook eerst zulke lagen geweest; alleen is het materiaal, dat de steenkolenbeddingen vormde, een geheel ander geweest dan dat, waaruit tegenwoordig de veengrond ontstaat, zooals spoedig zal blijken.

Ieder meent, dat hij de turf kent, ofschoon het inderdaad zeer moeielijk is, deze van aardachtige bruinkool te onderscheiden. Juist dit intusschen — het ongemerkt overgaan in bruinkool, — pleit er zeer voor, dat beide zelfstandigheden denzelfden oorsprong hebben.

De turf bestaat uit dicht ineen gegroeide draden van eene eigenaardige plantengroep, die men met den algemeenen naam «*turfmos*» (Sphagnum) bestempelt. Dit mos, dat in de huishouding der natuur eene niet onbelangrijke rol schijnt te spelen, vormt op vochtige plaatsen, waar vroeger het zeewater stond, dikke zoden, die voortdurend aangroeien en in dikte toenemen; er zijn turfbeddingen die tien, ja zelfs die 30 Meter dik zijn.

Voor zulk eene ophooping is eene reeks van jaren noodig; want, ofschoon de turf schijnbaar tamelijk snel aangroeit, is het toch alleen de bovenste laag, die toeneemt in dikte en die eene lichtbruine, zeer losse turf oplevert. Om dichter, donkerbruin, ja zwart te worden, moet hij onder de drukking zijner eigene zwaarte, honderden jaren op dezelfde plaats blijven liggen, en ofschoon

het waar is, dat geregeld in een tijdperk van ongeveer dertig jaren de turf in het veen voldoende is aangegroeid, om den bezitter eene zekere rente op te leveren, evengoed als een bosch, dat in verscheidene gedeelten verdeeld, geregeld wordt gehakt, dit doet, is het toch even zeker, dat het weder aangroeiende veen slechts eene losse, slechte turf oplevert.

De venen van ouderen datum, die zeer algemeen verspreid zijn, hebben eene andere samenstelling dan de zoo even beschrevene. Men ziet daarin zeer duidelijk overblijfselen van planten van verschillende soorten, welke in het geheel geen turfmos zijn. Het zijn bladeren en stengels van biezen, wortels van waterplanten, ja in vele venen komen wortels van dennenboomen in zulk eene groote hoeveelheid voor, dat zij, bij het maken van de turf, uit den weeken grond getrokken en gedroogd, en daarna als harsachtig hout bij hoopen verkocht worden.

Dat deze overblijfselen van planten alle zoo goed bewaard gebleven zijn, hebben zij te danken aan een zuur, dat bij de vorming van de turf eene hoofdrol speelt, het humuszuur. Doortrokken met dit zuur, weerstaan wortels, bladeren, enz. de rotting volkomen, en zelfs, naar het schijnt, niet slechts honderden of duizenden, maar millioenen jaren lang, daar men overblijfselen van dieren *uit de voorwereld* in diepe venen heeft gevonden, welke door hun gelijktijdig voorkomen met overblijfselen van planten, die noch verkoold, noch versteend, maar nog hout- en vezelachtig zijn, naar beneden gezonken blijken te zijn in een tijdperk, hetwelk met dat van het bestaan der dieren uit de voorwereld overeenkomt.

Maar wanneer nu, wat toch vast staat is, dieren en planten uit de tijden vóór den zondvloed in de turfvenen gevonden worden; wanneer het verschuiven en verbreken der lagen, alsmede de daarop liggende bezinksels (sedimenten) onweerlegbare bewijzen zijn, dat ook reeds deze venen deel hebben genomen aan de groote omwentelingen, die de aarde ondergaan heeft, dan is het zeer goed mogelijk, dat zij tot de vorming van steenkolen het hunne hebben bijgedragen, en wel wordt dit des te waarschijnlijker, als wij de verbazende uitgestrektheid zien, waarover de venen zich in verscheidene landen uitstrekken. De geheele zuidkust van de Oostzee en de Noordzee is ruim voorzien van venen; deze hebben niet zelden eene diepte van 25 meters. Zij vertoonen duidelijk hunnen verschillenden oorsprong òf uit riet en biezen òf wel uit heideplanten (gewoonlijk Erica tetralix en Calluna vulgaris), zooals die, welke zich in Nederland 1) en Oostfriesland onder de onafzienbare heidevlakten bevinden, òf ook uit vermolmde boschplanten van allerlei soort, zoowel mossen en korstmossen, als geheele boomen tot allerlei familiën behoorende, die de plantkundige nog zeer goed kan her-

1) In de Nederlandsche provincien Friesland, Groningen en Drente liggen de venen op een zandgrond. Die van Zuid-Holland rusten op klei.

VERT.

kennen, òf eindelijk uit het eigenlijke turfmos, dat naar boven, naar de lucht toe, steeds voortgroeit, terwijl zijne onderste stengeldeelen, die niet vergaan, in het water eene steeds vaster en dikker wordende laag vormen, naarmate de massa zich er hooger boven ophoopt. De meest grootsche voorbeelden van samenhangende venen, levert intusschen zeker wel Ierland, want daar, evenals ook in Noord-Amerika, vindt men er die 300 kilometer lang en 180 kilometer breed zijn, met eene laag turf van 90 tot 100 meter dikte, die, zooals men bij putboringen heeft opgemerkt, op den bodem *reeds eene steenachtige geaardheid* heeft aangenomen.

De in elkaar gegroeide vezelmassa's der venen van den tegenwoordigen tijd waren in de venen van den voortijd vervangen door de ineengegroeide wortels (stigmariën) der zegelboomen (sigillariën), die den bodem vormden, waarop de varens groeiden.

Het nader onderzoek van de overblijfselen van planten, die men in de turfvormingen van den lateren tijd heeft gevonden en hunne in het oog vallende overeenkomst met die, welke in de oudste turfbeddingen aangetroffen werden, alsmede de overeenkomst der oudste turfmassa zelve met de bruinkolen, welke zoo groot is, dat men bijna geen onderscheid kan ontdekken, leiden tot het vermoeden, dat de bruinkolen ontstaan zijn uit voorwereldlijke venen en deze meening wordt nog daardoor gesteund, dat er even goed steenharde venen zijn, die uit de thans nog levende turfmossen gevormd en door dikke, aangeslibde lagen bedekt zijn, als er bruinkolenbeddingen bestaan, die met de vrije lucht in aanraking zijn, en zonder éénige bedekking van welke formatie ook, geheel bloot liggen.

Er is ook moeielijk iets te zeggen tegen de *mogelijkheid*, tegen de waarschijnlijkheid, dat de steen- en bruinkolen inderdaad de stof, waaruit zij zijn samengesteld, aan de planten der voorwereld te danken hebben, maar, wanneer ook al kon worden *bewezen*, dat de stof, waaruit zij zijn opgebouwd, inderdaad van planten afkomstig is (en wij zullen nog het een en ander belangrijks hierover zeggen), toch blijft nog altijd onverklaard, hoe de geheele massa door het proces der verkoling bijna steenachtig, hoe een plantaardige stof mineraalachtig geworden is.

Eene tegenwerping, die tegen de laatste woorden van den laatsten volzin zou zijn te maken, moeten wij terstond krachteloos maken. Er bestaat geene minerale plantenstof. De kool, de koolstof is even goed anorganisch als kiezel of kalk, en men zou even goed kunnen vragen: hoe is uit de organische zelfstandigheid der beenderen, het mineraal marmer ontstaan? Dit heeft namelijk in het geheel niet plaats. Omdat in de planten koolstof en in de dierlijke zelfstandigheden kalk aanwezig is, daarom is kalk of koolstof nog niet eene organische stof; dit *wordt* kalk, kool, enz. eerst in hare verbindingen met waterstof, phosphorus, stikstof, zuurstof, enz.

Deze tegenwerping geeft ons derhalve geene moeilijkheid, maar wel de

omzetting der planten in kool. Dat, ofschoon wij nu meenen de waarschijnlijkste en natuurlijkste verklaring gevonden te hebben, deze toch niet zoo bijzonder gemakkelijk is geweest, blijkt uit de groote omwegen, die gemaakt zijn, om tot het tegenwoordig standpunt te komen. Eene der zonderlingste meeningen was onder andere deze: dat de planten, waaruit de kool is gevormd, door inwerking van rookend zwavelzuur in kool zouden zijn omgezet. Men zeide namelijk: als vuur de werkende kracht geweest ware, dan zouden wij asch hebben moeten vinden, maar geen kool, want de houtzelfstandigheid wordt wel is waar eerst tot kool verbrand, doch dan verbrandt toch ook de kool zelve. De belangrijke hoeveelheid zwavel, die in de steenkool voorkomt, gaf wellicht mede aanleiding tot dit wonderlijke denkbeeld.

Door de wijze, waarop de verkoling in een mijler (waar hout in houtskool verandert) plaats heeft, werd reeds ten deele deze meening weerlegd. De kool, die uit droog hout wordt verkregen, door dit aan te steken, blijft in den mijler volkomen onverbrand, en behoudt denzelfden vorm, welken het hout vóór de verbranding had, alleen doordien men het toetreden der lucht belet; heeft echter de verkoling in eene geheel afgeslotene ruimte plaats, waaruit de gassen niet ontwijken kunnen, zoodat daarvoor zeer sterke metalen vaten of distillatietoestellen moeten worden gebruikt (dit proces noemt men *droge distillatie*), dan is de uitkomst weer geheel anders; de gassen, die zich ontwikkelen, worden òf door de ontzaglijke drukking, die zij ondervinden, òf door afkoeling in den ontvanger, in vloeibaren toestand overgebracht, òf in het eerste geval zelfs in de verkoolde zelfstandigheid teruggehouden. Distilleert men de planten, dan verkrijgt men in den ontvanger, die aan de retort verbonden is, waarin de verhitting plaats heeft, houtazijn, teer enz.; wat achter blijft, is kool in bijna zuiveren toestand; verhit men hout in een sterk weerstandbiedend metalen vat, dan wordt het hout ook verkoold, maar de gassen, die in het eerstgenoemde geval ontwijken, worden nu vastgehouden en de overblijvende kool is harsachtig en onzuiver.

Dat de aarde, lang nadat zij rijk met planten was begroeid, nog geweldige veranderingen heeft ondergaan, is aan geen twijfel onderhevig. Gloeiende, gesmolten steenmassa's hebben zich opgeheven uit het binnenste der aarde, en waar zij in de nabijheid van verkoolbare stoffen kwamen, zijn deze meer of min veranderd geworden, al naarmate de hooge temperatuur meer of minder in de nabijheid was.

Welke planten men ook onderzoekt, de trotsche palmen der tropische gewesten of de korstmossen en mossen der turfvenen, zij bestaan alle uit koolstof (voor verreweg het grootste gedeelte namelijk), en verder uit waterstof en zuurstof. Men kan er ook een weinig stikstof, kalk, kiezel en kali in aantoonen, maar de hoeveelheden daarvan zijn gering en onstandvastig, en die stoffen behoeven ook geenszins altijd in eene plant aanwezig te zijn; zoo

hebben wel het riet en de paardestaart kiezel in hunnen bast, maar de reseda en violier niet.

Wanneer wij de kolen, in den grond aanwezig, onderzoeken, dan vinden wij dezelfde stoffen, maar het koolstofgehalte is nog grooter. De steenkolen verschillen intusschen onderling ten opzichte der hoeveelheid koolstof, welke zij bevatten, zij zijn des te rijker daaraan, naarmate zij dieper liggen. Zuurstof en waterstof hebben aan de vorming een des te geringer aandeel.

Wat hier waargenomen is, heeft men ook gevonden bij planten, welke lang onder water liggen. Bij de verrotting wordt slechts een klein gedeelte der koolstof weggevoerd, maar daarentegen eene groote hoeveelheid zuurstof, die met dat gedeelte koolstof als koolzuur ontwijkt; van de kool en het waterstof vormen zich ook verbindingen, die in gasvormigen toestand door het water ontwijken. Deze werking is juist de oorzaak, dat de kolenbeddingen armer aan zuur- en waterstof zijn dan de levende planten.

Onder water vormt zich verder uit kool- en waterstof eene eigenaardige, vluchtige, kwalijk riekende stof, het bitumen, zoodat de diep liggende turf gewoonlijk zeer bitumineus is, en door haren ouderdom, haar gehalte aan bitumen, hare minder duidelijke samenstelling uit plantaardige stoffen, zóó met de bruinkolen overeenkomt, dat men bepaaldelijk deskundige in dit vak moet zijn, om die turf van bruinkool te kunnen onderscheiden.

Alle voorwaarden, die voor de vorming van steenkolen noodig zijn, zijn ons nu duidelijk geworden. Er is noodig koolstof in de gedaante van plantenoverblijfselen in ontzaglijke massa's opgehoopt, gedeeltelijk bedekt met verscheidene lagen van jongere formatiën, door welke, zoowel als door de plantaardige stoffen zelve, op de daaronder liggende lagen eene krachtige drukking wordt uitgeoefend, die grooter wordt, naarmate zij dieper liggen.

Wanneer nu door hevige plutonische werkingen een deel der gloeiende massa van het inwendige naar de oppervlakte der aarde wordt verplaatst (hetgeen inderdaad herhaaldelijk en op tallooze plaatsen blijkbaar is geschied), dan zullen eerst de gasvormige verbindingen van kool- en zuurstof, en kool- en waterstof worden weggedreven, maar daarna ook de andere vloeibare, vluchtige stoffen dampvormig worden en worden verjaagd.

De vraag is nu: «waarheen?» Dit is gemakkelijk te beantwoorden: altijd uit de diepste lagen naar de hoogere, welke, minder dicht en minder warm (verder van den vuurhaard gelegen), zeer geschikt zijn om gasvormige stoffen te verdichten en in hare eigene massa op te nemen.

Het is niet eens noodig overal eene bijzonder hooge temperatuur aan te nemen. Want, wat wij daardoor bereiken n. l. het in gas overgaan van de vluchtige bestanddeelen der steenkolen, zooals dat b. v. bij de bereiding van het lichtgas door droge distillatie geschiedt, wordt ook in de natuur door minder krachtige middelen bereikt *op den langen duur*. Op vele plaatsen is de inwerking van eene hooge temperatuur ten gevolge van uitbarstingen van

gloeiende massa's ontwijfelbaar aan te toonen, b. v. in een bruinkolenbedding in het Keurvorstendom Hessen, waar op sommige plaatsen het verkolingsproces bevorderd is door het naar boven komen van gloeiende basaltmassa's.

Het scheikundig proces der verkoling kunnen wij ons voorstellen, als in de volgende opeenvolging te hebben plaats gegrepen.

Eerst verbindt zich de zuurstof met de waterstof tot waterdamp, daarna met een deel der koolstof tot koolzuur en eindelijk de waterstof met koolstof tot koolwaterstoffen; al deze gassen ontwijken van laag tot laag naar de oppervlakte.

De verkoling is dus een gevolg van het geleidelijk afnemen van het zuurstof- en waterstofgehalte en dit is weer zelf een gevolg van de zooeven genoemde scheikundige processen. Eene bevestiging voor deze wijze van voorstelling vinden wij daarin, dat in de kolenmijnen nu nog zulke verbindingen ontstaan en gassen vrijkomen en wel in de bruinkolenlagen, die zonder twijfel een geringeren ouderdom hebben dan de steenkolen, bijna alleen koolzuur, in de steenkolenmijnen daarentegen koolwaterstoffen, die gassen, welke nog maar al te vaak aanleiding geven tot de vaak voorkomende ontploffingen.

Uit het gezegde volgt, dat een koolsoort des te armer aan zuurstof en waterstof en dus ook te rijker aan koolstof moet zijn, naarmate zij ouder is, hoe langer dus het proces der droge distillatie geduurd heeft. Wij vinden dit werkelijk bevestigd, zooals uit de volgende tabel blijkt, die het percentgehalte aan koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof van de houtvezel van den tegenwoordigen tijd tot aan de oudste koolvorming, het graphiet, opgeeft, na aftrekking van het aschgehalte.

	Koolstof.	Waterstof.	Stikstof en zuurstof.
Houtvezel, gemiddeld	49,1	6,3	44,6
Turf.	60,7	6,2	33
Leikool van Uznach (diluviaal) .	55,3	5,7	36,8
Bruinkool (tertiair).	69,3	6,6	20,3
Steenkool	82,1	6,5	12,4
Anthraciet.	93,8	2,6	3,5
Graphiet	100	0	0

Eene verdere bevestiging, dat de vorming der steenkolenlagen zoo heeft plaats gehad, als wij beschreven hebben, geeft ons de nadere beschouwing der lagen zelf.

Daar, waar veel steenkolen worden aangetroffen, is de onderste kool veel donkerder, dikwijls geheel zwart gebrand, geheel vrij van bitumen; hierboven is zij pekachtig glanzend, eindelijk gaat zij in de gewone steenkool over. Hoe

hooger men komt, des te bitumineuzer wordt zij, zij verliest zelfs langzamerhand hare vastheid en hare donkere kleur, ze wordt bruin, en hier staan wij aan den overgang tusschen steenkool en bruinkool, welke zoo rijk aan bitumen is, dat plaatsen, waar zij veelvuldig als brandstof wordt gebruikt, zich mijlen ver door den reuk verraden, zooals bij voorbeeld Halle, Altenburg enz., vanwaar de wind vooral des morgens de vervluchtigde stoffen ver in het rond verspreidt.

Die koolsoorten, welke het onderste liggen en die alle bitumen en in het algemeen alle bijbestanddeelen der planten verloren hebben, heeten graphiet. Zij hebben somtijds, doch volstrekt niet altijd, eenige percenten ijzer opgenomen, maar hebben overigens geene bijmengsels van zuurstof, waterstof en andere stoffen, die aan planten eigen zijn, zoodat zij derhalve kunnen worden beschouwd als zeer zuivere kool. Tot de eigenschappen er van behoort onsmeltbaarheid en *onverbrandbaarheid* (behalve in zuurstof). De werkelijk zuivere kool, de diamant, kan uren lang gegloeid worden in het hevigste vuur (behalve in een stroom van zuurstof), hij ondergaat geene verandering. Bijna evenzoo is het met graphiet, dat men daarom ook *niet* als brandstof kan gebruiken; het brandt zóó weinig, dat men het voor smeltkroezen gebruikt, waarin de moeielijkst smeltbare metalen gesmolten worden; alleen platina maakt er eene uitzondering op. Hieruit blijkt, dat zuivere koolstof, althans in den vorm van graphiet, moeilijk brandbaar is. De gemakkelijke ontbrandbaarheid onzer kool schijnt op het waterstofgehalte te berusten.

Het graphiet, dat geen spoor van lood bevat, wat men wel meent, is de grondstof voor potlooden. De engelsche teekenpotlooden bestaan uit *gesnedene* parallelopipeda van graphiet, de oostenrijksche uit tot *poeder* gebracht en geslibd graphiet, met een weinig klei, als *bindmiddel*, vermengd. De eerste, die uit de fijne graphietmassa zijn gezaagd, zijn wel is waar de beste, maar de kleurende stof der andere is van die der engelsche volstrekt niet onderscheiden.

Het schijnt, dat men uit de zorgvuldigste onderzoekingen mag opmaken, dat de ophoopingen van koolstof in den vorm van graphiet volstrekt niet oorspronkelijk zijn, maar dat zij door omzetting van de plantaardige zelfstandigheid zijn ontstaan.

De kool, die in graad van zuiverheid hierop volgt, is het anthraciet, de glanskool. Dit is reeds werkelijk steenkool, maar kan hoogst moeielijk worden aangestoken en brandt slechts bij eenen zeer sterken luchtstroom van zelf, zonder behulp van andere brandstof. Eenige soorten anthraciet blijven nog onveranderd bij de hitte, waarbij gesmolten ijzer volkomen vloeibaar wordt. Maar aan de eigenschap, dat het toch eindelijk werkelijk verbrandt, ziet men, dat de vernietiging der plantaardige stof niet zoo ver gevorderd is als bij het graphiet, maar toch zoover, dat het ten gevolge van zijn gering gehalte aan waterstof niet geschikt is voor het maken van lichtgas.

De derde trap van beneden af bevat de eigenlijke steenkool, die vaak zwavel, aan ijzer gebonden, als ijzerkies bevat en waarin men reeds de stoffen vindt, die uit de onderste lagen gasvormig zijn ontweken; de aardhars, het bitumen is aanwezig. Vele stoffen, die zich eerst bij de distillatie der steenkool vertoonen, zijn daarin verdicht. De bereiding van het lichtgas heeft gelegenheid gegeven, deze stoffen in velerlei vormen en zeer in het groot te leeren kennen. De aardhars, die in den vorm van steenkolenteer verkregen wordt, is voor de gasfabrieken niet zoo'n grooten last meer als vroeger, sinds deze stof niet alleen tot bereiding van asphalt (straat- en dakbedekking) dient, maar ook het materiaal vormt voor de bereiding van een reeks van prachtige kleurstoffen, naast andere voor de techniek en de geneeskunde waarde bezittende stoffen, zoodat de steenkolenteer voortdurend een bron is ter verkrijging van nieuwe lichamen. Overigens wordt door deze harsachtige stoffen de geschiktheid der kool voor de verbranding niet verminderd, maar integendeel verhoogd.

Wanneer de steenkool (waarbij men niet moet vergeten, dat er eene menigte variëteiten bestaan, die naar het technisch gebruik, hetwelk men daarvan maken wil, eene zeer verschillende waarde hebben) aan eene verhoogde temperatuur wordt blootgesteld, terwijl men het toestroomen van de dampkringslucht verhindert, maar het ontwijken van dampen bevordert, dan ontstaat zooals bekend is, eene zelfstandigheid, die voor de nijverheid hoogst gewichtig is en welke men cokes noemt.

Mocht er, na de genoemde onderzoekingen omtrent dit onderwerp, nog een bewijs noodig zijn, dat de verkoling der plantaardige stoffen de steenkool heeft gevormd, dan zou dit gevonden worden in de omstandigheid, dat er natuurlijke cokes bestaat. Indien er in de nabijheid van porfier en nog meer van basalt, — twee in zeer dikke lagen voorkomende uitbarstingsgesteenten (dat zijn zulke gesteenten, welke, nadat de aarde uitwendig reeds gestold was, uit het binnenste daarvan nog in gesmolten toestand zijn opgeborreld) — kolenbeddingen liggen, dan zijn de kolen, die men het dichst bij deze vroeger gloeiende gesteenten aantreft, nogmaals verkoold, d. i. zij zijn in eene soort van cokes veranderd, die zich van de gewone, kunstmatig bereide slechts daardoor onderscheidt, dat zij vaster is, zonder twijfel, omdat de gloeiing onder eene veel grootere mechanische drukking plaats had. Daarbij vertoont de werking van het vuur zich zeer duidelijk. Zulke kolenbeddingen zijn namelijk van zeer ongelijke samenstelling. Het dichtst bij de plaats, van waar de warmte kwam, vindt men deze uitgebrande kool, die brandt zonder rook, wat eene krachtige, snel afloopende werking aanduidt; niet ver van daar vindt men het anthraciet, dat dezelfde eigenschap bezit, maar veel moeielijker verbrandt, daar het door de langzame verkoling veel dichter geworden is, ofschoon het ook geheel van zijne harsachtige bestanddeelen bevrijd is. Zoo is de bruinkool in de reeds vermelde bruinkolenbedding in

Hessen, op die plaatsen, waar zij aan het basalt raakt, in anthraciet veranderd en dezelfde omzetting heeft de steenkool in Waldenburg door melafier ondergaan. Boven het anthraciet ligt de steenkool en dan komt na eene groote tusschenruimte, eene nieuwere, eene latere formatie: de bruinkool. Ook deze is in hare onderste lagen veel dichter, breekt in groote, onregelmatige stukken, welke eene grove, leiachtige structuur bezitten, is meer of minder donkerbruin van kleur, soms zelfs tot zwart, wordt naar boven toe zoowel lichter van kleur als minder vast, minder dicht van structuur, totdat zij eindelijk aardachtig wordt en bijna in 't geheel niet verkoold is. Deze is het, die men in Saksen en Thüringen turf noemt. Zij wordt nat gemaakt en in tichelsteenvormen gekneed, en na behoorlijk in de open lucht gedroogd te zijn, evenals de turf als brandstof gebruikt.

Zonder twijfel is de meening, dat bruinkolen later ontstaan zijn dan steenkolen, juist; men ziet dit aan de overblijfselen van planten, die zij bevatten en die tot een lateren tijd behooren. Doch de wijze van ontstaan is dezelfde. Men moet ook niet uit het boven gezegde afleiden, dat overal, waar steenkolen zijn, daaronder eerst graphiet, dan anthraciet en dan gewone steenkool ligt. Maar wanneer de graden van verkoling herkenbaar zijn, dan volgen zij van de plaats, waar de hitte inwerkte, in die volgorde op elkander, en wanneer ook een lid uit de rij ontbreekt, is toch nimmer de opeenvolging omgekeerd.

Hetzelfde geldt voor de bruinkool; zij komt op zich zelve voor, zonder door steenkool in hare onderste lagen te worden vergezeld. Er komen dikwijls lagen van enkel aardachtige bruinkool voor, die verscheidene meters dik zijn, maar vindt men bij het dieper graven veranderingen in den bouw dan zijn deze nimmer zoo, dat de bovenste zich als een dichte compacte massa voordoet en eenigermate op steenkool gelijkt, terwijl de daaronder liggende minder vast en donker en eindelijk de onderste aardachtig wordt, maar altijd is de opeenvolging, zoo die bestaat, juist omgekeerd, zooals boven gemeld is. Wat geleerde onderzoekers op een klein plekje der aarde, zooals in het Ertsgebergte, Thüringen en Silezië, hebben nagegaan, dat heeft de ervaring ook op verafgelegene plaatsen, in andere werelddeelen bevestigd. Zoo vond men, dat de steenkolenbeddingen in het gebied van den Ohio, daar, waar zij in de nabijheid komen van gebergten, door plutonische werking opgeheven, over groote uitgestrektheden geheel van haar bitumen beroofd zijn, en wel veel meer dan buiten zulk een gebied. Zij zijn hier overgegaan in anthraciet, dat zonder rook brandt, terwijl dezelfde lagen in de daaraan grenzende laagvlakten nog uit zwarte kool bestaan, die zeer veel bitumen bevat.

Bij Worcester in Massachussets gaat zelfs, volgens eene mededeeling van Lyell eene laag gewone, goed brandende kool die tusschen leisteen ligt, verder op in onbrandbaar graphiet over, dat tusschen glimmerlei gelegen is.

Ook in de Alpen van Savoije, en in den Stangenalp in Stiermarken vindt men anthracietlagen, welke, naar de daarin voorkomende afdrukken van planten te oordeelen, tot de gewone steenkolenvorming behooren en ook hier in anthraciet zijn overgegaan, waarschijnlijk wel alleen daardoor, dat zij bij de opheffing der ontzaglijke bergketen aan ongemeen hevige plutonische krachten waren blootgesteld.

Wij willen het gezegde kortelijk herhalen. Het schijnt volgens alle tot nog toe gedane waarnemingen zonder twijfel, dat de oorspronkelijke plantengroei der aarde, welke die dan ook geweest zij, de grondstof heeft geleverd voor de kolenformatie, zoowel voor de oudste als voor de jongste; dat door eene droge distillatie, die bij eene hooge temperatuur onder eene geweldige drukking plaats had, de opgehoopte plantaardige stoffen zijn verkoold; dat bij deze ontbinding andere verbindingen uit waterstof, koolstof en zuurstof bestaande, zijn te voorschijn gekomen; dat deze uit de lagen, die het dichtst bij den vuurhaard waren, zijn verdreven en naar de hooger liggende zijn gevoerd, en dat de omzetting der planten in steen- of bruinkolen plaatselijk nog daardoor is gewijzigd geworden, dat vooral hooge warmtegraden plotseling gedurende langeren of korteren tijd, sneller en krachtiger hebben gewerkt.

De soort der planten was daarbij zonder twijfel zeer verschillend, daarvoor heeft men ook zeer krachtige bewijzen; want midden in leiachtige kool, die enkel uit bladeren van varens bestaat, heeft men groote stukken van andere zelfstandigheden van geheel verschillende structuur gevonden, en men heeft deze voor wortels of stammen van denachtige boomen moeten houden, wat voldoende is, om te bewijzen, dat het niet planten van ééne soort waren, welke de beddingen deden ontstaan. De zoo gevondene stukken dragen den naam van «fossiele houtskool» en deze onderscheidt zich hierdoor, dat zij, midden in de vaste, dichte steenkolen liggende, volstrekt niet vaster is dan andere houtskool, geheel denzelfden bouw heeft als deze, en ook geheel vrij is van bitumen.

Over de bruinkolen zullen wij meer nadere bijzonderheden vinden bij de tertiaire vorming, waartoe zij behooren.

De Steenkolen.

Voordat wij de beschouwing van de planten der voorwereld voortzetten — en het zal, naar wij hopen, gelukken, uit de overblijfselen daarvan de geheele boomen en planten als 't ware op te bouwen, en ze in teekening voor te stellen, waartoe Professor Unger, in zijn werk «de voorwereld in de verschillende tijdperken van hare vorming» den grondslag heeft gelegd — willen wij eerst echter nog het een ander mededeelen aangaande de mogelijkheid om steenkolen te vinden. Te dien einde moeten wij eerst opmerken, dat daar, waar de oude kristallijne gesteenten, graniet, gneis, porfier, oorspronkelijke leisteen enz. aan de bovenvlakte van den bodem voorkomen, van kolen geen sprake zijn kan; dat derhalve de bewoner van hooggebergten ze nimmer in zijne nabijheid zal vinden, want de kool behoort tot eene jongere vorming.

Maar deze vorming zelve verschilt nog zeer in ouderdom. De zandsteen, welke men grauwak noemt en die tot de oudste gesteenten van deze periode behoort (grijs van kleur, in een vast, kleiachtig bindmiddel korrels van kwarts en kiezellei bevattende, die soms groote stukken vormen en aan den steen een eigenaardig grof aanzien geven, in welk geval hij grauwak-*conglomeraat* heet), zoowel als de grauwak-lei, waarin men de mechanische verbinding van de bestanddeelen duidelijk kan herkennen, en in het algemeen al die soorten van gesteenten, welke tot de groep behooren, die men vroeger het *overgangsgebergte* noemde, bevatten in Duitschland geene kolen. In Engeland worden deze daarin wel aangetroffen.

Er is eene roodachtige soort van zandsteen, welke men in den Harts «*het rood doodliggende*» («todt liegendes») noemt, welke naam, zich van daaruit tamelijk algemeen door Duitschland heeft verbreid, en die zijnen oorsprong

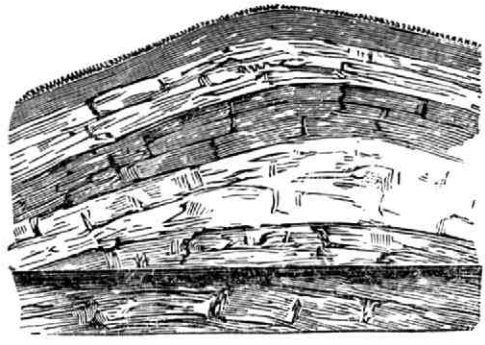
verschuldigd is aan de wijze, waarop de mijnwerkers zich uitdrukken. De metalen, de ertsen, worden in gangen gevonden. Wat *onder* zulke ertshoudende gangen ligt, heet het *liggende*, wat er *boven* ligt heet het *hangende* (of de hangende, de liggende laag). Bevat het gesteente geene delfstoffen, die de kosten van bewerking waard zijn, dan heet het *dood* gesteente. In het Mansfeldsche wordt het koperlei *boven* die zandsteen gevonden, deze is alzoo de «*liggende*» laag; zij bevat geene ertsen, en is derhalve «*doodliggend*»; zij is rood of roodachtig van kleur en heet daarom «*rood-doodliggend*».

Deze steen, samengesteld uit een ontelbaar aantal brokken graniet, porfier, gneis, glimmerlei, groensteen, leisteen, van de grootte van eene vuist, een hoofd, eene noot, eene erwt, door kleiachtig en ijzerhoudend zand verbonden, is gewoonlijk het «hangende» van de steenkolen. Waar men die steen in lagen vindt, kan men wel niet met zekerheid op de aanwezigheid van steenkolen rekenen, maar men kan die althans daaronder *vermoeden*.

Hoe jonger de formatiën zijn, die aan de oppervlakte liggen, des te geringer wordt de kans om de steenkolen te bereiken. Zoo is bij voorbeeld het krijt, wanneer het aan de oppervlakte ligt, eene aanwijzing, die juist niet tot proefnemingen uitlokt, want volgens den gewonen loop, komt daaronder de quaderzandsteen, de jurakalk, de liaskalk, de keuperzandsteen, de schelpkalk, de bonte zandsteen, de zechsteën, en dan eerst het rooddoodliggende, dat in den regel de kolenformatie boven den kolenkalksteen bedekt.

Men moet niet meenen, dat al deze lagen der jongere rotssoorten zoo te zamen voorkomen, maar uit honderden waarnemingen is gebleken, dat het krijt nooit onder de schelpkalk en de bonte zandsteen nooit boven de jurakalk ligt; dat derhalve, wanneer men eene dezer soorten van gesteenten vindt, daaronder een of meer der daarop volgende (nooit een der voorafgaande) rotssoorten liggen. Het komt ook wel voor, dat geheele groepen gesteenten, die hierboven achter elkander opgenoemd werden, ontbreken, en dat op dat, wat aan de oppervlakte ligt, niet een tweede of derde maar terstond, met overspringing van alle, die er tusschen zouden moeten liggen, een vijfde of zesde volgt; dat bij voorbeeld terstond op den quaderzandsteen de schelpkalk, of terstond op de jurakalk het roodliggende volgt; ja er komen gevallen voor, dat de allerbovenste laag, de jongste formatie, op de kolenformatie die op ééne na de oudste is, rust, zooals onder anderen werkelijk het geval is in den omtrek van de Ruhr, waar boven de steenkolen alle andere bedekkingen, welke er gewoonlijk op liggen, ontbreken en de krijtformatie alleen er nog boven op ligt. Wie intusschen op dit geheel ongewone geval, op deze werkelijke uitzondering afgaande, zonder andere kenmerken, die zijn vermoeden ondersteunen, zou willen beproeven naar kolen te graven, omdat zijn landgoed op de oppervlakte eene menigte gesteenten vertoont, die tot de krijtformatie behooren (zooals vuursteenknollen) of het krijt zelf, die zou veel gevaar loopen bedrogen uit te komen.

Heeft men zijnen bodem en de heuvels van den omtrek in zoo verre trachten te leeren kennen, dat men de formatiën nader kent; bevindt men, dat er zich gesteenten vertoonen, waaronder in den regel kolen voorkomen, dan komt het er nog op aan, de opéénvolging van die lagen en de richting, waarin zij zich uitstrekken, te bepalen. Het laatste, hare *strekking* (Streichen), neemt men het gemakkelijkst waar, als men op zijne wandelingen de *koppen* d. i. de *einden* der lagen tracht te vinden, waar zij aan de oppervlakte komen. Diep ingesneden rivierdalen, alsmede uitgravingen voor spoorwegen

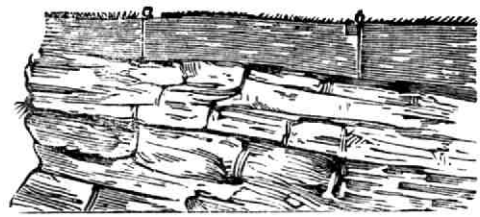


geven daaromtrent de meeste opheldering; ja niet zelden zijn diep uitgegraven leem- of mergelgroeven geschikt om de noodige aanwijzing te geven. Aan zulke insnijdingen in den bodem kan men met groote zekerheid de opéénvolging van boven naar beneden waarnemen. Vooral hebben spoorwegen in Thüringen, in den Harts, in Westfalen, de schoonste opheldering gegeven omtrent de ligging der lagen, en de bovengemelde opéénvolging volkomen bevestigd; tevens is gebleken, dat omkeeringen in de orde van opvolging nimmer aangetroffen worden.

Zulk eene doorsnede vertoont de bovenstaande figuur. De bovenste gestreepte ruimte stelt den aangeslibden bodem met zijnen overgang in bouwaarde voor; daaronder ligt eene zeer jonge formatie, de quaderzandsteen; hierop volgt, met voorbijgang van de jura-, lias- en keupervormingen, de schelpkalk; daaraan sluit zich de bonte zandsteen; en nu volgt, weder met overspringing van eenige leden uit de reeks bepaaldelijk van den zechsteen, het rood-liggende, waarin men den bodem voor den spoorweg in de nabijheid van Eisenach heeft uitgegraven.

Wanneer men de koppen der lagen gevonden heeft, dan is hare strekking gemakkelijk te bepalen, want òf de blootgelegde plaats wijst die onmiddellijk aan, men ziet aan de strepen in welke richting zij hellen, òf, wanneer zij horizontaal loopen, tracht men door een paar steken met de spade haar dalen

of stijgen te bepalen. De bovenste steenlaag is namelijk gewoonlijk met zand, leem, aarde bedekt. Stel nu, dat deze bedekking, dáár waar de koppen der lagen zich vertoonen, drie voeten dikte heeft, en dat men bij het graven op eene honderd schreden van daar verwijderde plaats, bij voorbeeld bij *a* in de bijgaande figuur, eerst op eene diepte van vier voeten op de bovenste steen-

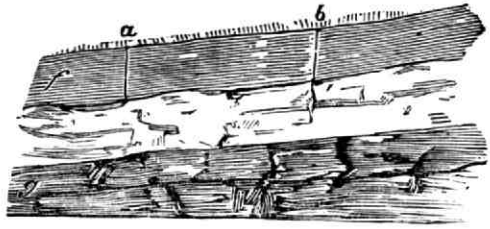


laag komt, dan zou men zeggen: dat het gesteente in die richting daalt. Dit zou bevestigd worden, wanneer men bij het graven op eene plaats, nog honderd schreden verder (in dezelfde richting) van de koppen der lagen verwijderd, ongeveer bij *b*, de bovenste lagen eerst op eene diepte van vijf voeten bereikte. Wanneer het tegenovergestelde plaats had, wanneer men ze bij het eerste graven reeds op twee voeten diepte bereikte, dan zou men dit een *stijgen* der lagen noemen.

Het is inderdaad mogelijk, dat terwijl de opgegeven getallen juist zijn, het tegenovergestelde plaats heeft; dat daar, waar de lagen schijnen te dalen, zij inderdaad stijgen, maar zoo zal wel niemand, die slechts eenigermate een gezonden blik heeft, zich laten bedriegen. Dit zou namelijk het geval zijn, wanneer de oppervlakte van den bodem zich niet horizontaal uitstrekte, maar zich verhief; dan zouden de lagen, bij grootere diepte, in plaats van te dalen, zeer goed kunnen stijgen, wanneer slechts de grond nog meer en sterker steeg. Het spreekt van zelf, dat men zich daarvan eerst door waterpassen moet overtuigen.

Wanneer bij voorbeeld bij *f g* (zie de figuur op de volgende bladzijde) de steile rand van een dal naar eene rivier overhelde en men daar de koppen der lagen van het diluvium, het krijt, den quaderzandsteen op elkander zag volgen, dan zou, bij boor- of graafproeven in den omtrek van *a* en *b*, de grootere diepte van het boorgat volstrekt niet het dalen der krijtlaag aanwijzen, omdat de oppervlakte der aarde van *a* tot *b* *meer* stijgt dan de diepte van het boorgat toeneemt. Hier, in het voorbeeld van onze teekening, zou reeds het stijgen en dalen op zich zelf voldoende zijn om aan te wijzen, in welke richting de bodem daalt. In gevallen van minder sterke helling, waar niet de eerste blik het stijgen en dalen aanwijst, moet men dan zijne toevlucht nemen tot metingen met het waterpas.

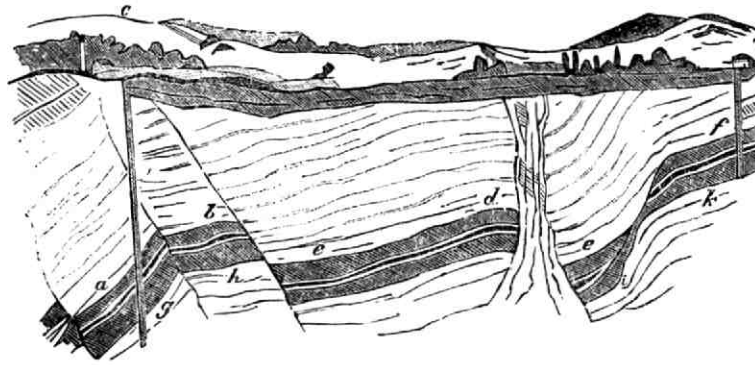
Wanneer het nu is uitgemaakt, of de lagen naar het binnenste van het land, van de koppen der lagen af gerekend, stijgen of dalen, dan zal men eene boring naar steenkolen kunnen ondernemen, wanneer de uitkomst gunstig is, namelijk wanneer ten eerste de ligging der lagen de steenkolen op niet te groote diepte onder zich laat vermoeden, en wanneer, ten tweede, de lagen niet stijgen, maar dalen. Men moet er zijne opmerkzaamheid op vestigen, waarheen de lagen hellen, omdat de steenkolen zich meestal in kromvormige verdiepingen hebben opgehoopt, en wel op zulk eene wijze, dat wanneer zij er zijn, zij van de randen der uitholling naar het midden toe gewoonlijk in dikte toenemen.



Eene slechts weinig gestoorde ligging, een gelijkmatig voortgaand langzaam hellen der lagen, is een gunstig voorteeken, althans in zoo verre, als men in dat geval niet te vreezen heeft, dat er verschuivingen of verplaatsingen der lagen voorkomen. Deze zijn namelijk niet zelden door vulkanische krachten teweeggebracht op eene wijze, die zeer hinderlijk is voor den kolen-bergbouw. Wanneer ergens eene vlakte met eene laag klei bedekt is, welke nog week (plastisch), nog niet hard geworden is, en door eene onderaardsche kracht een gedeelte dier plaats wordt opgeheven, zooals bij voorbeeld de vulkaan Jorullo, in Midden Amerika, zich in 1759 uit eene schoone vlakte 500 meter daarboven verhief, dan zou het gevolg daarvan voor die *weeke* kleilaag kunnen zijn, dat deze ook als een gewelf, als eene klok opgeheven werd, zonder te breken. Maar zoodra zij droog en dus niet meer plastisch is, zal er in het algemeen eene verschuiving, verscheuring plaats hebben, en dit zal nog veel eerder het geval zijn bij elk ander bros gesteente, zooals zandsteen, kalksteen, lei. Maar het is voor den kolen-bergbouw van groot gewicht, dat zulke verscheuringen der lagen niet hebben plaats gehad, want zij maken het vervolgen van een kolenlaag zeer onzeker.

Wanneer men (zie blz. 118) van *o* uit, eenen put in de kolenbedding *ab* heeft geboord en haar van daar uit allengs tot *b* heeft uitgegraven, maar de eene of andere stoornis eene daling van het volgende gedeelte dier laag heeft veroorzaakt, of indien wellicht *ed* de oorspronkelijke hoogte der kolenlaag

was en *ab* en *ef* door onderaardsche krachten zijn verschoven, opgeheven — want beide gevallen zijn inderdaad mogelijk, — dan weet men niet, waar men de voortzetting van de laag moet zoeken, wat voor den bergbouw zeer hinderlijk zijn moet. Zal men een afzonderlijken gang maken, om de kolen weder op te zoeken en hoe zal dan de richting van dien gang van de plaats,



tot waar men gegraven heeft, moeten zijn? In het binnenste van den aardkorst is dit niet zoo gemakkelijk te bepalen, als hier op het papier. De teekening geeft eene duidelijke aanwijzing, maar wie wijst den mijnwerker in de duistere mijn den weg?

Juist de practische geognostische kennis! De mijnwerker heeft bij het dieper maken van de schacht gevonden, dat boven op de alluviaalvormingen, de aangeslibde klei- en zandmassa's en de massa's rolsteenen liggen, vervolgens schelpkalk, daarna rood-liggend op elkander gevolgd zijn, terwijl daarna de kool is gekomen, onder welke, zoo als hij bij het uitgraven van de kolen vond, kolen-kalksteen gelegen was.

Bij *b* houden de kolen op, maar waar zij ophouden, daar moet toch iets anders zijn, en *dit is zijne kaart.* Hij vindt rood-liggend, en nu weet hij met zekerheid, dat hij naar beneden moet om de koolbevattende laag weder te bereiken.

Is hij omgekeerd bij *f* begonnen en heeft hij de laag tot *ei* uitgegraven en komt hij bij *i* aan het einde er van, zoo zal hij hier weder onderzoeken, welk soort van gesteente zich daar bevindt. Hij vindt nu niet roodliggend, ook niet kolenkalksteen, hij vindt eerst gruis, opeengehoopte brokken, doch dan grauwak. Daarin of daaronder liggen nimmer kolen, dit weet hij bij ondervinding, maar wel er boven. Hij graaft nu zijne gangen schuin naar boven, komt in de kolenkalksteen, en wanneer hij deze heeft bereikt, dan weet hij, dat de kolen nu niet ver meer verwijderd zijn, maar in allen ge-

valle *in de hoogte* gezocht moeten worden, en zoo komt hij aan *d*, de laag, die kolen bevat.

Wij zien hoe nuttig de geognostische kennis is, maar ook, hoe lastig het verschuiven der lagen is, en hoe het mogelijk is deze moeielijkheid te boven te komen; maar hiertoe is juist de kennis noodig van die steensoorten, welke de lagen van de aardkorst vormen.

Wanneer men zich door den toestand van de oppervlakte, door de plaatselijke gesteldheid, de opeenvolging der lagen, het niet voorhanden zijn van gekristalliseerd gesteente (graniet is groote massa's enz.) van de mogelijkheid, door andere aanwijzigen wellicht zelfs van de waarschijnlijkheid heeft overtuigd, dat men op niet al te groote diepte op eene kolenbedding zal stuiten, dan is het tijd, om door boringen die bedding op te zoeken. Hiertoe kiest men liefst de laagst gelegen plaats van het terrein, omdat men daar gewoonlijk het dichtst bij de kolenbedding is, en wanneer men zulk eene bedding werkelijk op eene niet al te groote diepte heeft gevonden, dan wordt zij doorboord, om hare dikte te leeren kennen en te zien of zij het uitgraven waard is. Daarop herhaalt men de boringen op tamelijk groote afstanden drie of vier maal, om de strekking der bedding te leeren kennen.

Planten der Voorwereld.

Het karakter der voorwereldlijke planten is zeer eigenaardig; het zijn namelijk alle sporeplanten, planten zonder ware bloemen. De laagst ontwikkelde onder deze, de teere draden, de wieren uit het water, de mossen op vochtige en de korstmossen op drogen grond, komen alleen verkoold en fijn verdeeld als kleurende stof in de leigebergten voor, nauwelijks in enkele op zich zelf staande gevallen te herkennen. Beter bewaard zijn de draadvormige of bandvormige fucus- of bruinwiersoorten.

Dáár waar echter de steenkolenvorming begint, komen ook planten van meer stevigen bouw voor, wier lichamen zelfs aan sterk vervormende invloeden weerstand konden bieden, terwijl van de teere, gemakkelijk in elkaar te drukken zwammen en wieren, van de weeke, fijne mossen, slechts dan afdrukken zijn behouden gebleven, wanneer zij in slib werden gehuld, dat, even week als zij zelven, langzaam en zonder groote verhooging der temperatuur droogde en ongestoord op zijne plaats bleef.

Wat ons de steenkolenformatie vooral doet zien, dat zijn de reusachtige paardestaarten, de Calamiten en de varens, waarover wij reeds gesproken hebben. Zij gelijken in hunnen uitwendigen vorm geheel op die, welke wij nu nog als hunne nakomelingen moeten beschouwen, maar hebben eene grootte, die onze verbazing wekt.

Het is eigenlijk verkeerd, in het algemeen van de grootte van de overblijfselen uit de voorwereld te spreken; planten en dieren van onzen tijd zijn veel grooter dan die der voorwereld; er was geen boom, die in hoogte met

een den te vergelijken is. Onze lorken en pijnboomen, onze eiken en beuken, onze breedgetakte kastanjeboomen zijn planten van veel grooteren omvang, dan eenig gewas, dat ons uit de plantenrijkste periode van den tijd vóór den zondvloed is overgebleven. Nog grooter, ofschoon juist niet wat de hoogte betreft, zijn de mahonieboomen, de ceders der keerkringsgewesten.



Het plantenkleed der aarde in het steenkolentijdperk.

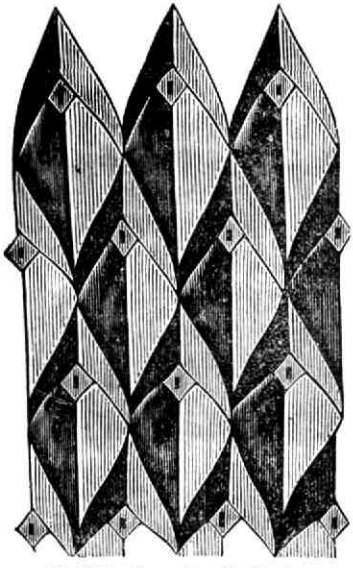
Hetzelfde kunnen wij van de dieren zeggen, waarvan het grootste altijd nog lang niet zoo groot is als ons grootste zoogdier, de walvisch. Maar de dieren- en plantenwereld van den voortijd had een eigenaardig karakter: de lichaamsbouw was eenvoudig, maar die eenvoudige vormen vertoonden eene reusachtige ontwikkeling, vandaar de *schijnbaar* ontzaglijke grootte der orga-

nismen. Het is waar, onze paardestaarten worden slechts $1^1/_2$ meter hoog en zijn hoogstens zoo dik als eene dunne penneschacht; die uit de voorwereld waren 9 tot 10 Meter hoog en 2 tot 15 cM. dik; de boomachtige varens, welke in de keerkringsgewesten stammen van 3 tot 4 meter hoogte bezitten, verhieven hare kruinen 10 en meer meters hoog, en de mosachtige plant van onze bosschen, welke het lycopodiumpoeder oplevert, de wolfsklauw, was in de voorwereldlijke bosschen een boom. Wie echter meent, dat onze eiken van 30 meter lengte toen minstens 200 meter lang waren, dat onze zestig meter lange berg-den, toen 500 tot 600 meter lengte gehad heeft en dat haar middellijn, in verhouding tot de onze, ook omstreeks 15 tot 20 meter was, die zou zeer ver mistasten. Integendeel, deze groote en prachtige planten bestonden toen nog in het geheel niet; de jonge aarde besteedde al hare kracht aan de ontwikkeling van paardestaarten, varens en wolfsklauwen en evenals er boomachtige Lycopodiaceeën, wolfsklauwachtigen, bestonden, zoo waren er toen misschien ook reusachtige paddenstoelen; maar over het geheel waren er geen grootere planten dan thans, ja zelfs hadden zij bij lange na niet zulk eene aanzienlijke grootte.

Om zich een beeld van het plantenkleed, dat de aarde in den steenkolentijd bedekte, te vormen, stelle men zich onze hedendaagsche paardestaarten en varens tien, vijftien meter lang voor, en dik naar evenredigheid. Op nevensgaande afbeelding is beproefd, de toenmalige flora nauwkeurig in hare voornaamste vertegenwoordigers voor te stellen naar de overblijfselen, die voor ons bewaard zijn gebleven; het midden rechts wordt door een boomvaren ingenomen; links staat een soort van wolfsklauw, een boom, waarvan wij de vertegenwoordigers thans in onze wouden aantreffen, namelijk in de wolfsklauw, wier sporen wij verzamelen; op den achtergrond zien wij stammen van Sigillariën, Equiseten, alsmede Lepidodendrons, Calamiten, enz.

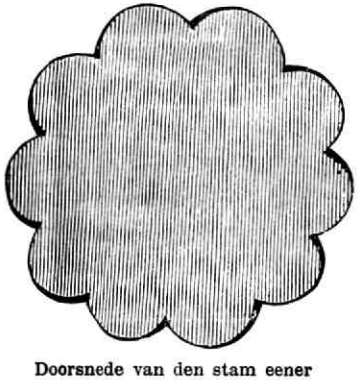
De Sigillaria, aldus genoemd, omdat de bladlitteekens op den stam ongeveer op zegels gelijken, is een eigenaardige boom, die, voor zoover wij weten uitsluitend in de voorwereld voorkwam en waarvan wij thans eigenlijk nauwelijks meer eenen vertegenwoordiger bezitten. Bij de meeste van onze planten ontwikkelen zich de bladeren zóó uit de takken, dat, wanneer zij verdorren en afvallen, een duidelijk merk daarvan overblijft; altijd ziet dit merk er zoo uit, dat het eenen nauwkeurigen afdruk van het uiteinde van den bladsteel geeft. Waar derhalve de bladsteel indeukingen bezit, daar heeft het litteeken aan den tak verhoogingen en omgekeerd; eene inrichting, welke tot bevestiging van het blad en tot voeding daarvan noodzakelijk is, wat bij platte aanrakingsvlakken niet mogelijk zou zijn geweest. Bij andere planten, zooals de meeste grassoorten, is een groot gedeelte van den stam met bladmassa omgeven, bij het verwelken en later bij het afvallen blijft een litteekenring om den geheelen stengel achter, de zoogenaamde knoop. Bij andere eindelijk is de geheele stam gevormd uit bladstelen, zonder dat er een stengel in staat.

De eerstgenoemde planten naderen dus tot de Sigillariën, maar geene Europeesche plant, en over het algemeen slechts weinige van de thans levende planten, hebben eenen dergelijken uitwendigen vorm als deze uitgestorven boomen. Bij deze moet namelijk de geheele stam door dicht opeengedrongen bladeren omgeven zijn geweest. Want, evenals een verschoven schaakbord, zoo sluit zich over den geheelen stam, van onderen tot boven, het eene ruitvormige zegel aan het andere en ieder van deze ruiten draagt de duidelijke indrukken van eenen bladsteel, die daaraan heeft gezeten. Daar deze bladsteel driehoekig was, en de ondersteunende massa van den stam ook driehoekig vooruitstak, om het blad vrij van den stam afstaande, te kunnen dragen, zoo is de boom geheel bedekt met vlakke pyramiden, die in dichte rijen op elkaar volgen.



Bladlitteekens der Sigillaria.

Eene andere soort van deze, in de steenkolen-periode zeer verspreide familie, draagt aan den stam, welke zuilvormig was gegroefd, (slechts met dit onderscheid, dat de groeven niet verdiept, maar als opzwellingen naar buiten gekeerd zijn, zooals de nevensgaande figuur op de doorsnede doet zien) de bladlitteekens in afwisselenden stand, zoodat op elke opzwelling wel eene onafgebroken rij van zegels of bladlitteekens staat, maar deze zegels zóó verschoven zijn, dat zij zoogenaamd in het verband [:·:·:] staan, evenals de boomen in eene boomkweekerij.



Doorsnede van den stam eener Sigillaria.

Nog andere dergelijke boomen zijn van boven tot beneden gepantserd met zeszijdige schilden, die ook de litteekens dragen, waaraan de bladeren gezeten hebben; of deze schilden zijn driemaal zoo lang als breed, en de bladlitteekens bevinden zich alleen in de bovenste hoeken daarvan, waardoor dan eene figuur ontstaat, welke op die der volgende bladzijde gelijkt, maar toch duidelijk daarvan te onderscheiden is,

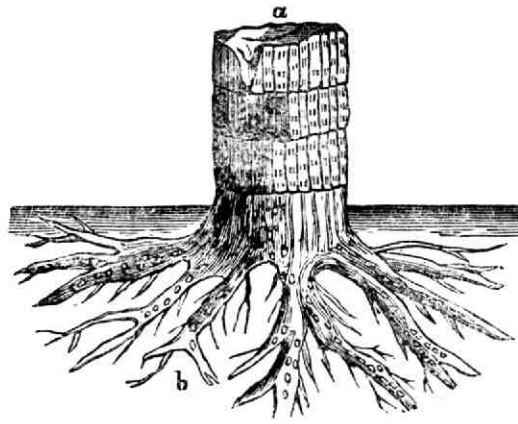
Een andere, zeer zonderlinge vorm, die der Stigmariën, gold als met den hier beschrevenen verwant en heeft tot velerlei dwalingen aanleiding gegeven, totdat men den sleutel tot het raadsel gevonden had.

Meer of minder gebogene, bijna nimmer rechte stammen van vreemdsoortige planten, kwamen voor in de bergsoorten, die steenkolen bevatten. Deze plantensoort onderscheidde zich vooral doordat het oppervlak golfvormig gebogen is, doordat de stam zeer spits toeliep, en eindelijk ook nog door zekere merken ter grootte van eene erwt, die in regelmatige spiralen rondom de einden van den stam als indruksels te zien waren. Deze merken waren kleinere zegels; het waren afdruksels van bladeren, welke bij de Sigillariën (en ook nu nog bij onze schoone palmboomen en boomvarens) onmiddellijk aan den stam zaten, zij schenen evenwel geenszins tot dezelfde soort van planten te behooren. Bij verdere onderzoekingen vond men ook uiteinden van stammen met dergelijke bladeren.



Plaatsing van de litteekens der bladen.

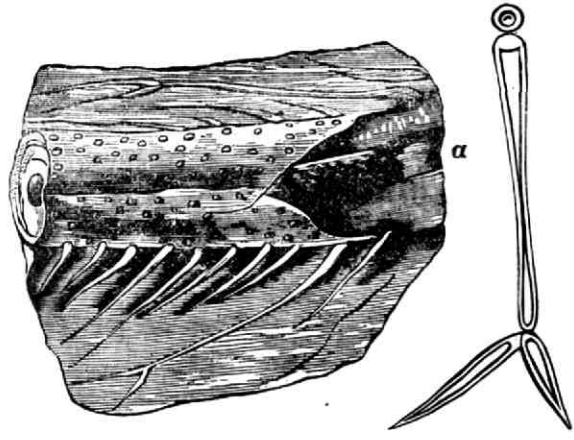
Zij waren houtachtig, cilindrisch en schenen eerder de *bladstelen* te zijn dan dan de bladeren. Eindelijk vond men een prachtigen stam van eene groote *Sigillaria*, waar de wortels nog aan zaten, en ziedaar — de wortel van deze was dat, wat men vroeger als een geheel op zich zelve beschouwd en voor een afzonderlijken boom gehouden had, het was de Stigmaria!



Uiteinde van den stam eener Sigillaria met de wortels.

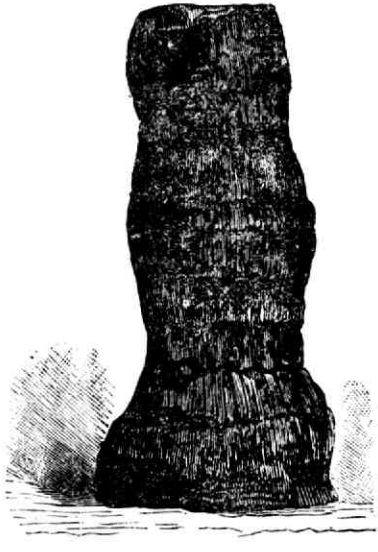
De bovenstaande afbeelding vertoont in *a* zulk een uiteinde van eenen stam met de aanhangende wortels *b*, zooals men dikwijls vindt, sints men met meer aandacht de versteeningen beschouwt, en deze op de plaatsen, waar zij gevonden worden, zorgvuldiger behandelt.

Een klein stuk van zulk een wortel, is hieronder in zijne natuurlijke grootte afgebeeld en tevens een van de « bladstelen ».



Stuk van eene zoogenaamde Stigmaria, de wortel van de Sigillaria.

Wat men intusschen voor een blad had gehouden, is later gebleken een zuigwortel te zijn, zooals de boomen in onze bosschen die ook hebben, met



Uiteinde van de stam eener Sigillaria.

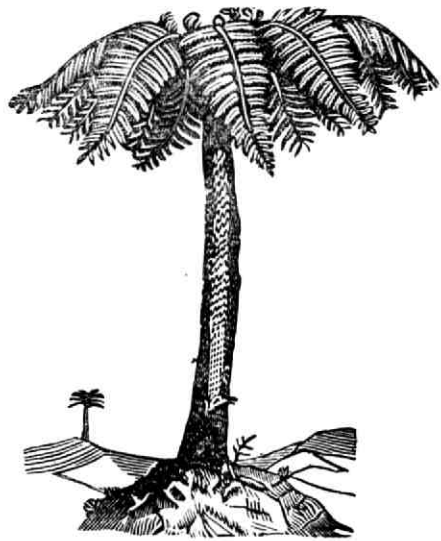


Wat men vroeger «Stigmaria» noemde.

dit onderscheid alleen, dat zij niet zoo regelmatig en niet in zoo groot aantal voorkomen.

Wanneer men zich de nevensstaande figuur als den uitgegraven wortelstomp van eenen grooten berg-den voorstelt, dan heeft die in zijn voorkomen iets zeer natuurlijks: stelt men zich hem voor als eene afzonderlijke plantensoort, wier stam 0,6 meter hoog en 2 meter dik is, terwijl de takken, van den stam uit, straalvormig in alle richtingen loopen, dan begrijpt men niet, waarop die stam gezeten heeft, hoe hij aan den wortel gehecht is geweest.

Zulke exemplaren zijn in de kolenbeddingen van Engeland in groot aantal gevonden, gedeeltelijk nog met korte, priemvormige bladeren bezet, die aan den voet knopvormig gezwollen zijn en met eenen dunnen steel aan den tak vastzitten. Figuier heeft een dergelijk exemplaar in zijn werk «La terre avant le déluge» afgebeeld, waarnaar de figuur op de vorige bladzijde is geteekend, en het is bijna onbegrijpelijk, dat niet de eerste beschouwing, waarbij men



Boomvaren.

ten sterkste aan den stomp van eenen door boschhakkers afgehakten pijnboom wordt herinnerd, reeds heeft geleerd, dat men hier met den wortelstok van een grooten boom te doen had. Maar eerst in den laatsten tijd werd door het ontdekken van een geheelen Sigillaria-stam, samenhangende met eene Stigmaria, die de wortels er van vormde, het feit vastgesteld, en Unger geeft nog in zijn werk: Die Urwelt in Bildern, uitvoerige afbeeldingen, hoe de Stigmaria's er wel mogen hebben uitgezien. Dit geheele geslacht valt derhalve weg uit de Flora der voorwereld, maar de Sigillariën, die den hoogst ontwikkelden vorm van vaatkryptogamen zijn (d. z. planten, zonder ware bloemen, die niet alleen uit cellen zijn opgebouwd, maar ook vaten bezitten, dat zijn boven elkaar liggende cellen, wier tusschenschotten verdwenen zijn en daardoor tot buizen zijn geworden), vormen met de Calamiten, Lepidodendrons (schubboomen) en varens de grootste en prachtigste onder de boomen van het steenkolentijdperk. De gewassen, welke wij nu varens noemen, geven slechts een flauw beeld van die grootsche planten der voorwereld. De bovenstaande teekening geeft een denkbeeld van den algemeenen

indruk, dien zulk een boom moet hebben gemaakt. Daarbij valt op te merken, dat hij zeer duidelijk van een palmboom te onderscheiden is. Deze heeft namelijk, slechts *enkel gevinde* bladeren, terwijl die der varens dubbel of ook wel drievoudig gevind zijn. Verscheidene jonge bladeren der varens komen gelijktijdig te voorschijn, en zij zijn eerst opgerold, zooals de haarlokken in de papillotten van den kapper, de bladeren der palmen verschijnen altijd slechts een voor een en altijd uit de kern van den stam recht naar boven gericht, samengevouwen, van boven naar beneden steeds in dikte toenemende, tot het geheel zich ontwikkelt tot vele afzonderlijke, dunne, vedervormige bladeren, met een dikken, langen, driekantigen bladsteel in het midden.

Wanneer men de vreemde vormen van de boomen der voorwereld beschouwt, dan is het geen wonder, dat men eene vergissing als de boven vermelde kon begaan. De Stigmariën, als boomen beschouwd (zonder op hare vereeniging in een wortelknoop te letten), hadden overigens niets, dat haar tot nog vreemdsoortiger planten maakte dan de Sigillariën zijn. Het verschil, dat de zoogenaamde litteekens der bladeren (litteekens der wortels) geheel cirkelrond zijn, terwijl zij bij de andere boomen meer of minder veelhoekig, onregelmatig van vorm zijn, kan onmogelijk zoo sterk sprekend genoemd worden. Die planten, welke vooral welig in moerassen groeien en daarbij eene sterke ontwikkeling naar boven, en derhalve veel voedsel noodig hebben, zijn gewoonlijk op deze wijze gevormd. Daartoe behoort de kalmus; zijn wortelstok is vleezig en dik, en zou, wanneer de zuigwortels waren afgevallen en de dikkere massa versteend ware, een beeld opleveren, dat op de afzonderlijke stammen der zoogenaamde Stigmariën, wanneer zij niet den bovenaangeduiden vorm eener wortelmassa hebben, zeer veel gelijken zou; zelfs de cirkelronde zegels zouden niet ontbreken; nog sterker vertoont eene Convallaria zulke zegelvormige afdrukken van den stengel en zij wordt daarom *Sigillum Salomonis* (Salomonszegel) genoemd. Maar moeras was de bodem van al deze planten der steenkolenperiode, dat ziet men aan die, welke of in half verkoolden of in eenen eigenaardigen verkiezelden toestand zijn gevonden, en met de planten van onzen tijd vergeleken kunnen worden.

Ook de varens, waarbij zich de Sigillariën aansluiten, zijn planten, welke bij voorkeur, behalve eene vochtige schaduw, gaarne warmte hebben; want de gevondene wijzen allen op een tropisch klimaat, dat zonder twijfel door de warmte der aarde, onafhankelijk van haren stand met betrekking tot de zon, werd teweeggebracht.

De in kiezel overgegane planten behooren wellicht eigenlijk niet tot het tijdperk der steenkolenvorming, maar in allen gevalle tot de daarna onmiddellijk volgende periode van het roodliggende. Misschien zijn zij ten tijde der steenkolenformatie gegroeid, doch niet tot asch verbrand of verkoold, maar op de oppervlakte gebleven, werden zij met zand en klei bedekt en de kiezelstof scheidde zich uit dit mengsel af, om zich in de houtvezels af te zetten,

of zij verdrong de stof, waaruit deze bestond, geheel en nam den vorm aan van het gewas (de kool hoogstens als kleurmiddel). Zoo vinden wij geheel in agaat, chalcedon, vuursteen overgegaan, zoogenaamd «fossiel hout» tamelijk menigvuldig, en het is verwonderlijk, hoe volledig alle vaten, de geheele structuur der plant, het merg enz. den vorm hebben behouden, terwijl de zelfstandigheid, waaruit het bestond, geheel is verdwenen.

Op vele plaatsen vindt men geheele beddingen van versteend hout. Het raadhuis in Nordhausen heeft een trap, welke uit zandsteen bestaat, waarvan elk afzonderlijk stuk ontwijfelbaar aantoont, niet zoo zeer dat het eenmaal hout geweest is, als wel, dat de massa zich laag voor laag volgens de jaarringen en de vezels, buizen, takken, enz. heeft afgezet. Op andere plaatsen ziet men de houtzelfstandigheid in het schoonste agaat veranderd, dat deels doorschijnend, deels ondoorschijnend, de grootste verscheidenheden van kleur vertoont.

Op Van Diemensland is het zoogenaamde Derwentdal, dat een bosch van versteende, in opaal veranderde boomen bevat. Kapitein James Ross verhaalt daaromtrent het volgende:

„Eene der vreemdste merkwaardigheden uit de natuurlijke geschiedenis, welke ook altijd de opmerkzaamheid trekt van de geologen, welke Van Diemensland bezoeken, is het dal der versteende boomen, van welke vele geheel in opaal zijn veranderd. Graaf Strzelezki merkt in zijne voortreffelijke beschrijving van dit land op, dat hij nergens versteend hout schooner gezien heeft dan in het Derwentdal, en dat de oorspronkelijke structuur van het hout nergens beter is behouden gebleven. Terwijl de buitenzijde eene gelijkmatige als hars glanzende oppervlakte doet zien, evenals een nog levende, goed van schors voorziene denneboom, is het binnenste duidelijk uit concentrische lagen samengesteld, welke zeer dicht en homogeen schijnen te zijn, maar zich toch zeer gemakkelijk in de lengte laten splijten.

„Ik heb de gelegenheid gehad (zegt kapitein Ross), deze hoogst merkwaardige overblijfselen van een voorwereldlijk woud te bezoeken, in gezelschap van den gouverneur Sir John Franklin en van Mr. Barker, den eigenaar van Rose-Garland, waar zij door den laatstgenoemde werden ontdekt. De zorg van den laatste heeft ze ook nog eenigermate voor den vernielenden hamer van reizende geologen beveiligd 1). De schoonste boom is evenwel zeer beschadigd en grootendeels medegenomen. Mr. Barker had de vriendelijkheid mij alles, wat er nog van over was, voor het Britsche Museum aan te bieden, maar het scheen mij bijna heiligschennis zulk een kleinood van zijne oorspronkelijke plaats, waar het voor de reizende geologen veel meer aantrekkelijks heeft, te

1) Als het waar is, dat de hamer der geologen werkelijk gevaarlijk voor zulk een voorwereldlijk woud kan worden, verliest men allen eerbied voor de grootte er van, want er zullen toch op van Diemensland wel niet zoo vele geologen zijn als in het Hartsgebergte of in Thüringen.

verwijderen en daar ik nog volledige exemplaren van het Kerguelen-eiland naar Engeland had gezonden, bedankte ik voor deze aanbieding en verzocht hem integendeel nog meer doeltreffende maatregelen voor hunne bewaring te nemen.

«De grootste van deze boomen staat rechtop in zeer poreuze lava, aan de buitenste punt van eenen bergrug, 20 meter boven den waterspiegel van den stroom. De boom zelf heeft slechts een hoogte van 2 meter, aan het bovenëinde heeft hij eene middellijn van 40 centimeter. Niet ver van daar bevindt zich een andere boom in een schoorsteenachtige holte, die veel langer is dan het stuk van den boomstam en die, door de nauwkeurige afdrukken aan hare binnenzijde, aantoont, dat dáár, waar zij nu ledig is, het bovenstuk van denzelfden boom heeft gestaan. De holle ruimte heeft eene lengte van twee meter. Deze, evenals alle overige versteende boomen staan rechtop, waaruit schijnt te blijken, dat zij nog in vollen groei waren, toen de er over stroomende lava hen bereikte, die ook alle bladeren en takken verbrandde en eerst, waar de stam eene zekere dikte had, genoeg weerstand vond, om aan zijn vochtig omhulsel te stollen en hem niet in kool te doen veranderen. Het zou belangrijk zijn, te onderzoeken of men nog de wortels van die boomen kon vinden, waardoor bewezen zou kunnen worden, dat zij nog op hunne oorspronkelijke standplaats stonden, misschien echter zijn zij ook zóó rechtopstaande, door den gloeienden lavastroom voortgeschoven, evenals een gletscher ingesloten voorwerpen met zich voert.»

Het Kerguelen-eiland 1) en de aldaar gevonden versteende boomen, zijn door Ross in de boven medegedeelde beschrijving aangehaald. Hij zegt over deze het volgende:

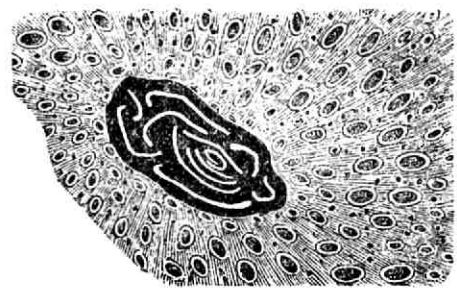
«Aan de zuidzijde der haven (van de Kerstmis-haven op het Kerguelen-eiland), ligt de merkwaardige, door Cook beschreven rots, die zoo sterk vooruitsteekt in zijne afbeelding van de golf. Het is eene groote basaltmassa, veel jonger dan de rots, waarop zij rust en waar zij in half vloeibaren toestand doorheen schijnt gebroken te zijn. Zij is meer dan 150 meter dik en rust op een ouder gesteente, op eene hoogte van 200 meter boven de oppervlakte der zee. Tusschen deze rotssoorten van verschillenden ouderdom worden voornamelijk de versteende boomen gevonden; een boom van meer dan 2 meter dikte werd uitgegraven en naar Engeland gezonden. Eenige stukken van dit versteende hout schenen zoo versch te zijn, dat men zich eerst door een nauwkeurig onderzoek moest overtuigen, dat men met steenen te doen had. Men vindt ze in ieder tijdperk van versteening; vanaf steenkool, die zeer goed brandt, tot kiezel, dat krassen op glas maakt. Eene laag lei, welke verscheidene voeten dik is en op de versteende boomen rust, schijnt het verkolen dier boomen te hebben belet, toen de vloeibare lava daarover heen

1) Dit eiland ligt in het zuidelijk gedeelte van den Indischen oceaan op 50° Z. B. VERT.

stroomde. Eene bijzondere geologische werkwaardigheid van dit eiland zijn de vele boven elkander liggende lagen steenkool, van eene dikte van eenige duimen tot verscheidene meters.»

In plaats van eene nadere beschrijving dier lagen te geven, maakt de Engelschman hier de opmerking, dat hij niet weet of de steenkolen hier in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn, om er een handelsartikel van te maken, maar meent, dat er althans genoeg zijn, om aan voorbijvarende stoomschepen als depôt van kolen te dienen. Dit wekt nu wel de belangstelling van den Engelschman op, die immer slechts den handel van zijn land voor oogen heeft, maar veel minder van den geoloog, die zich met de samenstelling van de oppervlakte der aarde wil vertrouwd maken. Van dit gedeelte van het verhaal is voor ons vooral van gewicht, dat boven de steenkolenvorming, en in die lagen, welke de kolen bedekken, versteeningen van kiezelachtige natuur voorkomen, en dat men deze zoowel aan de zuidspits van Nieuw-Holland (Van Diemensland) als een vierde gedeelte van den omtrek der aarde daarvan verwijderd, op de Kerguelen-eiland en in het midden van Duitschland heeft gevonden.

De verkiezelde planten, welke in onze nabijheid (in Duitschland dus) zijn gevonden, zijn varens. De wijze, waarop zij in den tegenwoordigen toestand zijn gekomen, is geheel raadselachtig. De varens hebben de eigenaardigheid, dat zij van hunnen stam uit naar beneden eene menigte wortels schieten, welke eerst slechts luchtwortels schijnen te zijn, maar allengs langs den stam



Verkiezelde varen-stam.

naar beneden zakken en den grond bereiken. Eindelijk omringen zij den stam, steunen hem en voeren hem voedsel aan, terwijl zijn kroon krachtig doorgroeit. Dergelijke boomen vindt men in en onder het rood-liggende zóó in kiezel veranderd, dat eerst de stam zelf met al zijne zonderlinge kromme lijnen en vezels, daarna ook de geheele wortelmassa in kiezel veranderd en eindelijk dit alles nog met eenen mantel van geheel zwarte kiezelstof, gewoonlijk chalcedon, omgeven is. Wanneer zulke stammen dwars doorgesneden, tot platen gezaagd en gepolijst worden, dan leveren zij buitengewoon fraaie

platen ter versiering van allerlei huisraad, zooals men die ook wel uit agaat, carneool en dergelijke steenen maakt. Wegens de zwarte kleur en de daarop voortkomende ovale witte vlekken heeten ze spreeuwsteenen (Staarsteine), omdat ze eenigszins overeenkomen met het wit en zwartgevlekte kleed van een spreeuw. De bijgaande teekening geeft eene afbeelding van zulk een dwars doorgesneden stam, in natuurlijke grootte. De zwarte vlek in het midden is de eigenlijke stam, die altijd plat gedrukt is; de witte, gekronkelde strepen zijn van verkiezelde vaatbundels, terwijl de tusschenruimte met chalcedon is aangevuld. De ovale punten, welke bijna regelmatig rondom den stam geplaatst schijnen, zijn de dwars doorgesneden wortels, die ook verkiezeld zijn, terwijl de buizen in deze wortels zwart zijn opgevuld, evenals de massa, die de wortels en den stam tot éénen steen maakt en het geheel omhult, ook zwart is.

De *bladeren* der varens komen niet in dezen toestand, in kiezel veranderd voor en men kent derhalve de plant, waarvan deze spreeuwsteenen kunstmatige doorsneden zijn, geenszins in haar geheel. Het schijnt alsof de kiezel, het grove zand, het conglomeraat, waarin men de stammen vindt, de meer teere deelen, de schoone fijn gevinde bladeren heeft stuk gewreven. In de leisteen vindt men daarentegen de afdrukken (dikwijls ook nog de bladeren zelve in half verkoolden toestand) zóó schoon en volledig, dat men zich zonder eenige moeite een denkbeeld van de planten kan maken, en men zijne verbeeldingskracht volstrekt niet behoeft in te spannen, om zich deze voor te stellen.

Wij hebben hier de Flora uit de *oudste* periode der organische vormingen, uit de *primaire periode* of het *palaeozoïsche tijdperk* geschetst. De planten zijn alle eenvoudig van bouw; hoewel zij bladeren hebben, die zeer schoon van vorm zijn, ontbréekt haar toch de ontwikkeling tot bloem en vrucht.

Anders is het reeds in de *tweede periode van ontwikkeling der aarde.* Terwijl er eerst slechts moerasplanten te vinden waren; terwijl het ontzaglijk groot aantal voorwerpen, in verband met het geringe aantal geslachten en soorten op eene beperkte ruimte, op eilanden wijst, waarop zij gegroeid zijn, treedt in de tweede periode het aantal der individu's op den achtergrond en dat der soorten vermeerdert.

De groep van gesteenten, welke men onder den naam van *secundaire formatie* te zamen vat, ligt boven het rood-liggende en den zechsteen. Zij begint, van *onderen* met den zeer bekenden bonten zandsteen, zooals die bij Gotha verrassend schoon wordt gevonden en op duizend andere plaatsen, zij het dan al niet zoo helder en veelvoudig gekleurd, voorkomt. Daarop rust gewoonlijk de schelpkalk, de keuper-, lias-, Jura-, en wealden-formatie; dan komt quader-zandsteen en eindelijk krijt. Dit vormt de bovenste laag dezer groep van secundaire gesteenten.

Ofschoon het niet te ontkennen is, dat deze gesteenten van elkander af-

wijken, eene geheel verschillende samenstelling, geheel verschillende bestanddeelen hebben; ofschoon het evenmin kan worden ontkend, dat deze verschillende lagen vele duizenden jaren na elkander gevormd zijn, heeft men toch het recht, ze tot ééne periode van vorming te brengen; want de planten en dieren, welke er in besloten zijn, hebben in de onderste en in de bovenste lagen een en hetzelfde karakter, ja het zijn *dezelfde soorten*, die in de bonte zandsteen, in het keuper en de liaskalk en in de krijtformatie voorkomen. De natuur van de oppervlakte der aarde is derhalve in dien tijd niet wezenlijk veranderd, maar ten opzichte van de vroegere periode wijkt zij aanmerkelijk af. Vooreerst reeds daarin, dat de verandering van de oppervlakte van den aardbol niet meer algemeen is geweest, maar een meer plaatselijk karakter draagt. Wel is de krijtformatie over de geheele aarde verspreid, maar dat, wat wij onder den naam van Juraformatie verstaan — die in Europa zeer algemeen is verbreid en den bijzonderen naam Jura juist niet daarom draagt, dat zij slechts in dit gebergte gevonden wordt, maar omdat zij zich daar het schoonst en het duidelijkst vertoont, dat ontbreekt in Zuid-Amerika zoowel als in Noord-Amerika bijna geheel. Zoo ontbreken daar ook de wonderlijke diervormen, welke deze formatie bevat, hetgeen weder bewijst, dat er reeds een verschil, wellicht ten opzichte van het klimaat, bestond of althans begon te ontstaan, dat, meer en meer ontwikkeld, in het tegenwoordige tijdperk zoo duidelijk waargenomen kan worden.

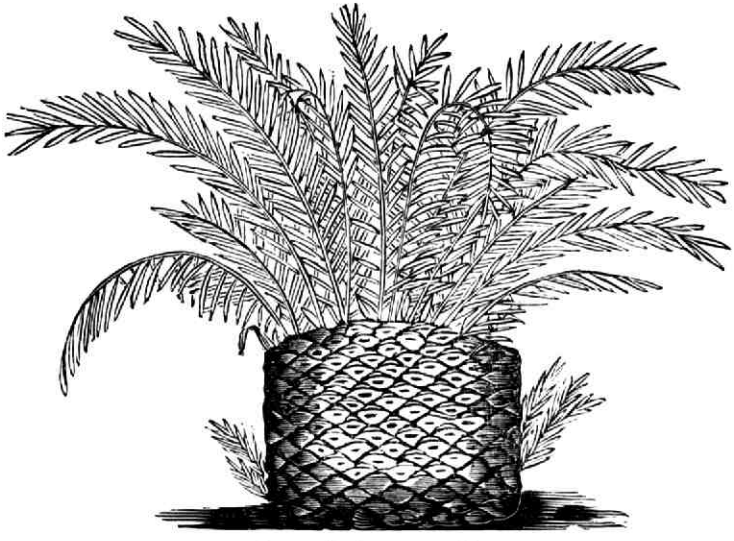
Verder vindt men dicht bij elkaar planten, die uitsluitend in de moerassen te huis behooren, naast andere, die de eigenaardigheden vertoonen, welke een drogere standplaats met zich brengt. Er bestond derhalve reeds berg en dal.

Het eerst en het meest ontmoeten wij die planten, die wij reeds kennen, zoowel de vroeger aanwezige als vele nieuwe soorten, namelijk de varens, de riet- en biessoorten, de paardestaarten en de wolfsklauwen. Maar, vreemd genoeg, verdwijnen de groote stammen der beide laatste en zij naderen in vorm en grootte veel meer tot de tegenwoordig levende.

De rietvorming vertoont zich krachtig, niet zoo zeer om groote beddingen van verkoolde plantaardige stof — deze vorming ontbreekt bij den tweeden trap van de vorming der aarde, in de secundaire gesteenten bijna geheel, — als wel om in dikke lagen van zandsteen zich zoo op te hoopen, dat deze daaraan den naam (rietzandsteen) ontleent.

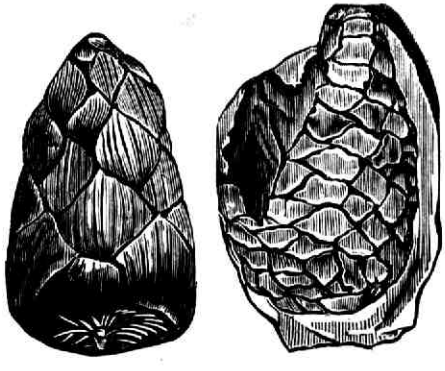
Eene plant, welke in de vroegere tijdperken, bepaaldelijk in de steenkolenformatie slechts in een zeer gering aantal soorten optreedt, en tegenwoordig over de gansche aarde nog in omstreeks 100 soorten is verspreid, komt in de secundaire formatie zoo buitengewoon menigvuldig voor, dat men bijna zou kunnen zeggen: zij karakteriseert deze volkomen. Het is de familie der Cycadeeën (Cycas revoluta is thans eene der kostbaarste sieraden van onze plantenkassen), waarvan Schimper in de liaskalk, de eigenlijke Jura en het

keuper, de bonte zandsteen en het krijt 175 verschillende fossiele soorten beschreef en waarvan de volgende afbeelding een denkbeeld geeft, dat tegelijk den algemeenen vorm van deze plantenfamilie aangeeft.



Cycas uit de voorwereld.

Deze plantenfamilie, nauw met die der Coniferen verwant, het tropisch karakter van hare woonplaats (derhalve ook dat van Duitschland in dien tijd) verradende, gaat van de steenkolenformatie door alle lagen (behalve de schelpkalk, waarin zij niet voorkomt) naar boven en het aantal soorten en individus wordt steeds grooter. Doch deze familie bewijst evenals de Calamiten en varens dat de organisatie der gewassen in de op elkander volgende tijdruimten, welke de vorming der verschillende lagen vereischt, eene *gedeel-*

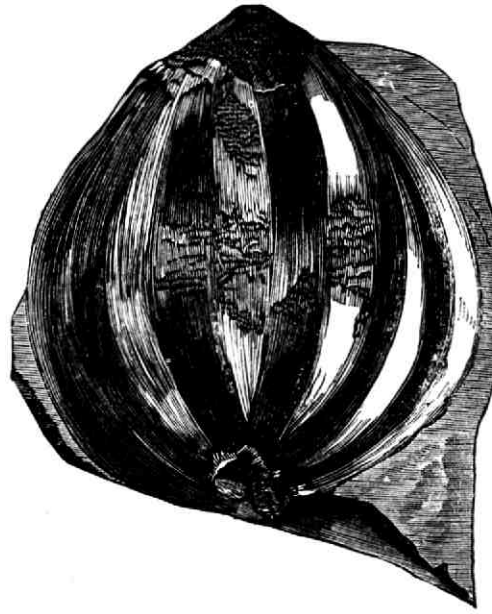


Vruchten eener Zamia.

telijke wijziging heeft ondergaan, maar dat de natuur in het algemeen zich *in dezelfde richting blijft ontwikkelen*, dat namelijk de onvolkomen vormen zoolang voortdurend, *bij herhaling* worden voortgebracht en in altijd nieuwe vertegenwoordigers van denzelfden vorm optreden als de oppervlakte der aarde zelve in dien oorspronkelijken onontwikkelden toestand blijft, die ongeschikt is om hoogere organismen te herbergen.

Het schijnt, alsof er allengs wel meer eilanden uit de diepte der zee zijn opgestegen, maar het aardrijk heeft toch nog in zijn geheel het karakter van vochtigheid, van moerassigheid behouden, dat vroeger zonder twijfel moet hebben bestaan.

Zoo vindt men dan op de daarvoor geschikte plaatsen tot op dit oogenblik nog de varens en de paardestaarten; zoo treft men ook nu nog de vormen der Cycadeeën (Cycas, Zamia, Zamites, enz.) aan, die in alle perioden van de vervorming der aarde, van de secundaire formatie naar boven tot op den tegenwoordigen tijd, in zulk een groot aantal voorkomen, dat hare vruchten, bladeren en geheele lichamen in het geheel niet tot de zeldzame versteeningen behooren. De voorgaande figuren vertoonen twee verschillende vruchten, eene



Vrucht van Zamites lanceolata.

van de *Zamia ovata*, dat is die met de groote schubben, de andere — met meer, maar kleinere schubben — behoort aan de *Zamia crassa*, beide zijn op de helft der natuurlijke groote voorgesteld. De nevenstaande afbeelding vertoont de cocosnootachtige vrucht van *Zamia lanceolata*, in natuurlijke grootte.

De Cycadeeën bereiken eene hoogte van 1,5 tot 12 meter, — zulke lange stammen heeft men daarvan gevonden: de tegenwoordige worden zelden hooger dan 1 meter. In de plaats der boomachtige Cycadeeën komen, in de jongste periode der aarde, de veel schoonere palmen.

Op een hoogeren trap van ontwikkeling staan reeds de Coniferen of Naaldboomen, hoewel ook daar de bloemen nog zeer onvolkomen zijn. Zij komen reeds in de steenkolenformatie voor; maar bepalen in het secundaire tijdperk met de Cycadeëen het karakter der Flora.

Op den bergrug tusschen Adersbach en Cudowa, bij het Boheemsche dorp Radowenz werd in het jaar 1857 een versteend woud ontdekt, 18 kilometer lang, 4 kilometer breed. Nergens elders heeft men nog iets dergelijks aanschouwd; er zijn plaatsen, waar men met een enkelen blik 30.000 centenaars versteend hout, alles van naaldboomen, overziet. Eene nieuwe soort werd, ter eere van den ontdekker, Araucaria Schrolliana genoemd. In den steenkolengrond bij Pelsen heeft men evenzoo in kiezel veranderde stammen van 8 meter lengte en 1 meter middellijn, deels liggende, deels staande, gevonden, die waarschijnlijk door kiezel bevattende wateren in dien toestand gebracht zijn. Deze naaldboomen hebben een *droger* grond en een *kouder* klimaat noodig. Terwijl dus tot nu toe het geheel bijna uitsluitend het karakter van een moeras- en eilandenwereld had, verandert dit nu. Het land is gerezen, droog geworden, er zijn heuvels en bergen onstaan en wanneer wij de vruchten en de geheele stammen der kegeldragende planten gelijktijdig met de Cycassoorten, de kortstammige palmachtige boomen zien voorkomen, en weten dat deze laatste vochtigheid en warmte noodig hebben, terwijl de eerste droogte en eene koelere standplaats vereischen, dan worden wij gedrongen aan te nemen, dat er naast heuvels ook hooge bergen waren, waarop toen evenals nu nog in de tropische gewesten de naaldboomen groeiden. Burmeister zegt: «Wij mogen daaruit besluiten tot het bestaan van hoogere, dicht en gelijkmatig met bosschen van naaldboomen begroeide bergen, wellicht tot uitgestrekte hooggelegen vlakten in het binnenste van de opgeheven landmassa's, terwijl de Cycadeeën, evenals tegenwoordig, met varens, enkele Lycopodieeën (wolfsklauwen), zelfs met palmen en lelieachtige planten vermengd, aan de randen van die hoogere en grootere landmassa's stonden. In diepe bochten van zulke met wouden begroeide hooglanden, schijnt zich vooral het organische leven ontwikkeld te hebben, want vooral in zulke op zich zelf staande kommen vinden wij de overblijfselen er van nedergelegd."

Daar gedijde ook zonder twijfel de tropische plantengroei in ongestoorde rust het best aan de oevers en tal van waterplanten, die in eene diepe zee niet groeiden, vonden daar eene rustige standplaats, want juist op zulke, rijkelijk met versteeningen voorziene plaatsen, ontbreken ook deze (de zeeplanten) in den regel niet.

Onder de Pinus- (naaldboom-) soorten zijn vooral de buitengewoon schoon

gevormde Araucariën menigvuldig. Hiervan geeft de hieronder afgebeelde tak eene schets. Zij komen in de steenkolenbeddingen slechts *misvormd* voor. In levenden toestand zijn de Araucariën hierdoor zoo schoon, dat de takken in een krans en hoogst regelmatig rondom den stam geplaatst zijn, zoodat zij een zeer sierlijk en elegant aanzien hebben. Behalve deze en nog een paar andere, met onze tegenwoordig Coniferen overeenkomende soorten, kwamen nog eenige andere voor, die tegenwoordig in het geheel niet meer bestaan.



Araucaria

Een grooter verschil in plantengroei met de vroegere periodes treft men in de steenlagen *boven* de Juraformatie aan, vooral wanneer het zoetwater-vormingen zijn. Men kan zeer duidelijk de quaderzandsteen-vormingen, die slechts zeeplanten bevatten, vooral wieren en fucussoorten (waaraan een bijzonder rijk daarmede voorzien gesteente zijn naam ontleent: Fucoïdenzandsteen) van de latere onderscheiden, waarin men alleen planten van boschrijke oeverlanden aantreft, en nog beter van eene derde laag, wier volledige vastlandflora ons bewijst, dat er toen uitgestrekte drooggelegen landen bestonden. Hier zijn duidelijk de eerste *loofboomen* te herkennen en wij zien ook hier, hoe allengs op elken grond de daarop thuis behoorende planten ontstaan. De eerste loofboomen zijn wilgen, die, zooals bekend is, met den slechtsten grond tevreden zijn, wanneer zij slechts de noodige vochtigheid hebben, waarvan men wel als zeker mag aannemen, dat zij in die vroegere periode aanwezig was. Ook populieren en hazelaars komen bijna zonder twijfel voor. Of het juist is, dat andere bladeren uit deze lagen van sediment-gesteenten aan linden, ja aan de nog hooger ontwikkelde tulpenboomen worden toegeschreven — met welke laatste inderdaad de zonderlinge vorm der bladeren overeenkomt, — moeten wij onbeslist laten. Maar als zeker kan men aannemen, dat al de plantaardige overblijfselen van deze hoogere lagen haar ontstaan aan eene zoetwater-vorming verschuldigd zijn. Er moeten groote watermassa's uit hooger gelegene deelen van het land naar beneden gevloeid zijn, welke die verschillende landplanten hebben bijeengedreven; hiervoor pleit ook haar afzonderlijk voorkomen, dat aan bijzondere plaatsen gebonden is.

De steenkolen van deze periode, welke men vroeger weinig of niet kende liggen zeer diep; zij zijn altijd slechts onder de keuperzandsteen te vinden.

Deze bontste van alle zandsteenen, uit vele boven elkander liggende, evenwijdige lagen van zand en klei van de meest verschillende kleuren bestaande, begint in hare onderste lagen bijna altijd met een lichtgrijs zandleemlei, dat spoedig zeer zandig wordt en in een sterk kleihoudende zandsteen overgaat, waaruit zich zoogenaamde «Thongallen» 1) en zelfs glimmerblaadjes afscheiden. De grauwe kleur van dit zandleemlei is afkomstig van bijgemengde verkoolde organische overblijfselen. In dit gesteente treden de planten zelve in verkoolden toestand op, onder den naam *zandleemkool* [«*Lettenkohle*»]; zij bevatten vele versteeningen.

De keuperzandsteen, welke niet zelden in honderd boven elkander liggende lagen van verschillende kleur, heldergeel, wit, donkergeel, groen, bruin, rood, blauwachtig, voorkomt en zeer vele versteeningen van dieren en planten bevat, vertoont echter nergens meer kool, zoodat in den tijd harer vorming geene groote massa's van verkoolbare stoffen schijnen te hebben bestaan.

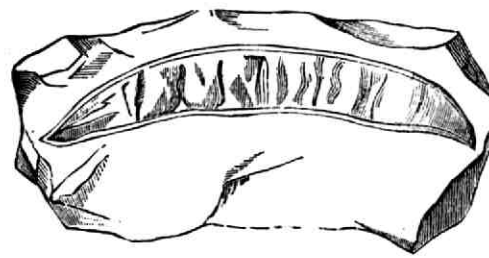
Wij nemen bij de lagen, die de oppervlakte der aarde bedekken, zeer duidelijk eene *derde* soort van vormingen waar, welke men nu de *tertiaire* formatie genoemd heeft. De organismen, welke daarin voorkomen, verschillen veel sterker van die der tweede formatie dan deze van die der oudste of eerste en komen zoozeer overeen met de thans levende wezens der dieren- en plantenwereld, dat wij, ofschoon niet altijd de soort, toch althans de familie ontwijfelbaar kunnen aanwijzen, en zelfs treft men de soorten der versteeningen niet zelden onder de tegenwoordige Flora der landen, waarin die versteeningen worden gevonden, aan.

Dit laatste is vooral kenmerkend voor de tertiaire formatie. Men moet aannemen, dat vroeger het klimaat der voor planten en dieren bewoonbaar geworden aarde, onafhankelijk is geweest van haren stand met betrekking tot de zon, dat de helling van de as der aarde, welke het verschil in klimaat der luchtstreken (zonen) veroorzaakt, toen nog geen invloed had; niet, omdat deze toen nog niet bestond — maar omdat, zooals wij reeds vroeger opmerkten, òf de zon nog niet dicht genoeg was, zoodat licht en warmte meer dan tegenwoordig door de wereldruimte verspreid werden, òf omdat de dampkring te dicht, te zeer met waterdamp gevuld was, om de zonnestralen door te laten. Wij weten, hoe weinig daartoe noodig is. Reeds de damp, die uit een theeketel stroomt, geeft in den zonneschijn duidelijk eene schaduw, en eene nevellaag van 6 meter dikte verbergt de zon geheel en al. Toen derhalve, in

1) Onder „Thongallen" verstaat men niervormige platronde of schijfvormige stukken van roode, zandige klei, ten deele van eenige centimeters in middellijn, ten deele zoo klein als eene erwt. VERT.

dit *eerste* tijdperk, was het karakter van den plantengroei over de geheele aarde gelijk. In het *tweede* was reeds duidelijk verschil waar te nemen, naarmate de standplaats droog of vochtig was. In het *derde* tijdperk zijn verschillen in klimaat duidelijk op te merken. Men vindt in Duitschland geene Cycassoorten, geene palmen en geene boomvarens meer, alleen beweert men in Bohemen enkele stammen gevonden te hebben, welke van palmen afkomstig zouden zijn, en welke, in het Museum te Praag bewaard, er inderdaad uitzien als stammen van palmen, of althans als tropische rietsoorten (Bambusa). Dit kan intusschen werkelijk het geval geweest zijn; deze tropische planten kunnen daar voor 200 eeuwen zeer goed inheemsch geweest zijn, terwijl zij onder de oppervlakte van het Koninkrijk Saksen, dat op dezelfde breedte ligt, niet voorkomen en derhalve daar niet inheemsch waren; even goed als in Planitz bij Zwickau nu de ananas nog in de buitenlucht kan groeien, terwijl dat in de omstreken niet het geval is, want daar wordt de bodem door het branden van eene steenkolenbedding onder den grond zoo sterk verwarmd, dat hij door geene vorst wordt aangetast, ja dat er zelfs geene sneeuw valt, daar de verwarmde lucht deze smelt, eer zij de aarde bereikt. Daarbij komt nog, dat de aarde toen over het algemeen nog een weinig warmer was dan thans; doch bestonden in alle gevallen verschillen in het klimaat op verschillende plaatsen, zij zijn het gevolg van den invloed der zon en doen zich in de flora subterranea, in het onderaardsche, antediluviaansche plantenkleed der aarde, kennen.

In de gipsbeddingen en de wijd uitgestrekte lagen van zoetwater-kalk, vindt men een ontelbaar aantal afdrukken van allerlei plantendeelen, bladeren,



Versteende peul eener Acacia.

takken, ja zelfs van bloemen en vruchten, wel is waar, niet bewaard volgens de methode van Appert 1), niet eetbaar, maar daarentegen des te zekerder tegen rotting en andere wijzen van bederf beveiligd en in haren vorm

1) Appert is de uitvinder van eene methode om spijzen toe te bereiden, zoodat zij voor langdurige zeereizen geschikt zijn. VERT.

zóó volkomen bewaard, dat men elke eigenaardigheid van het plantenweefsel, elk adertje van een bloemblad herkent. De bijgaande afbeelding is bij voorbeeld zonder twijfel de peul eener Acacia. Ook de *bladeren* van deze planten heeft men gevonden.

Uit dezen afdruk kan men met zekerheid opmaken, dat die planten te huis behooren op land, zooals wij het thans kennen en dat wij reeds eenige malen, ter onderscheiding van moerasland, *droog land* genoemd hebben. Daarom moet men evenwel niet meenen, dat moeras- en zeeplanten niet in de tertiaire formatie worden aangetroffen. De grofkalk en vele soorten van zand- en leisteen bevatten deze in menigte, en uit deze vermenging van planten, die eene verschillende standplaats vereischen, volgt, dat de flora der voorwereld uit buitengemeen vele soorten bestond.

In deze tertiaire formatie vindt men nu geene *sporen* van de meer teere gewassen, maar men vindt *deze zelf*, en zelfs hunne fijnste deelen zijn in de schoonste afdrukken bewaard, zoo b. v. de zee- en bruinwieren in de Italiaansche grofkalk en de schoonste mossen in dezelfde formatie in den omtrek van Parijs. In het gips van diezelfde streek komen de vruchten voor van eene ook thans nog levende soort van kranswier, de Chara (waterster).

Deze plant, die bij gansche bosschen in moerassen groeit, maar meestal onder water blijft, draagt in elken oksel van de stervormig om den stengel geplaatste bladeren, kleine roode kogeltjes, hare vruchten zijn ongeveer zoo groot als de zaadkorrels van den bolderik, een onkruid tusschen het graan, evenals de blauwe korenbloem. Deze kogeltjes komen in het Parijsche gips en in de grofkalk aldaar, in zulk eene ontzaglijke hoeveelheid voor, dat die gesteenten er geheel mede doorweven zijn en op vele plaatsen bijna enkel uit dit zaad schijnen te bestaan. Ook de Equiseten (paardestaarten) ontbreken in deze periode niet. Er komen vele soorten van voor, doch niet meer reusachtig groot, zooals in den tijd van de vorming der steenkolen, maar meer in grootte overeenkomende met de tegenwoordig levende. Van deze plantengroep zijn er eenige, welke doorloopend van het vroegste tijdperk tot op den tegenwoordigen tijd bestaan hebben, en alleen in grootte zijn veranderd. Hetzelfde geldt voor de Lycopodiëen, die ook in alle perioden voorkomen, en evenals de varens en Equiseten, bewoners der vochtige wouden waren en van de tegenwoordig levende alleen in grootte verschillen. De varens daarentegen zijn zoozeer veranderd in hare soorten, dat men voor vele er van thans te vergeefs naar vertegenwoordigers zoekt, zoo bijvoorbeeld van de Sigillariën.

De verkoling der plantenoverblijfsels in de tertiaire formatie is onvolkomen, die stoffen zijn niet zoo zwart als de steenkolen of het graphiet, niet zooals deze of als het anthraciet geheel of bijna vrij van bitumen, maar in tegendeel zeer rijk daaraan, ja de stof, die wij bitumen noemen, vinden wij vloeibaar en vast in de vormingen van deze periode en op sommige plaatsen in

groote hoeveelheden. Over de vorming van deze onvolkomen en daarom bij het branden zeer onaangenaam riekende kool, bestaat geen twijfel. Zij behoort tot de jongste formatie en is waarschijnlijk daarom onvolkomen verkoold, dewijl de aarde niet meer zulke krachtige plutonische opheffingen onderging, de oppervlakte (wier vastgeworden en afgekoelde massa veel dikker geworden was) niet meer door het naderen van den vuurhaard tot zulk eene hooge temperatuur gebracht werd, als ons de anthraciet- of graphietvorming verraadt.

De zand- en kleilagen der tertiaire formatie, tusschen welke gewoonlijk de bruinkool ligt, verraden, evenals de kool zelve, een jeugdigen leeftijd in vergelijking met de vroegere vormingen van dien aard. Waar men vroeger *zandsteen* en *leisteen* vond, daar vindt men in de tertiaire formatie zand en klei. Het eerste wel is waar, nog als steen samenhangende, zoolang het zich in de aarde bevindt, doch als bouwstof geheel onbruikbaar, daar het, als het droog wordt, tot fijn glimmerhoudend zand uiteen valt; de laatste steeds in den toestand, dien men *plastisch* noemt, buigzaam, kneedbaar, week en zacht op het gevoel, en daardoor bruikbaar voor alle die voortbrengselen, welke men tegenwoordig pottebakkerswaren noemt. Het Faïence, het fijnste porcelein, de porceleinen kachels en de dakpannen bestaan uit dezelfde grondstof, en de verschillende voorwerpen, die er uit vervaardigd worden, verschillen slechts door de toevoeging van een smeltmiddel (zooals bij het porcelein), dat de klei smeltbaar maakt, of van een omkleedsel (glazuur), dat de buitenste deelen omgeeft. Leem voor tegels is reeds in de aarde, ter plaatse waar het gevonden wordt, met kiezel, met meer of minder fijn zand vermengd, het is dadelijk geschikt voor het gebruik, men behoeft het niet eerst met eene andere stof te vermengen.

Tusschen de klei- en zandbeddingen liggen de bruinkolen, in verschillende lagen boven elkaar en men kan met nog meer zekerheid dan van de steenkolen aannemen, dat zij van overblijfsels van planten afkomstig zijn. Wij hebben reeds bij het bespreken der steenkolen over het harsachtige en olieachtige gedeelte er van, het bitumen, gesproken. Het zal wellicht niet ondoelmatig zijn hier iets daaromtrent bij te voegen, omdat juist de bruinkolenformatie daaraan zoo rijk is.

Alle planten, maar vooral de harsachtige, ontwikkelen bij de droge distillatie eene zelfstandigheid, eene vettige, langzamerhand drogende massa: het teer. Slechts weinig veranderd vindt men deze zelfstandigheid in de aarde. Vele landen zijn daaraan zeer rijk, zooals Klein-Azie, de oostzijde van den Kaukasus, het eiland Trinidad, enz. In den meest gewonen vorm heeft zij hare vloeibaarheid bijna verloren, dan heet zij pek. Ter onderscheiding echter van het kunstmatig uit planten bereide pek, heet het *aardpek*, en wegens zijn voorkomen onder de oudste woonplaats der Joden: *jodenpek*, asphalt. Is het niet vast, dan heet het *aardteer* en in eenen meer vloeibaren toestand

aardolie, *steenolie*.1) Zij is bruinachtig, heeft een eigenaardigen doordringenden reuk, drijft op het water, is vettig op het gevoel en brandt bijzonder levendig met een nauwelijks bedwingbare kracht, ontwikkelt daarbij veel roet, maar heeft, wanneer er genoeg lucht wordt aangevoerd, eene zoo sterk lichtgevend vermogen, dat men haar op vele plaatsen met groot voordeel tot straatverlichting heeft aangewend. In besloten ruimten is zij niet bruikbaar, wegens haren sterken reuk. De zuiverste vorm van deze delfstoffelijke olie heet *Naphta*; als zoodanig is zij waterhelder, zeer dun-vloeibaar en zoo mogelijk nog meer brandbaar dan de steenolie.

Dit aardteer is het bitumen, een distillatieproduct uit plantaardige stoffen ontstaan. Het komt op vele plaatsen zoo veelvuldig voor, dat het geheele vlakten bedekt. Op de Doode Zee vertoont het zich, nadat het vloeibaar uit den bodem dier zee is te voorschijn gedrongen, spoedig verhard tot schollen, welke op de kust geworpen worden en deze rondom bedekken. Op het eiland Trinidad is een meer, dat dit aardpek in zulk eene hoeveelheid uitwerpt, dat zijne oevers op vele plaatsen door groote rotsen begrensd schijnen, die uit zuiveren asphalt bestaan. Vroeger, toen dit «Jodenpek» uit Palestina kwam, was het duur en werd daarom slechts weinig gebruikt; nu het van het West-Indische eiland Trinidad (in de Caraïbische zee, vóór de monden van den Orinaco) in groote hoeveelheid wordt aangevoerd, wordt het reeds als straatplaveisel gebruikt, want het *Pitch lake* op Trinidad (het pek-meer), bijna zoo groot als de Doode Zee, levert zulk een ontzaglijke massa, dat men het niet kan verbruiken. Het geheele meer bestaat namelijk uit dat weeke asphalt, dat voortdurend op nieuw wordt voortgebracht en uit den lossen, klei- en zandachtigen bodem opstijgt. Zelfs de oppervlakte van dit meer is niet met water bedekt, ofschoon zes beken daarin uitmonden; het opborrelende pek verandert den loop dier beken onophoudelijk.

Baku levert de zuiverste natuurlijke aardolie, de naphtha. Deze borrelt op vele plaatsen der zandachtige kust van de Kaspische Zee in zulk eene groote hoeveelheid op, dat men daaraan bijna volstrekt geene waarde hecht, en alleen de beste soorten opvangt als handelsartikel. In Baku zelf branden deze aardoliebronnen sedert onheugelijke tijden en zijn onder den naam van «het heilig vuur» bekend. Op andere plaatsen dringt zij als gas uit de heete aarde en wordt in onzen prozaïschen tijd gebruikt om tegels te bakken, terwijl het vroeger een voorwerp van hooge vereering was, het goddelijke heiligdom der vuuraanbidders onder de Perzen.

---

1) Wat wij als petroleum branden is daaruit verkregen door distillatie. Men verhit de ruwe aardolie in een retort en de meest vluchtige dampen, die reeds bij geringe verhitting ontstaan, worden eerst opgevangen, maar zijn niet als brandstof geschikt, wat bij hoogere temperatuur overgaat is de voor ons bruikbare petroleum, terwijl er dan in de retort nog een massa overblijft, die moeielijker in dampvorm overgaat. Wat bij verhitting tusschen 120° en 150° overgaat is de bekende petroleum.

Overal is de oorsprong duidelijk, welke ook den vorm van deze bitumineuze olie of dit pek zij. Het is een *distillaat* uit plantaardige stoffen, die bij eene groote drukking langzaam zijn verhit en de bruinkool is eene ophooping van zulke plantenstoffen, in welke de verhitting nog niet ver genoeg gevorderd was, om het bitumen geheel te verdrijven (zooals uit het anthraciet), waarin het derhalve nog aanwezig is, en wel in eene groote hoeveelheid.

De ouderdom der bruinkolen heeft op hare samenstelling grooten invloed. Veel rijker, steenachtiger en sterker verkoold, derhalve ook meer vrij van aardpek, zijn de bruinkolen uit de onderste lagen der tertiaire formatie (welke geenszins uitsluitend bruinkolen bevat, zij komen in alle afdeelingen van dit jongere tijdperk voor); minder compact en meer duidelijk van overblijfselen van planten voorzien zijn de latere vormingen; in deze komt ook het bitumineuze hout voor, namelijk takken en stammen uit den tijd der bruinkolenformatie, die in hare houtmassa het bitumen in eene ontzaglijke hoeveelheid hebben opgenomen, zoodat men tot het besluit moet komen, dat geheele wouden zijn ten onder gegaan, welke nog levend door de aangeslibde massa van planten-overblijfsels zijn overdekt en daarna tegelijk met deze zijn omgezet geworden,

Waar de kool voornamelijk van bladeren afkomstig is, komt hare structuur met deze wijze van ontstaan overeen, en heet zij ook bladerkool.

Het distillaat, waarover hier gesproken is, heeft niet slechts de bovenste lagen der verkoolbare stof (waaruit het ontstaan is), maar ook de omliggende lagen van klei en zand doortrokken. Zoo vindt men *bitumineuze klei*, *bitumineuzen mergel* en *zandsteen*, welke daaraan soms zóó rijk zijn, dat zij kunnen branden. In verscheidene dorpen in het midden van Frankrijk gebruikt men zulke klei, met stroo en vloeibare mest gemengd om haar gemakkelijker vlam te doen vatten, als brandstof; men maakt er tichelsteenvormige stukken van en gebruikt die als turf. De aanwezigheid van zulke bitumineuze klei verraadt in den regel, dat er kolen onder liggen. Wanneer de Fransche boeren een weinig verstandiger waren, dan zouden zij hunne brandstof niet van de oppervlakte nemen, maar, misschien op nog geen twintig voeten diepte bruinkolen uitgraven. Deze belangrijke stoffen zullen ook wel op vele plaatsen in Duitschland te vinden zijn, waar men ze tot nog toe niet heeft gezocht. Zooveel is althans zeker, dat, ofschoon zij op vele punten inderdaad ontbreken, zij toch in alle lagen der tertiaire formatie tot aan de jongste en bovenste kunnen voorkomen. Men vindt namelijk in de bruinkool eene fossiele hars, den barnsteen, en den boom, waarvan de barnsteen afkomstig is en dien men later «*Pinus succinifera*» heeft genoemd (wat, in het voorbijgaan gezegd, een geheel verkeerde naam is, want deze boom heeft nimmer barnsteen gedragen; het hars, dat daaruit is gevloeid, zooals de gom uit den kersenboom en het hars uit den denneboom vloeit, was geen barnsteen, maar werd dit eerst, doordien het gedurende vele duizenden jaren in eene vochtige omgeving besloten was),

vindt men met zijne omgezette sappaarlen en brokken in de bruinkolen, en hij heeft derhalve in deze formatie geleefd. Nu vindt men den barnsteen tamelijk diep in het zand van geheel Noord-Duitschland, hetzij in stukken, die door het rollen en wrijven zijn glad gewreven, alleen in het zand besloten, hetzij als retiniet, van buiten zeer misvormd, blazig, in het geheel niet meer op barnsteen gelijkende, tot men bij het afschaven van dit onbruikbaar omhulsel eindelijk op de kern, den eigenlijken barnsteen komt, die op vele plaatsen, bij voorbeeld in de zeestreken van Oost-Pruisen verre verkozen wordt boven den barnsteen, die aan het zeestrand gevonden wordt. Op andere plaatsen echter is deze stof tot in zijne kern slechts *barnsteenachtig* (misschien door de verhitting bij de omzetting der plantaardige stoffen in de kool), zoodat zij niet vast en taai, noch schoon gekleurd is, maar bros, blazig en ongeschikt blijft om te bewerken.

Op die plaatsen nu, waar men barnsteen vindt, heeft men grond om te vermoeden, dat de bruinkolen ook niet ver af zijn, en het zou wel de moeite waard zijn, dat men daaromtrent proeven nam, vooral tegenwoordig, nu de zich snel vermeerderende bevolking de hoeveelheid bosch steeds meer beperkt.

Dat de bruinkolen bijna altijd in trogvormige diepten voorkomen, bewijst, dat de stof, die haar vormt, is bijeengedreven. De plaats, waar zij werd nedergelegd, was eene natuurlijke holte, welke door het water herhaaldelijk werd overstroomd en waarin de medegevoerde stoffen afgegezet werden. Het waren waarschijnlijk altijd stroomen van zoet water, geene zeevloeden, welke de overblijfsels van planten in zulke ontzaglijke massa's ophoopten; dit ziet men aan de weinige dierlijke overblijfselen, bepaaldelijk aan de schelpen, die zij bevatten; het zijn altijd zulke, die overeenkomen met de gedeeltelijk nog levende of verwante geslachten van onze beken en meren, maar nergens vindt men sporen van zeedieren.

Het schijnt eene bijzonderheid der bruinkolen, dat zij op het eerste gezicht zoo weinig op elkaar gelijken. In elke daarmede gevulde verdieping vertoonen zij een anderen aard. Maar daar de geheele bruinkoolvorming de jongste formatie is, kan dit hieraan liggen, dat het verschil in ouderdom duidelijker zichtbaar is, wat bij de steenkolen minder het geval kan zijn. Het is als in het menschelijk leven. Bij een man van 50 jaren maakt een jaar geen groot onderscheid, niemand ziet hem dat jaar meer of minder aan. Een kind van een jaar wordt door een tweede jaar dubbel zoo oud als het is, en iedereen ziet dit dadelijk. Wanneer de ouderdom der steenkolen vele millioenen jaren bedraagt, dan maken een paar duizend jaren meer of minder zeer weinig uit. Geheel anders is het bij de bruinkolen, wier ouderdom slechts bij duizendtallen en niet bij millioenen van jaren moet geteld worden. Bij eene zoo nieuwe formatie zal een grooter onderscheid merkbaar worden, naarmate de tijd, die aan de vorming is besteed, langer of korter van het tegenwoordige verwijderd is. De kool zal zich in groote massa's vertoonen, waar bij voorbeeld een wijd

uitgestrekt rivier- of zeegebied bij eenen doorbraak van zijne oevers, een daaronder liggend dal, eene kom met de boomen en planten, die de stroomende vloed op zijnen weg vond, geheel en volkomen opvulde. Daarentegen zal de kool zich in meer of minder dikke lagen boven elkander liggend en met zand en klei afwisselend, vertoonen, als de aanslibbingen niet op eenmaal maar in ver verwijderde tijdperken plaats hadden en voor elke nieuwe vermeerdering der plantaardige overblijfselen ook nog andere sedimenten gevormd werden, misschien de diepte zelve tot een meer werd, dat, boven de kolen staande, het zand en de klei, dat het met zich voerde, deed bezinken. Wanneer verder de omzetting der bijeen gedreven planten snel plaats had, dan moest men wel op vele plaatsen nog de houtachtige structuur, de bladeren, de takken en de vruchten kunnen herkennen. Wanneer daarentegen van het oogenblik der bijeendrijving der planten tot aan hare droge distillatie eene belangrijke tijdruimte was verloopen, dan had natuurlijk een ontbinding der planten plaats, die weder meer of minder volledig was, naarmate de omstandigheden gunstig waren, vochtigheid, warmte, droogte en weder vochtigheid enz. met elkander afwisselden. Dan vindt men in de bruinkool ook geene stammen en wortels meer, en dat de zaak zich zeer gemakkelijk op deze wijze kan hebben toegedragen, zien wij aan elken ouden houtkelder. Wanneer zulk een kelder slechts gedurende een halve eeuw uitsluitend is gebruikt om hout in te bewaren en niet zoo droog is als de beroemde loodkelder in Bremen, dan zal men daarin op eene weeke zelfstandigheid van donkerbruine kleur loopen, van boven zooals gewoonlijk met de spaanders van de laatste vracht hout bedekt, van onderen, op de diepte van een voet, zal men eene zelfstandigheid vinden, welke op aardachtige bruinkool gelijkt als het eene ei op het andere, en die daarvan slechts hierdoor onderscheiden is, dat de vorming van bitumen nog niet heeft plaats gehad, omdat de oorzaak der ontwikkeling daarvan, de verhooging der temperatuur, heeft ontbroken.

De loofdragende boomen, die in de bruinkolenformatie de overhand hebben, wijzen op een aanmerkelijk hoogeren trap van ontwikkeling dan de planten van vroegere formatiën vertoonen. Er komen nog wel naaldboomen in verlerlei soorten voor, maar de planten met echte bladeren treden in grooteren getale op: beuken, wilgen, elzen, populieren, hazelaars, noteboomen, ahornen en tulpeboomen, de laatste zeer gemakkelijk te herkennen aan hun eigenaardig blad, hetwelk op het ahornblad gelijkt, maar toch op den eersten blik er van te onderscheiden is, doordat daaraan (aan het blad van den tulpenboom) de middelste uitstekende punt ontbreekt, waardoor het eene langwerpig vierkante gedaante verkrijgt, die in de plantenwereld geheel ongewoon is.

Ofschoon, zoo als wij reeds opmerkten, deze planten ons tot een klimaat doen besluiten, dat met ons tegenwoordig overeenkomt en van jaargetijden afhankelijk is, is het toch niet te ontkennen, dat het òf over het geheel

warmer geweest moet zijn, òf dat de temperatuur meer gelijkmatig verdeeld was; want men vindt in de bruinkolen van het midden van Frankrijk, in Auvergne: myrthen, laurieren, katoenstruiken, kleine waaierpalmen, zelfs eenige cactusachtige planten, naast onze gewone braambessen, anjelieren en meer dergelijke.

De Chamaerops humilis, de kleine waaierpalm, groeit wel is waar aan de kust der Middellandsche zee, en de Opuntia ficus indica (eene soort van cactus) bloeit en draagt eetbare vruchten in den omtrek van Napels en in Sicilië, maar dat zijn ook landen, wier temperatuur werkelijk tot die der tropische nadert. Toch schijnt de gevolgtrekking: zoo moet het vroeger (d. i. in de bruinkolen-periode) ook in Bohemen en in het midden van Frankrijk geweest zijn, voorbarig. Want in Ierland, *waar zelfs geen renette rijp wordt*, blijven toch myrthen en laurieren in de open lucht leven, en dragen een zeer weelderig groen. Wanneer wij nu letten op de eigenschappen van eene veel hoogere, dichtere en rijkelijk met waterdamp verzadigde atmosfeer — zooals er toen moet geweest zijn — dan is het, zonder een tropisch of half tropisch klimaat aan te nemen, verklaarbaar, hoe in een land, dat wel geene keerkringszon, maar toch ook geen vorst kent, en dat eene temperatuur heeft veel gelijkmatiger over de verschillende jaargetijden verdeeld dan elders, (zooals thans nog met Ierland en een gedeelte van Engeland het geval is) zulke ongelijksoortige planten, die thans zulk een verschillend klimaat noodig hebben, nevens elkander konden groeien. Dat zij gebloeid en vruchten tot rijpheid gebracht zouden hebben, waardoor hare volkomen ontwikkeling eerst bewezen werd, is nog door niemand beweerd.

Het tot nu toe medegedeelde noopt ons aan te nemen: dat de plantengroei, van af het oogenblik, dat zij krachtig begon, door eene hooge temperatuur, groote vochtigheid en eene voldoende hoeveelheid koolzuur toenam in sterkte, maar dat allengs deze omstandigheden zoo zijn gewijzigd, dat de voeding der planten niet meer zoo weelderig geschiedde als in den aanvang, zoodat de massa der planten in latere perioden niet meer zoo ontzaglijk is geweest. De planten bestaan hoofdzakelijk uit koolstof en de bestanddeelen van het water, zuurstof en waterstof: zij nemen deze stoffen door wortels en bladeren op, door de eerste als koolzuur bevattend water, door de bladeren als koolzuur bevattende lucht. Wanneer de opneming door eene geschikte temperatuur wordt begunstigd, dan is hiervan de sterke ontwikkeling het gevolg, die wij thans nog bewonderen bij de planten der tropische gewesten, waar de kiem van eene pisangplant binnen zes maanden tot eenen stengel van 13 à 14 meters hoogte (geheel als de stengel der turksche tarwe) met 8 tot 10 bladeren van 1 meter breed en 3 tot 4 meter lengte — natuurlijk zijn gedurende de ontwikkeling tot op deze grootte reeds honderd dergelijke bladeren ontstaan en verdord, maar hare stelen vormen den stam, evenals

bij de maïs — uitgroeit en twee vruchttrossen doet rijpen, die elk op zich zelf juist voldoende is, om eenen met 2 ossen bespannen wagen te bevrachten, en waar, als de stam, nadat deze vruchten gevormd zijn, sterft, reeds zes of acht nieuwe, 3 à 5 meter hooge kiemen aanwezig zijn, om nieuwe boomen van grasstengels te vormen.

De dieren der Voorwereld.

Hoe rijker de atmosfeer aan koolzuur is, des te krachtiger is gewoonlijk de ontwikkeling der bladeren; daarom is in moerassen, die tevens warm zijn, zooals in die van het zuidelijk gedeelte van Noord-Amerika en in de delta van de Orinoco-rivier, de plantengroei het levendigst en vormt zich des te meer humus uit stervende planten, maar ook is de lucht daar des te nadeeliger voor het dierlijk organisme. Dit laatste heeft voornamelijk zuurstof noodig, en als het koolzuur inademt, zooals de bladeren der planten, dan ontvangt het hierdoor geen voedsel, maar vergif. Anders is het met koolzuur, dat aan *water* gebonden is: dat wordt niet ingeademd, maar door de *maag* opgenomen en verbruikt. Wanneer er nu dieren zijn, die geene longen hebben of wier longen slechts zeer onvolkomen ontwikkeld zijn, dan zullen zij ook in eenen dampkring die veel koolzuur bevat, kunnen leven. En zulke dieren zijn er. Volgens de onderzoekingen van von Humboldt is het aan geen twijfel onderhevig, dat verscheidene amphibiën, alligators, slangen en dergelijke dieren langen tijd in een dampkring kunnen leven, die voor den mensch terstond doodelijk zou zijn.

Deze onderzoeker heeft namelijk zoowel jonge als oudere exemplaren van gemelde dieren in groote glazen vaten geplaatst, die hiertoe ruim genoeg en zoodanig ingericht waren, dat men ze naar verkiezing met verschillende gassoorten kon vullen. De proeven werden zóó genomen, dat ze zoo leerzaam mogelijk waren en met zekerheid is op die wijze aangetoond, dat vele en verschillende soorten van hagedisachtige dieren, onder welke de krokodillen bovenaan staan, zoowel in koolzuur als in waterstofgas en stikstofgas kunnen

leven, terwijl de warmbloedige dieren er of terstond in sterven, zooals in koolzuurgas, òf langzaam en na eenige ademhalingen insluimeren en sterven, zooals vooral in waterstofgas het geval is.

Het leven op de aarde zal met de planten moeten beginnen, want zij zijn de eenvoudigste organismen. Het leven der planten zal de aarde tot het leven der dieren geschikt moeten maken, daar zij in de eerste plaats en vóór alles voedsel voor het dierenrijk opleveren, maar te gelijker tijd de lucht reinigen van het daarin aanwezige, voor de dieren bij de ademhaling onbruikbare gas, het koolzuur. De natuurlijke gang der ontwikkeling voor het dierenrijk zal derhalve die zijn, welke zich daarbij aansluit. De eerste dieren moeten in het water en wel in zeewater geleefd hebben, omdat er nog geen ander water was. Daar wij geen enkel dier kennen, dat anorganische stoffen verteert, moeten deze eerste dieren plantenetend geweest zijn.

Hoewel in de oudste lagen der laagsgewijs liggende gesteenten, waarin sporen van dierlijk leven aangetroffen worden, reeds het geheele dierenrijk, echter alleen in de minst ontwikkelde vormen, aangetroffen wordt, zou het toch niet overeenkomstig met de natuur zijn, als wij aannamen, dat al die vertegenwoordigers der diergroepen allen te gelijk waren opgetreden en dat te minder, daar de hooger ontwikkelde vormen geheel ontbreken, daar wij in die oudste archieven der voorwereld geen enkel hooger georganiseerd wezen, geene echte visschen, geene landdieren en geene vogels aantreffen. Wij denken ons dan ook die hoogere vormen uit de lagere ontstaan door geleidelijke ontwikkeling en nemen ten gevolge daarvan ook aan, dat die laagste vertegenwoordigers van de hoofdafdeelingen van het dierenrijk nog weer afstammen van eenvoudiger vormen, van welke wij den bouw en vorm alleen kunnen vermoeden, omdat hun lichaam alleen uit weeke deelen bestond en zij daarom in de steenen boeken der aardlagen geene sporen van hun bestaan hebben nagelaten.

De dieren, welke het eerst geleefd hebben, zijn zeer waarschijnlijk heel klein geweest, zoo klein, dat zij met het bloote oog niet waargenomen zouden kunnen worden, zooals er trouwens tegenwoordig ook nog leven. Eerst het microscoop heeft ons met deze kleinste schepselen, wier zeer uiteenwijkende vormen onze bewondering wekken en die een krachtig en taai leven bezitten, kennis doen maken. Men vatte deze kleine schepseltjes vroeger onder den algemeenen naam *infusoriën* samen, maar scheidt tegenwoordig terecht de eigenlijke infusoriën of afgietseldiertjes van andere alleen onder het microscoop waarneembare wezens, die, zooals reeds vroeger werd opgemerkt, staan tusschen het planten- en dierenrijk en *Protisten* genoemd worden. Het rijkst aan vormen is de groep, waartoe de wortelpootigen of Rhizopoden, de Foraminifeeren en de Thalamophoren behooren en die zeer dicht tot het dierenrijk naderen, zoodat men ze er veelal toe brengt als Protozoën. Om de geologische beteekenis dezer diertjes zullen zij later nader beschouwd worden,

hier volgen eenige algemeene opmerkingen over deze kleine dierenwereld.

Het microscoop heeft er dus merkwaardige inlichtingen over gegeven. Het zonne-microscoop heeft ons echter ook nog kennis verschaft omtrent den warmtegraad, welken deze schepsels kunnen verdragen, waarvan men vroeger volstrekt geen vermoeden had. Wie de dieren, welke zich tusschen twee glasplaatjes in een te zamen gedrukten waterdroppel bevinden, in het brandpunt van een zonnemicroscoop met de grootste levendigheid ziet rondzwemmen, spelen, elkander vervolgen, grijpen, verslinden, en de warmtegraden kent, waaraan zij in dit werktuig zijn blootgesteld, begrijpt de mogelijkheid niet, van hetgeen hij ziet. De kleine dieren sterven wel is waar gedurende de proef maar eerst wanneer het water, waarin zij leven, kookt, en bij 60 ja 75 graden van den thermometer van Celcius kunnen zij uren lang leven, hoewel het schijnt, dat de ontzaglijke massa licht, welke op hen valt, toch voor hun leven niet voordeelig is. In allen gevalle leeren wij uit deze proef, dat eene temperatuur van 75 graden C. niet te hoog is voor deze schepsels en dat zij leven kunnen, zoolang het eiwit, waaruit zij grootendeels bestaan, niet is gestold.

De eerste diertjes bestonden uit ronde of stervormige cellen. Zij hebben eene opening noodig om voedsel tot zich te nemen en deze is er altijd. Zij hebben eene opening noodig om het overtollige, het niet voedende, weder van zich te geven en deze is er ook. Het is namelijk *dezelfde*, waardoor zij het voedsel hebben opgenomen: mond en aarsopening zijn één.

Zij hebben geene organen noodig om zich voort te planten, om hun geslacht te vermeerderen, want dit geschiedt, doordat zij zich verdeelen, doordat in het binnenste van het dier reeds vijf, zes en meer kleinere dergelijke diertjes van dezelfde soort zijn bevat, welke er op hunne beurt reeds wederom in zich bevatten. Het moederdier splitst zich, het barst, en de jongen, die alle reeds weder moeders zijn, komen uit het omhulsel te voorschijn, beginnen een zelfstandig leven en spelen lustig in hun element, maken daarin met groote snelheid reizen, die de lengte van hun lichaam millioenen malen overtreffen (iets wat de mensch in den regel niet van zich zelven zeggen kan), totdat ook zij de vruchten, welke zij in zich bevatten, tot rijpheid hebben gebracht, barsten en plaats maken voor een volgend geslacht.

Deze wonderbare diertjes hebben oneindig verschillende, somtijds zeer zonderlinge vormen. Zij hebben schepraderen aan de mondopeningen, waarmede zij draaikolken in het water doen ontstaan, waardoor zij hunnen mond voedsel toevoeren. Die *schijnbare* raderen bestaan uit bijna vierkante huidlapjes, die regelmatig rondom twee kleine tepeltjes zijn geplaatst, deze lapjes worden, het een na het andere, in tegenovergestelde richting bewogen. Dit geschiedt met buitengewone snelheid en brengt op het oog den indruk te weeg, alsof twee onderslagwaterraderen, die zeer nabij elkander staan, gelijktijdig in tegenovergestelde richtingen draaien; het water dat zich *onder* het microscoop

tusschen deze raderen bevindt, werkt tot het gezichtsbedrog voor het oog *boven* het microscoop mede, want het stort zich in een trechtervormigen stroom tusschen de raderen in, voert, wat het bevat, voorbij de mondopening van het dier en gaat aan de andere zijde, waar de raderen het water weder naar buiten werpen, weg. Het helpt niet of men tot het oog zegt: bedrieg u niet, hier wordt geen rad gedraaid, de afzonderlijke trilharen aan de randen der tepeltjes bewegen zich heen en weder — men ziet het effekt en gelooft niet, wat men weet, dat toch gebeurt. De schepseltjes, die naar dit raderorgaan raderdiertjes genoemd worden, rekende Ehrenberg tot de infusiediertjes; zij behooren echter tot de wormen.

Andere hebben verschrikkelijke, op tangen gelijkende werktuigen en vele andere gevaarlijke moordwerktuigen, waarmede zij hunnen buit grijpen, verdeelen, verbrijzelen, of geheel inslikken. De hoogere zintuigen, oogen en ooren, schijnen zij niet te hebben; ook dat van den reuk, dat eerst in de lucht diensten bewijzen kan, moet hun ontbreken. Daarentegen is het gevoel zóó fijn ontwikkeld, dat zij, wellicht beter dan door oogen en ooren het geval zou zijn, van naderend gevaar onderricht worden. Men ziet deze kleine dieren met eene verwonderlijke snelheid voorwaarts schieten: zij ontmoeten op een afstand van zes malen de lengte van hun lichaam een ander, een grooter dier, een monster, dat hen zou verslinden, maar gelijk zij als een pijl daarop los zijn gevlogen, zoo schieten zij zonder zich om te keeren, met dezelfde snelheid terug. Hunne beweging geschiedt, evenals bij de slangen, door het verschuiven der ringen, welke hun lichaam omgeven, of zooals bij de regenwormen door afwisselende verkorting en uitstrekking; maar zij heeft met zulk eene ongeloofelijke snelheid plaats, dat van deze wormvormige bewegingen een voortschieten in eene rechte of kromme lijn het gevolg is (de richting hebben deze dieren geheel in hunne macht). Velen van hen hebben pantsers, die hen dicht omgeven en uit ringen zaamgesteld zijn of uit grootere schalen bestaan, zooals bij de kreeften. Zij zijn in de huishouding der natuur van het grootste belang, want zij vervormen gedeeltelijk de oppervlakte der aarde: zij vormen groote beddingen van een fijne kiezelaarde of een harden kiezelsteen. Dat zijn de *kiezel*pantsers van die diertjes, waarvan er honderden millioenen in eenen kubieken centimeter gaan. Zij vormen wijd uitgestrekte, dikke lagen van een los samenhangende koolzure kalk, het krijt; dat zijn de *kalk*schalen van even kleine schelpdieren, als die kiezelpantsers. Zij komen voor in de mergellagen van het krijt van de Middelandsche zee, of in de *vuursteenen* van het krijt der Oostzee.

Deze kleine wonderbare diertjes worden *onregelmatig* genoemd, omdat hare vormen geene symmetrie, van welken aard ook, vertoonen. Zij zijn kogelvormig, hoekig, cilindervormig, half rond, kort, in een woord, zooals de naam zeer goed uitdrukt: onregelmatig. Zij vormen den laagsten trap der dierlijke organismen. Daartegenover staan de nu volgende, iets hooger ont-

wikkelde dieren, die eene afzonderlijke hoofdafdeeling van het dierenrijk vormen, de plantdieren of Coelenteraten, waartoe de sponsen, polypen, koraaldiertjes en kwallen behooren. De *polypen* zijn zeer vreemde dieren en voor den bouw der aarde, evenals de sponsen en koraaldiertjes, van veel grooter belang, dan men vroeger vermoedde, hoe klein zij ook zijn (veel grooter in allen gevalle dan de kalk- en kiezeldiertjes, wier schelpen en pantsers men tot bergen opgehoopt vindt, maar die hoogstens de grootte van een speldenknop hebben). Het lichaam van een polyp is in het algemeen een holle cilinder met eene insnoering van boven en een voet van onderen. Het is in de lengte doorboord, heeft van boven een mond, door zes, acht, twaalf armen omgeven en in het midden van het bovenste gedeelte de maagholte, van daar gaat een kanaal uit, hetwelk door den voet heen loopt. De steel, de voet zit òf altijd vast, en dan is het dier onbeweeglijk, d. i. het kan zijne plaats niet verlaten, of de voet kan zich *naar verkiezing* al of niet vasthechten. De polypen leven zelden alleen, meestal vormen zij vastzittende koloniën; de hydromedusen of schijfkwallen vormen meestal drijvende koloniën, kunnen echter ook vast zitten. Van de sponzen onderscheiden zij zich vooral door het bezit van zoog. netelorganen, kleine, met een bijtende vloeistof gevulde blaasjes, waarmede gevangen dieren gedood worden. Menigeen, die in zee gebaad heeft, heeft met die netelorganen der kwallen op eene onaangename wijze kennis gemaakt, door het brandend gevoel, dat zij op de huid te weeg brengen.

Door de armen verschaffen deze kleine dieren zich hun voedsel, dat weder uit andere, nog kleinere dieren bestaat. Zij zijn alle waterbewoners en zijn in staat uit het element, waarin zij leven, d. i. het water, de koolzure kalk in hoe geringe hoeveelheid deze ook daarin aanwezig is, op te nemen. Naar het aantal hunner armen verdeelen zij hun lichaam door schotten in hokjes. Hebben zij geene armen (men noemt deze armen voelers, tentakels) dan is hun lichaam half rond; hebben zij twaalf armen, dan heeft het lichaam twaalf stervormige, zeer duidelijk door scherp gekante schotten verdeelde hokjes.

Deze dieren vermenigvuldigen zich wel door eieren, en door deze alleen vormen zij nieuwe individuën, maar tevens vermeerderen zij zich door knoppen en daardoor vergroot de familie zich.

Het dier heeft ongeveer den vorm van eene peer, op welker kroon de armen zitten, die den buit vangen. Op de achterstaande afbeelding links ziet men de stervormige holte, waarin zich het geheele dier, als het zich samentrekt, kan verbergen. De koralenstok toont aan, hoe het dier zich een onderlaag bouwt, hoe het zich opheft en zich dan in twee, vier en meer armen verdeelt en zoo voort, tot daaruit geheele boomen ontstaan, zooals wij die in de kabinetten van natuurlijke historie zien, of geheele bergen, eilanden en eilandengroepen, archipels, eiland-werelddeelen, zooals wij in de Zuidzee in groote uitgestrektheid waarnemen en zooals zij in den voortijd der aarde over

hare geheele oppervlakte moeten verspreid geweest zijn. Want wij vinden hunne kalk-skeletten in ontzaglijke massa's in de gebergten der aarde en wel niet alleen in de nabijheid der keerkringslanden, waar zij tegenwoordig vooral wonen, maar overal waar de Juraformatie voorkomt. Ook hierover zal later uitvoerig gesproken worden.



Koraaltak.

De hoogst ontwikkelde dieren, welke tot deze hoofdafdeeling behooren, zijn de *Medusen* of *Kwallen*; zij zijn echter voor den bouw der aarde van weinig belang geweest, daar zij in den korst van deze niets hebben nagelaten; toch is het van belang ze als die dieren te kennen, wier organisatie vrij wat hooger staat, dan die van de andere dieren dezer hoofdafdeeling, terwijl zij tevens eene eigenschap bezitten, welke de polypen niet hebben, n. l. die der vrije en willekeurige *beweging*.

Van de geheel weeke dieren dezer groote, talrijke klasse, hebben de archieven der voorwereld niets voor ons bewaard. Hun lichaam, dat alleen uit gelei bestond, was niet geschikt om indrukken in het omringende zand achter te laten. De thans levende soorten zullen echter waarschijnlijk met de uitgestorvene overeenkomen, en dan moeten wij ons hunne voorouders en stamgenooten als polypen voorstellen met vele paren armen, doch zonder voet. Elke arm ziet er uit als een boom, op eene verkleinde schaal; hij heeft een stam,

zeer vele takken en twijgen en aan ieder uiteinde van een tak bevindt zich een orgaan, door middel waarvan de prooi gevangen en in den mond wordt gebracht, die midden tusschen de acht, twaalf of meer armen ligt of slechts door de vangorganen uitgezogen en van zijn sap beroofd wordt. De grootte wisselt van die der koraalpolypen tot een middellijn van verscheidene voeten, wanneer men hunne armen uitstrekt. Hunne voortbeweging geschiedt daardoor, dat zij langzaam water inzuigen en het snel uitpersen, derhalve door de terugwerkende kracht van het botsende lichaam op dat, waartegen het botst, omstreeks zooals bij het waterrad van Segner of zooals bij de turbine; of daardoor dat zij hun lichaam snel na elkander samentrekken en uitzetten, waardoor zij zich (geheel zooals de kleine infusiediertjes) snel voortbewegen en wel in elke willekeurige richting.

Terwijl de bekervorm bij het lichaam der polypen het meest voorkomt, is dit bij de stekelhuidigen het geval met den lensvorm. De grootste omtrek, die bij een lens *cirkel*vormig is, is dit hier niet, maar heeft eene *veelhoekige* gedaante, en al komt deze ook, oppervlakkig beschouwd, nabij den cirkelvorm, zoo blijkt toch bij eene meer nauwkeurige beschouwing altijd dat het lichaam door zekere vlakken in gelijke deelen kan worden verdeeld en het aantal dier vlakken is steeds vijf of een veelvoud daarvan.

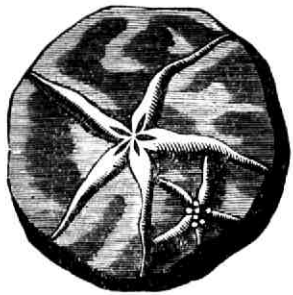
Vroeger, toen voor het eerst eene verdeeling van het dierenrijk werd gemaakt, werden de plantdieren met de nu te behandelen hoofdafdeeling, die der *sterdieren* (*Echinodermata* of *stekelhuidigen*) samengevat onder den naam *straaldieren* of *Radiata*. De onderzoekingen van den lichaamsbouw, door Leuckart, hebben echter uitgemaakt, dat zij zooveel hooger staan dan de plantdieren, dat men tot het vereenigen dier groepen geen recht heeft.

Tot de sterdieren behooren de zeesterren, de zeeleliën, de zeeëgels en de zeekomkommers.

Hunne voorouders waren hoogst waarschijnlijk wormachtige dieren, wij rekenen dan ook de zeewormen tot het oudste dierlijke leven te behooren. Wel hebben zij ten gevolge van den weeken bouw van hun lichaam weinig sporen achtergelaten, maar toch hebben de onderzoekingen geleerd, dat er eene nauwe verwantschap tusschen deze en de stekelhuidigen bestaat. Vele dezer laatste toch doorloopen in hunne jeugd bij de ontwikkeling den vorm van laagontwikkelde wormen en hoe zou dat eenvoudiger en meer bevredigend te verklaren zijn dan door het bestaan eener verwantschap dier hoofdafdeelingen aan te nemen. Toch zijn ook voor omstreeks 12 jaren versteeningen van ringwormen gevonden, welke volgens Haeckel overeenkomen met de stamvormen.

De sterdieren onderscheiden zich van alle andere dieren in de eerste plaats door het bezit van een eigenaardigen bewegingstoestel. Hij bestaat uit een groot aantal bolle zuignapjes of voetjes, welke straalvormig om den mond zijn gerangschikt en waarin door een stelsel van kanalen zeewater wordt geperst.

De voetjes zetten zich daardoor uit en worden dan tot loopen of vastzuigen aangewend. Verder hebben deze dieren de eigenschap, dat zich in de huid kalk kan afzetten, zoodat er een geraamte, een soort skelet, ontstaat, doordat zich in de huid kalkstukjes afzetten of doordat straalvormig gerangschikt kleine beweeglijke kalkplaatjes ontstonden, die het geheele dier met een pantser omgaven. Overigens zijn het nog vrij onvolkomen dieren, want zij missen nog vele zintuigen; toch bezitten zij reeds duidelijke ledematen, hun lichaam is platgedrukt, met een opening op eene der breede vlakken; daaromheen zitten in een vijfhoek de leden of armen, zoodat er een vijfzijdige ster ontstaat. Al deze leden zijn driekantig van vorm en met eene der beide uiteinden aan eene der vijf zijden van het hoofdlichaam vastgehecht.

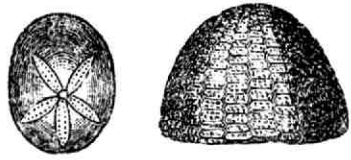


Zeester.

Nevensgaande figuur geeft ons de afbeelding van eene zeester (Asterias), welke in de schelpkalk gevonden is, en de plaatsing der armen rondom het lichaam duidelijk vertoont. Nog thans bevolken zij de zeeën, ofschoon in geheel andere soorten; de hier afgebeelde heet Pentagonaster regularis (regelmatige vijfhoekige ster) en kan gevoeglijk als vertegenwoordiger van alle dieren dezer klasse gelden.

Hier bemerken wij reeds spieren, ten eerste ringvormige om den mond en de aarsopening, die werken als de trekbandjes van eenen tabakszak, sluitspieren, die hoofdzakelijk dienen om den mond te openen en te sluiten. Daaraan sluiten zich de spieren aan, welke naar de ledematen gaan. Daar eene spierbeweging zonder zenuwen niet denkbaar is (ofschoon men lang heeft gemeend, dat het hart der hoogere dieren geene zenuwen bezat, omdat zij zeer fijn zijn en daardoor eerder aan de waarneming ontsnappen), dewijl eerst door de zenuwen de wil van het dier op de spieren wordt overgebracht; daar verder de spiersamentrekking, welke door een uitwendigen prikkel wordt teweeg gebracht, voor zoo verre wij althans weten ook slechts het gevolg eener zenuwwerking is, zoo is het noodzakelijk, dat deze dieren, welke eene beweeglijkheid bezitten, die zoowel door hunnen wil als door een prikkel van buitenaf ontstaat, ook zenuwen hebben en deze zijn bij hen niet slechts vermoed, zij zijn ook werkelijk gevonden. Hersenen, als plaats van oorsprong der zenuwen, zijn wel niet voorhanden, maar toch een centraalorgaan, een soort van zenuwknoop (ganglium). Om de buis, welke als slokdarm dient, ligt namelijk een zenuwvlecht, die duidelijk stralen naar alle ledematen zendt, en daardoor bij die voorwerpen, welke geen eigenlijk uitstekende deelen hebben, toch zeer duidelijk aanwijzen, hoe vele leden het lichaam bezit of de ster hebben zou, wanneer het dier tot een ster ontwikkeld ware.

De hierbij gevoegde afbeeldingen vertoonen deze rangschikking der zenuwen en spieren zeer duidelijk. De eerste figuur geeft eene afbeelding van de soort Nucleolites, welke een vijfdeelig eivormig lichaam heeft, om welks mondopening de vijf zenuwstrengen met den daarbij behoorenden spiertoestel zich regelmatig uiteen spreiden, en die reeds een overgang van het regelmatige tot het symmetrische stelsel vormt, doordat de tweede opening, tot afzondering der onbruikbare stoffen, zich *ter zijde* bevindt en er een gebogen spijs- of darmkanaal aanwezig is. De tweede figuur stelt de Diadema seriale, van ter zijde gezien, voor, bij welke men de verdeeling in twintig reeksen van schilden (op de helft zijn er tien zichtbaar) duidelijk kan waarnemen en onder ieder van deze is eene spierstreng en eene daardoor heen dringende zenuwstreng te vinden. Deze stekelhuidige dieren, welke tot de klasse der *zeeëgels* (Echinida) behooren, bezitten reeds eene hoogere organisatie, ja, zij behooren zelfs tot de hoogst ontwikkelde onder de genoemde hoofdafdeeling. Zij hebben een week, geleiachtig, maar spierachtig lichaam en zijn met eene kalkhuid bedekt, welke uit een groot aantal schildjes samengesteld en met stekels gewapend is; daar deze laatste meestal afgebroken zijn, zoo kan men de plaats, waar zij gezeten hebben, in de teekening duidelijk herkennen. Zij leven nog thans in bijna alle zeeën en hunne schalen vindt men in menigte, in de kabinetten van naturaliën. Hunne schalen zijn daarom zoo goed bewaard gebleven, omdat zij meestal uit rijen van platen samengesteld waren.



Echinodermen.

De grondvorm van het lichaam gelijkt op een zorgvuldig afgeschilden sinaasappel (zie de onderstaande figuur), rondachtig en eenigszins kogelvormig,



Echinodermen.

maar toch regelmatig uit vele afdeelingen samengesteld, welke aantoonen, dat het kogelvormige dier geenszins een kogel is. Op de verhevenheden van den rug, welke den kogel samenstellen, bevinden zich eene menigte uitsteeksels, waarop stekels staan, vanwaar de naam *stekelhuidigen* of Echinodermata (hetgeen volkomen hetzelfde beteekent) afkomstig is. Waar de

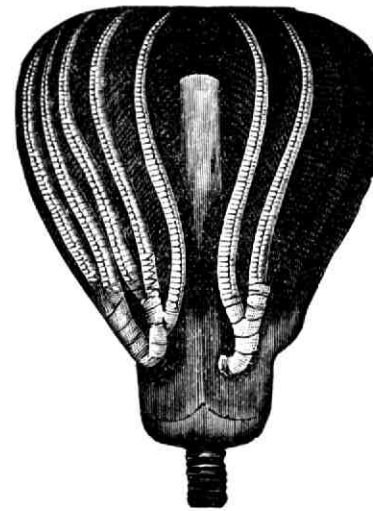
rondingen het sterkst uitsteken, zijn de kalkachtige stekels ook het grootst en het sterkst. Dáár, waar de afdeelingen aan elkander raken, waar bij den sinaasappel de steel is aangehecht, treft men de groote en tamelijk beweeglijke, uitzetbare mondopening aan; aan de tegenovergestelde zijde bevindt zich meestal eene tweede *opening*. De dieren zijn beweeglijk en dan hebben zij een mond van onderen, of zij zitten met den rug vast en hebben dan den mond van boven, maar in dit geval zijn de afdeelingen der bovenste helft beweeglijk en worden



Stekelhuidigen.



Apiocrinus Royssianus

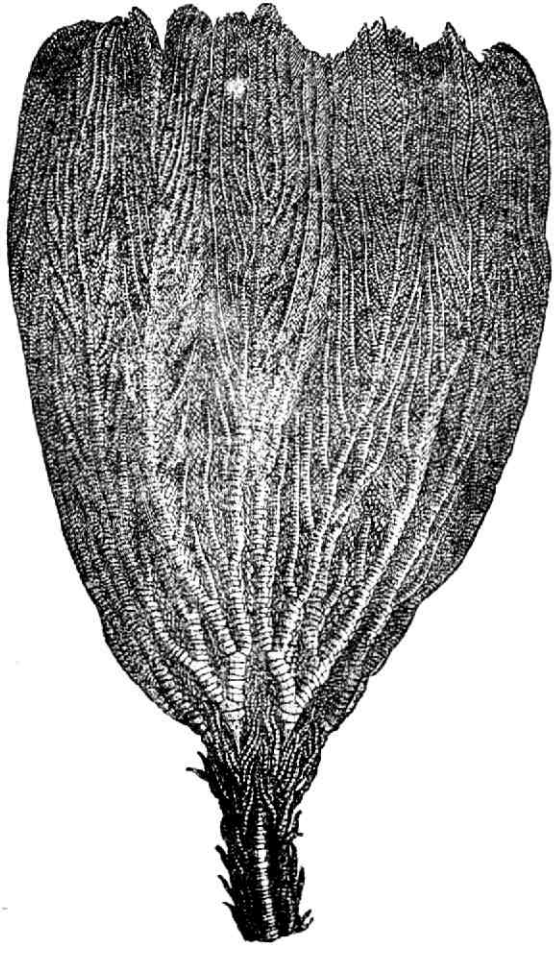


Vangorganen van Platycrinus triacontadactylus.

tot armen, welke de prooi grijpen.

Van deze schepselen hebben de sedimentlagen der zee tallooze exemplaren voor ons bewaard. De *Zeeleliën* Crinoïden, welke zeldzaam volledig en (daar zij zeer bros zijn) althans nooit met hunnen geheelen steel voorkomen, ziet men op de bijgaande figuur afgebeeld. De vlakke sterretjes zijn de afzonderlijke leden, waaruit de steel bestaat en die somtijds in zulk een aantal opeengehoopt zijn, dat dit zonderlinge dier, eene steenen tulp, verscheidene meters lang moet zijn geweest. Het best leeren wij misschien den vorm van dit veel voorkomende geslacht der eigenlijke zeeleliën (Encriniden) kennen uit de voorbeelden op deze en de volgende bladzijden. Zoo is hier afgebeeld de Apiocrinus Royssianus, die eene der schoonste is en daarnaast de kop van een andere, grootere, maar

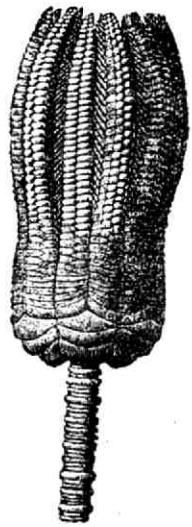
lang niet in werkelijke grootte. Op eenen langen steel, uit vlakke kalkschijfjes met verbindende stukjes bestaande, evenals de wervelkolom van een gewerveld dier, zat het eigenlijke dier, de zeelelie; door die kolom, welke tot het dier behoort en zonder welke het niet meer volledig, misschien niet meer geschikt om te leven was, zat het op den steenachtigen bodem vast; het dier kon dus zijne plaats niet verlaten en moest inrichtingen bezitten, om zijne prooi te kunnen grijpen.



Pentacrinus fasciculosus.

Op den meters langen, naar boven dunner wordenden steel, die, hoewel hij uit kalksteen bestond, toch zeer buigzaam was, doordat er een of meer lederachtige kanalen in de lengte doorheen liepen, zat de kelk der dierlijke

bloem, die geheel in vorm met de kelk eener schoon ontwikkelde plant overeenkwam; daaraan zaten als bloembladen, de armen van eenen vraatzuchtigen polyp. Midden tusschen de armen bevond zich de mondopening van het dier, geheel op den stamper eener bloem gelijkend en geheel bestaande uit van beneden naar boven in grootte afnemende zeszijdige plaatjes. Deze mondopening is door de armen met de vangdraden omgeven.





Encrinus liliiformis.



Saccocoma pectinata.

Deze fraaie gesloten steenen bloem, die zoo zij geheel volledig is een sieraad der verzamelingen uitmaakt (zij is daar vrij algemeen, maar niet altijd ongeschonden) leefde niet van de sappen, die zij door middel van wortels en stengel uit den bodem opnam, maar van tal van kleine waterdiertjes, die zij met de uitgespreide armen ving, door daarmede het water in stroomende beweging te brengen en zoo spoedig de prooi dan in de nabijheid der armen kwam, werd zij door de draden vastgehouden en naar de mondopening gebracht.

Deze vreemde dieren bevolkten den zeebodem in zoo groot aantal, dat de ronde leden der stelen geheele gebergten vormen. De natuur had voor hun blijvend bestaan vooral gezorgd door hunne bevestiging op den bodem. In de stormachtige zeeën toch van dien tijd, die geene zandige, maar rotsachtige oevers bezaten (omdat er toen nog geen zand was, dit is eerst een produkt, dat uit door water vernielde rotsmassa's ontstond) konden uit dunne kalkschalen bestaande dieren niet bestaan, want de golven zouden ze op de oevers werpen, waar zij door den golfslag verpletterd zouden worden; hunne steel bevestigde ze echter aan den zeebodem, de stormachtige golven gingen er over heen, zonder ze te beschadigen.

Dat deze diervorm in verband staat met eenen rotsachtigen bodem blijkt

zeer duidelijk uit 2 feiten: er bestaan geene zeeleliën op een zandigen of in moerassigen zeebodem en vervolgens wordt dit geslacht al zeldzamer, hoe meer de steenlagen tot onzen tijd naderen, hoe vlakker de zeeoevers worden en hoe meer de bodem zich met zand bedekt. Tegenwoordig kent men slechts ééne soort meer, de Pentacrinus Caput Medusae, die tot de Pentacriniden behoort, terwijl de Apiocriniden iets minder zeldzaam zijn. Eene gewichtige gevolgtrekking is echter uit dit langzaam verdwijnen eener aan bepaalde levensvoorwaarden gebonden diersoort op te maken, n. l. deze, dat de in de steenlagen gevonden dieren in het algemeen en de Encriniden in het bijzonder niets anders dan, zooals Burmeister het uitdrukt, de langzamerhand afgestorven onrijpe leden van eene voortgaande ontwikkelingsreeks zijn geweest, wier ontstaan in dien tijd door ten deele uitwendige, ten deele inwendige omstandigheden bepaald of verhinderd werd.

De afzonderlijke groepen dezer hoofdafdeeling doen ons de meest verschillende trappen van organisatie en levenswijze aanschouwen. Sommige hebben slechts eene eenvoudige voedingsholte, andere bezitten reeds een darmkanaal en aan de einden der zenuwen neemt men reeds iets, van wat naar zintuigen lijkt, waar; er zitten oogjes als roode puntjes aan de toppen der armen (zeesterren) of aan het begin der leden (vele zeeëgels). Eenige bezitten ademhalingsorganen, die bij andere weer ontbreken (zeesterren). De zeeleliën zijn bijna alle vastgegroeid, sommige laten echter later los en kruipen rond. Vele bezitten geen aarsopening b. v. de slangensterren, bij andere ligt zij op den rug en ligt de mond op het midden der onderzijde (zeesterren en regelmatige zeeëgels) of zij ligt naast de in het midden liggende mondopening, zooals bij de zeeleliën, of eindelijk zij begeeft zich naar de achterzijde bij de jongere, eenigszins symmetrische zeeëgels der Juraperiode, terwijl gelijktijdig bij de hiertoe behoorende hoogst ontwikkelde vormen, de hartegels, de mond ook niet meer in het middelpunt ligt. Vele zeeëgels hebben een volledig kauwtoestel met tanden, andere, zooals de hartegels, missen de tanden. Van de taaiheid van het leven dezer dieren geven ons de zeesterren een voorbeeld; niet alleen groeien afgesneden stukken weer aan, maar een afgesneden arm leeft voort en groeit door knopvorming weer tot een volledige zeester aan. De meeste planten zich voort door eieren, sommige krijgen levende jongen. Eene afzonderlijke plaats in de hoofdafdeeling nemen de zeekomkommers of Holothurieën in, die den uitwendigen vorm van een worm bezitten en omdat hun mond stervormig met korte armen is bezet, wel sterwormen genoemd worden.

In de zeeën der warme luchtstreek leven deze dieren in menigte. Zij komen in de tropische kuststreken voor, zoo dik en zoo lang als een vinger of zoo dik als een braadworst en vijfentwintig tot dertig centimeter lang; zij worden door de Chinezen gevangen en als eene bijzondere lekkernij veel duurder betaald dan de uitmuntendste oesters, ofschoon zij ons juist niet smakelijk voorkomen.

Over hunne palacontologische ontwikkeling weten wij zeer weinig, daar hun skelet van weinig beteekenis is.

Vele van deze dieren hebben nog geheel de de eigenaardigheid, waarvan de benaming *regelmatig* afkomstig is, namelijk de verdeelbaarheid in verschillende richtingen in gelijke helften. Daar zij namelijk rolrond zijn, kan men ze, wanneer de snede altijd door de as loopt, in vele verschillende richtingen in gelijke deelen verdeelen, en daar zij aan het eene einde van het rolronde lichaam eene ster van vangarmen hebben, geeft deze ster door hare armen en den daarmede verbondenen spiertoestel, die langs het lichaam loopt, den weg aan, hoe die verdeeling moet geschieden.

Nu zijn er onder deze rolronde wormen met stervormige vangorganen of tentakels verscheidene, die reeds den overgang van het regelmatige tot het *symmetrische* stelsel aanduiden, daar bij hen in de lengte des lichaams de buik- en de rugzijde verschilt en zij op de buikzijde meer zuigtepels hebben dan op de rugzijde. Verder vindt men ook somtijds eene maag met een toevoerend kanaal, dat naar de mondopening leidt, hetgeen ook tegen de eigenlijke regelmatigheid strijdt en tot *symmetrie* voert.

Deze wijst op eene hoogere ontwikkeling en komt volledig voor bij eene nieuwe hoofdafdeeling van dieren, de *Mollusken* of weekdieren, bij welke het weeke lichaam door eene huidplooi (mantel) omgeven is.

Het lichaam der weekdieren bezit niet de geleding van de zooeven besproken dieren, maar heeft veeleer den vorm van een ongeleden zak; daarentegen hebben zij een duidelijk te onderscheiden spijsverterings- en voedingstoestel, een darmkanaal, eene galafscheidende lever, een volkomen maar enkelvoudig hart, kieuwen enz. De weekdieren hebben verder een deel, van dit lichaam door een hals afgescheiden, dat de zintuigen en de bewegingswerktuigen draagt, maar slechts bij de hoogere duidelijk tot een kop vervormd is. Rondom den mond staan twee tastorganen, welke uitgestoken en ingetrokken kunnen worden en daarop zitten de oogen, waarvan er echter slechts twee zijn. In den mond zijn kaken met een soort van tanden te herkennen; eene tong ontbreekt ook niet, en wij zien uit dit alles, dat wij hier reeds met hooger ontwikkelde, beter georganiseerde dieren te doen hebben. Doch eerst de hoogere orden genieten *alle* de genoemde voordeelen; die, welke het naast bij de regelmatige dieren komen, hebben nog geen kop en geene eigenlijke zintuigen.

Vroeger rekende men ook de manteldieren tot de weekdieren en beschouwde ze als de laagste groep er van; maar zij hebben een weeken of lederachtigen mantel, welke bijna geheel gesloten is, en slechts twee openingen heeft, aan eene waaraan zich de mond bevindt. Zij bezitten geen kop en geen huisje en behooren tot de hoofdafdeeling der wormen. Ook zijn zij voor ons van geen belang, daar zij niet versteend gevonden zijn.

De laagste onder de weekdieren, waartoe de oester behoort en de iets hooger

staande, de schelpdieren missen een kop en bezitten een omkleedsel uit twee schelpen bestaande. Van deze vindt men een groot aantal overblijfselen, omdat de harde door den mantel afgescheiden massa (kalk) zeer geschikt was om in de archieven der voorwereld bewaard te blijven.

De schelpen der oesterachtige weekdieren zijn ongelijk van grootte, de eene grijpt over de andere heen en door eene opening in de eerste komt een steel, de voet, naar buiten, waarmede het dier op den zeebodem is vastgegroeid. Vaak blijft ook die voet onontwikkeld (oester). Hun lichaam is ook niet, zooals dat der echte schelpdieren *zijdelings* samengedrukt en rechts en links door de schelp omgeven, maar van *boven naar onderen* dus aan buik- en rugzijde. Zij bezitten een enkelvoudig hart, zonder boezem. Men noemt ze ook wel armpootigen (Brachiopoden) of om den vorm der ademhalingsorganen *spiraalkieuwigen.*

Bij de schelpdieren of *plaatkieuwigen* is de romp zijdelings samengedrukt, zoodat de mantel ter zijde zit en door een spleet aan de onderzijde kan het dier den voet uitstrekken, welke dient als voortbewegings- en boororgaan. De mantel heeft twee buisvormige uitsteeksels, het eene dient om het water in te zuigen (waarvan de voedende stoffen aan het darmkanaal toegevoerd worden), het andere om het onbruikbare uit te stooten. Zoo voeden zich de schelpdieren, want met uitzondering der kamschelpen, die door afwisselend openen en sluiten der schelpen kunnen zwemmen, liggen zij rustig op den bodem of bewegen zich slechts traag voorwaarts; sommige soorten bevestigen zich zelfs met koorden er aan, door den zoog. byssus of baard.

De mantel scheidt uit het voedsel, dat door het lichaam is opgenomen, de koolzure kalk af en vormt daaruit een harde schaal, welke den mantel en het geheele lichaam als twee kleppen omsluit. Zeer elastische banden vereenigen in een uiterst kunstig gevormd scharnier de beide kleppen, waarbinnen het lichaam rust. Deelen daarvan, die aan de schalen zijn vastgegroeid, en met eene ontzaglijke spierkracht zijn bedeeld, zooals men in deze dieren, die enkel uit gelei schijnen te bestaan, volstrekt niet zou verwachten, kunnen deze schalen zoo vast sluiten, dat een sterke man al de kracht van zijnen arm, ondersteund door de hefboomskracht van een daartoe ingericht mes, noodig heeft om slechts een oester te openen, welke lang zoo groot niet is als de vlakte eener hand (het dier daarin is nauwelijks zoo groot als een rijksdaalder), en toch gelukt het openen niet, zonder dat het gedeelte der schaal, waar het mes wordt aangezet, vernield wordt. Bij de parelschelpen is het openen reeds zoo moeilijk, dat men het in het geheel niet beproeft, maar de dieren laat sterven, daar de schelpen dan van zelf opengaan. Bij de grootere schelpen de zoogenaamde zeuzenoesters of Gigas is het geheel onmogelijk, en wie het zou willen wagen zijne hand in de geopende schelp te brengen, zou deze terstond verliezen, want een ankerkabel, welks omvang dertig centimeter bedraagt, drukken zij plat. Van schelpdieren moet het in de oorspronke-

lijke zee gewemeld hebben, want wij vinden òf de afdrukken òf de schelpen zelve in groot aantal tot geheele bergen (schelpkalk) opgehoopt.

Den overgang van de schelpdieren tot de hooger ontwikkelde weekdieren, de slakken, vormen de vleugelpootigen, mollusken, die wel klein zijn (zij zijn slechts een paar centimeters lang), doch reeds veel beter ontwikkeld dan de vorige, daar zij een kop en aan dezen kop zintuigen hebben. Vleugelpootigen heeten zij, omdat de mantel, die hun lichaam voor de helft bedekt, in vleugelachtige huidlappen eindigt. Zij hebben vinnen in plaats van pooten. Sommigen bezitten geen schaal, evenals de naakte soorten onder de slakken b. v. het walvischaas. In de zee zijn zij in eene ontzaglijke hoeveelheid aanwezig; zij verstrekken voornamelijk tot voedsel aan de walvisschen. In de steenlagen zijn zij echter niet te vinden, ofschoon vele van hen een begin van een harde schaal hebben.

Des te menigvuldiger vindt men in de sedimentlagen de slakken, die deze dieren nabij komen, welke wij in hunnen algemeenen vorm niet behoeven te beschrijven, want ieder kent dien vorm tamelijk goed. Belangrijk intusschen zijn eenige bijzonderheden en eenige verschillen tusschen land- en waterslakken. De laatste ademen namelijk door kieuwen, terwijl de landslakken werkelijk



Ancylceras Matheronianus.

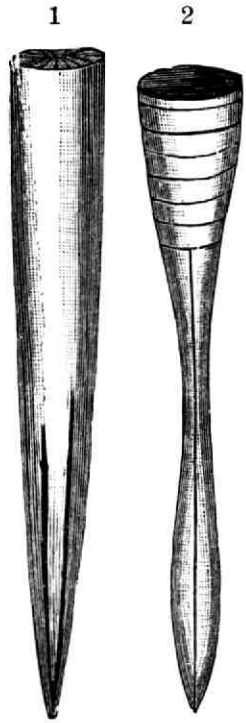
longen en eene bijzondere opening voor de ademhaling hebben. De bijzonderheden hebben betrekking op de gedaante van de schelp, het slakkenhuis, dat viervoudig verschillend is. Ten eerste komt het voor in dien vorm, dien wij zeer algemeen kennen als aan de slakken eigen, den kegelvorm; ten tweede geheel vlak, van beide zijden naar het midden toe uitgehold; ten derde met kamertjes, zooals de Nautilus en de papierslak; eindelijk vlak en uitgehold, maar zonder dat eene meer naar binnen gelegen winding met eene daar buitengelegene samenhangt. De bovenstaande figuur vertoont zulk een merkwaardig dier, hetwelk den naam Ancyloceras Matheronianus draagt. Eene uitzondering, welke als een vijfde vorm zou kunnen gelden, levert het geslacht Chiton, de keverslakken, welks schaal uit zes tot acht

stukken bestaat. Dit is echter het eenige van die soort en het kan derhalve niet onder de algemeene vormen worden opgenomen.

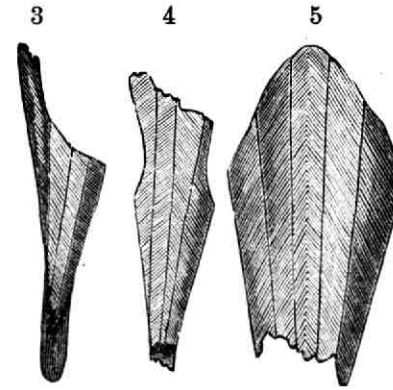
De slakken met kamers moeten als eene bijzondere soort van dieren beschouwd worden, welke alleen door de uitwendige overeenkomst in den vorm der kalkachtige schelp met de slakken verwant zijn. Zij worden ook tot eene afzonderlijke klasse gebracht en in de werken over natuurlijke geschiedenis beschreven onder den naam *koppootige weekdieren* (Cephalopoden). Zij zijn onder deze weeke, met eene schaal voorziene dieren, de meest volkomene en de zoogenaamde inktvisch is er de eigenlijke vertegenwoordiger van: deze heet daarom ook wel inkt*slak*, ofschoon hij geen slakkenhuis bezit.

Het lichaam van deze dieren is rolrond en omgeven door een wijden mantel, die van boven open is en alle graden van dikte bezit, van de fijnte van bladgoud tot de dikte der schelp van Nautilus. Het lichaam is deels in de lengte uitgestrekt (de inktvisch), deels gebogen en als een posthoorn gekromd (papierslak, Nautilus, Ammonshoorn). Bij den rechten vorm zit de kalkachtige stof *van binnen* onder den mantel, het is de zoogenaamde sepiaschaal, het witte zeeschuim; bij de gebogene zit zij *van buiten*, en vormt de schelp.

Onder de versteeningen komen rechte en kromme schelpen, die van deze dieren afkomstig zijn, in ontzaglijke menigte en van zeer verschillende grootte voor. De rechte, welke men bij elke schrede in het zand der oude oevers van den Weichsel, op het droge vindt, tot waar de vloed zelfs bij de hoogste overstroomingen niet meer stijgt, en die, van een geel-hoornachtig uiterlijk, zoo dik en zoo lang als een vinger zijn en dondersteenen, genoemd worden, of die in de gesteenten van den Wurtenbergschen Alp reeds in de lei in ongelooflijke hoeveelheden en zelfs van de grootte van eenen voet en daarboven voorkomen en waaraan men den wetenschappelijken naam Belemnieten heeft gegeven, behooren aan dergelijke inktvischachtige dieren. Zij zijn ontstaan òf door versteening van het buitenste kegelvormige omhulsel, waartegen het omhullende gesteente straalvormig is kristallen is aangeschoten, òf door versteening van het inwendige been dezer dieren. De Belemnieten behooren tot de meestverbreide dieren der voorwereld, zij leefden van het lias tot aan de krijtformatie toe. Gewoonlijk vindt men slechts brokstukken van zeer verschillende grootte en vorm van deze schelpen. Het was daarom zeer moeilijk een goed inzicht in den waren vorm te verkrijgen en tal van malen heeft men zich hierin vergist. De belemniet, zooals hij gewoonlijk gevonden wordt, is voorgesteld in de volgende teekeningen 1 en 2. Vaak is er de onderste punt afgebroken. Figuur 1 toont ons die soort, welke het meest algemeen voorkomt en welke hier verkleind is afgebeeld, de *Belemnites giganteus*; figuur 2 behoort tot een andere soort de *Belemnites hastatus* (om de lans (hasta) vorm der punt). Het boveneind dier steenen is, als zij geheel massief zijn, straalvormig, zoodat men het karakter van eene kristallisatie niet kan miskennen.

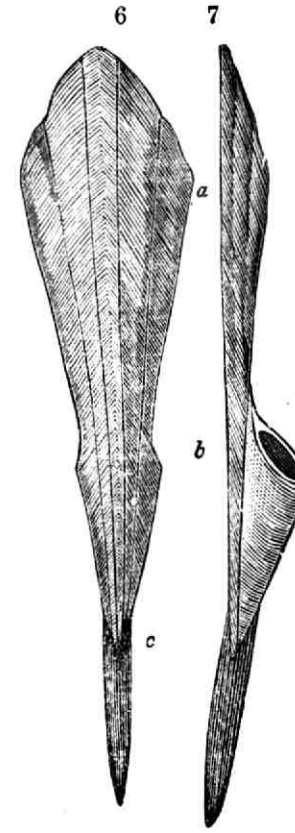


Belemnieten.



Brokstukken van rugschilden.

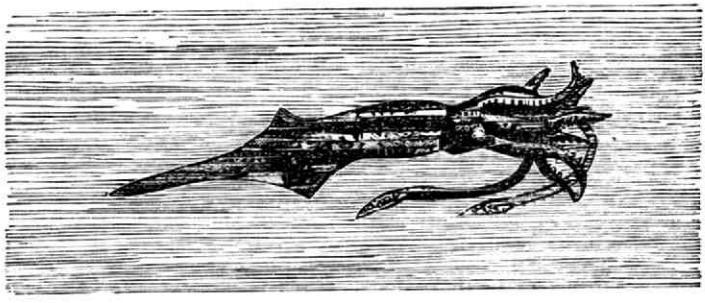
Is dit niet het geval, dan zijn zij op deze plaats meer of minder diep uitgehold en zijn dan aan de eene zijde der uitholling een weinig dikker, maar tevens ook van een meer sponsachtig weefsel dan aan de andere zijde.



Gerestaureerd rugschild van een Belemniet.

Men vindt echter ook steenen van den vorm Fig. 3 en 4, ook eenige van den vorm als in Fig. 5. Men weet niet recht, wat men hiervan denken moet. Fig. 5 verraadt zich tamelijk duidelijk als een stuk van het rugschild der Sepia, maar de andere stukken zijn niet zoo gemakkelijk te bepalen. Toen men echter op de gedachte kwam Fig. 1 (in de behoorlijke grootte) aan figuur 3 en 4 aan te passen en daar het breede einde van figuur 5 aan te voegen, ontstond figuur 6, en van ter zijde gezien figuur 7, en wij moeten den Belemniet, figuur 1 en 2, als het vaste eindstuk van de beenplaat eener Sepia beschouwen. Eene volledige Belemniet bestaat dus uit 3 deelen, de top of snavel, waarvan het boveneind (*a*) een kegelvormige holte bezit, de kern (*b*) die als een in kamertjes verdeelde schelp als het ware uit een reeks op elkaar liggende horlogeglaasjes bestaat en een bladachtig deel

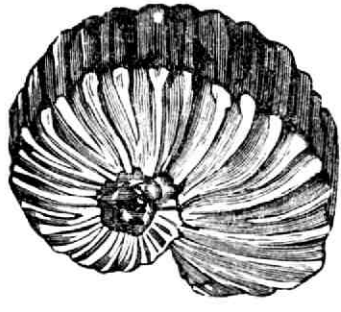
(*c*), dat hoornblad genoemd wordt, omdat het waarschijnlijk hoornachtig was. Het dier zelf heeft er waarschijnlijk uitgezien, zooals in de volgende figuur.



Een volledige Belemniet.

De gewonden slakkenhuisvormige omhulsels der Cephalopoden komen onder den naam Ammonieten in zulke dikke lagen voor, dat zij geheele bergketenen vormen. Hunne grootte wisselt af van die van een speldenknop tot die van een vrij groot wagenrad.

Tegenwoordig zijn er nog verscheidene van deze dieren in de zeeën der warmere luchtstreek, maar de Ammonieten zelve zijn uitgestorven en de levende bepalen zich tot de twee genoemde soorten, de papierslak en den Nautilus (Argonauta argo en Nautilus pompilius), welke de eenige slakken zijn met veelkamerige horens.



Nautilus.

Nevenstaande afbeelding vertoont dezen diervorm, natuurlijk slechts voor zoo ver het buitenste omhulsel betreft. De horen is sneeuwwit, met bruinachtige vlekken op de plaatsen, die het meest vooruitsteken, zooals de kanten en dergelijke. Elke streep duidt eene daar binnen aanwezige kamer aan. De horen is zoo dun als papier; van daar de volksnaam papierslak of papiernautilus.

Zij hebben de eigenaardigheid, dat zij, wanneer zij hunne schaal vormen, beginnen bij het binnenste kleinste puntje, den achtergrond daarvan door een tusschenschot afsluiten, dat met paarlemoerzelfstandigheid bekleed is, en waarin zij eene kleine opening, met een buisje voorzien, openlaten.

Naarmate het dier groeit, vergroot het ook zijne schaal en is daarin niet genoeg ruimte meer, dan sluit het den achtergrond nogmaals af en maakt

eene tweede holte of kamer, terwijl zich in het tusschenschot weder eene kleine opening bevindt, waardoor een klein buisje gaat. Zoo vormt zij eene derde, vierde, tiende en twintigste kamer, elke volgende een weinig grooter dan de vorige, die alle door de centrale buis, sipho, met elkaar verbonden zijn. De buitenste, meest ruime kamer dient als woonplaats voor het dier, terwijl de andere naar het schijnt, slechts dienen, om door middel van de lucht, welke het huis bevat, het drijven er van mogelijk te maken De opening in elk tusschenschot dient om als 't ware een pees op te nemen, waardoor het dier alleen aan de schaal bevestigd is. Daar het zoo weinig bevestigd is, laat het lichtelijk los en wordt dan eene prooi der roofvisschen, terwijl de ledige horen op het water blijft drijven, tot zij door visschers opgevischt wordt of tegen de rotsen der zeekusten verbrijzelt.

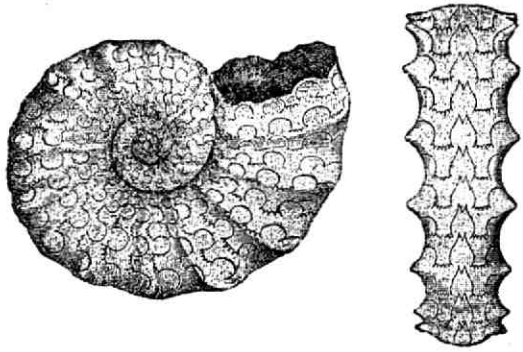
De buitenste, wit- en bruingestreepte sterkere horens van den Nautilus pompilius worden in de heete gewesten tot drink- en schepvaten, en ook wel, wanneer er vele gevonden worden, tot kookvaten gebruikt. Het laatste gebruik vernielt ze intusschen spoedig en is daarom slechts daar in zwang, waar ze in groote menigte voorkomen. De buitenste schaal is lederachtig. Men tracht die te verwijderen, om de prachtige paarlemoerkleurige massa, die daar onder ligt, te voorschijn te brengen.

Binnen in de holte van de schelp vindt men soms een albastachtig wit steentje, dat er uitziet als de erwtensteenen van de Carlsbaderbron, maar van buiten blank en glad is. De bewoners van die streken hechten daaraan allerlei bijgeloovige denkbeelden en houden het bezit er van voor een groot voorrecht en voor gelukaanbrengend en zij bewaren die in kleine doosjes. *Daar werpt deze steen niet zelden jongen*, en dat heeft dan vooral eene zeer heilvoorspellende beteekenis. Hierin ligt iets waars en het was ook reeds in de hoogste oudheid bekend: want Plinius beschrijft in het 37e Boek van zijn Natuurlijke Geschiedenis zulke jongen makende steenen onder den naam Paeantides et Gemonides. Zij bestaan uit kogelvormig opeengehoopte paarlemoerzelfstandigheid, welke bij het ontwijken van het vocht scheurt en zich verdeelt, zoodat zich kleine deeltjes afzonderen, die dan door het bijgeloof voor jongen worden aangezien.

Eene der schoonst gevormde, voorwereldlijke slakken van deze soort, is de Ceratites nodosus, welke in onderstaande figuur is afgebeeld; de slak behoort tot die formatie, welke onder het krijt en den quaderzandsteen en boven de juraformatie ligt. Behalve de zichtbare uitsteeksels, die de verdeeling in kamers aanwijzen, heeft deze schelp nog teekeningen, die wijzen op eene schubachtige structuur, even alsof het dier zijne schaal op die wijze heeft doen ontstaan, dat het telkens gedeelten er van gevormd heeft, die door lijnen scherp van elkaar zijn afgescheiden.

Onder de versteeningen van de horens dezer Cephalopoden vindt men nog eene andere merkwaardigheid. Zeer dikwijls liggen namelijk binnen in de

buitenste groote holte, welke het dier bewoont, twee schelpen naast elkander, die als de schelpen van één schelpdier moeten worden beschouwd en versteend zijn evenals de Nautilus zelve, doch die zeker niet aan hem behoord hebben. Men vermoedt, dat dit een dier geweest is, dat door den Nautilus is ingeslikt, dat hem tot voedsel heeft gediend en welks schaal hij nog niet had uitgeworpen, toen de inwikkeling plaats had in de lei-, de kalk- of de steenlaag, welke hem sedert millioenen jaren voor ons heeft bewaard.



Ceratites nodosus.

De papiernautilus, die nog levend gevonden, maar als eene groote zeldzaamheid beschouwd wordt, heeft eene zeer dunne schaal, welke er bijna uitziet, alsof zij van witten ouwel gemaakt ware. De horen behoort tot de sieraden der Conchyliënkabinetten en wordt zelfs in de tropische gewesten van den grooten Oceaan zóó hoog geschat, dat de bezitter hem onder de kostbaarheden bewaart en bij feestelijke gelegenheden b. v. bij huwelijksfeesten vertoont, waarbij de bruid hem in de hoogte houdt en rondzwaait en bij den dans in allerlei richtingen laat zien.

Al deze dieren hebben den bouw van dat koppootige weekdier, hetwelk men inktvisch noemt. Een kop, die door een hals duidelijk van den romp is afgescheiden, draagt de zintuigen, een mond met een snavel als van een papegaai, twee groote gesteelde, ver vooruitstekende en beweeglijke oogen, voelers en acht of 10 pooten (omdat deze aan den kop zitten, noemt men de dieren «koppootigen"). Deze pooten zijn rolrond (zooals de regenwormen) en zij worden naar het eene einde toe dunner. Zij hebben over het grootste gedeelte eene, maar ook wel meerdere rijen eigenaardige knobbels. Deze kunnen namelijk, terwijl zij in gewonen toestand als eene lens buiten den arm uitsteken, zóó worden ingetrokken, dat zij hol worden en verdiepingen vormen in de massa van den arm, waardoor zij tot ware laatkoppen worden.

Wanneer de arm (of poot, wat bij deze dieren hetzelfde is) zich tegen de weeke deelen van het een of ander dier aanlegt, dan zuigt hij zich met zoovele tepels, als er mede in aanraking komen, daaraan vast. Het met geweld losrukken veroorzaakt veel pijn en ook wanneer het dier van zelf loslaat, is onder elk zuignapje eene opzwelling ontstaan, zooals de laatkoppen maken, welke de heelmeester zet.

Onder den hals begint het rolronde lichaam, hetwelk niet zelden meer dan een halve meter lang en ongeveer tien centimeter dik wordt. Dicht bij den hals is eene soort van krop, waarin de slokdarm zich verwijdt; deze dient om door zijn scherp sap de ontvangen voedingsstoffen te weeken en voor de spijsvertering voor te bereiden, want het dier is zeer vraatzuchtig, verscheurt met zijnen krommen, hoornachtigen snavel en slikt met zijne scherpe tong alles in, wat zijne acht, bijna een meter lange armen kunnen bereiken.

Achter den krop ligt de maagholte; niet ver van daar de zeer groote lever, waaraan eene evenzeer uitgezette blaas zit, die de sepia bevat, eene bruine vloeistof van eene ongemeen schoone, warme kleur en eene sterk kleurende kracht, die door de schilders gebruikt wordt. Men weet niet, wat dit vocht eigenlijk is, of het urine is of wat anders. Wegens het verband, waarin het met de lever staat, waaruit het zijn voedsel verkrijgt, alsmede daardoor, dat de uitloozingsbuis in de maag uitkomt en verder wegens de kleur, de zeepachtige eigenschappen en den bitteren smaak, houdt de schrijver het voor waarschijnlijk, dat het niets anders is dan de gal van het dier. Dit vocht heeft echter voor het dier nog eene andere beteekenis. Wanneer eenig gevaar naakt, en dit bedreigt het overigens naakte dier van de zijde der vraatzuchtige zeebewoners, die alle roofdieren zijn, dikwijls genoeg, dan ontlast het een gedeelte van dit bruine vocht. Dit kleurt het water in het rond en maakt het zoo troebel, dat het dier, zoo lang het zich op die troebele plaats bevindt, nergens gezien kan worden, waardoor de vijand het derhalve geen leed kan doen. Daarbij schijnen de overige zeedieren in deze kleurende stof zulk een tegenzin te hebben, dat zij omkeeren, zoodra zij op die gekleurde plaatsen komen, iets, dat men in de Middellandsche Zee, waar deze dieren zeer veelvuldig worden aangetroffen en als voedsel voor de laagste volksklasse ter markt gebracht worden, dagelijks zien kan. De lagunen van Venetië worden door een groot aantal dezer dieren bewoond. Wanneer men in een gondel op het heldere, geheel doorschijnende water drijft, dat slechts door baggeren in de door palen aangewezen vaarwateren voor zeeschepen toegankelijk kan worden gehouden en over het algemeen nergens meer dan 2 meter diep is, kan men hunne bewegingen zeer goed waarnemen, vooral wanneer het scheepje niet door riemen, maar bij een lichten wind door zeilen wordt voortgedreven; het slaan der riemen maakt de sepia's schuw, die anders in den zonneschijn vrolijk in 't rond zwemmen.

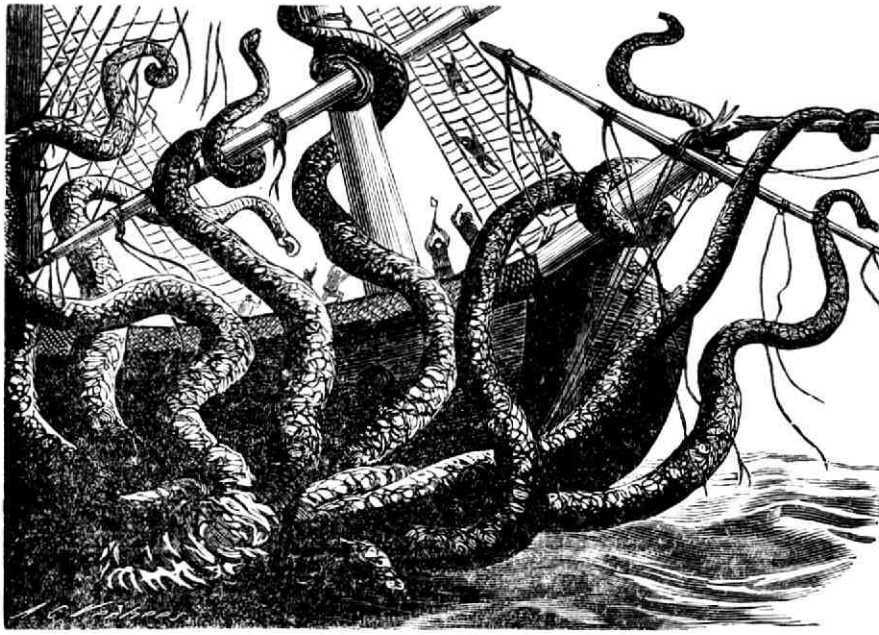
Eenige van hen rieken zeer sterk naar muskus; van daar hun naam Sepia

moschata, en vooral deze (ofschoon de andere ook, in mindere mate) vertoonen een prachtig kleurenspel. Met hunne armen, door middel der zuigtepels aan het een of ander, aan een paal, een drijvenden tak of iets dergelijks gehecht, zien de sepia's er smerig-geel uit, ongeveer van dezelfde kleur als de huid der ongewasschen Italianen (die enkel in het gezicht bruin zijn): hier en daar vertoonen zich enkele donkere vlekken, waardoor de gelijkenis nog meer in het oog vallend wordt. Wanneer men dit dier echter prikkelt, of wanneer het zich uit eigen beweging al spelende, of terwijl het zijne prooi vangt, beweegt, dan ontstaat op zijne rugzijde een verwonderlijk kleurenspel. Breede, bonte banden vertoonen zich op het lichaam, donkere roestkleurige plekken komen daartusschen te voorschijn en verdwijnen weder; plotseling wordt de buik levendig blauw, metaalachtig glanzend als de vederen van tropische vogels. Deze kleur verdwijnt weder even snel als de andere en nu wordt de geheele inktvisch donker rozerood, hetwelk, ten opzichte van de gewone vleeschkleur, dezelfde uitwerking heeft, als wanneer een mensch het bloed in 't aangezicht stijgt.

Dit dier, dat even goed tot de voorwereld behoort als tot onzen tijd, komt rondom Europa aan de kusten, maar vooral menigvuldig in de warmere gedeelten van de zee voor. Eene bijzondere soort bereikt de grootte van den romp van een goed gebouwden man, wordt meer dan eene meter lang en half zoo dik. De acht armen, welke aan den kop zitten, hebben wel de lengte van twee en een halve tot 4 meter en zijn met sterk trekkende zuigkoppen bezet, waarvan er aan elken arm meer dan honderd paren zitten. Dit dier, dat in de oudheid polyp heette en nog thans dikwijls, althans door onkundigen aldus wordt genoemd, is voor den mensch zeer gevaarlijk: geenszins, omdat het dezen zou kunnen verslinden, maar omdat het hem, als hij baadt, met een of twee van zijne armen omvat en onder water trekt. Aan de kusten van Griekenland waar deze Sepia octopoda bijzonder veelvuldig en in buitengewone grootte voorkomt, zegt men dat zich de lieden niet anders baden, dan met een scherp mes in den gordel? Wanneer zulk een ondier, dat zij wegens zijne doorschijnendheid in het water nauwelijks opmerken, hen zóó dicht nadert, dat het met het lichaam van den badende in aanraking komt, dan trachten zij den arm, die hen aanraakt, af te snijden, hetgeen inderdaad gemakkelijk geschieden kan, daar de stof, waaruit deze bestaat, zeer week is, maar waarschijnlijk niet veel zal helpen, daar er acht armen zijn en de ongelukkige sneller wordt gevat dan hij zich kan bevrijden. De plaatsen, waar zich het ondier heeft vastgezogen, zijn, naar men zegt, zóó pijnlijk, dat lieden, die op die wijze gewond, maar gelukkig gered waren, maanden lang ziek bleven.

Vermoedelijk heeft dit dier aanleiding gegeven tot de fabel van den «Kraken». Montfort, een bekend natuuronderzoeker uit de vorige eeuw, beschrijft op grond van verhalen van schippers en verongelukte matrozen,

een reusachtigen polyp, die grooter wordt, naarmate hij er langer van verhaalt. Eerst omslingert hij menschen, dan de booten van de negers aan de kusten van Afrika, dan rukt hij de matrozen uit het touwwerk van een koopvaardijschip; maar als hij aan de verhalen van Amerikaansche matrozen komt, wordt de zaak romantisch: in het lichaam van den walvisch hebben de matrozen armen gevonden van 13 meter lengte en 0,6 meter dikte aan de punt, met zuigtoestellen, zoo groot als een bord (de walvisch leeft van zeewormen zoo groot als een noot en kan niet eens een komkommer inslikken). Op eene vaart ter walvischvangst hebben Amerikaansche matrozen gezien,

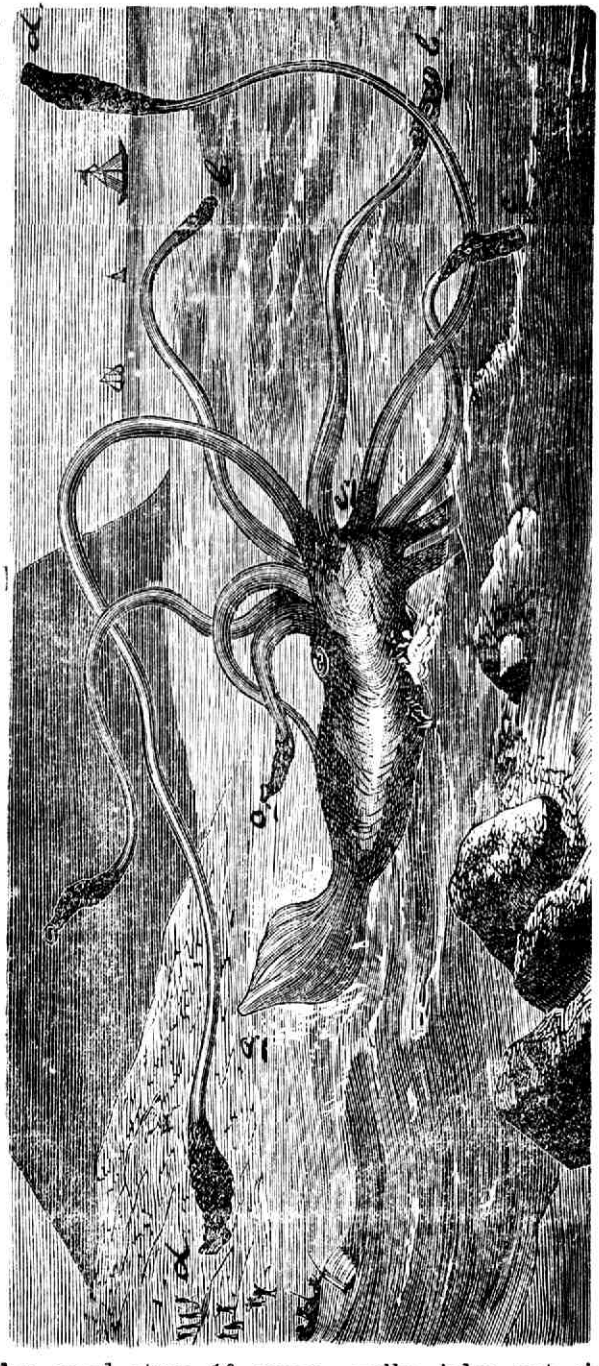


De Kraken.

hoe een ontzaglijke walvisch door een polyp werd omslingerd, zoodat hij schreeuwde als een kind, dat geslagen wordt (eene allergelukkigste vergelijking!) Eindelijk heeft een polyp twaalf schepen te gelijk met zich in het water getrokken, — waarschijnlijk ook opgevreten. Wij willen hopen, dat hij zich de maag niet zal hebben bedorven! Het zal onze lezers vermaken, uit bijgaande afbeelding te zien, hoe men zich dit dier heeft voorgesteld.

Moge er in deze beschrijving ook vrij wat overdrijving zijn, de avontuurlijke, mythische verhalen over den «Kraken» schijnen door Olaf den Grooten, aartsbisschop van Upsula, in het midden der 16e eeuw en door den bisschop van Bergen, Erich Pontoppidan, in het begin der vorige eeuw te

zijn uitgevonden — toch is het waar, dat deze dieren soms reusachtig groot worden, zooals ook reeds Plinius vermeldt. Uit de vele geheel geloofwaardige mededeelingen van den nieuweren tijd willen wij alleen den reuzeninktvisch vermelden, die in September 1877 dicht bij Catilina op New-Foundland gevangen werd en die zich nu in het aquarium te New-York bevindt. Waarschijnlijk is dit dier door een hevigen storm op de kust geworpen en toen men het het eerst zag, leefde het nog en trachtte het zijnen tusschen de rotsen geklemden staart los te krijgen. De kleur was donkerrood; nauwelijks was het echter uit het water getrokken of het stierf en werd bleeker. De vorige figuur is een afbeelding van dit tienarmige, dus tot de Decapoden behoorende dier. De lengte van den kop tot aan de punt van den staart, is 3 meter, de omvang ruim 2 meter. Om den mond staan 10 armen, welke ieder met circa 2000 zuignappen van $2^1/_2$ centimeter middellijn zijn bezet; de acht kortere hebben gemiddeld eene lengte van 3 meter (de langste is $3^1/_2$ meter) en aan



De reuzeninktvisch in het Aquarium te New-York.

den voet een omvang van 42 centimeter. De twee zweepachtige lange vangarmen zijn 20 meter lang. De oogen, welke tijdens het leven een wilde uitdrukking hadden, hebben een middellijn van 20 centimeter. Deze zijn echter helaas bij het vervoer vernield en ook de armen, om het dier gemakkelijker te kunnen overbrengen, afgesneden.

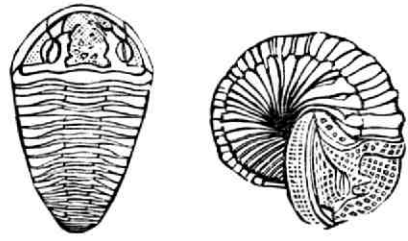
Al de hier vermelde dieren behooren tot de oorspronkelijke typen der schepping en komen zoowel in de versteeningen der alleroudste formatie als in die van den jongsten tijd voor; zij behooren ook nog tot de levenden, maar tellen daaronder zeer weinig vertegenwoordigers. De nu nog levende koppootigen stellen zich overigens met 2 kieuwen tevreden en heeten daarom Dibranchiata, behalve de Nautilus, welke evenals de meeste Cephalopoden van den voortijd, vier kieuwen bezit en daarom tot de Tetrabranchiata gerekend wordt. Van de onbekleede, de naakte, (Sepia) vindt men slechts de inwendige, kalkachtige schelp versteend, in latere formatiën ook den inktzak, den snavel en eenige andere kraakbeenachtige deelen.

Sommige Cephalopoden hadden waarschijnlijk haken, in plaats van zuignappen aan hunne lange armen, waarmede zij hunne prooi vasthielden. Daar men in de nabijheid van de overblijfselen der Belemnieten zulke haken gevonden heeft, meent men, niet ten onrechte, dat de dieren, waartoe zij behoorden, daarmede gewapend waren.

Een vroeger zeer algemeen verbreide dwaling, omtrent de wijze waarop deze dieren zich bewegen, moeten wij nog herstellen. De Nautilus en de papierslak hebben onder hunne pooten of armen, die aan den kop zitten, er nog twee, welke aan het einde bandvormig zijn uitgebreid. Men hield deze voor de eigenlijke riemen, ja men meende zelfs, dat zij deze in de lucht uitbreidden, om daarmede den wind te vangen en als 't ware te zeilen; doch dan moesten zij hun slakkenhuis *onder* zich hebben, terwijl zij het integendeel *boven* zich hebben. De armen dienen in den regel tot niets anders, dan om zich vast te houden aan de schaal, waarmede het dier slechts door de dunne pees is verbonden, die tot in de kamers reikt. Het voortbewegen geschiedt daardoor, dat het dier van voren water inzuigt en dit daarna met kracht weder uitstoot.

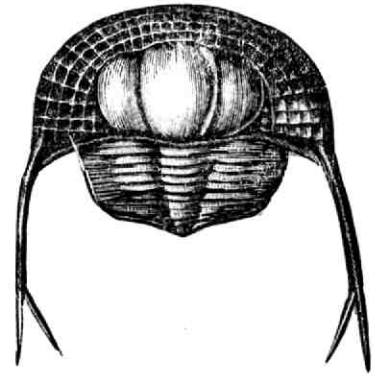
De zeer talrijke hoofdafdeeling van de *gelede dieren* is in de voorwereld slechts vertegenwoordigd door de kreeften, en wel door eene geheel bijzondere soort daarvan, de Tribolieten. Terwijl bij onze kreeften en krabben de kop en de romp door een samenhangend schild bedekt zijn en de staart, de roeispaan van het dier, zijn eenig bewegingsorgaan in het water is, zijn bij de Trilobieten de kop, de romp en de staart duidelijk te te onderscheiden. De eerste en de laatste bestaan elk uit één stuk. Daarentegen is de romp in geledingen verdeeld en wel in een zeer verschillend aantal. De geledingen strekken zich over den geheelen rug uit en maken het dier zoo buigzaam, dat het zich geheel kogelvormig kan oprollen.

Deze zonderlinge dieren waren zeer kunstig samengesteld. Zij hadden meestal



Trilobieten.

een halvemaanvormig kopschild, dat in het midden sterk verheven was; de oogen stonden aan weerszijden, met duidelijk zichtbare facetten; zij kwamen derhalve overeen met de oogen van de insecten. Bij eenige soorten waren de einden van het halvemaanvormige schild zeer verlengd, zoodat zij zich van ter zijde langs het geheele lichaam uitstrekten en soms er ook nog buiten uitstaken. De nevenstaande afbeelding vertoont dit kopschild van de soort Trinucleus. De boogvormige rand, welke de voorzijde van den kop omgeeft, is van diepe gaten voorzien, welke men alle voor oogholten houdt.

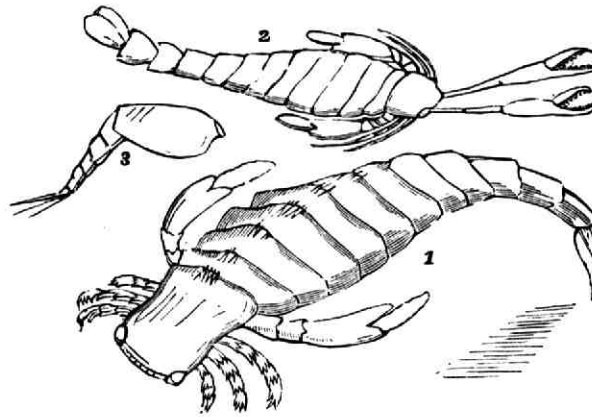


Trinucleus Pongeradi.

Nog andere overblijfselen van dergelijke, zelfs nog meer kreeftachtige dieren met scharen vindt men in de bovenste silurische lagen, b. v. de hieronder in natuurlijke grootte afgebeelde Pterigotus acuminatus (Fig. 1), den Trilobus (Fig. 2) en den Ceratiocaris, een schaaldier met twee schalen (Fig. 3). Alle drie zijn gekenmerkt door veelvuldig gelede en, naar het schijnt, zeer beweeglijke staarten.

Met deze groep van dieren sluit de oudste dierenwereld van de aarde. Men heeft wel is waar in de onderste sedimentlagen, welke nog overblijfselen van dieren bevatten, kleine tanden gemeend te vinden en deze aan visschen, haaien, toegeschreven; maar de tanden zijn zóó klein, dat zij slechts door het microscoop herkend konden worden: van de dieren, waaraan zij behoord zouden hebben, vond men geen spoor. Wij kunnen derhalve, wanneer de kreeften de laatste, de meest volkomen vorm van dieren van de voorwereld waren, met recht zeggen: dat de toenmalige dierenwereld in vergelijking met die van thans, zeer arm aan vormen is geweest. Van hooger

ontwikkelde schepselen, van dieren met een wervelkolom, van visschen hoogstens geringe sporen, veel minder nog van amphibiën of landdieren. Alles, wat wij zien, zijn als 't ware de kiemen tot eene hoogere ontwikkeling. Dieren zooals de Tribolieten, komen tegenwoordig in het geheel niet meer voor. De grootste overeenkomst er mede heeft de zoogenaamde krab, en deze grootste overeenkomst is nog zeer gering; toch werd in 1872 in de nabijheid van de Oostkust van Zuid-Amerika een kreeftachtig dier (Tomocoris Peircei) op eene geringe diepte levende gevonden, dat zeer na aan de Trilobieten verwant schijnt. In het algemeen verhouden zich de dieren uit dien onafzienbaar ver achter ons liggenden tijd, het oudste tijdperk der primaire periode, tot die van onzen tijd, zooals Voigt zeer geestrijk zegt, als de embryo's tot de ontwikkelde dieren.

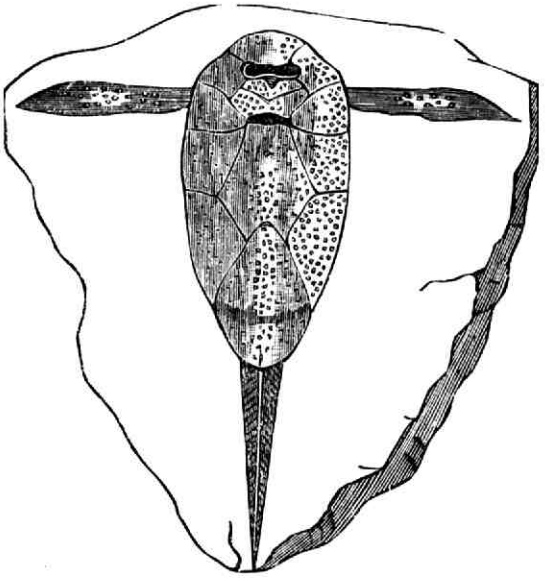


Krabben en kreeften uit de Voorwereld.

Eerst in eene veel hoogere laag (die wel nog tot de primaire formatie behoort, maar reeds dicht nadert tot het tijdperk der steenkolen) zien wij duidelijke overblijfselen van visschen, maar niet van visschen met eene wezenlijke beenige wervelkolom, doch van kraakbeenige visschen, van wier uitwendige gedaante wij in den steur een min of meer gelijkend beeld hebben. Deze visschen, Ganoïden genaamd, hebben eene zoo zonderlinge samenstelling, dat men hunne overblijfselen langen tijd niet wist thuis te brengen.

In nevensgaande afbeelding ziet men een dier van deze soort, den vleugelvisch (pantserganoïd, Pterichtys cornutus). Zijn lichaam is door een werkelijk schilpad-pantser, omgeven, de staart had schubben en was beweeglijk, de rest van het lichaam, behalve de vinnen, waarschijnlijk niet. Deze (de vinnen) zaten als vleugels aan het voorste gedeelte van het lichaam, men zou bijna kunnen zeggen aan de schouders. Zij hadden vele geledingen, waren zeer be-

weeglijk en hadden aan elke geleding vederachtige stralen. De kop had zeer duidelijk zichtbare oogen en vóór de oogen hoorns. Van deze visschen vindt men in den rooden zandsteen (Devonische formatie) in verschillende streken van Schotland zulke ontzaglijke hoeveelheden versteeningen, dat men ze bij scheepsladingen zou kunnen vervoeren.



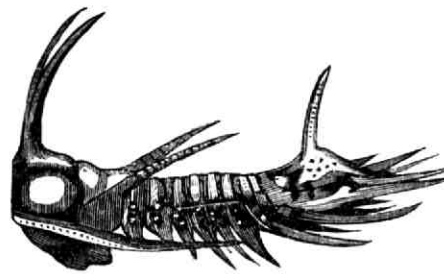
Ganoïdes.

Aan de Ganoïden gingen nog meer onvolkomen visschen vooraf en wel in de eerste plaats de *lancetvischjes*, waarvan nu nog eene afstammeling leeft, de Amphioxus lanceolatus, een twee centimeter lang diertje, zonder kop en oogen zonder echte wervelkolom, maar met een ruggestreng (chorda); verder waarschijnlijk de *rondbekkigen* (Cyclostomen) met een ronden bek, zonder kaken, welke in de archieven der voorwereld door het ontbreken van vaste lichaamsdeelen geene sporen hebben achtergelaten, maar in de tegenwoordige schepping nog vertegenwoordigd zijn door de negenoogen. De bouw dezer dieren wijkt zoo zeer af van dien der overige visschen, dat men ze er haast niet toe kan rekenen te behooren.

Op eenen hoogeren trap van ontwikkeling, staan echter de *dwarsbekkigen* (Plagiostomen), die het naast tot de Ganoïden naderen, visschen met een kraakbeenig geraamte, waaraan echter duidelijk wervels zijn op te merken. De met kaken en tanden voorziene mond ligt aan de onderzijde van het lichaam, dat niet met schubben, doch met stekels is bezet. Daar zij in tegenstelling met

de latere visschen geene beenderen bezitten, zoo zijn van hen slechts tanden en vinstekels bewaard gebleven. Onze haaien en roggen mogen wij als verwant aan deze visschen beschouwen. Zij leefden reeds in de Silurische zeeën en waren daar waarschijnlijk de beheerschers, terwijl de Ganoïden of glansschubbigen eerst in de devonische zeeën optreden.

In dezelfde formatie, ofschoon op andere plaatsen namelijk in het Eifelgebergte, vindt men eene soort van kreeftachtige dieren (namelijk kreeftachtige dieren van de voorwereld, niet onze kreeften) van eene zonderlinge gedaante, dat het wel de moeite waard is, zich daarvan eene voorstelling te maken.



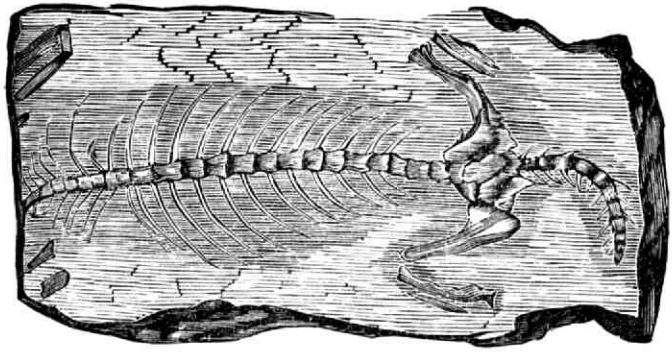
Arges armatus.

Het dier (de Arges armatus) heeft een ronden kop, aan het voorhoofd bijzonder hoog gewelfd, waarop het twee lange bokshorens draagt. De zijden van den kop, die gezwollen zijn als opgeblazen wangen en bijna kogelvormig zijn, rusten op een half cirkelvormigen rand, die naar achteren in lange stekels uitloopt. Op dien rand verheffen zich twee andere stekels of horens, welke boven den rug uitsteken. Aan dien zesvoudig gehoornden kop sluit zich een gepantserd lichaam aan, dat uit acht geledingen bestaat, wier pantserschilden alle in stekels uitloopen, die naar achteren en onderen gericht zijn en wel zóó, dat de paren naar achteren toe steeds grooter, langer en dikker worden. Daaraan sluit zich een staartschild, dat uit één stuk bestaat. Het is geheel met lange stekels bezet en draagt op de verhevene plaats, die het dichtst bij de laatste geleding van den romp staat, een naar achteren gerichten hoorn.

Dit zonderlinge dier kon zijne hoorns niet gebruiken om aan te vallen; vermoedelijk dienden zij derhalve slechts om het tegen al te vraatzuchtige zeebewoners te beschutten, evenals de stekels den egel.

Vóór den tijd der steenkolenvorming zien wij niets, dat ons het recht zou geven, het bestaan van gewervelde dieren, behalve van de op den laagsten trap staande, boven beschreven visschen, aan te nemen. Alleen in dén rooden zandsteen van Engeland heeft men naast elkander loopende voetstappen van

een klein dier gevonden, dat tot een soort van reptiel of amphibie scheen te behooren. Men heeft ook kogelvormige overblijfselen aangetroffen, die men gemeend heeft voor eieren te mogen houden. Eindelijk vond men daar zeer onlangs een werkelijk grootendeels goed bewaard geraamte van een salamander van ongeveer 12 centimeter lengte, met een ruggegraat, ribben, heupbeenderen, pooten en een staart, slechts de kop ontbreekt. Men hield echter dien



Skelet van een Salamander. Telerpeton Elginense.

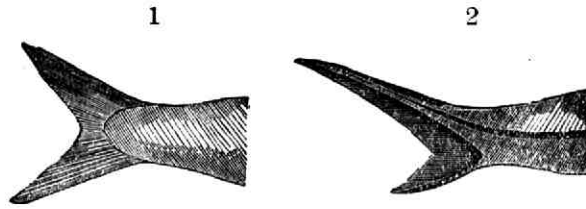
gebergtevorm voor ouder dan hij werkelijk is, hij behoort tot de bonte zandsteen van de triasformatie en is aanzienlijk jonger dan de steenkolenformatie, zoodat wij gerust kunnen zeggen, dat vóór het steenkolentijdperk geen hooger gewerveld dier leefde.

Geheel anders is het in den tijd der steenkolenvorming. In de sedimenten welke tot deze periode behooren vindt men behalve al de vroeger vermelde dieren, koralen, armpootigen, koppootigen, die alle hooger ontwikkeld zijn dan de vroegere, nu ook ontwijfelbaar *visschen*, *amphibiën* en *insecten*. *Zee*, *land* en *lucht* zijn derhalve reeds *gescheiden*.

De lagere organismen zijn bijna geheel op dezelfde wijze vertegenwoordigd als in de onderste lagen, maar de dieren van deze soort in de steenkolenformatie mag men beter gevormd, meer afgewerkt noemen.

De hoogere organismen ontwikkelden zich in de steenkolenformatie reeds veel verder, omdat, zooals wij boven reeds zeiden, zee, land en lucht zijn gescheiden en er nu dieren konden optreden, die tot nog toe niet bestaan konden. Tegelijk met de eerste visschen leefden ook andere, wier bewerktuiging meer overeenkomt met die van de onze, maar die toch in één kenmerk van de tegenwoordige *in het oog loopend* afwijken, een kenmerk, dat wellicht de leek in de wetenschap niet van zooveel belang zal vinden, maar dat het toch in hooge mate is. De visschen van het tegenwoordige tijdperk hebben namelijk een krachtige roeispaan, den staart, waardoor zij zich

krachtig voorwaarts bewegen kunnen, op dezelfde wijze, als de matrozen doen, wanneer zij eene boot in snelle beweging willen brengen, doordat zij *eene* roeispaan, in eene sleuf van het achterste gedeelte van de boot, op de plaats van het roer gelegd, snel heen en weder bewegen, 't zoog. « wrikken ».



Symmetrische en Asymmetrische staart eener visch.

Deze roeispaan van den visch is in tweeën gedeeld, zooals ieder weet en zooals de bovenstaande Fig. 1 aanwijst. De wervelkolom van den visch loopt in het midden van het vleezige deel en eindigt in een breed, platgedrukt stuk, dat geen wervel meer is en waaraan zich de stralen der vinnen, die naar boven en naar beneden geheel gelijk of althans bijna gelijk zijn, vasthechten.

Anders is het bij den staart van de visschen uit de voorwereld. Deze ziet er uit als Fig. 2. Het lichaam van den visch houdt niet *voor de staartvin* op maar zet zich aan de bovenzijde daarvan voort, de ruggewervels worden staartwervels en loopen tot aan het einde en de staartvin is alleen aan de onderzijde daarvan aangehecht. Deze inrichting van de krachtige roeispaan hebben tegenwoordig alleen de haaien en de steuren en zij schijnt minder volkomen te zijn. Dit is niet een bloote bewering, maar vindt werkelijk grond in de waarneming. Men heeft gelegenheid de grootste zoo volkomen mogelijk ontwikkelde visschen, bij voorbeeld de zalmen, in zeer verschillende tijdperken van hunne ontwikkeling te zien. Deze groote dieren, in volwassen toestand met een symmetrisch gevormden staart, hebben toch in hunne vroege jeugd, zoo lang zij lichamelijk nog niet volkomen ontwikkeld zijn, een staart, geheel op gemelde wijze gevormd. Eerst langzamerhand groeit de vin daar ook van boven aan en de ruggegraat komt nu in het midden van het lichaam, en eindigt, eer de staart aanvangt.

Niet alleen deze, maar bijna alle visschen, wier ontwikkelingsgeschiedenis men kent, vertoonen in den toestand van embryo den onsymmetrischen staart, een feit, dat het eenvoudigste is te verklaren, als wij de tegenwoordig levende visschen als afstammelingen van de oorspronkelijke beschouwen. Reeds vroeger is op een dergelijk verschijnsel gewezen en wij komen het weer tegen in alle afdeelingen van het dierenrijk. Men heeft daarom al die verschijnselen samengevat in een wet, de biogenetische wet, die a. v. luidt:

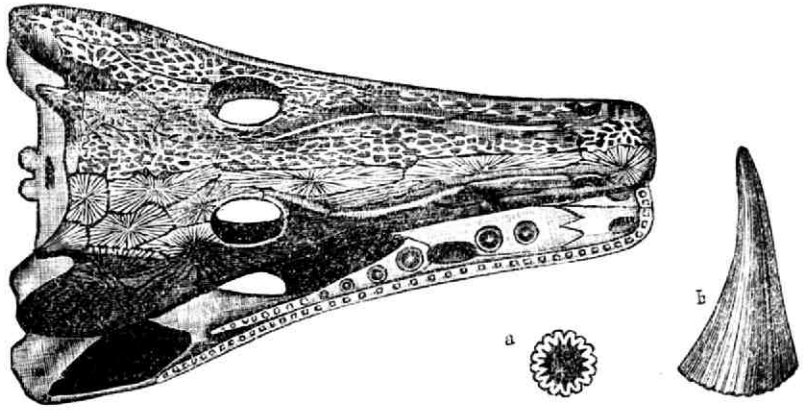
Alle dieren doorloopen bij hunne ontwikkeling als embryo min of meer volledig alle ontwikkelingstoestanden, welke hunne voorouders in den loop

der tijden als eindtoestanden bezaten of, met andere woorden, de embryonale ontwikkeling van het individu, de *ontogenie*, is eene korte herhaling van de ontwikkeling van den stam, de *phylogenie*. Volgens deze wet is uit de eerste de afstamming van het dier op te maken.

Is nu deze onregelmatige vorm van den staart die der nog niet volvormde dieren, der embryo's, dan hebben wij recht, die dieren, welke ook, als zij volwassen zijn, dit teeken van onvolkomenheid bezitten, voor embryo's van het geslacht te beschouwen. De haai en de steur van onzen tijd behooren daartoe, want het zijn geene visschen met volkomen ontwikkelden vorm; zij hebben geene volledig gevormde beenderen, maar in plaats daarvan slechts kraakbeen, van waar ook hun algemeene naam *kraakbeenachtige visschen* afkomstig is.

Behalve in den vorm van den staart onderscheiden zich de oudere visschen ook nog uitwendig van de later levende door de plaatsing der mondopening, terwijl het geraamte eerst later, in de Juraformatie, beenig wordt.

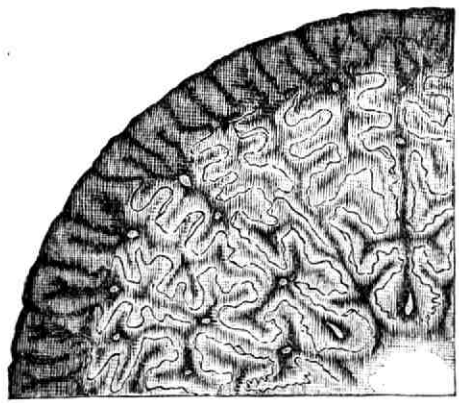
De steenkolenformatie vertoont ons de eerste overblijfselen van Amphibiën, die zich waarschijnlijk uit de Dipnoï (dubbelademhalers) ontwikkeld hebben. Deze laatste gelijken in uiterlijk geheel op visschen, maar hebben naast kieuwen ook longen, zoodat zij ook in de lucht konden ademhalen. Wel is waar vinden wij overblijfselen er van, n.l. fossiele tanden eerst in het trias, maar wij mogen toch wel aannemen, dat zij reeds in de devonische zeeën geleefd hebben. Tegenwoordig zijn ze, voor zoo verre wij weten, slechts door de volgende geslachten vertegenwoordigd: Ceratodus in Australië, Lepidosiren in Zuid-Amerika en Protopterus in Midden-Afrika; daar hun geraamte kraakbeenig is, waren hunne voorouders weinig geschikt om overblijfselen achter te laten. Deze familie der visschen neemt zulk eene eigenaardige plaats in,



Kop van den Archegosaurus van boven gezien.
a. Doorsnede van een tand. b. Afzonderlijke tand.

dat zij door de dierkundigen dan eens tot de visschen, dan weer tot de Amphibiën wordt gerekend. Wij beschouwen ze als overgangsleden tot de Amphibiën, als wier stamvader in engeren zin de Archegosaurus beschouwd moet worden, een dier van onbepaalde vormen, waarin de kenmerken van een krokodil, een hagedis en een kikvorsch gemengd zijn. Misschien is de kikvorschachtige natuur het meest sprekend geweest; het had echter eene grootte, waarbij onze tegenwoordige kikvorschen zich beschaamd zouden moeten verbergen. Men heeft er koppen van gevonden, die meer dan een halven meter lang zijn; de geraamten van den romp wijzen in het algemeen, wanneer de springpooten zijn uitgestrekt, op eene lengte van 2 tot 3 meter. Al is hij ook al onschadelijk geweest (hetgeen overigens zijn scherpe tanden van 3—4 centimeter lengte schijnen te weerleggen), het zal in allen gevalle een onaangenaam badgezel geweest zijn.

Het dier is van de aarde verdwenen en heeft geen vertegenwoordiger, ook niet in den reuzenkikvorsch, want vorschen hebben nauwelijks merkbare en padden in het geheel geene tanden, maar dit dier had zeer sterke en behoort, volgens de tanden gerangschikt, tot de Labyrinthodonten, wier tanden bestaan uit gekronkelde banden van eene tandzelfstandigheid, die zoo hard als glas is.



Vergroote doorsnede van den tand van een Labyrinthodon.

De nevensgaande teekening geeft eene doorsnede van zulk een tand, aanzienlijk vergroot; men ziet daarin bij schijnbare onregelmatigheid een verwonderlijk regelmatigen bouw. De vaste zelfstandigheid van den geheelen tand loopt onafgebroken, in verheven kronkelingen over de geheele vlakte. Met deze kronkelingen staat de inwendige tandzelfstandigheid op eigenaardige wijze in verbinding, zonder dat de samenhang ergens verbroken is. Deze binnenste zelfstandigheid, die uit driehoekige cirkelsegmenten bestaat, loopt van den omtrek naar het midden, waar zich de opening voor de zenuw bevindt. Het blijft eenigszins twijfelachtig of is althans niet met zekerheid te bepalen, in welke groep men dit dier behoort te rangschikken, daar het niet met de gewenschte zekerheid gebleken is of het een echt amphibie is.

Toch zou het van belang zijn, dit te weten, omdat daardoor tevens uitgemaakt ware, of er in dit tijdperk reeds vast land bestond. Hoogst merkwaarwaardige vondsten in de lagen der steenkolenformatie van Bohemen n. l. van een versteenden schorpioen en van versteende overblijfselen van kevers, hebben

echter ten duidelijkste aangetoond, dat toen reeds land en zee gescheiden waren. De schorpioenen en kevers toch zijn geene water- maar landdieren. Zulk eene bevestiging was overigens nauwelijks noodig, wanneer men bedenkt, dat er ongetwijfeld landplanten in groote hoeveelheid aanwezig moeten geweest zijn, die de grondstof voor de steenkolen opleverden.

Onmiddellijk boven de formatie, welke de kool omsluit, liggen gesteenten, die men vroeger tot de steenkolenformatie rekende. Deze zijn het rooddoodliggende, de koperlei en de zechsteen. Men heeft deze lagen thans afgescheiden van de groep, waartoe men ze vroeger rekende te behooren en men noemt ze, omdat zij bijzonder zuiver in het Russische gouvernement *Perm* optreden, het *Perm'sche stelsel.* Die afscheiding is zonder twijfel gerechtvaard, ook doordat in die Perm'sche formatie de eerste Reptiliën worden aangetroffen, de hagedissen. In de koperlei komt het geslacht Proterosaurus voor.

Men meende vroeger, dat in het palaeozoïsche tijdperk, waarvan de Permsche formatie de laatste afdeeling is, de verspreiding van flora en fauna over het geheele aardoppervlak dezelfde was en men besloot daaruit, dat het klimaat overal gelijk was. Zoo b. v. verraadt de flora der steenkolenformatie een overal gelijk, tropisch klimaat. Men vindt wel in een der bekkens bijzonder veel boomen van ééne soort, b. v. Araucariën, in een ander de Sigillariën en hare dikke wortelstokken, de Stigmariën, in een derde vooral boomachtige varens en Lycopodiën, waaruit de steenkolen ontstaan zijn, maar overal heeft slechts deze of gene soort de overhand, zonder dat de overige geheel ontbreken, hetgeen bewijst, dat elk punt van de steenkolenbedding de woonplaats van al deze planten was, en dat zij in Zuid-Amerika niet beter groeiden en krachtiger opschoten dan in Noord-Duitschland of in Schotland. Toch was de verspreiding der organismen in den tijd, toen zich de oudste, versteeningen bevattende lagen, de silurische en de devonische afzetten, niet geheel gelijk en wat de steenkolenformatie betreft, bedraagt volgens eene berekening van Bronn het aantal plantensoorten dat in Europa en Noord-Amerika beide voorkwam, slechts 2,7 percent. Wij mogen daaruit echter nog niet besluiten, dat er toen verschil in klimaat bestond. Na het steenkolentijdperk werd het echter anders, want door den enormen plantengroei in dat tijdperk werd de dampkring grootendeels van zijn waterdamp en koolzuur beroofd en begon doorschijnend te worden, zoodat de zon krachtiger hare werking op het aardoppervlak kon uitoefenen. Ook kon dit oppervlak door uitstraling in de wereldruimte, welke door de doorschijnende luchtlagen sterker plaats greep, sneller afkoelen en dit zal daar, waar de zonnestralen het meest schuin vallen en de helft van het jaar den aardbodem in het geheel niet treffen (in de poolstreken) het sterkst het geval geweest zijn.

De geheele aarde had, zooals te begrijpen is, ook toen nog eene zeer hooge temperatuur en kon over hare gansche oppervlakte dezelfde schepselen uit de dieren- en plantenwereld voortbrengen, terwijl dit later niet meer

mogelijk was, ten gevolge van het verschil in klimaat en het verschil in temperatuur van zomer en winter. Wij weten, dat er ontzaglijke verschillen in temperatuur van de zoogenaamde uiterste klimaten bestaan: de zomer heeft aan dit groot verschil in warmte de minste schuld, maar de winter veroorzaakt in veel grootere mate dit groote onderscheid. De bewoners der zuidelijke landen staan verbaasd, wanneer zij hooren, dat — de naar hunne meening zoo stiefmoederlijk door de natuur bedeelde barbaren van het Noorden, — hun klimaat zoo goed verdragen kunnen. De Italiaan, die onze blanke aangezichten ziet, meent, dat zij door de eerste middagzon zullen smelten, en is ten hoogste verwonderd, als hij ziet, dat zij krachtiger zijn en het beter uithouden dan hij zelf, en als hij dit dikwijls ziet, dan maakt hij zich allerlei phantastische voorstellingen van hunne berennatuur, die hen ongevoelig maakt voor uitwendige indrukken en de hemel weet wat al meer! Als hij eenige kennis had van de natuur en hare werking, dan moest hij weten, dat zijne winters wel veel zachter zijn dan de onze, maar dat een zonnige zomerdag van 18 uren in Berlijn meer warmte ontwikkelt, dan een zoodanige van 13 uren in Napels, waarop een 11 uren lange, tamelijk koude nacht volgt, terwijl in Noord-Duitschland slechts eene schemering van 6 uren den nieuwen zonsopgang van den zonsondergang scheidt.

Deze sterke zomerwarmte, welke in Petersburg den thermometer even hoog doet staan als in Carracas en welke in den hoek van de Bothnische golf bij Tornea *tropische* planten in de *vrije* lucht doet ontwikkelen, en het mogelijk maakt in Archangel aan de witte zee in de broeikassen ananassen te kweeken; deze warmte maakt de bij ons gekweekte ananas tot eene veel aangenamer vrucht, dan zij in haar vaderland is, waar eene bovenmatige groeikracht haar houtig doet worden, evenals onze teerste groenten ontaarden, wanneer zij een al te weelderigen bodem of te veel warmte krijgen.

Het onderscheid van het klimaat ligt in den *winter*. Wanneer gedurende dezen in de tropische gewesten eene temperatuur van 30 graden C. en in de poolstreken eene van — 50 graden heerscht, dan bedraagt het verschil 80 graden; maar wanneer hier de zomerhitte tot + 30 graden stijgt en in de tropische streken slechts tot + 35, dan bedraagt het onderscheid slechts 5 graden.

Dit onderscheid wordt door den stand van de zon teweeggebracht; de temperatuur van den winter door eene onafgebroken afwezigheid van de zon, die een half jaar onder den horizon blijft, die van den zomer, doordien zij even lang daarboven staat. Wanneer wij ons nu eene temperatuur van de aarde van 30 graden boven het vriespunt voorstellen, die niet door de zon teweeggebracht wordt, maar afkomstig is van het nog niet afgekoelde binnenste der aarde, zoo zal deze temperatuur ook nog invloed uitoefenen, als de zon niet schijnt, en daarin ligt de oplossing van het raadsel van de gelijke verspeiding van dieren en planten over de geheele oppervlakte der aarde, die nu alleen tot de tropische gewesten beperkt zijn.

Maar wanneer nu de poolstreken werkelijk door uitstraling reeds veel van hunne temperatuur hebben verloren en nog altijd verliezen (tot op den tegenwoordigen tijd, nu er evenwicht schijnt te bestaan tusschen de hoeveelheid warmte, die van de zon aankomt en die, welke wordt uitgestraald), dan is het zeer natuurlijk, dat langzamerhand de tropische dieren- en plantenvormen uit de poolstreken verdwijnen en wij allengs eenig onderscheid zien ontstaan, dat wel nog niet zoo scherp is, als de tegenwoordige tijd het ons doet zien in den ijsbeer en den naakten amerikaanschen hond, of den wolf en den luipaard, maar dat toch voor den opmerkzamen onderzoeker merkbaar en door langere waarnemingen ontwijfelbaar zeker wordt.

De diersoorten van de *oudste formatie*, die wij totnutoe beschouwden, hebben alle eene zekere eenvormigheid, en behooren tot geslachten, die op enkele uitzonderingen na alleen in het water leven. Het zijn dieren van zulk eene lage bewerktuiging, dat de zuiverheid van de middenstof, waarin zij leven, hun tamelijk onverschillig is. Er zijn eenige weinige visschen, die in moerassen leven, maar de meeste verlangen een zuiver water, dat rijk is aan zuurstof. Er zijn er zelfs, die alleen in het zuiverste, kristal-heldere water van beken in het gebergte leven, zooals de forellen, en die sterven, zoodra zij in gewoon rivierwater komen. Van deze waterdieren vinden wij er slechts zeer weinige in de oudste lagen; de dieren, die daar voorkomen, zijn zeedieren, van welke de ondervinding ons leert, dat zij ook in die middenstof niet de reinste, maar de onreinste plaatsen opzoeken. Al deze dieren hebben geene behoefte aan de gezonde, zuurstof bevattende lucht, zooals wij die thans inademen, en konden ook leven in eene atmospheer, die voor landdieren (zoogdieren of vogels) in allen gevalle doodelijk zou zijn, en vele van hen schijnen zelfs de nadeelige gassoorten, met het water vermengd, zonder nadeel te hebben verdragen. Zoo zijn er slakken en ringwormen, welke alleen onder steenen leven, waaronder het water bijna met zwavelwaterstof verzadigd is; zoo ziet men in de nabijheid van vele zwavelbronnen, slakken zich lustig ophouden en vreten; zoo kunnen wormen, schelpdieren, kreeften in moerassige wateren leven, die zeer rijk aan koolzuur zijn, in streken, waar zelfs het doodelijke phosphorwaterstofgas tegelijk met het evenzeer hoogst nadeelige zwavelwaterstofgas vrijkomen.

Dit alles wijst op eene zeer lage bewerktuiging, het blijkt daaruit, dat deze dieren geen behoefte hadden aan de lucht en hare zuurstof, en waar wij in de archieven van de aardlagen dergelijke dieren vinden, daar mogen wij terecht er toe besluiten, dat de aard van de middenstof, waarin zij zich bevonden, aanmerkelijk verschilde van die, welke thans de aarde omgeeft en dat daar, waar de hooger bewerktuigde dieren te voorschijn traden, de

lucht ook eene samenstelling had, die de tegenwoordige, zoo zij daaraan al niet gelijk was, althans zeer nabij kwam.

Het is merkwaardig, dat alle hooger bewerktuigde dieren lichter kwetsbaar zijn dan de lagere. Men zou het omgekeerde verwachten; men zou meenen, dat eene geringere kwetsbaarheid tot het wezen van het hoogere organisme moest behooren, maar dit is zoo niet. Niemand zal beweren, dat een geranium een edeler plant is dan een denneboom of een eik, en toch kan men de eiken en dennen niet door afleggers voortplanten, maar wel een geranium en duizend andere dergelijke planten. Deze dragen in elk harer takken de levensvoorwaarden vereenigd; met een blad is dit reeds niet meer het geval, daarom kan men in plaats van tak in den vorigen volzin niet zetten *deel*, want niet ieder deel van de plant kan op zich zelf leven, zelfs de Asclepia en de schoone Ficus, met zijne groote bladeren, welke men beide, zooals bekend is, door hunne bladeren kan vermenigvuldigen, vorderen, evenals de Camellia, behalve het blad ook nog den *bladsteel* en het *oog*, hetwelk in den oksel van het blad aan den tak of stam zat.

Zoo is het ook met de dieren van lagere en hoogere orde. De natuur heeft bij hare eerste schepping er voor gezorgd, dat zij ter bevolking van de aarde dieren voortbracht, voor welke de stormachtige omwentelingen van de nog onvoltooide aardkorst, niet zoo gevaarlijk konden worden. Zelfs nu nog bestaan er dieren met eene levensvatbaarheid, die allerverbazendst is: eene slak, over den vochtigen weg kruipende, wordt door een wagenrad overreden en half doorgesneden. Het zoo verbrijzelde dier houdt niet op te leven; het scheidt allengs het gekwetste en vernielde gedeelte van het gezond gebleven af; de vreeselijke wonde geneest in korten tijd, en het dier schijnt volstrekt niets geleden te hebben, wanneer het herstellingsproces is afgeloopen.

Geheel anders is het met de dieren van eene hoogere orde. Reeds bij den kreeft groeit in plaats van de uitgerukte schaar slechts eene *onvolkomene*, nimmer eene geheel ontwikkelde aan, maar bij een visch groeit de uitgetrokken vin, bij den hond de afgehouwen poot niet weder aan, en bij den vogel geneest de stuk geschoten vleugel alleen bij eene zorgvuldige behandeling van de zijde van den wreed-medelijdenden mensch, die eerst het arme dier zonder reden verwondt en het dan in eene kooi opsluit, om zijne kwelling te verlengen.

Bij de lagere dieren groeit niet slechts het afgesneden deel weder aan, maar ieder deel heeft een leven op zich zelf. Wanneer men een regenworm halveert, dan groeit aan het achterste gedeelte een kop aan en aan het voorste eene staart; zulk soort schepselen nu leefden in de vroegste en ook nog in de meeste der volgende perioden; want de omwentelingen, die de aarde bij hare ontwikkeling onderging, eischten voor hare bewoners eene meer buigzame natuur, dan in latere tijden bij grootere rust en bij minder onstuimige bewegingen van de oppervlakte der aarde noodzakelijk was.

De plaats, waar de overblijfselen der hooger bewerktuigde dieren gevonden worden, geeft ons recht tot het besluit, dat zij tot eene latere formatie behooren, die meer tót onzen tijd nadert: zij liggen *boven op* die, welke vroeger bestonden. Ofschoon wij deze hoogst belangrijke omstandigheid nader zullen beschouwen en daarom een afzonderlijk hoofdstuk er aan wijden moeten, schijnt het toch hier de plaats te zijn, om althans aan te wijzen, dat men het recht heeft, de lagen van de oppervlakte der aarde voor des te jonger te houden, hoe nader zij aan de bovenvlakte liggen, maar daarentegen elke laag die dieper ligt dan eene andere, die op haar rust, voor ouder aan te zien dan deze laatste. Er komen wel is waar gevallen voor, waarin de lagen der gesteenten zeer steil opgericht, ja bijna loodrecht staan, maar nooit kan het geval voorkomen, dat eene laag van groote uitgebreidheid werd omgekeerd, zooals men een boek nu eens op zijn titelblad, dan eens op zijn rugzijde kan leggen; nimmer komt het geval voor, dat eene vroeger afgezette massa daardoor boven een later ontstane kwam te liggen. Indien zoo iets feitelijk door de verschrikkelijkste plutonische omwenteling ware geschied, dan zou de opgeheven en omgekeerde laag van twee verschillende sedimentgesteenten in millioenen stukken gebroken zijn, en al deze stukken zouden door elkander liggen, waaruit zou blijken, dat zij voor de bepaling van tijdperken, voor bepaling van den ouderdom niet geschikt zijn. Men heeft derhalve het recht de hooger gelegene lagen voor jonger te houden, zooals ook algemeen geschiedt.

Dieren der secundaire Formatie.

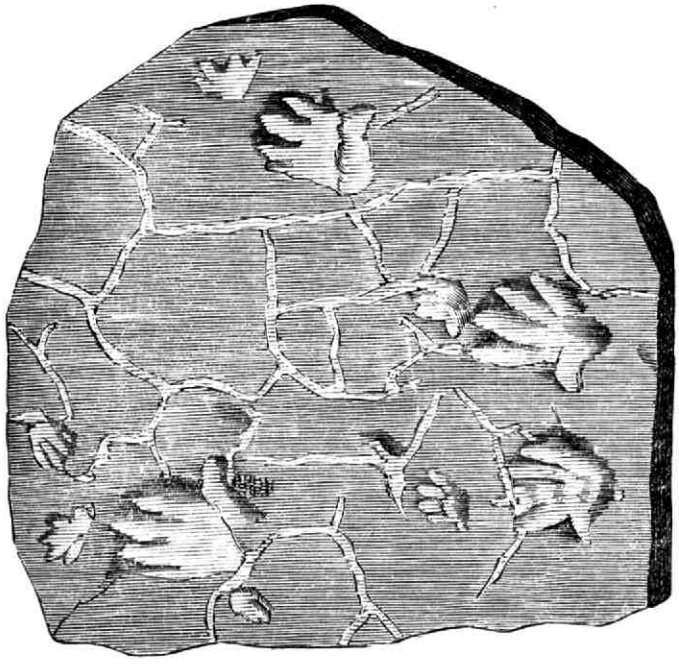
In de lagen, die tot de jongere, tot de secundaire formatie behooren, waartoe wij de trias- de jura- en de krijtformatie rekenen, vinden wij eene veel hooger ontwikkelde dierlijke schepping. Niet slechts zijn alle soorten van wormen en schaaldieren, niet slechts zijn eene menigte visschen aanwezig, maar men vindt onmiskenbaar amphibiën en landbewoners, behalve insecten in de bovenste lagen dezer formatie ook sporen van vogels en zoogdieren. De sporen van de laatstgenoemde bestaan uit tanden, terwijl de voetsporen, die geheel den vorm eener hand hebben, door velen wel aan een zoogdier worden toegeschreven, maar waarschijnlijk van een Amphibie zijn, het Chirotherium (handdier), een kikvorsch-hagedis. De figuur op de volgende bladzijde is eene plaat met voetafdrukken van dit dier en de hiernaast staande teekening eene afzonderlijke afdruk.



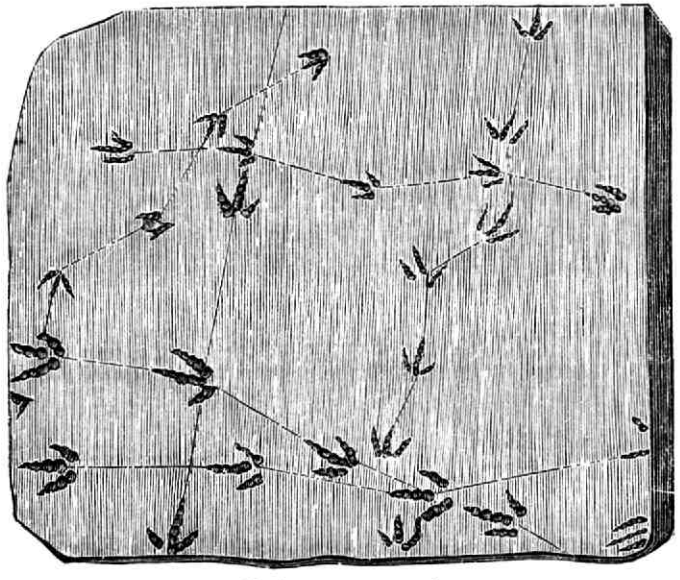
De vogels hebben hunne aanwezigheid in deze periode ook door nagelaten voetsporen bewezen, zooals de volgende figuur aantoont. Die vogels moeten steltloopers geweest zijn en het achterstaande voetspoor is er eene van de grootste soort, die men kent, van Ornitichnites giganteus. Het toont aan, dat deze vogel grootere schreden maakte dan de struisvogel.

Niettegenstaande dezen aanmerkelijk hoo-

geren trap van ontwikkeling der dierlijke schepping, is toch tijdens deze secundaire periode het land ontegenzeggelijk veel warmer dan de zee. Men vindt



zoetwaterdieren in menigte, maar hun aantal staat niet in verhouding tot dat van de zeedieren.



Voetsporen van vogels.

Men vindt viervoetige dieren, die blijkbaar bestemd zijn om op het land te loopen, maar slechts op een effen en weeken grond; er zijn geen dieren met hoeven, om op den harden grond te loopen, geene dieren met gespleten klauwen, geschikt om op de bergen en rotsen te klauteren. Ook de vogels zijn, zooals hunne lange beenen en hunne groote stappen aantoonen, alleen voor vlakke en moerassige landen geschikt. Hieruit kan men het volgende onloochenbare besluit trekken: het land is wel in omvang toegenomen, maar het is nog altijd niet hoog boven de oppervlakte der zee verheven, het heeft nog altijd geene gebergten, het is nog geen vastland, maar bestaat uit eilanden; zijne hoogst georganiseerde dierlijke schepselen kunnen ook niet wel anders dan tweeslachtig genoemd worden, d. i. tusschen land en water staande, amphibieachtig.

Die kleine teere dieren, waaraan de vroegere schepping zoo rijk was, de koralen, ontbreken in het onderste lid van de genoemde formatie, in het trias geheel en al (bonte zandsteen, schelpkalk, keuper. Deze drie lagen te zamen, welke in het Westen en Noorden van Duitschland altijd gezamenlijk voorkomen, zoodat bonte zandsteen de onderste, de schelpkalk de middelste, het keuperzand of de kalksteen de bovenste laag vormt, werden door een bekenden geoloog, Alberti, het eerst zoo genoemd en deze benaming «Trias» heeft, als zeer gepast, het volledige burgerrecht verkregen). Des te menigvuldiger komen zij in de latere lagen voor, zoodat zij b. v. in den Jura en al de kalkmassa's, welke tot deze formatie behooren, gansche gebergten vormen. Deze verwonderlijk kleine en toch zoo machtige dieren deden in den tijd, waarin de Triasgroep werd afgezet, waarschijnlijk die dammen ontstaan, welke wij thans in den vorm van koralenkalk de gebergten zien omgeven. Wanneer men een stuk van de kalk beschouwt, door hunne teedere, doorschijnende lichaampjes aan de zee ontwoekerd, dan vindt men daaraan in het eerst niets bijzonders, het schijnt grof-korrelige kalksteen en niets meer. Maar neemt men een vergrootglas, eene loupe die slechts twee of drie malen vergroot, voor het oog, dan ziet men tot zijne verbazing de geheele breukvlakte van den steen met fijne, regelmatige teekeningen bedekt, welke bij dezelfde steensoort altijd op elkaar gelijken, zoodat men zich het dier volgens deze teekeningen nagenoeg kan voorstellen en de koralen daarnaar genoemd heeft. Onderstaande figuur 1 behoort tot die, welke men Prionastraea oblonga noemt, en de sterachtige cellen, die elk door een dier bewoond waren, zijn in hare natuurlijke grootte wedergegeven, derhalve zonder vergrootglas, met bloote oog te herkennen.

Figuur 2 vertoont eenige cellen van hetzelfde koraal, aanzienlijk vergroot. Ieder sterretje is de woonplaats, het huis van een dier, dat in gemeenschap met zijne broeders de *helft van al onze gebergten*, voor zoo verre zij geene oorspronkelijke gebergten zijn, heeft opgebouwd. Een tak koraalmassa, zooals men dien somtijds uit een stuk rotssoort splijten, brokkelen of op eenige

andere wijze losmaken kan, ziet er uit als de afbeelding op bladz. 152. Men meent hier bij den eersten aanblik met den tak van een boom te doen te hebben, maar het geheel is van steen en de schors bestaat uit een groot aantal naast en op elkander liggende sterretjes.

1



Een stuk koraalkalk, vergroot.

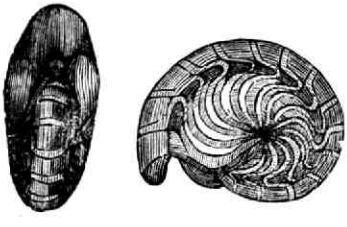
2



Een koraalsterretje, 200 maal vergroot.

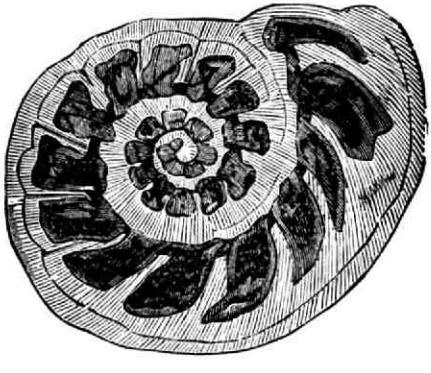
Het ontbreken van de koralen in de oudere, onder den Jura liggende gesteenten, is des te opmerkelijker, daar er wel vele andere dieren in voorkomen, welke met deze schepselen verwant zijn; zeer belangrijk is het evenwel de meer volkomene soorten van de andere na te gaan. Zoo zijn er in de onderste lagen van de secundaire formatie reeds zeer fraai ontwikkelde schelpen en slakken: daartoe behooren de prachtige Ammonieten, van zeer ver-

1



Megasiphonia Ziczac.

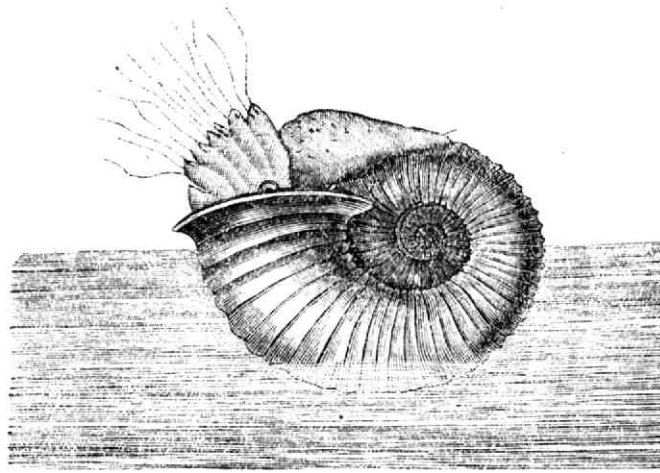
2



Ammonites lautus.

schillende grootte, met ongemeen fraaie figuren op de buitenvlakte, met kamers, welke geene platte of holle vlakten vormen, maar eigenaardig uitgesneden, verheven en verdiept zijn, zoodat men meent, dat het dier eene tamelijk ongemakkelijke ligplaats moet gehad hebben, zooals wij uit bovenstaande afbeelding van Megasiphonia Ziczac (fig. 1), en van Ammonites lautus (fig. 2) zien, waarin de gekronkelde dwarslijnen, voorondersteld dat ze doorschijnend zijn, zoowel de ligging als de eigenaardige gedaante der tusschenwanden aangeven, waaraan de Ammonieten den naam kamerslakken te danken hebben.

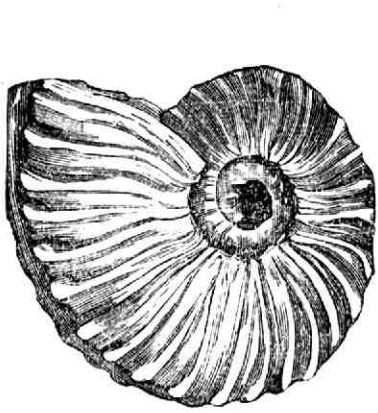
Men heeft beproefd, een beeld van het levende dier te geven en Figuier teekent dit stoutweg in zijn werk « *la Terre avant le déluge* », in dien vorm waarin wij het hier voor ons zien; doch hij heeft er niet aan gedacht, dat de



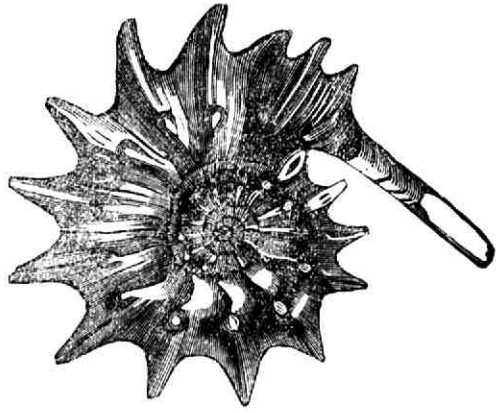
Een gerestaureerd ammoniet.

schaal het dier niet als een bootje, maar, zooals een verwant, de Nautilus, ons leert als zwemblaas dient; zij ligt in het water *niet onder*, maar het dier ligt in het water en de ledige schaal er *boven*, op de oppervlakte der zee drijvende. Zoodra het dier zich zoo ver in de voorste, open ruimte terugtrekt, dat zijn lichaam niet meer uitgespreid door het water gedragen wordt, zinkt het geheel onder.

De uitwendige gedaante is zeer verschillend, dikwijls buitengewoon fraai zooals b. v. die van Ammonites varians, die zeer veel op den papiernautilus gelijkt, of de zoo vreemd gevormde Ammonites Jason (beide op de volgende bladzijde afgebeeld) uit de Oxfordsche kalk. Zeer schoon is ook

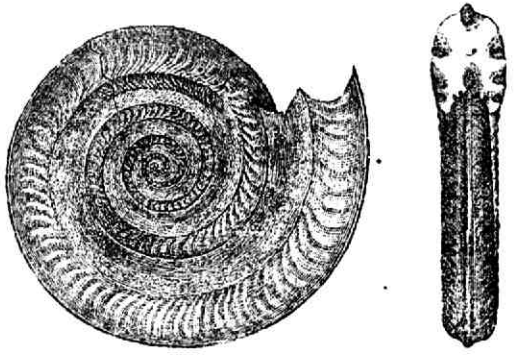


Ammonites varians.



Ammonites Jason.

de Ammonites bifrons, die de onderstaande teekening voorstelt. De windingen zijn hier zeer regelmatig; wij zien, dat de talrijke ribben sikkel-



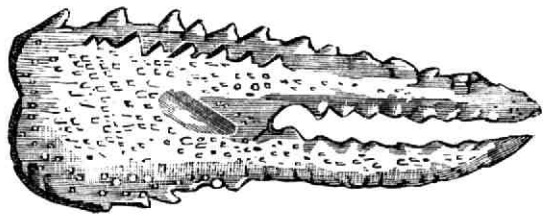
Ammonites bifrons.

vormig gekromd zijn en dat de opening scherp is uitgesneden. De afbeelding van de voorzijde doet ons zien, dat de slakkenhuiswinding in geene enkele richting uitsteekt maar dat zij, zooals bij alle ammonieten het geval is, volkomen vlak loopt. Die versteeningen treffen wij in de geheele Juraformatie tot in het krijt aan.

Verder komen er ook kreeften voor, waarvan de eenvoudigst gevormde vertegenwoordigers (zie bladz. 173) hier in de secundaire formatie geheel verdwenen zijn, terwijl in plaats daarvan veel hooger georganiseerde optreden, die reeds sterk gelede en vooruitstekende sprieten, pooten met fijne scharen aan de einden, en bovendien twee sterke vangscharen hebben. In de schaar van den Astacus sussexiensis (zie de bijgeteekende figuur), ziet men

dadelijk het onderscheid in de gedaante van de vroegere en tegenwoordige kreeften; de scherpere tanden verraden eene grootere weerbaarheid, die wel noodig moet geweest zijn, daar de zeeën van vraatzuchtige ondieren wemelden.

Onder de visschen komen hier vooral de haaien voor, en men vindt niet slechts hunne versteende tanden, maar buitendien nog vele andere deelen, vinnen, rugstekels en dergelijke, waaruit men tot hunne aanzienlijke grootte, evenals men uit de menigte er van, tot hun groot aantal kan besluiten. Eene soort van visschen, merkwaardig door hun zonderling gebit, schijnt bestemd te zijn geweest, om de al te sterke vermenigvuldiging van schelpdieren en slakken tegen te gaan; want niet zoo zeer de snijtanden of de vangtanden zijn gevaarlijk, maar het verhemelte schijnt geheel met steenen geplaveid te zijn geweest, zoodat het aan die dieren gemakkelijk moet geweest zijn, de hardste schelpen te verbrijzelen, alsof het hazelnooten waren. Een zeer fraai exem-



Schaar van den Astacus sussexiensis.

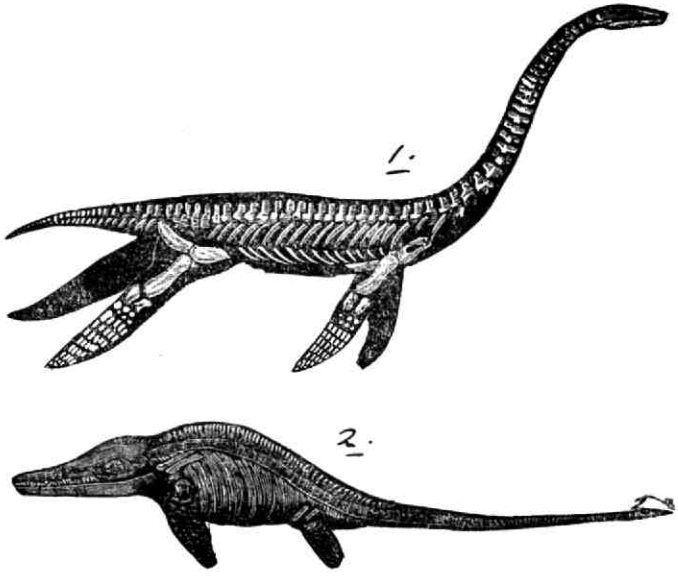
plaar van een kop van dit dier is in het bezit van Professor Braun in Baireuth. De kiezen, die het geheele verhemelte bekleeden, zien er uit, als de vlakke zwarte vuursteenen, die in de streken van de krijtformatie het zeestrand bedekken.

Eenige zonderlinge dieren van dit tijdperk behooren tot de familie der hagedissen, ofschoon zij door velerlei bijzonderheden zoo sterk afwijken, dat wij tegenwoordig alleen dieren kennen, welke eenigszins in uitwendigen vorm op hen gelijken. Wij bedoelen de vischhagedis (Ichthyosaurus) en de buurhagedis (Plesiosaurus), zoo genaamd, omdat zij dikwijls in de nabijheid der eerstgenoemde voorkomt. Zij moest liever de zwaanhagedis heeten, want dit dier moet, als het op het water zwom, door zijn langen buigzamen hals en zijn tamelijk gewelfden rug, zeer veel overeenkomst in gedaante met een zwaan gehad hebben, maar van zulk eene vreeselijke grootte, dat de groote krokodillen van den Nijl en den Ganges niet daarmede te vergelijken zijn.

In onderstaande afbeelding heeft men getracht uit de gevondene skeletten eene voorstelling van beide dieren te vormen.

De ontwikkeling van de amphibiën was toen veel hooger dan die der tegenwoordig levende, en het schijnt, zooals Burmeister zoo treffend

en waar zegt, dat de natuur er zich in iedere periode op toegelegd heeft beter georganiseerde schepselen in veelheid van soorten en rijke afwisseling van gedaante te doen uitblinken, wat ook met betrekking tot de zoogdieren in de laatste formatie wordt waargenomen.

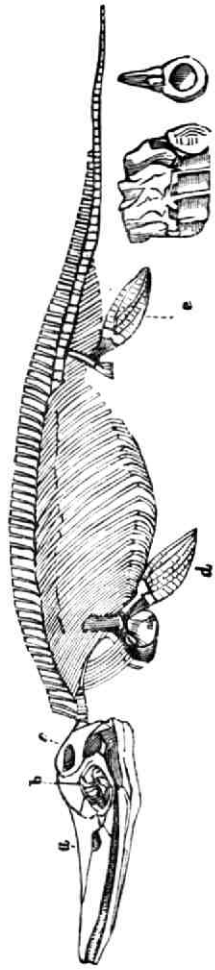


Plesiosaurus dolichodeirus en Ichthyosaurus communis. Zie ook pag. 12.

1. 2. lang 5 - 13 el.

Zoodra zich deze edelste en volmaakste vormen vertoonen, treden de andere, minder volkomene vormen van dieren op den achtergrond. Wij hebben onder de tegenwoordig levende veel meer verschillende soorten bij de zoogdieren dan bij de amphibiën, bij de vogels meer dan bij de visschen, bij de insecten meer dan bij de wormen. Zoo was het ook in de voorwereld, toen de Reptiliën de meest volkomene dieren waren en in hunnen tijd in veel grootere verscheidenheid voorkwamen dan de visschen.

De Ichthyosaurus, die, zeer menigvuldig in de Juraformatie, zeer schoon en volkomen bewaard gebleven in geheel volwassen exemplaren in Engeland voorkomt, heeft een lengte van 5 tot 7 meter (er kwamen ook soorten voor van eene lengte van 13 meter). De schedel neemt ongeveer *een vijfde gedeelte* van het geheele lichaam in en is omstreeks 1 meter lang. Hij is vlak en spits van vorm; dicht bij de oogholten bevindt zich het spleetvormige neusgat *a*. De beide kaken zijn uitgehold en dragen in eene lange gleuf kegelvormige, gebogene, zeer spitse tanden, tot 150 in getal. Deze tanden hebben



Ichthyosaurus.

een cilindervormigen wortel, waarmede zij in de tandholte bevestigd zijn. Daarin ontstaan nieuwe tanden onder de oude, als het dier, dat zeer vraatzuchtig schijnt geweest te zijn, de oude had afgesleten; de nieuwe tand stoot dan den ouden uit, evenals bij den mensch. Het schijnt intusschen alsof dit nagroeien der tanden niet slechts eenmaal, maar meermalen plaats had.

Dáár, waar in de bovenkaak de tanden ophouden, is de groote oogholte zichtbaar, die eene middellijn van 15 tot 20 cM. had. Behalve dat de gedaante van het dier in het algemeen schrikverwekkend moet geweest zijn, moet een oog, van de grootte van den bol van een hoed of van een soepbord, daaraan een vreeselijk uiterlijk hebben gegeven.

In de zwarte oogholte rust een beenige ring, uit 13 tot 17 platen samengesteld, die in het wit van den oogappel lag en dezen waarschijnlijk tot steun diende, hetgeen wegens zijne grootte noodig was; in het midden laat de doorboring van den ring het licht door. Deze vorming van het oog treft men ook bij de vogels van den tegenwoordigen tijd aan: ook de walvisschen hebben zulk een ring in hun betrekkelijk klein oog, maar bij deze is hij slechts enkelvoudig, en niet uit vele platen samengesteld.

Deze ontzaglijk groote en zware kop had een krachtigen steun noodig, om gedragen te worden. Daartoe dient een korte, dikke hals, welks gering aantal wervels zóó ver in den kop dringt dat het is, alsof de onderkaak aan den hals is bevestigd. De sterke, doornsgewijze uitsteeksels, welke aan den ruggegraat zitten, worden van den kop tot op het midden van den rug steeds grooter en geven steun aan de daar langs en daartusschen gelegen spieren, die blijkbaar eene aanzienlijke dikte hadden. De wervels zelve zijn ongeveer cirkelrond en vlak, met indeukingen voor de tusschenkraakbeenschijven tusschen elke twee wervels; zij zien er uit als kolossale damschijven en hebben niet zelden een middellijn van $^1/_6$ M.

Bijzonder merkwaardig is dit dier nog door zijne roeipooten, welke sterk aan die van den walvisch herinneren, doch meer geledingen of vingers hebben maar overigens volkomen gelijk deze, of gelijk de hand van den mensch zonder den duim uit eene menigte achter elkander liggende vingerleden bestaan, welke door pezen, spieren en kraakbeen met elkander verbonden zijn. Zij

waren veel geschikter om te zwemmen dan om te loopen, maar schijnen toch ook tot loopen gebruikt te zijn.

Tot de vele zonderlinge eigenaardigheden van dit dier behoort ook deze, dat zijne vier handen of vinnen gepantserd waren, evenals een ijzeren ridderhandschoen, terwijl het overige van het lichaam zulk eene beschutting geheel miste en geheel naakt was.

De vorm van de wervels der wervelkolom met hunne hooge gewrichtsvlakten en hun groot aantal wijst op eene zeer groote beweeglijkheid van het dier, waardoor het hem, bij zijn schijnbaar plompen lichaamsbouw, gemakkelijk moest vallen, zijn prooi te vervolgen. De korte roeipooten schijnen hiertoe wel niet zeer geschikt, maar uit den bouw der staartwervels en de vergelijking van deze met die van de langgerekte visschen, blijkt (zooals R. Owen, een scherpzinnig Engelsch ontleedkundige heeft aangetoond) dat de staart, waarschijnlijk aan beide zijden, met eene sterke en breede vin was voorzien, die rechtop stond, evenals bij onze visschen (vandaar de naam visch-hagedis, Ichthyosaurus) en niet horizontaal lag, zooals bij de walvisschen. Met een zoo ingerichten, krachtigen roeispaan was het ondier, dat over het geheel slank gebouwd was, stellig in staat zijn prooi zeer snel te vervolgen.

Het is zeer van belang na te gaan tot welken graad van volkomenheid de kennis van de dieren der voorwereld is gestegen door de scherpzinnigheid, waarmede schrandere mannen hebben medegewerkt tot de ontwikkeling van de vergelijkende ontleedkunde, eene wetenschap, die in haren tegenwoordigen vorm als eene geheel nieuwe wetenschap beschouwd moet worden. Men weet bijv. wat de Ichthyosauren gegeten hebben, welke soort van dieren zij verslonden hebben, en men weet hoe het darmkanaal was gebouwd. Van vele dieren zijn met de lichamen de uitwerpselen in volkomen versteenden toestand bewaard gebleven. Bij het onderzoek van zulke steenen van den Ichthyosaurus vond men duidelijk daarin vischschubben, tanden enz. Hieruit bleek dat deze deelen als onverteerbaar door het dier werden uitgeworpen. Uit de gedaante van de schubben heeft men zelfs de soort van visschen weten te bepalen, die hun tot voedsel strekten. Dit schijnt wel zeer moeielijk, maar bij zulk eene groote kennis van bijzonderheden, als de rechte kenners der vergelijkende ontleedkunde bezitten, is dat inderdaad mogelijk daar verschillende soorten van visschen verschillend gevormde, geteekende, geribde schubben hebben, die even goed als de haren der zoogdieren en de veeren der vogels van elkander verschillen: niemand zal wel de manen van het paard met die van den buffel of den leeuw, het haar van den haas met dat van het schaap of de veeren van een gans met die van een haan verwarren.

Langs dezen weg heeft men zelfs gevonden, dat de Ichthyosaurus een zoo vraatzuchtig roofdier was, dat hij zelfs zwakkere dieren van zijne eigene soort verslond.

Nog een ander feit is door den natuuronderzoeker uit de overblijfselen aan

het licht gebracht. Daar men geene bedekking, zooals hoornplaten of schilden en dergelijke vindt, trekt men te recht het besluit, dat de Ichthyosauren niet gepantserd waren zooals de krokodillen, behalve aan hunne handen of vinnen, want alle weeke deelen zijn vergaan, maar beenderen of hoornplaten zouden weerstand geboden hebben.

Wanneer dit vergaan nu reeds plaats had met de wellicht zeer harde huid der Ichthyosauren, dan was dit zeker nog meer met de ingewanden het geval — daarvan kan men derhalve niets weten — en tòch weet men er wat van! De buikholte, waarin de ingewanden liggen, is zeer klein. Wanneer men bedenkt, dat deze ook het hart, de lever, de longen en de maag van onverzadelijke ondier bevatte, dan blijft voor het darmkanaal zeer weinig ruimte over: dit besluit kan de vergelijkende ontleedkunde met volle recht trekken. Daar nu de buikholte naar de achterste ledematen en den staart toe in een recht kanaal uitloopt, volgt daaruit, dat waarschijnlijk de darm tamelijk recht en cilindrisch naar achteren liep. Maar nu zijn de versteende uitwerpselen van deze dieren spiraalvormig als slakkenhuizen gewonden; daarvoor is een eigenaardige bouw van het darmkanaal noodig. De ruimte, waarin een wenteltrap loopt, is cilindrisch, maar de trap zelf loopt in dezen cilinder volkomen als eene spiraal, als eene springveer; ditzelfde is nu het geval met het darmkanaal der Sauriërs, en daarom zijn de uitwerpselen gekronkeld en hebben zij den vorm van een slakkenhuis; zij nemen de gedaante der laatste kronkelingen van het kanaal aan, waarin zij zich in reeds tamelijk vasten toestand bevinden, omdat de vloeibare deelen reeds gedurende hun loop door het darmkanaal, door de opslorpende vaten van dat kanaal grootendeels zijn opgezogen.

Wat wij op deze en de vorige bladzijde gelezen hebben, de gewichtige inlichtingen omtrent den inwendigen bouw van deze reuzen der voorwereld en over hunne levenswijze, heeft de vergelijkende ontleedkunde weten uit te vinden uit iets schijnbaar zoo onbelangrijks als de uitwerpselen zijn, en wij zien hieruit, welk een hoog standpunt deze wetenschap met betrekking tot de kennis der voorwereld inneemt.

Wij willen nog een ander voorbeeld aanvoeren om dit te bewijzen, en wij doen dit des te eerder, daar de dieren, waarover gehandeld zal worden, juist tot het tijdperk behooren, waarmede wij ons nu bezig houden.

Nog stouter, maar toch zonder twijfel juist zijn de besluiten der geologen, omtrent het bestaan van dieren, van welke men slechts de voetsporen aantreft. Men vindt deze op verscheidene plaatsen van dieren, welke eenmaal — voor duizendmaal duizend jaren — over den bodem der plaats, waar zij aangetroffen worden, geloopen hebben. Die sporen zijn in den weeken, effen kleigrond ingedrukt, zij waren derhalve uitgehold, de bodem droogde op, scheurde en reet in alle richtingen open. Latere omwentelingen van de aarde brachten massa's zand over dezen gedroogden kleigrond, welke met een weinig

klei of kalk, die haar tot bindmiddel diende, daarop bleven liggen en tot zandsteen verhardden.

Thans nu wij den schoot der bergen openen, om daaruit onze metalen, onze brandstoffen, onze bouwsteenen te halen, komt men ook op deze zandsteenlagen en voert ze als gehouwen steenen of platen weg. Bij Hessberg, niet ver van Hildburghausen, zijn bij voorbeeld zulke platen gevonden, welke op hare onderzijde en relief verhevene voetstappen vertoonen, de in zandsteen nagemaakte voetstappen, wier vorm in de weeke klei was afgedrukt. Wij hebben reeds in het begin van dit boek en op blz. 188 eenige van zulke voetstappen afgebeeld. Daarheen verwijzen wij hier bij de bespreking, hoe de vergelijkende ontleedkunde over al de dieren die ze nalieten, wat te weten is gekomen.

De afdrukken, die daar gevonden werden, behoorden tot een dier, dat vier handen had en dat men daarom Chirotherium heeft genoemd. Het dier had zeer ongelijke ledematen, de grootere, achterste handen kwamen overeen met eene zeer breede en plompe manshand, de vingers waren echter korter en dikker dan bij deze, de lengte er van bedraagt 20 tot 23 c.M., de kleinere voorhand is nauwelijks half zoo lang.

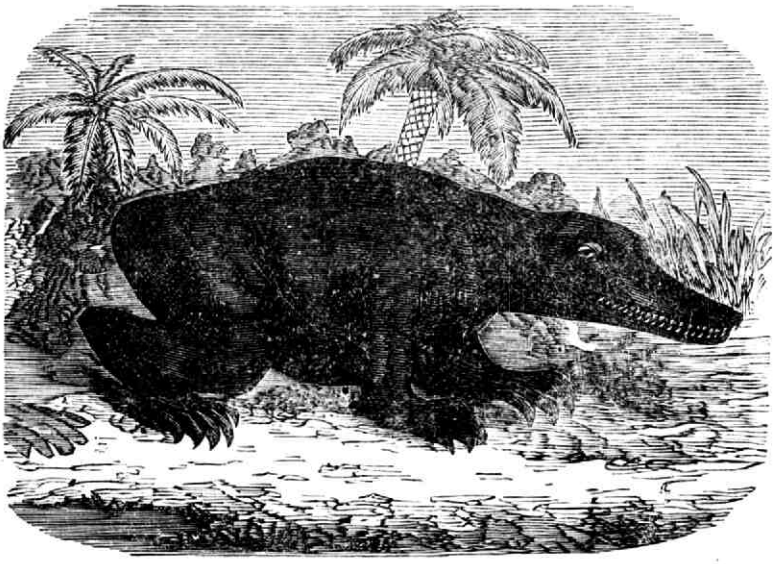
Zooals bekend is, staat de duim of groote teen van elk dier naar de *binnen*zijde van het lichaam gericht, de pink of kleine teen staat naar buiten. Wanneer de mensch op handen en voeten ging, dan zouden de duimen en groote teenen altijd naar binnen gericht zijn.

Vergelijkt men hiermede de afbeelding op bladz. 15, dan neemt men het tegenovergestelde waar: de duimen zijn niet naar binnen maar duidelijk naar *buiten* gericht. Een zeer geleerd man in Stuttgart liet zich daaromtrent aldus uit: (men kan hieruit zien, waartoe een ingebeeld weten de geleerden kan brengen, welke verkeerde gevolgtrekkingen zij kunnen maken) de hier afgebeelde sporen zijn de afdrukken van de eigenlijke stappen, wat is dus natuurlijker, dan dat zij zich omgekeerd vertoonen? Wanneer de zetter eene rij letters voor een regel druks heeft gereed gemaakt, staat daarin ook rechts, wat bij het afdrukken links komt, het begin van den regel komt aan het einde en omgekeerd. Oppervlakkig beschouwd is dit juist, maar in werkelijkheid niet, want wanneer men het blad, waarop de voetstappen zijn afgebeeld, zoo houdt dat men door het papier heen de teekening ziet, dan ziet men de afdrukken niet meer verheven maar verdiept, doch de duimen staan nog altijd naar buiten, evenals zij bij de voetstappen van den mensch steeds naar *binnen* gericht zijn, onverschillig of men het blad van de achter- of van de voorzijde beschouwt. Van de aanmerking van den grooten onderzoeker blijft derhalve niets waars over.

Uit de voetstappen van het Chirotherium is door de vergelijkende ontleedkunde het besluit getrokken, dat het dier liep, evenals het paard, met de voeten zeer dicht bij de middellijn van het lichaam, de sporen liggen bijna in eene rechte lijn, maar het had daarbij zulk een waggelenden gang, dat het

om niet te vallen den rechtervoet links over den middellijn zette en de linker rechts, waardoor juist de binnenste groote teen of de duim naar buiten komt te staan. Eene andere verklaring kan men in verband met de tegenwoordig levende dieren niet geven, want er bestaat, voor zoo ver wij tot op dit oogenblik weten, geen dier, waarbij de buitenste teen of vinger niet de kleinste is, er bestaat er geen, waarbij zich op die plaats, waar onze pink zit, een duim bevindt, maar wel zouden de voetstappen van een mensch met twee horrelvoeten met de voetstappen van de dieren der voorwereld overeenkomen; want zulke ongelukkigen zetten de voeten in het oogloopend binnenwaarts en stappen altijd met den eenen voet over den anderen heen.

Uit het verschil in grootte der handen heeft men het besluit getrokken, dat deze dieren op de springhazen of kangoeroes geleken; doch deze loopen niet, maar springen alleen op de achterpooten en gebruiken de voorste ledematen slechts om hun voedsel te grijpen en komen daarmede alleen op den grond, als ze, na den sprong te hebben gedaan, daarop steunen. Anders is het met de kikvorschen, hunne handachtige ledematen zijn zeer verschillend in grootte en eenige, zooals de padden, hebben geene zwemvliezen en springen ook niet altijd, maar loopen, en dan inderdaad zóó, als hier beschreven is.



Chirotherium.

Deze dieren moeten derhalve kikvorschachtige amphibiën geweest zijn, geene reusachtige salamanders, zooals men er gaarne van zou gemaakt hebben; want deze zouden de sporen van hunnen slependen staart hebben achtergelaten in de weeke klei, waarover zij geloopen hebben.

Men heeft dit dier trachten af te beelden en de volgende figunr geeft eene voorstelling van dezen reuzenvorsch.

Wanneer er toen reeds liefhebbers van kikvorschboutjes bestaan hebben, dan kunnen zij hieraan gesmuld hebben. Een paar zou voldoende zijn geweest voor 40 personen.

Dat deze dieren roofdieren geweest zijn, kan men ook nog uit de voetsporen zelf afleiden, want hunne teenen waren, behalve de duim met sterke klauwen gewapend. Brokstukken van de afdrukken van deze klauwen vindt men dikwijls zeer duidelijk in de zandsteenplaten, maar nog sprekender zijn de indruksels in de weeke kleilaag, waarin de zandsteenklauwen meestal afgebroken zijn blijven steken.

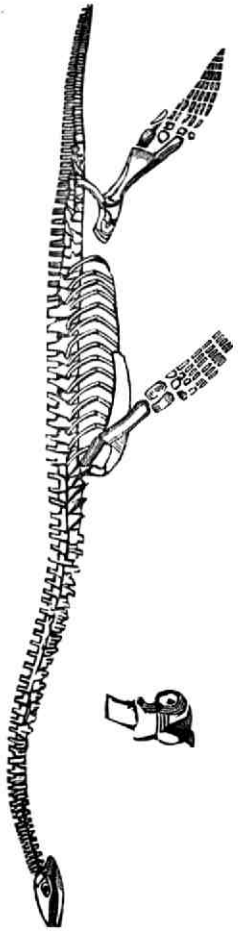
Wenden wij ons van deze sporen en voetstappen van dieren uit de voorwereld tot deze zelf, dan hebben wij omtrent den Ichthyosaurus nog een hoogst belangrijk feit mede te deelen. Men heeft ontdekt, of dit dier eieren gelegd of levende jongen heeft voortgebracht. Dit schijnt bijna ongelooflijk en toch is het, niet zooals hier boven bij den vorm van het darmkanaal (die overigens ook bij vele haaien voorkomt), door redeneering uitgemaakt, maar door een werkelijke vondst bewezen.

Chaining Pearce heeft in den Lias-leisteen van Somersetshire het versteende lichaam van een Ichthyosaurus gevonden en wel in eene zeer natuurlijke ligging, met de pooten naar beneden en op den buik rustende. Zóó is het dier, door de eene of andere geweldige katastrophe verrast, met zand bedekt, en dit is versteend met alles wat er onder begraven lag, voor zoo ver het voor versteening vatbaar was en niet aan verrotting bloot stond. Bij het vinden trachtte men het zoo zorgvuldig mogelijk te bewaren en hierom werd het geheele blok opgelicht en omgekeerd, zoodat men bij die deelen komen kon, die oorspronkelijk in weeke klei verzonken waren en later van boven af met het sedimentgesteente bedekt werden.

Bij het wegnemen van de verharde klei kwam de geheele onderzijde van het ondier bloot te liggen. Het dier was volkomen goed bewaard, zooals te verwachten was; de weeke deelen bestonden natuurlijk niet meer, doch het geraamte was des te fraaier en volledíger, en terwijl men, om van boven tot het versteende dier te geraken, den zandsteen met den beitel moest wegnemen, behoefde men van onderen slechts het vrij harde deeg weg te krabben, dat in het skelet was ingedrongen.

Bij dezen arbeid zag de vinder met verbazing, dat zich in de bekkenholte van den Ichthyosaurus eene miniatuur-afbeelding van dezen bevond. Het eenigszins verschoven, kleine dier lag in de lengte uitgestrekt in de bekkenholte, met den kop naar de staart van het groote dier; het werd door de beenderen van het bekken van het moederdier half ingesloten en rustte, als of het op het oogenblik der geboorte te gelijk met zijne moeder gedood ware geworden, half binnen, half buiten het lichaam van den ouden Ichthyosaurus.

De omstandigheid, dat men een fossiel embryo binnen in het lichaam zijner versteende moeder aantreft, is zoo zonderling en zoo eenig in hare soort, dat men haar zeker, eer men aan de juistheid er van geloofde, van alle mogelijke zijden heeft beschouwd, maar hier bleef omtrent de juistheid der meening geen twijfel over. Dr. Buckland en Dr. Owen, aan wie de merkwaardige vondst vertoond werd, twijfelen ook in 't geheel niet aan den aard er van. Nu bewijst het baren van levende jongen eerst volkomen de *vischhagedisachtige* natuur. De haaien hebben een dergelijk darmkanaal, als een wenteltrap gekronkeld, zij brengen ook *levende* jongen voort, evenals verscheidene slangen, de adders en meer andere kruipende dieren.



Plesiosaurus dolichodeirus.

Is de Ichthyosaurus reeds een merkwaardig dier, dan is de Plesiosaurus (zie de figuren op blz. 193 en de bijgaande) dit bijna nog meer. Het is eene hagedis met een zwanenhals, een dier, zooals er tegenwoordig in de natuur geen enkel meer voorkomt. Het paard en de ree of het hert hebben tamelijk slanke halzen, maar zelfs de hals der giraffe overtreft de lengte van haar lichaam niet. Veel verder gaat het bij de vogels, onder welke de struisvogel, de zwaan, maar vooral de moerasvogels, de reiger de ooievaar, de flamingo zeer lange halzen hebben. Dat echter een reptiel, eene hagedis, of wel een schildpadachtig dier (waarvoor sommigen geneigd zijn den Plesiosaurus te houden) een hals zou hebben, die de lengte van den romp bijna twee malen overtreft, is ongehoord en toch is het zoo geweest, toch heeft het de natuur behaagd, ook dezen vorm te scheppen, waarvan een zeer schoon bewaard geraamte uit den lias van Lyme-Regis in Engeland, dat op bijgaande figuur is afgebeeld, ons eene aanschouwelijke voorstelling geeft.

Men ziet op den eersten blik, dat de kop de grootste overeenkomst heeft met dien van den Ichthyosaurus. Duidelijk waar te nemen zijn de zes holten voor de spieren van de kaak en den nek, voor de oogen en voor den neus. Maar deze kop, op zich zelf veel kleiner dan die van den Ichthyosaurus, zat niet dicht aan den romp, nauwelijks door een hals daarvan afgescheiden, hij zat integendeel op een hals, die, de kop medegerekend, dubbel zoo lang was als het geheele lichaam van dit monster en werd door twintig tot veertig sterke wervels gedragen. Daar het geraamte van dieren van dezelfde soort altijd gelijk ge-

bouwd is, zou *hieruit*, zelfs wanneer er geene andere kenmerken waren, reeds volgen, dat er vele verschillende soorten van deze zonderlinge familie waren. Zoo had b. v. de Plesiosaurus macrocephalus (de grootkoppige) 29 halswervels.

De hals was niet, zooals bij den flamingo of den ooievaar, ongeveer over zijne geheele lengte even dik, maar hij nam, evenals bij de giraffe, van voren naar achteren in breedte toe. De dikke en lange uitsteeksels der halswervels wijzen op een krachtig spierstelsel, en zulk een had de kop noodig, die, met twaalf groote slagtanden gewapend (zes aan elke zijde in de onderkaak, die ver boven de onderkaak uitstaken), wellicht bestemd was, om de prooi van den bodem der zee op te heffen en boven water te brengen of dieren van den oever in het water te trekken, zonder dat het ondier zijn element behoefde te verlaten.

Het lichaam is niet langwerpig, zooals bij de hagedis, maar veeleer kort, cilindervormig afgerond, zooals bij de groote zeeschildpadden, zonder dat evenwel het ondier een beenig of hoornachtig pantser had, hetwelk men, zoo het aanwezig was geheel of gedeeltelijk bij de andere overblijfselen had moeten vinden.

Dáár, waar de hals en de romp aan elkander bevestigd zijn, dragen sterke beenderen de zwempooten, welke geheel op die van den Ichthyosaurus gelijken maar langer, slanker zijn. De sterke uitsteeksels der rugwervels wijzen op een uitstekend spierstelsel, tot beweging van deze pooten dienende, door middel waarvan het dier zich waarschijnlijk tamelijk snel kon voortroeien. Dicht bij het einde van het lichaam staan de twee achterste vinnen, die bijna volkomen op de voorste gelijken.

De Ichthyosaurus had in zijnen staart een uitstekend voortbewegingsorgaan; dit mist de Plesiosaurus. Daaruit blijkt dat zijne bewegingen langzamer waren dan die van den Ichthyosaurus. Dit gebrek aan beweeglijkheid wordt echter door den langen hals vergoed. Het in de hoogte gedragen hoofd overzag met zijne groote oogen een groote uitgestrektheid, en wanneer de roeipooten hem niet snel genoeg in de nabijheid van den beloerden buit brachten, dan greep de muil met zijne gruwzame, spitse slagtanden door middel van den langen hals des te sneller toe.

De lichaamsvormen van deze dieren waren overigens, zooals wij reeds opmerkten, zeer verschillend. De vorenstaande afbeelding vertoont den Plesiosaurus dolichodeirus, een zeer slanke gedaante, die, zoo er geene vinpooten waren, aan eene slang zou doen denken.

Omtrent het vreemde dier, dat in het gezelschap van dit monster leefde, omtrent den *vleugelvinger*, *Pterodactylus*, hebben wij op bladz. 13 van dit werk reeds het een en ander vermeld, en op dezelfde bladzijde hebben wij er eene afbeelding van gegeven. Wij moeten intusschen nog opmerken, dat bij dit schepsel eene even verwonderlijke vermenging van verschillende geslachten van dieren

voorkomt als bij vele andere van zijne tijdgenooten. De hals, die zeven halswervels heeft (zie onderstaande afbeelding) wijst op een zoogdier; de tusschen den achter- en voorpoot uitgespannen vlieghuid doet zelfs aan eene bepaalde orde van zoogdieren, de vleermuizen, denken; daarentegen zegt weder de hand,



Pterodactylus.

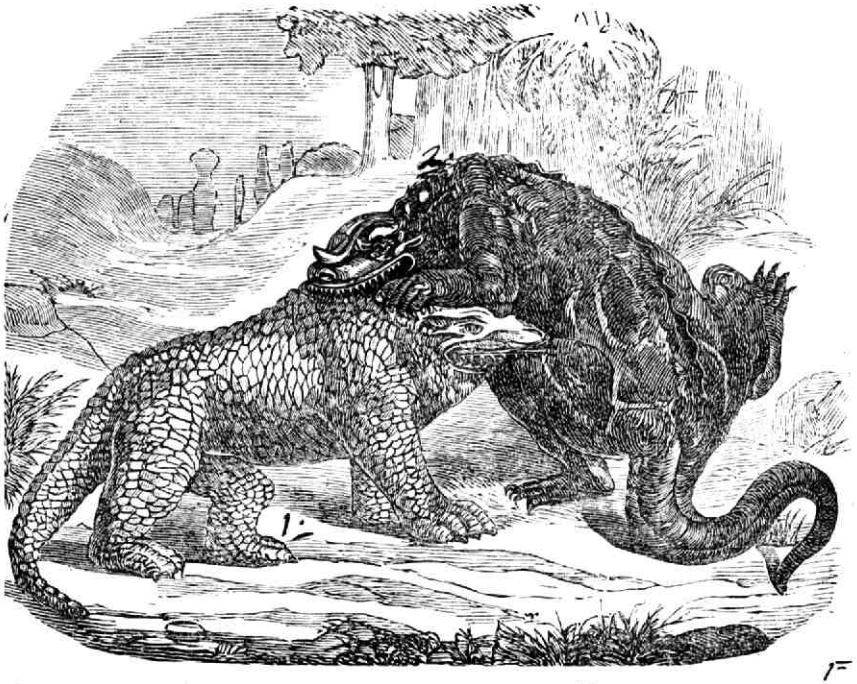
dat het een hagedis geweest is, want bij de zoogdieren bezitten alle teenen evenveel leden, maar bij de hagedissen hebben de binnenste, die de plaats van den duim innemen, de minste geledingen en iedere volgende heeft eene geleding meer, tot aan den buitensten vinger of teen, die weder eene geleding minder heeft dan zijn voorganger.

Dit wijst den vleugelvinger eigenlijk eene plaats in de familie der hagedissen aan, want zijne handen zijn juist zoo gevormd, als wij hier boven hebben opgegeven. Het dier — waarschijnlijk dus een vliegend kruipend dier (reptiel) — was niet bovenmate groot en leefde van insecten. Men treft de overblijfselen er van in groot aantal in zijne nabijheid aan, vooral van eene bijzonder fraaie soort van waterjuffers, die hem, daar hij gaarne in de nabijheid van het water vertoefde, waarschijnlijk hoofdzakelijk tot voedsel dienden.

Ook van dit voorwereldlijk wonderdier weet men dat het naakt was en zelfs geene haren had, want afdruksels, van hem overgebleven, vertoonen daarvan geen spoor.

Het vertoont den merkwaardigsten vorm van hand, die ergens in het dierenrijk voorkomt, want de naar buiten staande, uit vier leden bestaande sabelvormige vinger, is even lang als kop en romp samen. Zij is in de bijgaande figuur op den zwarten achtergrond, die de uitgebreidheid der weeke deelen aanduidt, zichtbaar.

Onder de hagedissen waren er toen ook gepantserde gedrochten van de meest vraatzuchtige natuur. Dit waren vooral de Gavialen, (de Teleosaurus, Megalosaurus, Hylaeosaurus, Mosasaurus e. a.) en het voortgezet onderzoek van het binnenste der aarde brengt telken jare nieuwe geslachten naar boven, zoo zijn in het afgelo̲open jaar vondsten te vermelden uit Noord-Amerika en het Kaapland. Cotta noemt ze: «de baronnen in het rijk von Neptunus, tot aan de tanden met een ondoordringbaar harnas gewapend, ware roofridders van



Megalosaurus en Iguanodon.

de zee." In hunne gedaante hadden zij iets krokodilachtigs, slechts waren zij slanker en vlugger, 8 tot 13 meter lang, met een kop van een tot twee meter lengte en een bek, die niet veel minder diep was, maar nog wijder opengezet kon worden, daar deze ondieren hem twee meter wijd konden openen en een dier van de grootte van een gewonen os in één hap konden doorbijten. De Iguanodon zou zelfs de ontzaglijke lengte van 23 tot 24 meter gehad hebben en eene gepantserde reuzenslang van de dikte van een okshoofd, met een krokodillenbek zijn geweest. Bij deze berekening neemt men echter aan, dat de staart in de lengte gestrekt was; uit de nieuwere vondsten meent men op te moeten maken, dat hij wel hoog maar niet zoo lang is geweest, zoodat het dier wel niet meer dan 13 meter lang zal geweest zijn. De naam Iguanodon

kreeg dit dier, omdat de tanden veel gelijken op die der iguanen, hagedissen in de bosschen van tropisch Amerika levende.

Andere meeningen werden door Figuier en David Page omtrent deze monsters geuit; bovenstaande afbeelding wijst aan, welke voorstelling deze zich van die gedrochtelijke dieren gemaakt hebben. De Megalosaurus was een groote hagedis *hooger* op de *pooten*, dan gewoonlijk het geval is, zijne lengte bedraagt 15 tot 17 meter. Volgens de meening van Cuvier zou het overeenkomst gehad hebben met de waraan, eene hagedis, die ook thans nog de heete landen bewoont en zou het meer op het land dan in het water te huis behoord hebben. Het was een vleeschetend dier en leefde waarschijnlijk van de reusachtige hagedissen, voor zooverre deze kleiner en minder sterk waren dan hij. De tanden van dit monster vertoonden een bewonderenswaardigen bouw, het waren half messen, half zagen, zij waren vlak en scherp op de kanten en waren bezet met zaagvormige insnijdingen.

Een dergelijk, maar nog grooter dier was de Iguanodon, dat met het vorige overeenkwam, doch wiens afmetingen zestienmalen zoo groot waren. Het was, zooals zijne hooge pooten bewijzen, ook voor het land, niet voor het water bestemd. Zijne pooten waren grooter dan die van den olifant; de beenderen hadden bij een lengte van nagenoeg $1^1/_2$ meter eene doorsnede van 8 centimeter. Dit reusachtige dier dat onze teekening voorstelt als vechtende met den Megalosaurus, had echter een gebit, dat niet voor vleeschvoeding, maar voor plantenvoedsel was ingericht. Kenmerkend is de hoorn voor aan den snuit, die hem misschien minder tot wapen diende dan wel om zijn voedsel op te lichten en jonge stammen en struiken te ontwortelen.

De meeste van deze krokodilachtige monsters zijn van de ons bekende krokodillen van den Nijl onderscheiden door hunnen veel langeren en smalleren snuit en naderen meer tot de krokodillen van den Ganges, de Gavialen; vandaar de gemeenschappelijke naam, die ook door de groote, haakvormige vangtanden wordt gerechtvaardigd. Men meene echter niet, dat er eene werkelijke overeenkomst tusschen deze krokodillen van de voorwereld en de thans levende van den Ganges bestaat; er zijn altijd groote verschillen, waardoor het slechts bij benadering mogelijk is deze dieren met de thans levende tot *dezelfde* klasse te brengen.

Die krokodillen van de voorwereld hadden een sterk beenachtige bekleeding met schubben van ongewone dikte en hardheid, zoodat zij onkwetsbaar schijnen te zijn geweest. Hun staart was zijdelings samengedrukt, en dus een krachtig roeitoestel. Hunne pooten waren bijzonder sterk, dik en kort, en daardoor wel niet geschikt om mede te zwemmen, maar wel om het ontzaglijke lichaam op het land te dragen. Het aantal tanden is door de ontzaglijke lengte van den bek ook buitengewoon groot.

Verscheidene soorten van deze krokodillen van 13 meter lengte (Dinosaurus, Mystriosaurus) hadden handachtige klauwen, en het is mogelijk, dat vele van

de voetsporen van dieren uit de voorwereld van hen afkomstig waren. De Iguanodon had zelfs tanden, die vergeleken kunnen worden met zagen, die aan beide zijden scherp waren en de gevatte prooi inderdaad stuk konden snijden. De ontzaglijke oogen, zoo groot als borden, zaten òf ter zijde, òf meer of minder naar boven, en er bestond eene soort, de reeds genoemde Mystriosaurus, bij welke zij zeer dicht bij elkander boven op den kop stonden.

Het vreeselijke ondier, waarvan men bij Maastricht in den Pietersberg het geheele geraamte van 8 meter lengte gevonden heeft, behoort evenzeer tot de «roofridders der zee.» Nog grootere dieren van deze soort werden in de krijtformatie van Noord-Amerika ontdekt.



Teleosaurus, Hylaeosaurus en Pterodactylus.

1. 2. 3.

{ gehele lengte meer dan 10. Mb. < 2 à 3 Mb }

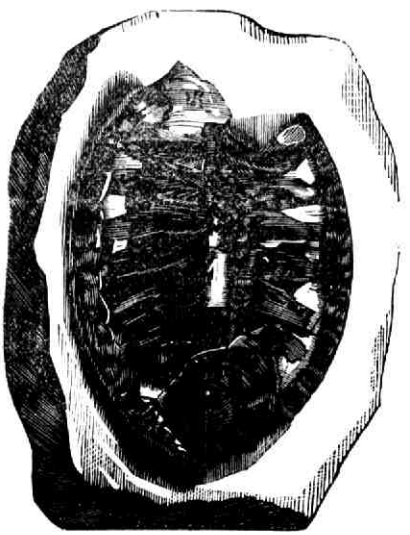
Andere vreeselijke hagedissen van dien tijd waren de Teleosauriërs, waarvan bovenstaande afbeelding er een vertoont. (De beide gevleugelde dieren zijn op blz. 202 onder den naam Pterodactylus beschreven en het borstelige monster den Hylaeosaurus, zullen wij in de krijtperiode ontmoeten).

De Teleosaurus kwam met de Indische Gavialen overeen: wij zien den zeer langen maar smallen bek, die de Gavialen kenmerkt. Als een echt

amphibie leefde het even goed op het land als in het water, doch uitsluitend in zout-, niet in rivierwater, terwijl de hedendaagsche krokodillen juist het omgekeerde doen. In onderscheiding van de overige sauriërs, waren deze dieren niet op den rug, maar evenzeer aan de buikzijde zwaar gepantserd, op den rug met vierzijdige, sterk afgeronde hoorn- of beenschilden bedekt, ter grootte van een bord, omstreeks zooals onze steuren; daarentegen droegen zij aan den buik pantserringen, breede platen, die meer dan de helft van hun lichaam omgaven, en het dier zoodoende onaantastbaar, onverwondbaar maakten.

Volgens opgave van Figuier had dit dier eene lengte van meer dan 10 meter; de lengte van den kop bedroeg hiervan het derde gedeelte; de bek, tot achter de ooren gespleten, kon tot 2 à 3 meter hoogte opengesperd worden, en was in staat een dier van de grootte van een os te verslinden. Deze opgaven schijnen wel een weinig overdreven, maar toch was dit monster een der vreeselijkste, omdat het zich zoo gemakkelijk bewegen kon en omdat het zoo geschikt was om zoowel in de zee als aan de kusten daarvan te leven; zelfs onze veel kleinere krokodil spot met de klauwen en tanden van den tijger en vergelijk daarmede een krokodil van dien tijd!

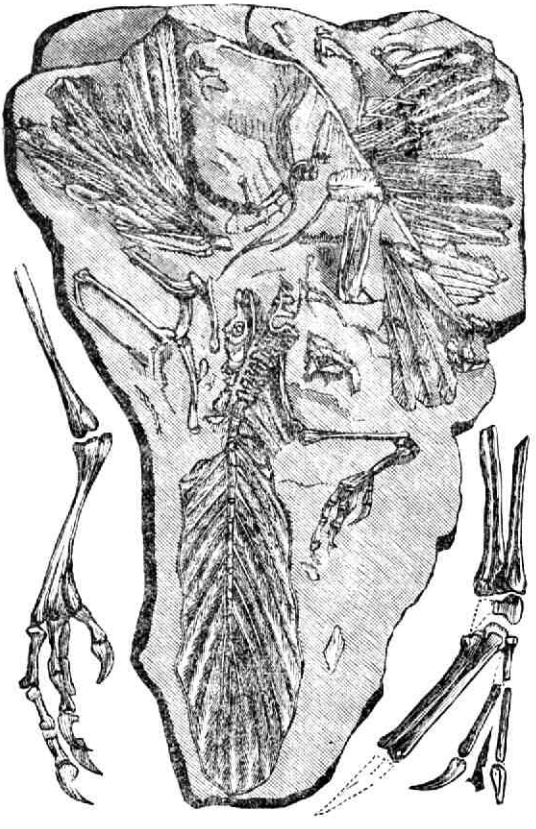
Men heeft ook schildpadden van ongewone grootte gevonden, maar alleen zeedieren, die zich, zooals bekend is, door hunnen meer vlakken lichaamsbouw van de landschildpadden onderscheiden, daarbij lange, niet tot gaan, maar wel tot zwemmen geschikte pooten hebben, en deze niet onder de schaal kunnen verbergen, zooals de landschildpadden. Daarom komen er ook dikwijls verminkte dieren voor, waaraan een saurier, wien de geheele schildpad een te groote hap was, als aandenken aan de ontmoeting b. v. een poot afbeet.



Chelonia Benstedi.

In de nevensstaande figuur zien wij eene Chelonia (schildpad), die naar haren ontdekker, Benstead, is genoemd. De breede ribben, die zich onder het gedeeltelijk vernielde rugpantser bevinden, zijn duidelijk zichtbaar; eenige overblijfselen van het rugpantser zijn waar te nemen; volkomen goed bewaard is de geheele rand van het rugschild, waaraan zelfs de naden, waar de afzonderlijke schilden zijn aaneengehecht, nog duidelijk te zien zijn. Ook vogels komen in de secundaire formatie voor. Voetsporen van vogels in den Trias zijn reeds vermeld. In de Juraformatie vond men in

1861 een kleine veêr van een vogel en korten tijd daarna in den lithografischen steen van Solenhofen den afdruk van een dier, waaraan helaas kop en hals ontbraken, maar die toch na langdurigen strijd, tijdens welken men de plaat zelfs voor een kunstproduct verklaarde, erkend is te zijn het overblijfsel van een vogel. Deze onderscheidt zich van de vogels van den tegenwoordigen tijd vooral door de vorm van den staart, welke meer tot dien der Reptiliën nadert. Richard Owen, die zeer langdurig dit voorwerp heeft bestudeerd, noemde dezen vogel Archæopterix (zie de figuur hieronder).



Archaeopterix lithographicus uit den kalkschiefer van Solenhofen. Links zijn de beenderen van den achterpoot, rechts die van den vleugel afzonderlijk afgebeeld.

Reeds dadelijk vermoedde men dat deze vogel tanden zou gehad hebben evenals zijne verwanten, welke in de krijtlagen begraven liggen. Daar zijn namelijk zonder twijfel overblijfselen van vogelkaken gevonden, waarin tanden

zitten en deze vogels noemt met Odontornithes. Later is een tweede exemplaar van Archaeopterix gevonden, waaraan is gebleken, dat het vermoeden juist was. Het geraamte is volledíger dan dat van het eerste exemplaar, de kop is goed bewaard en de kaken zijn met tanden bezet. Een in 1872 gevonden skelet van een ander vogelgeslacht (Ichthyornis) bezat ook tanden. Men noemde die vogel Ichthyornis of vischvogel, omdat de vorm der pooten een zwemvogel verraadt en de wervels gelijk zijn aan die der visschen. De tanden zijn alle gelijk en staan als weerhaken naar achteren.

Dat er eindelijk ten tijde van de secundaire formatie ook zoogdieren geleefd hebben, is aan geen twijfel onderhevig. Alleen kan er twijfel bestaan, of zij reeds in den trias voorkwamen. Maar wanneer wij onze tegenwoordige ervaring raadplegen, dan moeten eenige in het Keuper gevonden tanden aan een zoogdier behoord hebben, hetwelk men Microlestes genoemd heeft en dat tot de buideldieren behoorde. Dit zijn de oudste zoogdieren, die wij kennen en de duidelijke sporen harer aanwezigheid tijdens de juraformatie hebben zij nagelaten in kaken en enkele schedelstukken. Owen heeft verscheidene (17) geslachten bepaald. Zij behooren als de buideldieren van den tegenwoordigen tijd (als wij niet letten op de nog lager staande vogelbekdieren) tot de meest onvolkomen zoogdieren. De buideldieren (b. v. de kangoeroe) brengen hunne levende jongen, zooals bekend is, in *zeer onvolkomen* toestand ter wereld en hebben daarom aan hun lichaam een orgaan, waaraan zij hunnen naam ontleenen. In dien buidel dragen zij de jonge dieren, tot deze volkomen ontwikkeld zijn.

Dieren der tertiaire Formatie.

Hebben wij reeds in de secundaire formatie dieren gezien van eene ontwikkeling, welke die van de dieren van de steenkolen-formatie en in het algemeen van alle oudere vormingen door hunne meer volkomene bewerktuiging overtreft, bij de dieren van de *tertiaire periode* is dit in nog hoogere mate het geval. Alle gevonden overblijfsels toonen duidelijk, dat het heden slechts de sluitsteen van het geheele gebouw is. Uit alle klassen van het dierenrijk heeft men versteeningen, en de dieren, waartoe zij behoorden, komen zoo nabij de thans levende, dat men bijna overal niet slechts de verwantschap, maar dikwijls zelfs de identiteit kan aantoonen, wat vooral bij de lagere dieren het geval is. Maar zelfs dáár, waar de overeenkomst tusschen den voortijd en den tegenwoordigen tijd zeer gering is, zijn het slechts enkele geslachten, die ontbreken of voorkomen; de familiën zijn er altijd, het geheele type komt met dat van de levende dieren volkomen overeen.

De vooruitgang is overal merkbaar, de hoogere ontwikkeling overal te zien. Enkele vormen zijn in de tertiaire formatie in grooter aantal vertegenwoordigd dan thans, zooals de dikhuidigen, de veelhoevige zoogdieren (de rhinoceros, het nijlpaard en de olifant), waarvan veel meer soorten bestonden, dan er thans leven. Maar alles wat *edeler* en *hooger* staat in sierlijkheid en schoonheid van vormen, komt thans veel menigvuldiger voor dan vroeger.

Nog eene andere, zeer merkwaardige overeenkomst bestaat tusschen de tertiaire formatie en den tegenwoordigen tijd, namelijk de beperking van zekere vormen tot bepaalde streken van de aarde. In de vroegste tijdperken was het klimaat over de gansche oppervlakte van de aarde hetzelfde, want het hing

alleen af van den inwendigen toestand der aarde, niet van de warmte, die van buiten kwam, in het secundaire tijdperk is de invloed van de zon reeds te bemerken. De aarde is reeds zoo ver afgekoeld, dat ook uitwendige oorzaken invloed uitoefenen; de lucht is reeds zoo ver gezuiverd en doorschijnend geworden, dat invloeden van buiten hunne werking kunnen uitoefenen. In het tertiaire tijdperk ziet men reeds, evenals thans, dat zoowel de poolstreken en de keerkringsgewesten, als de oostelijke en westelijke landen door bijzondere groepen van dieren en planten bewoond worden. De rijkdom aan palmen b. v. is reeds beperkt tot de zuidelijke deelen van Europa. De reusachtige luiaards, die in de tertiaire lagen gevonden worden en welke nu op enkele kleine vormen na geheel uitgestorven zijn, kwamen alleen in Amerika voor, waar ook nog thans hunne veel minder ontwikkelde nakomelingen uitsluitend wonen. De versteende buideldieren komen ook alleen dáár voor, waar men ze thans levend vindt, in Australië; zoo worden fossiele overblijfselen van het nijlpaard alleen in Azië gevonden (en in Afrika, zal men zeker in de toekomst zeggen, wanneer eenmaal het binnenste daarvan een weinig beter zal bekend zijn dan thans de oppervlakte).

Men moet intusschen de hier uitgesprokene stelling niet als geheel doorgaande opvatten. Zonder twijfel was de temperatuur van de aardkorst ten tijde van de tertiaire vormingen nog zooveel hooger dan thans, dat de klimaten niet zoo scherp en niet zoo in 't oogvallend verschillend waren als tegenwoordig. Er kwamen b. v. olifanten op beide halfronden voor, wat thans het geval niet meer is, maar eene aanvankelijke scheiding van het oostelijk en westelijk halfrond is evenals eene warme en eene koude luchtstreek aanwezig. Men bemerkt dit duidelijk aan de toenmalige olifanten en neushoorns, voor zoo verre men die in het noorden aantreft. Niet alleen bewijzen hunne behaarde huiden, dat zij in een ruw klimaat te huis behoorden; ook hunne voedingsmiddelen, takken van pijnboomen en boekweitkorrels, toonen dit aan. Beide planten, wier overblijfselen men nog tusschen de tanden en in den bek van deze dieren, die goed bewaard in bevroren moerassen zitten, vindt, groeien in het koudere gedeelte van de gematigde luchtstreek, op hoogere breedten, dan waar die dieren thans voorkomen.

Wanneer wij de dierlijke schepping van de tertiaire periode van de laagste dieren te beginnen, nagaan, dan vinden wij, dat de kleinste diertjes, de infusiediertjes en de polypen, nauwelijks minder talrijk zijn dan vroeger. De laatste vormden in het secundaire tijdperk gansche gebergten van vele honderden vierkante kilometers uitgestrektheid; ook de infusiedierjes, aan welke men het ontstaan van het krijt te danken heeft, waarvoor zij hunne kleine schalen afstonden en door welke niet onbelangrijke bergketenen gevormd worden, zooals op Rügen, in België, in Engeland, verliezen geenszins hunne groote beteekenis voor de geologie, voor de vorming der aarde; zij komen echter slechts, gelijk nu nog de koralen, in kleinere groepen voor en omgeven

eilanden met riffen of dammen; de infusoriën met kiezelschalen, die in zoetwater leefden, vullen kleine bekkens met eene witte aarde op, welke meer of minder los, onder den naam bergmeel of tripel bekend is. Vele van deze kiezelmassa's worden tengevolge harer hardheid en fijnheid (daar zij alle metalen aantasten en toch geene krassen maken) als polijstpoeder gebruikt; andere, die aluinaarde bevatten, vindt men in het groothertogdom Toscane, vooral bij Siena. Met water vermengd, vormen deze poeders een deeg, waaruit men baksteenen maakt, die, nadat zij gebakken zijn, op het water drijven, een product, dat voor vele technische werkzaamheden ontschatbare waarde heeft, dat door geen ander vervangen kan worden. Dergelijke tegels heeft men reeds in de hooge oudheid gekend, maar in later tijd is men eerst te weten gekomen, waaruit zij bestonden. Toen waren vooral de lichte steenen van Pitane in Azië en van Moxilna en Calentum in Spanje bekend. Om deze weder te maken, werden verschillende proeven genomen, onder anderen met poedervormigen puimsteen, welke intusschen niet konden gelukken, omdat de glasachtige splinters hiervan geene bindende kracht hebben. Maar toen Prof. Fabroni de aandacht vestigde op de kleiachtige aarde, waarvan wij hierboven gesproken hebben en die ook aan de grens tusschen Toscane en den Kerkelijken Staat voorkomt en onder den naam «maanlicht» (Latte di Luna) als poetspoeder gebruikt wordt, gelukte de fabricatie der lichte steenen volkomen. Men vindt dit stof van dierlijke bekleedsels of pantsers onder den naam Talc farineux in Frankrijk, en als Bergmehl op vele plaatsen in Duitschland (ook onder den naam van onecht meerschuim bekend). Andere dergelijke kiezelpoeders vindt men in Lapland, en hunne organische samenstelling zou, wanneer zij niet door het microscoop bewezen ware, gebleken zijn uit het gebruik, dat de bewoners van die onhergzame streken er van maken. Zij mengen namelijk dit bergmeel onder het meel hunner granen en bezigen het als voedingsmiddel.

Dergelijke dieren, ter grootte eener erwt of lins, maar plat, vormden in het tertiaire tijdperk vrij groote bergketenen. De dieren of hunne vertegenwoordigers komen bij milliarden op zeeplanten voor; ook in het oeverzand van vele rivieren zijn zij in ontzaglijk aantal te vinden. De steenen, waaruit de egyptische pyramiden opgebouwd zijn, bestaan uit zulke lenticuliten-kalk, en daar bij de bewerking er van de lensvormige steentjes uit hunne holten vielen en men ze met den grond in den omtrek vermengd vond, gaf dit toen aan lichtgeloovige lieden aanleiding tot de fabel, welke de oudste aardrijksbeschrijver Strabo ons in ernst mededeelt: «dat de arbeiders linzen hadden gezaaid, die op hunne beurt de bouwstof leverden voor de reuzenwerken».

In de lagen van de tertiaire formatie zijn ook de polypen en koralen te vinden, ofschoon hunne bouwwerken niet in zulke ontzaglijke massa's voorkomen als in die van vroegere tijden. Zij zijn het, die van ouds her aan het gebouw der aarde gearbeid en meer uitgewerkt hebben dan de geweldigste

plutonische en vulkanische krachten. Gene konden slechts opheffen en uit de diepte te voorschijn brengen, wat reeds bestond; deze het aanwezige vernielen en verwerken. De kleine, vlijtige polijpen *bouwen*, zij *brengen voort* en arbeiden, wel langzaam, maar toch gestadig, en zijn in staat, om de gedaante der aarde in den loop van duizendtallen van jaren geheel te veranderen. De beroemde plantkundige Schleiden zegt even schoon als waar: « Op wonderbare wijze nemen aan deze veranderingen van de oppervlakte der aarde dieren en planten deel, die men gewoonlijk meent, dat slechts bestemd zijn om door haar, als de algemeene moeder, gedragen en gevoed te worden, en het is opmerkelijk, dat het niet de groote dieren en planten zijn, niet de reuzenlichamen der walvisschen en olifanten, niet de dikke stammen der ijken-, vijgen- en baobabboomen, maar de kleine polypen, nauwelijks zoo groot als een speldeknop, de voor het bloote oog onzichtbare polythalamiën, de kleinste microscopische plantjes, die in elk moeras haar onzichtbaar leven leiden, welke krachtig aan den bouw der aarde werken 1). »

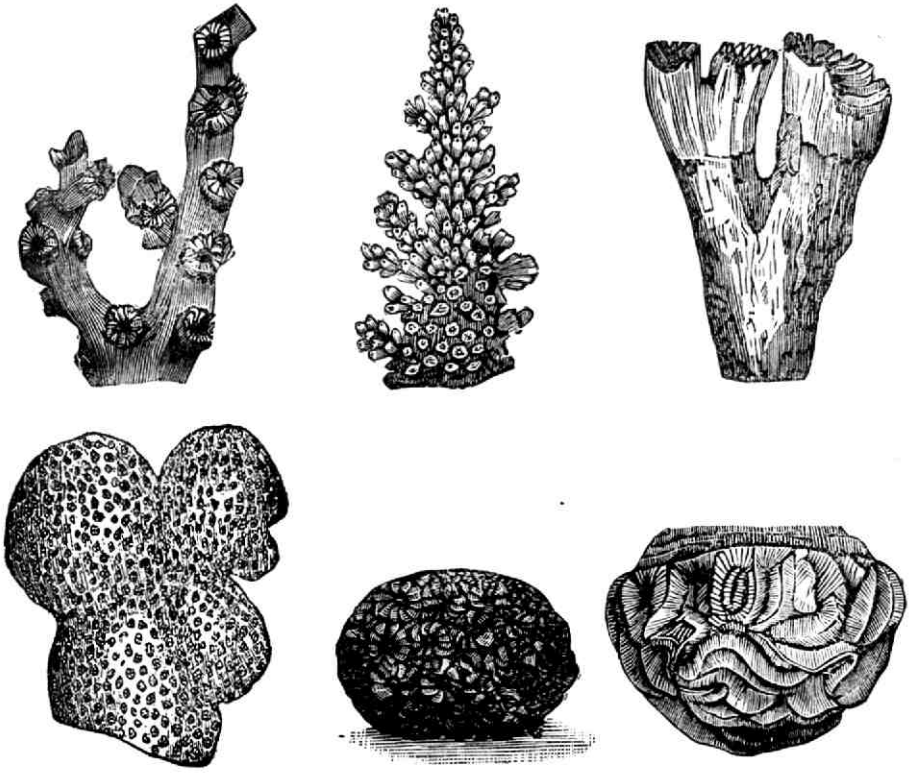
Met verbazing en bewondering beschouwen wij de lange met eiken- en beukenbosschen begroeide bergketenen; met minachtende onverschilligheid gaan wij het smerig groene schuim in een moeras voorbij, en toch leeft in dit verachte schuim eene gansche wereld van kleine schepselen, die bezig zijn, bergen te bouwen. Zoo is het ook in de zee, waar eene onuitputtelijke vormingskracht voordurend rotsen bedekt en nieuwe rotsen bouwt, en de bouwmeesters zijn diertjes, die zoo klein zijn, dat zij zich aan het oog ontrekken.

Deze wetenschap is nog nieuw. En geen wonder. Eene oppervlakkige beschouwing geeft niets van dat alles te zien en de lezer, die het niet weet, zal in de volgende afbeeldingen van 6 verschillende koraalsoorten geen dieren herkennen; daartoe is eene langdurige studie, en een opmerkzaam nagaan van het geheele proces van vorming en groei, van voortplanting en levenswijze dezer schepselen noodig. Men heeft ze lang genoeg voor planten gehouden, en de koralen, welke men, om ze als sieraad te gebruiken, zocht, bewerkte, boorde, polijstte, als deelen van eene plant beschouwd, welke, in het zeewater week en buigzaam, eerst in de lucht hard werd. Men werd in deze meening zelfs door opmerkzame natuuronderzoekers versterkt, welke in het koraal niet slechts den uitwendigen vorm van een boom maar ook een merg, een vast houtachtig en straalsgewijze van het merg naar buiten loopend gedeelte en eindelijk een weeken, gekleurden bast vonden, of zelfs ontdekten, dat uit de afgebroken takken van een versch koraal een melkachtig sap vloeit, evenals het sap van den vijgenboom, tot eindelijk zelfs bloemen ontdekt werden, van welke ontdekking graaf Marsigli zich met recht de verdienste heeft toegekend.

Deze bloemen, die te voorschijn kwamen, wanneer een versche koraaltak

1) Zie hierover: P. Harting. De macht van het kleine.

gedoopt werd in zeewater, dat geheel in rust gelaten en voor elke schudding bewaard werd, waren juist de polypen, die zich gedurende deze hun aangename rust ontplooiden, maar zich terstond in hun vast steenen huis terugtrokken, zoodra hen door beweging van het water eenig gevaar dreigde. Zelfs toen deze waarneming gedaan was, verklaarde het aardrijkskundig genootschap te Londen, dat de koralen onder water zoo buigzaam waren als was, wat elke matroos zou hebben kunnen weerleggen en waarvan door de op koraalriffen verpletterde schepen, tot schrik der admiraliteit, telkens het tegendeel bewezen werd.



Er deden zich wel eenige stemmen over den dierlijken aard der koralen hooren, zooals van den Italiaan Ferante Imperato, den Zwitser Conrad Gessner en den Hollander Rumphius, welke in de gelegenheid was deze dieren in hun vaderland, op Amboina te bestudeeren; maar zij waren als roependen in de woestijn. Men nam liever zijn toevlucht tot eene nieuwe hypothese, dan zich moeite te geven om de waarheid te leeren kennen en doorgronden. Die nieuwe was, dat de koralen (wier onbewerktuigde bestand-

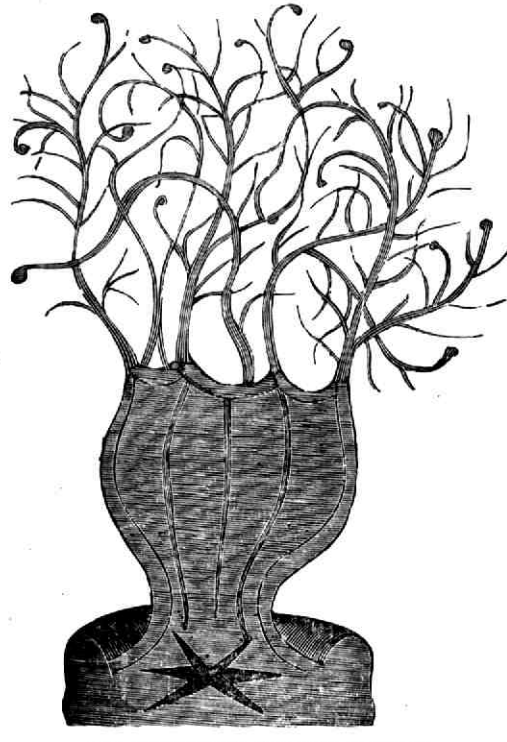
deelen men eindelijk vinden moest) werkelijke kristallen van kalk in den vorm van boomen waren. De Arbor Dianae en Saturni, de zilver- en loodboom gaven tot deze meening aanleiding.

Opgelost zilver of opgelost lood, blootgesteld aan eene werking, die men eerst honderden jaren later als eene galvanische leerde kennen, geven zulke minerale boompjes. Elk onzer lezers kan er zelf een maken. Men lost loodsuiker in gedestilleerd water op, vult een fleschje met een wijden mond met deze oplossing en steekt er door de kurk een plaatje zink zoover in, dat het juist de oppervlakte van het vocht aanraakt. Spoedig zet zich daarop een plaatje lood uit de oplossing af en in 24 uren heeft men een sierlijk metaalboompje, dat in het vocht jaren lang goed blijft, dit is de loodboom, of Arbor Saturni. Hier ontstond nu een *boom* uit een *mineraal*, hij groeide ook in eene zoute vloeistof evenals de koralen; de overeenkomst van de omstandigheden, zoowel als die van de hierdoor ontstane voorwerpen was niet te miskennen, en zoo werden dan de koraalgewassen steenen en behoorden tot het delfstoffenrijk.

Het was dus zoover gekomen, dat de koralen langzamerhand achtereenvolgens tot alle rijken der natuur hadden behoord. De phalanx der plantkundigen zat rustig op haar troon en zag met een medelijdenden lach den strijd der tijdgenooten aan, want het was de moeite niet waard, de meeningen van die enkele dwazen te weerleggen. De mineralogen konden nauwelijks iets van eenig belang aanvoeren, en nog van minder beteekenis was, hetgeen de vertegenwoordigers van het rijk der dieren wisten te zeggen. De eerste schrede, die voorwaarts scheen te leiden, maar die eigenlijk de grootste schrede terug was, de eerste schrede tot verandering van de bestaande meening werd door Réaumur gedaan, die ook, waar het onderzoekingen in het rijk der natuur gold, de fransche hoffelijkheid niet uit het oog verloor. Hij maakte complimenten naar alle kanten en zeide: de koralen zijn van binnen van steen, van buiten zijn het planten en zij worden bewoond door kleine parasitische diertjes als bladluizen.

Spoedig evenwel legde dezelfde Réaumur aan de Fransche Akademie de onderzoekingen voor van een geleerde (wiens naam de berichtgever *uit achting voor den persoon verzweeg*), welke beweerde, dat de koralen dieren waren en tot die dieren behoorden, welke men zeenetels noemt. En zie, daar het toch eindelijk de moeite waard was zelf de oogen te openen en niet altijd door eens anders bril te zien, moest men den man, dien Réaumur door zijn stilzwijgendheid voor hoon en spot had trachten te bewaren, moest men den beroemden Peyssonel, den eigenlijken ontdekker en wetenschappelijken grondvester van het dierlijk leven der koralen, gelijk geven en deze trots alle tegenstribbeling toch eindelijk tot de dieren rekenen. De bloemen van deze versteende zeeplanten veranderden in dieren, de plant zelve is de woning van deze dieren, de bladeren en meeldraden van de vermeende bloemen in vangarmen.

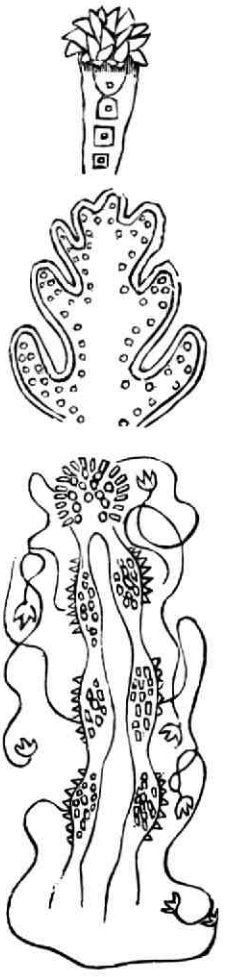
Iedereen meent, dat hij de koralen kent en vergenoegt er zich mede te weten, dat het ronde, steenachtige massa's zijn, die men uit de zee haalt, slijpt en polijst, aan draden rijgt en als sieraad om den hals draagt. Menigeen heeft ook wel eenen koraaltak in een kabinet van natuurlijke historie gezien, maar ook hij kent slechts dien eenen, den rooden boomvormigen, en toch is het aantal koralen zeer groot en de vorm oneindig verschillend. Het gemeenschappelijke kenmerk van alle is niet de *steenen* tak of stam, maar het polypachtige *dier*, een klein, zeer teer, bijna doorschijnend lichaampje, een zak met een mondopening, waarom heen meer of minder lange armen (altijd 4 of 6 of een veelvoud van een dezer getallen) zitten, die voortdurend in beweging zijn om nog kleinere, voor het menschelijk oog onzichtbare diertjes te vangen of ingetrokken in eene kunstige, in vakjes afgedeelde, meestal stervormige holte binnen in den kalksteen rusten, welke de woning van deze dieren, het door hen zelve gebouwde huis is.



Een koraaldiertje (200 maal vergroot).

Niets is zonderlinger dan de vorming van deze diertjes en de ongelooflijke verscheidenheid van hunne werktuigen.

Zooals wij reeds zeiden, bestaan zij in het algemeen uit een zak met eene opening, zooals eene geldbeurs met koorden, en wel met zeer *vele* koorden, zooals b. v. die van de Hongaarsche boeren. De voorgaande afbeelding vertoont zulk een diertje, twee honderd maal vergroot, want het heeft in werkelijkheid nauwelijks de grootte van een speldeknop. Aan het aanhechtingspunt is de ster binnen in den kalkstok geteekend, waarin elk zoodanig dier zich met al zijne vangarmen terugtrekken, en, omdat eene kleine rand van kalkmassa de uitgeholde ster omgeeft, zich geheel verbergen kan.



Vangarmen van koralen.

Terwijl de meeste dieren van deze soort in dezen algemeenen vorm overeenkomen, zijn de bewegings- en vangorganen des te meer verschillend. Een der eenvoudigste armen is die van Plumatella campanulata, een spierachtig slangvormig gekronkeld lichaam, van fijne haren aan de zijden voorzien; de arm is zeer buigzaam en kan de kleine zwakke prooi omvatten en naar de mondopening brengen. Intusschen moet opgemerkt worden, dat dit dier niet tot de eigenlijke koralen behoort, maar tot de klasse der mosdiertjes, Bryozoa, moet gerekend worden. Deze gelijken echter uiterlijk, vooral door de vorming van stokken, op de koralen en heeten daarom moskoralen. Zij onderscheiden zich van deze door den bouw van het darmkanaal en door het bezit van een zenuwstelsel en zijn meer verwant aan de wormen, waartoe zij meestal ook worden gerekend.

De tweede figuur (vergelijk de figuur op deze blz.) is de arm van een polyp, welke Veretyllum Cynomorium heet. Aan de binnenzijde van den arm, die naar den lezer toegekeerd is en die er uitziet als het blad van eene plant, zitten een ontelbaar aantal zuignapjes, waarmede het kleine dier zijne prooi vasthoudt; buitendien kan het de lobben van dezen bladachtigen arm om den gevangene slaan, zoodat dezen het ontkomen geheel onmogelijk is.

Eene derde soort van armen zien wij in de laatste afbeelding. Zij behoort tot den polyp, dien men Syncoryne decipiens noemt. Deze hebben, evenals de armen der Hydra aurantiaca, eene nog zonderlinger gedaante. De openingen, welke de afbeelding doet zien, bevatten namelijk een der verschrikkelijkste wapens, die men ergens aan een dier aantreft.

In de kleine, kogelvormige hulsels, die boven de oppervlakte van den arm

uitsteken, en met eene naar voren gerichte opening voorzien zijn, bevinden zich drietandige, met sterke weerhaken voorziene harpoenen, welke in plaats van de schaft eener lans, eene bewegelijke, buigzame draad aan haar stomp einde hebben. De draad is spiraalvormig opgewonden, heeft eene eigenaardige spierkracht en wordt door den polyp naar willekeur plotseling uitgeworpen en even willekeurig teruggetrokken. Daar nu het aantal van deze draden of hengelsnoeren buitengewoon groot is, is een infusiediertje dat in de nabijheid van zulk eene op buit loerende Hydra komt en dat plotseling door ontelbare armen omringd wordt, reddeloos verloren. Er is op aarde geen dier — noch de leeuw, de gier of de krokodil, noch de slang, de haai of de fabelachtige Hydrarchos, dat met zoo vele en zoo verschrikkelijke wapens toegerust is als deze kleine, nauwelijks zichtbare polyp. Daarbij komt eene vraatzucht en eene spijsverteringskracht, welke evenzeer zonder voorbeeld zijn. Men ziet namelijk, dat deze dieren, die met de grootste nauwkeurigheid onder het microscoop zijn waargenomen, hunnen buit verslinden en in weinige minuten de geheel onkenbare overblijfselen, het niet meer voedende, weder van zich geven. Dikwijls slikken zij dieren of larven van andere schepselen in, welke grooter zijn dan de polypen zelve in hunnen gewonen toestand; dan zet zich de insnoering, die zich beneden het maagorgaan bevindt, zoo ver uit, dat de grootere buit toch kan worden ingeslikt, en ook het zakje, dat het lichaam der polypen vormt, zet zich tot meer dan drie malen zijne grootte uit. Al is nu het ingeslikte dier ook geheel met een hoornachtig pantser bedekt, wat dikwijls het geval is, dan wordt het door het scherpe maagsap van den polyp toch geweekt, opgelost en geassimileerd, door het vraatzuchtig dier opgenomen en voor den opbouw van zijn lichaam gebruikt; slechts het onverteerbare wordt uitgestooten.

Het is zeer merkwaardig, dat deze krachtige spijsvertering alleen geldt voor vreemde lichamen, en niet voor deelen van zijn eigen lichaam. Een zorgvuldig waarnemer, Trembley, zag dit ten duidelijkste. Een polyp had tegelijk met de hem toegevoerde prooi een zijner vangarmen ingeslikt; na korten tijd kwam, terwijl de prooi in het doorschijnd lichaam van het dier allengs verdween, de arm onverteerd weder uit de mondopening te voorschijn. Een nog meer in het oog loopend voorbeeld van deze onkwetsbaarheid der polypen, verhaalt professor Harting 1). Twee polypen streden met elkander om eene prooi, geen der vraatzuchtige dieren liet het eenmaal gevatte los; ten slotte slikte de sterkste polyp den zwaksten, met den buit, dien hij bleef vasthouden, in. Niets ware natuurlijker geweest, dan dat nu ook beide verteerd werden; maar dit geschiedde niet, want na korten tijd werden door den overwinnaar de overblijfselen van zijn maal uitgeworpen, en tegelijk daarmede de *ingeslikte polyp*, welke *geheel onbeschadigd* was gebleven en die, nadat hij zich eenige malen in het water had omgedraaid, als om zich af te wasschen, zeer lustig zijne

1) De macht van het kleine.

vroegere jacht vervolgde, kleine diertjes ving en opat, alsof er niet het geringste met hem gebeurd ware.

Om slechts eenige orde in het groot aantal vormen te brengen, onderscheidt men in den laatsten tijd vier hoofdafdeelingen en let daarbij op den inwendigen bouw en dien der spijsverteringswerktuigen, en het is van belang daarvan iets te weten, daar het tot verklaring dienen kan van de wijze, waarop deze diertjes den vorm van de aarde veranderen. Dit is schijnbaar eene paradox en toch is het volkomen waar, want deze kleine geleiachtige speldenknopjes hebben geheele gebergten opgebouwd.

1



Hydra viridis.

2



Sertularia geniculata.

In den eenvoudigsten vorm hangt het darmkanaal van de polypen onmiddellijk met de wanden van het lichaam samen: het geheele dier is een zak, die uitwendig huid, inwendig maag is, en die ook kan worden omgekeerd, waarna het uitwendige, dat dan binnen komt, voortaan even zoo goed

de spijs verteert, als vroeger de maag, die dan tot uitwendige huid geworden is.

Fig. 1 op de voorgaande bladz. stelt zulk een koraal uit zoet water voor, zooals het, 20 malen vergroot, door Harting geteekend is. Deze vliezige zak is echter niet zoo eenvoudig gebouwd, als men denkt. De zoötomie (de kunst om dieren te ontleden, hetzelfde wat anatomie is ten opzichte van den mensch) heeft geleerd, dat zich tusschen de binnenste en de buitenste zijde van den zak eene spierlaag bevindt, met behulp waarvan het dier zich samentrekken, uitstrekken en zijne lange, gevaarlijke vangarmen willekeurig bewegen kan. Deze armen zijn van een ontelbaar aantal napjes voorzien, waarin de draadvormige lissen van de harpoenen, die wij vroeger beschreven, verborgen liggen. Anderen hebben in plaats van lissen in die zakjes slechts fijne, holle stekels, die, wanneer zij in de huid dringen, een branden als van brandnetels veroorzaken, dat niet zoo zeer een gevolg is van de verwondingen, van de steken, als wel daarvan, dat iedere steek een fijn vergif in de wonde brengt. Het dier hangt door middel van een zuigtoestel aan eene waterplant, en zijne armen zijn in alle richtingen uitgestrekt, om er den buit mede te bemachtigen. Aan het eigenlijke lichaam ziet men twee knoppen, door middel van welke deze dieren zich vermenigvuldigen. De huid van den langwerpigen zak zwelt hier of daar op, er ontstaat een tepel, aan dien tepel vormt zich een hals en een kop: dit is het stadium, waarin zich de kleinste der boven afgebeelde knoppen bevindt. Spoedig daarna opent zich de bovenste kogelvormige oppervlakte van den kop en de vangarmen komen naar buiten, zooals men aan de afbeelding van het tweede knopje kan waarnemen.

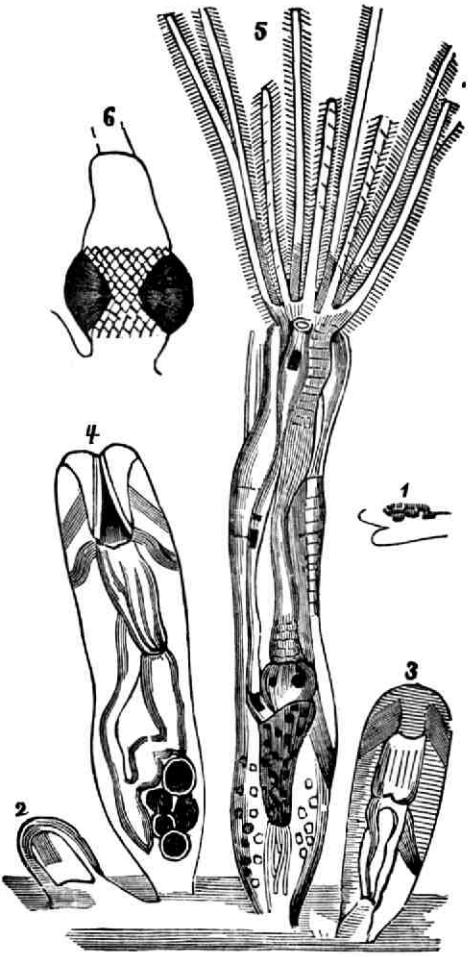
De beschreven soort is de eenvoudigste van alle. De er naast geteekende fig. 2 is eene Sertularia, en wel die soort, welke geniculata is bijgenaamd. Het zal niemand verwonderen, dat men deze wel voor eene plant heeft gehouden. Men ziet een stam, men ziet van onderen duidelijk bladeren, meer naar boven bloemknoppen en aan den top de volkomen ontwikkelde bloesems.

Deze meening is echter geheel onjuist; het geheel is *een* dier. Van onder tot boven, door alle vertakkingen gaan buizen; die buizen staan met elkaar in verbinding; de steenen stam is het gevoellooze beenige geraamte, het fraai gekleurde omkleedsel is de huid, die het geheele dier bekleedt.

Eene derde hoofdgroep onderscheidt zich van de vorige door een reeds duidelijk ontwikkeld daarmkanaal; alle drie de afdeelingen hebben echter nog het gemeenschappelijke kenmerk, dat zij *slechts eene* opening bezitten, welke te gelijk dient voor het opnemen van spijzen en het uitstooten der onverteerde stoffen.

De vierde klasse heeft nevens de mondopening een afzonderlijk uitloozingskanaal. De Boverbankia densa (zie de afbeelding op de volgende bladzijde) kan zeer goed als vertegenwoordigster van die geheele afdeeling gelden. Zij is bij 1 in natuurlijke grootte afgebeeld en in de andere figuren 60 malen vergroot, bij 2 als knop in den jongsten toestand, bij 3 verder ontwikkeld, bij 4 vol-

wassen, doch ingetrokken, zoodat de vangarmen teruggeslagen zijn, bij 5 volkomen ontwikkeld. Bovenaan ziet men de vangarmen, waaraan de dieren hunnen naam ontleend hebben: *veelvoet*, dewijl men deze deelen voor voeten aanzag. Men moest ze liever veel-armen, polybrachiën, dan polypodieën noemen.



Boverbankia densa.

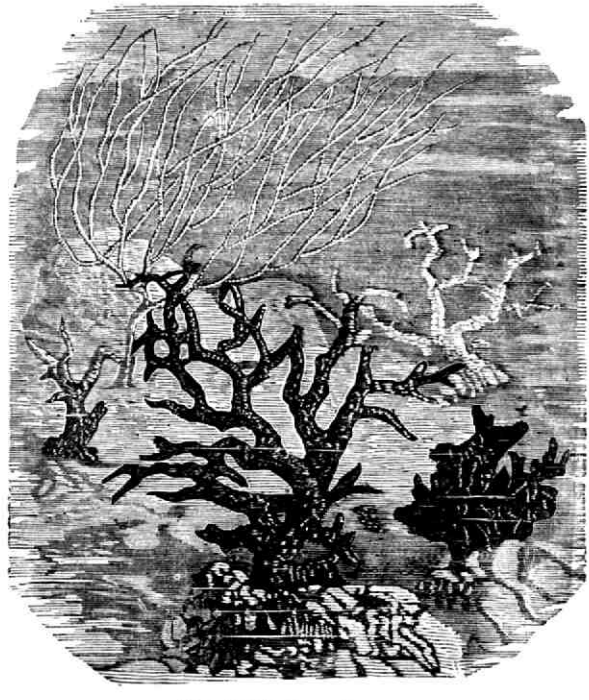
Het buitenste bekleedsel, dat al deze dieren omgeeft, is de lederachtige, gekleurde huid. Binnen in de buis loopt van beneden naar boven een dubbel kanaal, dat tusschen de armen in het midden van de ster, die zij vormen, begint, tot in de onderste helft van den stam gaat, waar zich eene soort van vogelmaag, een spijsverteringstoestel bevindt, dat bij 6, nog meer vergroot, afzonderlijk is afgebeeld. Het bestaat uit eene verwijding van de buis, welke inwendig met staalharde vijltanden bezet is en door twee ontzaglijke spieren (evenals in de maag van een gans) bewogen wordt. Van hier gaat het toestel in eene verwijding, in de eigenlijke maag over, in welke de verkleinde spijzen verteerd en voor de opneming in het lichaam der polypen geschikt gemaakt worden.

Daarna loopt het kanaal terug. Onder de maag ligt de plaats van omkeering; nu volgt eene eenvoudige, niet gekronkelde darm, die eindigt in eene kleine opening, die buiten den krans van vangarmen ligt.

Niettegenstaande de kleinheid van deze diertjes blijkt toch hunne veel hoogere bewerktuiging uit de genoemde bijzonderheden; toch zijn deze, evenals de eenvoudige polypen, altijd slechts deelen van een groot geheel, of zij zijn de stamouders van eene geheele familie, d. i. zulk een dier, als wij nu beschouwd hebben, is of *eene* « bloem » van een koraalboom of er groeit allengs uit haar een koraalboom met duizenden, met millioenen zulke diertjes, en zij alle zijn

afstammelingen van een vroeger bestaan hebbend individu en zij alle leven *met elkander* (d. i. het eene dier door een ander).

Stellen wij ons een sterk vertakte doornstruik voor; stellen wij ons voor, dat elk takje, zoowel als de geheele stam uit kalk bestond, zoodat men, bij het afbreken van een tak, het straalvormig weefsel, dat van het middenpunt naar den schors gaat, ook met het bloote oog kon waarnemen; stellen wij ons voor, dat de schors eene uiterst schoone, maar geheel gelijkmatige kleur heeft, en dat zich op elk punt, waar vóór den herfst een blad heeft gezeten, eene kleine stervormige verdieping bevindt, dan hebben wij ongeveer een beeld van een koraalstok; echter is het aantal woonplaatsen van polypen veel talrijker dan dat der bladeren aan den tak van de bladrijkste plant, en al deze sterretjes, al deze kleine cellen bezitten een kanaal, dat uit hun binnenste naar de diepte gaat en waardoor zij alle met elkander verbonden zijn.



Een koralengroep in zee.

Wanneer men een tak met koralen in een vat met zeewater zet, hem rustig laat staan en gedurende deze rust waarneemt, dan zal men spoedig alle polypen uit hunne holen zien komen en hunne vangarmen zien uitbreiden. Wanneer men nu het water door middel van een stokje beweegt, dan zijn in een

oogenblik al de bloesems van den polypenstok verdwenen. Hier schijnt zich reeds de onderlinge samenhang van allen te vertoonen, maar het is slechts *schijn*, want als de golvende beweging van het water sterk genoeg is, bemerkt dit dadelijk de geheele stok en alle polypen zullen gelijktijdig en zonder *gemeenschappelijk* gevoel, de beweging waarnemen en zich verbergen.

Wanneer nu echter de stok zeer groot is en men bij een klein gedeelte er van eene geringe beweging in het water maakt, dan trekken zich eerst de polypen terug, die het dichtst bij die plaats zijn, dan de verder afzijnde allengs meer en meer en na korten tijd zijn ook de verst verwijderde verdwenen, ja wellicht eerst dan, als de eerste zich reeds weder uitspreiden. Hieruit volgt, dat het eene individu na het andere den indruk ondervindt, dien het eerste ondervonden heeft; dat als 't ware het eene den indruk aan het andere overbrengt en dit hierdoor noopt zich in zijn natuurlijk toevluchtsoord, de door hem zelven gebouwde citadel of sterrenschans terug te trekken. Het zoötomisch onderzoek heeft deze uitwendige waarneming volkomen bevestigd en aangetoond, dat al die dieren, welke eene polypengemeente vormen, werkelijk *een lichaam* uitmaken, een lichaam met vele koppen, maar met slechts eenen zin. Dit is bij allen het geval, slechts de *wijze* van verbinding is verschillend. Bij zeer vele soorten hangt het darmkanaal van het eene individu met dat van het daaraan grenzende onmiddellijk samen, zoodat er dus eene holte aanwezig is, die aan allen gemeenschappelijk toekomt en die in verschillende richtingen vertakt is. De spijs, door een van de afzonderlijke polypen opgenomen, dient dus niet slechts tot zijne eigene voeding, maar tot die van de geheele familie. Zulk een samenhang door het darmkanaal bestaat echter geenszins bij alle; vele soorten namelijk zijn slechts door het buitenste omhulsel, dat den steenen stok omgeeft, verbonden. In dit geval zijn de onderlinge verbindingen van de dieren tusschen het lederachtige omhulsel en het steenen gebouw duidelijk herkenbaar; zij bestaan uit fijne draden, die evenals een bast tusschen schors en hout, den polypenstok als een net omgeven. Men zou deze draden met zenuwen kunnen vergelijken, althans het schijnt, dat door deze de mededeeling der gewaarwording geschiedt.

Zulk eene algemeene verspreiding van het leven over den geheelen polypenstok maakt nu ook de wijze van vermeerdering zoo al niet verklaarbaar dan toch ten minste begrijpelijk. Het is te begrijpen, dat er overal op den stam knoppen ontstaan, wanneer men het geheel als *een* individu beschouwt; het is dan werkelijk niets meer dan eene zeer groote overeenkomst met de knopvorming bij planten, welke, zooals bekend is, ook aan alle deelen van den stam en de takken mogelijk is; de knop is dan niet eene afzonderlijke plant, maar slechts een deel van het geheel; door scheiding van het hoofdlichaam kan zij zelve een geheel, eene afzonderlijke plant worden, zooals elke bloemenliefhebber bekend is. De *aflegger*, welke de voorwaarden tot een zelfstandig leven in zich bevat, wordt allengs een *boom*.

Bij de polypen echter heeft de natuur deze wijze van vermeerdering tot het uiterste gedreven, daar elke willekeurige verdeeling, scheiding, verscheuring altijd weder nieuwe individuën doet ontstaan. Nevens deze wijze van voortplanting bestaat ook die door eieren of door levende jongen en het is wonderlijk om te zien, hoe in de maag van deze vraatzuchtige dieren tusschen het verteerde voedsel eieren ontstaan, hoe zich uit deze jongen vormen en hoe die jongen eindelijk uit de mondopening (die tevens aarsopening is) kruipen, terwijl de moeder zich in hare roof-, vreet-, en spijsverteringsbezigheid volstrekt niet laat storen.

Hoogst merkwaardig zijn in dit opzicht die dieren, welke men Synapten noemt, die echter tot de hoofdafdeeling der Echinodermen en tot de klasse der Holothurieën behooren. Aan een lichaam dat een vinger dik, maar een halve meter lang en glasachtig doorzichtig is, zit om de mondopening een krans van armen, waarmede het dier zijn voedsel zoekt en vangt; daar de doorzichtige buis altijd een aantal hoekige zandkorrels en steengruis bevat, waaraan men de kleine wormpjes, die er aan gehecht zijn, niet bespeurt, zoo zou men bijna meenen, dat de Synapten van kwarts of graniet leefden.

Deze dieren deelen zich onwillekeurig, het eene deel van hun rolrond lichaam scheidt zich na het andere af; op een afstand van omstreeks 3 c.M. van het uiteinde van den cilinder trekt deze zich te zamen, er ontstaat eene insnoering achter welke het afgescheiden stuk den kogelvorm verkrijgt en sterk gespannen wordt, doordat de inhoud van het voorste deel naar achteren geperst wordt en dit te meer, naarmate de insnoering sterker wordt. Eindelijk gaat zij zoo ver, dat het onderste deel afgescheiden wordt. De afgesneden kogel leeft nu zelfstandig voort evenals de cylinder, doch deze laatste scheidt nogmaals een stuk, ter lengte van 3 c.M. van zijn lichaam af en wordt zoodoende telkens wat korter, totdat hij, nadat er 15 of 20 kogels zijn afgegaan, zelf zulk een kogel is geworden, die zich alleen door het bezit van armen van de andere onderscheidt. Er groeien echter ook armen aan die afgesneden deelen; daarmede boren zij zich in het zeezand, het lichaam groeit en verkrijgt langzamerhand eene rolronde gedaante, als wanneer het zich weder op dezelfde wijze gaat verdeelen. Overigens hebben zij ook voortplantingsorganen en leggen bevruchte eieren, de vrijwillige deeling is dus geene voorwaarde voor het voortbestaan der soort.

Bij het voortgroeien van de polypen komt nog iets, dat moeielijker te verklaren is; de vorming der steenmassa, welke hen ondersteunt.

Ofschoon de vorm van dit steenen gebouw duizendvoudig afwisselt en den vorm van waaiers, kogels, bekers, trechters, enz. kan hebben, kunnen wij toch, zonder hiermede de overige uit te sluiten, bij den vorm van een boom blijven staan, want wat voor dezen geldt, geldt ook voor de andere.

Het begin van elken koraalstok wordt door *eene* polyp gemaakt. Het ontzaglijk vraatzuchtige dier schijnt onophoudelijk te rooven en te verteren, en

ofschoon het dagelijks wellicht dertig, veertig malen zijn eigen gewicht tot zich neemt, behoudt het toch de geringe grootte van een speldenknop, zooals wij het kennen. Het weefsel van het lichaam van deze zonderlinge dieren schijnt bijzonder los te zijn. Rondom de plaats, waarop het vastzit, zet zich uit zijn lichaam de afgescheiden zelfstandigheid af, niet uit den mond, maar uit het celweefsel van het zakje, waaruit het bestaat.

De dieren, welke de polyp verteert, hebben grootendeels kalk bevattende schalen, omhulsels; het zeewater, waarin de polyp en hare prooi leeft, bevat eene aanzienlijke hoeveelheid kalk opgelost en kalk, aan koolzuur gebonden, is het wat het dier in groote hoeveelheid afscheidt.

Spoedig heeft het onder zich een klein knopje gevormd, op welks top het bevestigd is, het knopje groeit altijd voort, want het is, evenals de beenderen der dieren (phosphorzure kalk) voor omzetting en ontwikkeling vatbaar, en evenals zich in het dierlijk been (d. i. in kalk, in eene minerale stof) de organische oorsprong door de tegenwoordigheid van lijm verraadt, zoo vindt men ook in den steenen boom, het beenskelet der koralen, gelei en stikstofhoudende stoffen; het gehalte aan organische stof, dat men door het scheikundig onderzoek in het koraal ontdekte, wisselt tusschen 2 en 9 percent.

Het knopje wordt een takje, een stammetje; uit den mond van de moeder ontwikkelen zich nieuwe kleine dieren, uit de takken groeien deze als knoppen te voorschijn, de stam wordt door de spijsvertering van de vele polypen, die tot hem behooren, steeds dikker; zijn straalvormig weefsel laat bij onderzoek met het microscoop de aderen zien, waardoor het voedsel van het beenig geraamte naar alle richtingen stroomt.

Terwijl de oudere deelen van den polypenstok sterven, groeien de jongere voort en breiden zich in alle richtingen uit; het jonge geslacht bouwt zijn huis op de begraafplaats der ouders en groeit al meer en meer naar boven, totdat de oppervlakte der zee is bereikt, waardoor het verder naar boven groeien natuurlijk belet wordt.

Wanneer het nu al aan de golven gelukt, een deel van het gebouw los te rukken en tot stof te vergruizen, toch geeft dit niets, want de jonge, millioenen malen vermeerderde nakomelingschap arbeidt rusteloos voort en spot met de golven, wier ruw geweld machteloos is tegenover de levenskracht, die in hen woont. De eene massa voegt zich bij de andere; uit den alleenstaanden stam ontstaat een koraalrots, een rif, een eiland, of wel een rotsdam van honderden mijlen lengte, ontstaat een gebergte en alleen het oog van den natuurvorscher kan waarnemen, dat deze doode steenmassa aan levende dieren haar ontstaan te danken heeft.

Nu nog kan men in de zeeën der warme gewesten de koraaldiertjes bezig zien met het vervaardigen hunner gebouwen en deze hebben vaak eenen zeer merkwaardigen vorm. Eerst aan Charles Darwin is het gelukt eene voldoende

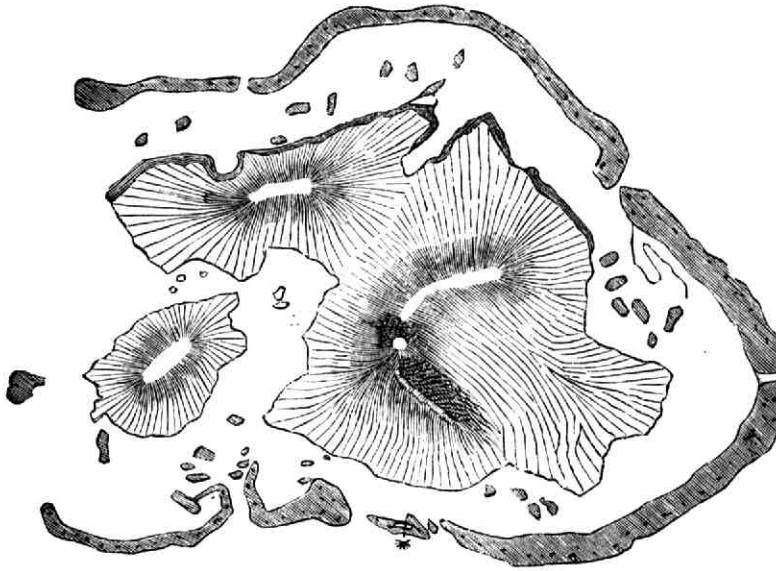
verklaring te geven voor het ontstaan van de drieërlei soort koraalvormingen, de zoog. koraalriffen.

De *kustriffen* omgeven de kusten als een zoom. Men treft ze in de tropische deelen van den Stillen Oceaan, in den Oost-Indischen archipel, aan de kusten van het vastland van Afrika en Amerika enz. aan. Van deze zijn de *kanaalriffen* onderscheiden, doordat tusschen deze en de kust een ondiepe zeearm, een kanaal aanwezig is, zoodat zij het eiland als een ring omgeven. De *ring-*, *lagunenriffen* of *atollen*, die vooral in den Stillen Oceaan en bij de eilandgroepen der Maladiven en Lacadiven van den Indischen Oceaan zeer talrijk zijn, vormen ook dan eens ovale, dan weer cirkelvormige ringen, welke ten deele gesloten zijn, tendeele meer of minder insnijdingen bezitten, maar daar binnen bevindt zich geen eiland, maar rustig, vrij ondiep water. Deze riffen reiken tot eene onpeilbare diepte onder het niveau der zee. Toch weten wij dat de rifvormende koraaldiertjes niet op eene grootere diepte dan omstreeks 70 meter kunnen leven, hoewel andere soorten dit op veel grootere diepte nog wel kunnen. Kapitein Rosz heeft ze uit eene diepte van 700 meter in levenden toestand opgehaald en bij het leggen van telegraafkabels is gebleken, dat dit nog niet eens de uiterste grens is.

De dieren echter, wier gebouwen wij bewonderen, kunnen niet op zulk eene diepte den grondslag voor hun werk gelegd hebben, maar wij zijn gedwongen aan te nemen, dat ten tijde, toen deze bouwmeesters hunnen arbeid begonnen, de bodem in verhouding tot het niveau der zee veel hooger lag of met andere woorden, dat die eilanden in den loop der tijden langzamerhand gedaald zijn. Wanneer echter de met koraalriffen omgeven kust van een eiland zoover gezonken was, dat de onderste koloniën van arbeiders niet meer konden leven, dan waren de nieuwe geslachten gedwongen, wanneer zij niet hetzelfde lot wilden ondergaan, in plaats van in de breedte, in de hoogte te bouwen, en wanneer zoowel de daling van den bodem als de levenswerkzaamheid der dieren naar boven doorging, dan moest uit het kustrif eindelijk een kanaalrif ontstaan, dat door een zeearm van de nieuwe kust gescheiden was. En wanneer eindelijk het geheele eiland onder den zeespiegel was gedaald, werd dit kanaalrif tot een atol, een overblijvend gedenkteeken uit vroegere tijden, waarbinnen het stille ondiepe water de plaats aanduidt, waar eens het eiland geweest is. De drie soorten koraalriffen, waarop vele zeedieren zich neerzetten, zijn dus niets anders dan drie verschillende phasen van ontwikkeling, welke bepaald worden door de daling van de kust of van het eiland en door de richting waarin de koraaldiertjes bouwen.

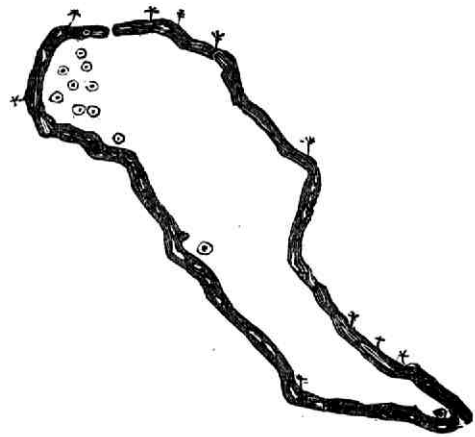
De volgende figuren geven dit verschil aan. Het kustrif ligt, zooals de naam reeds aanduidt, vlak tegen de kust aan, daarmede begint de werkzaamheid der koralen. De eerste teekening op de volgende bladzijde stelt het kanaalrif van het eiland Banikro in den Stillen Oceaan voor, de wit gelaten plaats is de zeearm, die het eiland omgeeft en neemt de plaats in,

welke vroeger door de nu gedaalde kust werd ingenomen. Rondom dien zeearm strekt zich het rif uit. De daaronder geteekende figuur stelt het atol Bow in den Stillen Oceaan voor. Het eiland is nu geheel onder den zeespiegel



gezonken, het rif omsluit den zeearm. Gemiddeld is de diepte daar slechts 20 vademen, toch treft men binnen in de lagune nog vele kleinere riffen aan.

De rifbouwende koralen kunnen alleen in water leven; de grootste hoogte



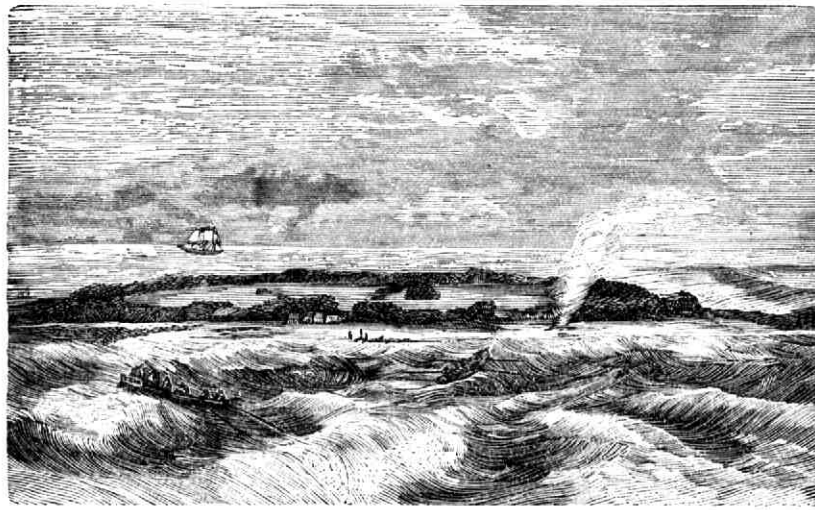
tot waar zij bouwen, komt dus overeen met den laagsten ebbestand. Toch weten wij dat koraalriffen boven den waterspiegel uitsteken en vaste landtongen vormen, waarop planten en dieren, zelfs menschen leven. De verklaring

van dit verschijnsel geeft Karl Voigt a. v. even kort als levendig: « Bij stormvloeden en lagen waterstand komt vaak het rif bloot te liggen, de daarop aanwezige zeedieren en koralen sterven door gebrek aan water, en door de branding en de beweging der golven worden de overblijfselen van schelpen en zeeegels, die het rif bewoonden, verder stuk gemaakt en door fijn kalkzand en slib tot eene vaste steenmassa samengebakken. Door aanspoeling der zee en door kalkafzetting uit het lichaam van nieuwe dieren verhoogt zich die massa geleidelijk en komt langzamerhand als een gelijkslachtige steenmassa, boven het oppervlak van het water uitsteken. Het rif verheft zich zoo langzamerhand boven het water en vormt nu eene gelijkslachtige steenmassa, een waar conglomeraat, dat uit stukken van schelpen, stekels van zeëgels en deelen van koralen bestaat, die door een wit kalkachtig zand zijn samengebakken. Soms splijt het door den invloed der zon of door de kracht der golven; blokken van 2 en meer meters dikte worden bij sterke vloeden door de zee losgescheurd en op het rif geslingerd, zoodat er langzamerhand een dijk ontstaat, die bij iedereen nieuwen stormvloed hooger wordt en eindelijk zoo hoog dat alleen in buitengewone gevallen het zeewater er nog overstroomt. Op dezen dijk van steen verzamelen zich langzamerhand stukken drijfhout; zaden, die door den wind of door de vogels worden aangebracht kiemen op de oppervlakte van den met zand bedekten wal en langzamerhand bedekt zich deze met frisch groen en welig groeiende kokosboomen en kan nu door den mensch als woonplaats gebruikt worden».

De polypen behooren ongetwijfeld tot de oudste bewoners van de aarde, daar hunne bouwwerken reeds in de oudste formaties voorkomen. Zij ontbreken, wel is waar, in enkele lagen, maar daarentegen zijn zij in andere weder in des te grooteren getale vertegenwoordigd, b. v. in de schelpkalk van de triasformatie, die grootendeels uit koralen gevormd is, en in Engeland in de zoogenaamde Bath- en Oxfordgroep, wier gesteenten wegens de talrijke daarin voorkomende koralen, den naam coralrag dragen. Zij vormen gansche bergketenen, die niets anders zijn dan vroegere riffen en banken. Hetzelfde gesteente vormt een groot gedeelte van den bodem van Parijs, maar in de grootste massa's komt het voor in den Zwitserschen en Duitschen Jura, in Zwaben en in Frankenland, waar deze formatie zich over eene afstand van 1100 kilometer lengte uitspreidt en daar eene bergmassa vormt, die in vorm en samenstelling de grootste overeenkomst heeft met het 1500 kilometer lange kanaalrif van Nieuw-Holland, dat eens (ofschoon wellicht eerst na millioenen jaren), boven de zee verheven, ook niet anders dan een gebergte van koralenkalk zal zijn; zoowel de volkomen gelijke ligging in het Jura-gebergte en in alle andere gebergten, welke naar deze uitgebreide formatie genoemd worden, als de vorm van dijken, ringen en atollen, leiden tot dit besluit. Van deze laatste geven wij nog een schoon voorbeeld in de eerste afbeelding op de volgende bladzijde, terwijl de daaropvolgende het kanaalrif van het

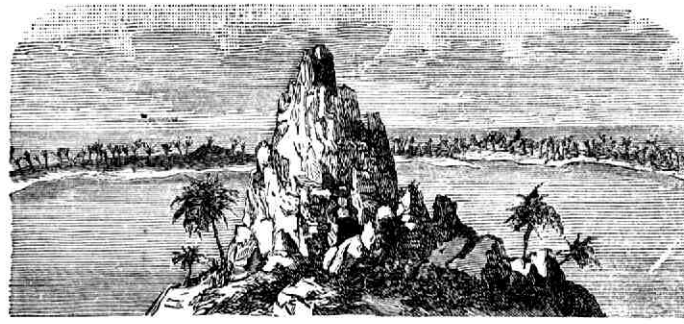
eiland Bolabola in den Stillen Oceaan, gezien van eenen hoogen bergtop van dit laatste, voorstelt.

Deze kleine schepselen zijn dus voor de huishouding der natuur van het grootste belang, en het zal hierdoor wel gerechtvaardigd zijn, dat wij daaraan meer ruimte hebben gewijd, dan hunne kleinheid schijnt te verdienen. Doch



Whitsunday-eiland (Pinkstereiland) in den Stillen Oceaan.

niet alleen zij, maar nog duizend andere dieren hebben medegewerkt aan de gedaanteverandering van de aarde, en het is dan ook noodig op deze een vluchtigen blik te werpen.



Wij vinden krijt en mergel soms zeer ver verspreid, zij vormen vaak groote uitgestrektheden van onzen bodem. Men weet nog niet lang dat hier slechts

de schalen van kleine zeediertjes liggen. Nog in het jaar 1720 meende Réaumur aan de Fransche Akademie een buitengewoon nieuws, iets zeer zonderlings te berichten, toen hij mededeelde, dat er in Touraine, op een afstand van 160 kilometer van de zee (hetgeen als iets bijzonder merkwaardigs beschouwd werd), een plek van 500 vierkante kilometer oppervlakte was, geheel met mergel bedekt, die bijna uitsluitend uit schelpen bestond.

Wat toen ongehoord en geheel nieuw was, bevreemdt thans, bij de ongemeene uitbreiding van de kennis in dit vak, niemand meer. Men weet dat er geheele bergketenen uit dergelijke schalen van dieren bestaan; dat zij niet slechts 160, maar duizenden kilometers van de zee verwijderd voorkomen, en dat zij zich tot 4000 meter boven de zee verheffen (niet omdat de zee vroeger zoo hoog gestaan heeft, maar omdat de vlakke, voormalige zeebodem tot zulk eene hoogte is opgeheven) en men ziet ook thans nog de levende geslachten werken tot stand brengen, die eenmaal gebergten kunnen worden, zooals b. v. een oesterbank, die bij het stadje Barfleux, aan het kanaal van Calais (departement de la Manche) ligt, die bij eene lengte van 40 kilometer op veel plaatsen eene dikte van omstreeks een meter heeft.

Maar veel meer dan deze groote dieren werken de kleine, met het bloote oog bijna of werkelijk onzichtbare b. v. de rhizopoden, de foraminifeeren en de polythalamiën, door hunne ongeloofelijke menigte aan den opbouw der aarde.

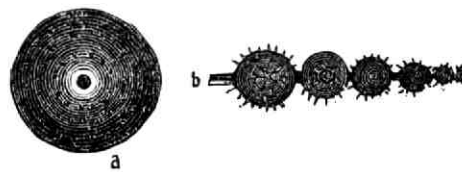
Sedert aangetoond is, dat de krijtbergen grootendeels uit hunne schalen bestaan, kan het niet meer betwijfeld worden, dat ook nog andere dan de koraalbergen van zuiver organischen oorsprong zijn. Wat derhalve olifanten en walvisschen nimmer zouden kunnen tot stand brengen, zelfs wanneer hunne gezamenlijke krachten door den met verstand begaafden mensch tot een bepaald doel gebruikt werden, dat bewerken de kleinste schepselen van de aarde door hun groot aantal.

In het zand der zee vindt men dikwijls zeer kleine schelpen of horens van slakken, en reeds in het begin van de vorige eeuw namen Bianchi en Beccaria, een paar geleerde Italianen, de moeite, de schelpen te tellen, die in het zeezand van Adria (niet verre van Bologna) voorkwamen: in 3 decagram er van vonden zij 1120 ammonshorentjes. Beccaria bevond, dat geheele heuvels op het vaste land ten zuiden van Bologna enkel uit deze kleine horentjes bestaan. In die tijden echter, zegt Harting zeer treffend, waarin men gewoon was al dergelijke verschijnselen op rekening van den zondvloed te stellen, zag men het groote geologische gewicht van dit feit slechts gebrekkig in, en ofschoon latere onderzoekers een groot aantal van deze kleine, sierlijke schelpjes beschreven en nauwkeurig afbeeldden, beschouwde men ze toch eigenlijk slechts als curiositeiten, verzamelde ze in nette kastjes en beschouwde ze met zijne vrienden door het microscoop, of droeg ze in zegelringen, geplaatst onder een glas dat tot een sterk vergrootende loupe geslepen was, om zich met de schoone vormen te vermaken; doch de eigenlijke weten-

schappelijke behandeling begon eerst in den aanvang van deze eeuw, toen men ze niet meer in het losse zeezand, maar in vaste gesteenten als fossielen leerde kennen; toen de beroemde d'Orbigny, en ten laatste de nog meer beroemde Ehrenberg hunne groote verspreiding aantoonden en eene menigte belangrijke bijzonderheden omtrent hen mededeelden.

Weldra werden deze ontdekkingen door andere natuuronderzoekers bevestigd en uitgebreid, zoodat de foraminifeeren, vroeger in pronkkastjes bewaard, den rang, die hun toekomt, hebben ingenomen voor hen, die de groote werken weten te waardeeren, door het kleine teweeggebracht, en wij zullen aanstonds zien, dat deze kleine dieren een even groot zoo niet een nog grooter aandeel aan de vorming van de aardkorst gehad hebben als de koralen, ofschoon de meeste van hen nog veel kleiner en nog veel eenvoudiger van bouw zijn dan de laatstgenoemde.

Opmerkelijk is de ongeloofelijke verscheidenheid van vorm, welke de scheppende natuur aan deze kleine, eenvoudige dieren heeft gegeven. Het aantal bekende is thans reeds meer dan 1500 en daar er nog millioenen vierkante mijlen op de aarde zijn, waar zij gebergten vormen, maar die nog in het geheel niet onderzocht zijn (alleen de gemakkelijk bereikbare niet ver van de



Polythalamiën.

zee gelegene landen heeft men bereisd en onderzocht), is waarschijnlijk dit getal nog slechts een zeer klein gedeelte van de ongehoorde menigte soorten, die vroeger de zeeën hebben bevolkt.

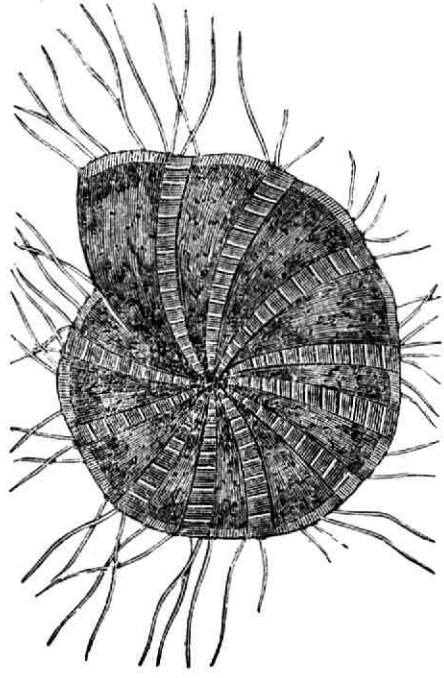
In hunnen eenvoudigsten vorm bestaan deze diertjes uit een bijna onzichtbaar klein kogeltje, dat in eene niet veel grootere schaal van de sierlijkste gedaante verborgen is (zie fig. a op deze bladzijde).

Fig. b is een gelede reeks van twee, drie of meer zulke kogeltjes die aaneen gevoegd en verbonden zijn door een draad, die door alle heen loopt.

De omhulsels van deze dieren zijn van dezelfde soort; maar terwijl de geleiachtige lichamen, uit de schaal genomen, alle kogelrond zijn, vindt men de kalkachtige omhulsels altijd plat gedrukt en wel òf recht uitgestrekt, òf gebogen als een slakkenhuisje (waarvoor men ze vroeger ook wel hield).

De hokjes, die in de afbeelding hiernevens zijn aangeduid, zijn opgevuld

met de lichaampjes, in fig. b afgebeeld. In het binnenste hokje woont het kleinste, in elk volgend een grooter stukje of eene grootere afdeeling van het dier. Elk dezer afdeelingen staat in verbinding met de andere, maar schijnt toch ook weder eene bijzondere geschiktheid te bezitten, om op zich zelve te bestaan; althans de bijgaande afbeelding leidt er toe om dit te gelooven. Zij vertoont de vergroote doorsnede van zulk een diertje. De breedere plaatsen duiden de levende, eenigermate vleezige massa aan, welke de hokjes opvult; de smalle, gestreepte plaatsen zijn de tusschenschotten. De lichtere streepjes



Foraminifeer.

in deze tusschenschotten duiden de buisjes aan, waardoor de hokjes onderling verbonden zijn en door welke de afzonderlijke deelen van het diertje met elkaar samenhangen.

De naam Rhizopoden komt daarvan, dat deze diertjes uit hun protoplasma een ontelbaar aantal draden, *schijnvoetjes* of *pseudopodieën* uitzenden, door middel waarvan zij zich bewegen. Daardoor kwam men er vroeger toe ze als echte weekdieren te beschouwen. Hunne kalkschaal bestaat òf uit ééne kamer (Monothalamia) òf uit een grooter aantal kamers (Polythalamia) en de wanden

zijn òf niet doorboord (Imperforata) òf van een ontelbaar aantal gaatjes voorzien (Foraminifeeren). Bij de laatste komen uit deze openingen de armen van de dieren te voorschijn; wanneer deze armen tot een kluwen gewonden worden, dan sluiten zij de openingen als een stop.

Deze zonderlinge diertjes worden zoowel dood als levend onder alle hemelstreken aangetroffen. In de bergen van de heete, gematigde en koude luchtstreken komen ze versteend voor, terwijl de zeeën van diezelfde luchtstreken ook nog heden dieren bevatten, die met hen verwant zijn.

Van het ontzettend aantal dezer diertjes verkrijgt men een begrip, als men weet dat het zand van de kusten der Middellandsche zee grootendeels uit de schalen van nu nog levende Rhizopoden, Polythalamia-soorten, bestaat en dat Bianchi in 1739 in een eetlepel zeezand 6000 individu's telde. Daar deze, als zij levend zijn (en men kent er duizend verschillende soorten van), een willekeurige beweging bezitten, en niet zooals de polypen, — die onvervreemdbare lijfeigenen van hunnen bodem — aan den grond bevestigd zijn, zou men meenen, dat zij zich zeer algemeen moesten verspreiden; maar dit is niet in zulk eene mate het geval, als men zou vooronderstellen, en hunne geographische verspreiding hangt zoowel van de formatie van het land als van de zeestroomingen af, iets, wat men vooral aan de kusten van Zuid-Amerika duidelijk waarneemt.

Een van de machtigste zeestroomingen beweegt zich voortdurend uit de Poolzee naar de punten van het vasteland toe en wordt onder anderen door Kaap Hoorn opgevangen en verdeeld. Een tak van dezen stroom loopt westelijk van Zuid-Amerika langs de kust van Chili naar den aequator, een ander gedeelte loopt oostelijk van hetzelfde land langs de kust van Patagonië en Brazilië noordwaarts.

Wanneer nu de stroom van koud water ook de foraminifeeren uit de poolstreken naar de warmere zeeën voert, dan deelt Kaap Hoorn niet alleen dezen stroom, maar ook de troepen kleine schelpdiertjes, die daarin zwemmen. Nu komen er 50 verschillende soorten in de zeeën van Brazilië voor, *terwijl* 30 *geheel andere soorten* de westkust (Chili) bewonen; slechts *eene enkele* soort is aan *beide* zeeën gemeen.

De zaak is zoo buitengewoon vreemd, dat men reden heeft om de waarheid er van in twijfel te trekken: dat wil niet zeggen, dat men betwijfelen kan, dat hier zóó veel en ginds zóó veel verschillende soorten wonen — dit staat volkomen vast — maar wel, dat de 80 verschillende soorten gezamenlijk levend in den poolstroom voorkomen, door dezen naar Zuid-Amerika gevoerd worden, en zich dan op zulk eene eigenaardige wijze verdeelen, dat 50 er van naar het oosten en 30 naar het westen trekken. Het zou belangrijk zijn dit te onderzoeken: hiertoe zou men moeten trachten, het water van de poolzee op verschillende diepten te verkrijgen, en zien of deze dieren daarin voorkomen. De schrijver van dit werk betwijfelt zulk eene verdeeling in den

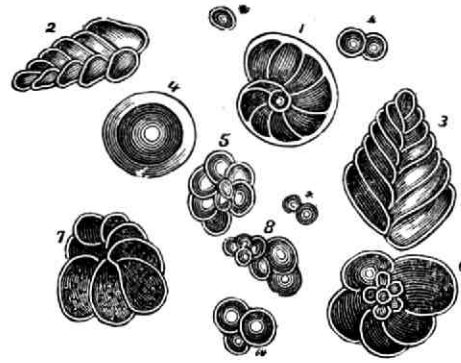
stroom; hij gelooft, dat de omstandigheid, dat de dieren zoo nauwkeurig naar de beide hemelstreken zijn verdeeld niet bewijst, dat zij vroeger bij elkander waren, maar dat zij hunne woonplaats weinig of in het geheel niet verlaten en zeker niet *tegen* den stroom, d. i. van den aequator naar de pool trekken, om zich onder elkander te vermengen. Misschien is die soort, welke in beide zeeën gelijktijdig wordt aangetroffen, de *eenige*, die de poolzee bewoont en deze zal zich, met den poolstroom naar Zuid-Amerika gevoerd, zoowel oost- als westwaarts verspreiden.

Deze klasse van dieren kwam waarschijnlijk in den vóórtijd over een veel grooter uitgestrektheid voor dan thans, en vele honderden soorten hebben toen vreedzaam te zamen geleefd. In den omtrek van Weenen vindt men b. v. meer dan 228 soorten, die als fossiel, versteend, gebergten vormen. Op het geheele vastland van Europa, voor zoo verre het door wetenschappelijke mannen is doorzocht, derhalve in het Noorden van Italië, in Duitschland en in Frankrijk, en ook in Engeland en Zweden, vindt men deze dieren in versteeningen in een ongeloofelijk aantal verspreid. In de grofkalk van het bekken van Parijs telde men in de kleine ruimte van een kubieken centimeter 3700 stuks er van, wat op ongeveer 0,3 kubieke meter berekend, reeds zooveel beloopt, als er menschen op de gansche oppervlakte van de aarde wonen, en men kan zonder overdrijving beweren, dat geheel Parijs en de omliggende plaatsen, zelfs tot in de nabijgelegene departementen, enkel uit de schalen van deze dieren opgebouwd zijn, hetgeen overigens (daar men in die streek bijna uitsluitend bouwt met steenen uit de kalkgroeven), volstrekt niet wonderbaarlijker is, dan als men zeide: de Montmartre bestaat uit zulke foraminifeeren; want, het is duidelijk, dat het materiaal, dat voor het bouwen van die steden is gebruikt, slechts een uiterst klein gedeelte is van de massa, welke daar lagen van honderden vierkante mijlen oppervlakte vormt. Uit den steen, dien eene kubieke mijl kan opleveren, zou men alle steden van de aarde wel kunnen opbouwen.

Even zonderling als de ophooping van de foraminifeeren in de grofkalk, is die in het zand van de duinen en in het krijt. Het laatste bestaat geheel uit zulke diertjes.

De diertjes zijn zóó klein, dat een vijfde gedeelte van een centimeter lang genoeg is, om er 300 naast elkander te plaatsen. D'Orbigny heeft zich zeer verdienstelijk gemaakt door deze diertjes te beschrijven, maar Ehrenberg heeft eene nieuwe methode uitgedacht, om deze diertjes, welke door het fijnwrijven en slibben van het krijt niet gedeerd worden, omdat zij zoo klein zijn, dat zij door den stamper van de wrijfschaal niet worden aangetast, te beschouwen. Zijne methode bestaat hierin, dat men een weinig krijt vochtig maakt, en op een stuk vlak glas, waarop men de voorwerpjes legt, die men onder het microscoop wil beschouwen, strijkt, en dan, nadat het is opgedroogd, met een balsemachtige olie bevochtigt; hierdoor wordt het krijt doorschijnend en de nog

samenhangende schalen scheiden zich zeer duidelijk van de rest, die geen bepaalden vorm vertoont, af. Hoe weinig breekbaar de schalen van die meest breekbare stof, wegens hare kleinheid, zijn, blijkt hieruit, dat de krijt-oppervlakte van een visitekaartje door een stalen cylinder gepolijst, er uitziet als eene mozaïk-afbeelding met duizend verschillende vormen. In de nevensgaande



Foraminifeeren in het krijt.

afbeelding is beproefd, eenige van deze vormen vergroot weder te geven. Fig. 1 vertoont Planulina turgida, benevens twee beginselen er van, 2 en 3 zijn verschillende slanke vormen van de Textularia aciculata. 4 is Textularia dilatata, het schijnt echter slechts een stuk te zijn. 5 en 6 vertoonen de Rotalia globulosa, 7 de Rotalia perforata en 8 is de Textularia globulosa. De figuren, met sterretjes aangewezen, zijn stukken van verschillende soorten. In het algemeen zijn het overeenkomstige vormen, ofschoon zij duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn en dan ook naar die onderscheidingskenmerken gerangschikt kunnen worden.

Daar de schalen zoo ontzaglijk fijn zijn, dat zelfs wrijven in een mortier en polijsten met staal hen niet kwetst, zoo mag men aannemen, dat de drukking, die zij door de opeenstapeling tot berghooge massa's moesten ondergaan, hen nog minder heeft gedeerd; want daar deze drukking van alle zijden en *geleidelijk* plaats had, kon zij eigenlijk niet vernielend werken.

Het zou nu de vraag kunnen zijn, van waar de vormlooze kalk komt, die de schalen omgeeft? Het ligt voor de hand te meenen, dat deze van verbrijzelde schalen afkomstig zal zijn; maar dan zou bij eene vergrooting van 250- tot 300 malen, die men moet aanwenden, dit stof zich toch als brokstukken van schalen moeten voordoen, en ofschoon men zeer duidelijk geheele en verbrijzelde schalen kan herkennen, onderscheidt zich toch de amorphe (vormlooze) koolzure kalk zeer duidelijk hiervan; dit gedeelte blijft, evenals

het geheel voor het bloote oog, ook onder het microscoop, niets dan fijn stof.

Zooals bekend is, meenden reeds de ouden, dat alle kalk, die in dikke lagen groote gebergten vormt, door bemiddeling van organismen is ontstaan en het is een bekende uitdrukking: «Omnis calx ex vivo», hetwelk wil zeggen: alle kalk is afkomstig van levende wezens. Maar deze uitdrukking is, zooals de onderzoekingen van den nieuweren tijd geleerd hebben, slechts ten deele waar.

Wij zijn gedwongen aan te nemen, dat zich ook kalk zonder behulp van organismen heeft afgezet; zulke kalkafzettingen stammen uit tijden, toen de organische wezens nog geen rol speelden op aarde. Ook pleit de structuur van vele kalksteenen, vooral die der korrelige kalksteenmassa's tegen het ontstaan uit organismen, terwijl ook het microscoop in die dichte steen nooit schalen van dieren heeft doen zien.

Bovendien zijn er kalkafzettingen waargenomen, niet uit zee-, maar uit zoetwater, zoetwaterkalk, welke ontwijfelbaar uit scheikundige afzettingen zijn ontstaan. De kalksteen, die uit koolzure kalk bestaat, is in zuiver water onoplosbaar, maar lost in koolzuurhoudend water op. Daar nu alle wateren koolzuur bevatten en in vroegere perioden der aarde nog meer dan nu opgelost hielden, kan er dus ook koolzure kalk in opgelost zijn. Verdampte nu een deel van het water of ging er koolzuur verloren, dan moest de koolzure kalk zich uitscheiden. Behalve andere omstandigheden, die een verlies van koolzuur bewerkten, b. v. vermindering van het koolzuurgehalte van den dampkring en van hare drukking zijn bij dit afzettingsproces ook de planten werkzaam, doordat zij koolzuur aan het water onttrekken.

Eindelijk vindt men o. a. dicht bij het dorp Benningen aan den Neckar in het Oberamt Ludwigsburg en aan de Hochstrasse (een oude, vroeger hooggeliggende weg, een Romeinsche weg, naar welken de geheele streek den naam Hochstrasse draagt) bij Pappeln, niet ver van Blaubeuren 1) aan den weg van het Blauthal naar het dal van de Donau, zoetwaterkalk, die eene krijtachtige structuur heeft en wel zoetwaterkrijt genoemd wordt. Daar ligt een tamelijk dikke laag er van op eene onderlaag van blauwe klei. In uiterlijke en verdere eigenschappen komt het met het krijt uit het zeewater volkomen overeen, maar bij onderzoek door het microscoop *vindt men geen spoor van de foraminifeeren*, waardoor het krijt, dat uit zeedieren bestaat, gekenmerkt is. Dit is ook heel natuurlijk, daar de foraminifeeren alleen in zeewater leven. Er hebben zich hier dus groote massa's amorphe koolzure kalk gevormd, waarvan de samenhang zoo los gebleven is, als men gewoonlijk bij het krijt waarneemt, zonder dat schelpen van zeedieren daar eenig deel aan hebben. Wij kennen geen proces, dat dit zou kunnen verklaren, dan het zich afzetten uit oplossingen. Wanneer nu zulk een neerslag het zoetwaterkrijt geheel gevormd heeft, dan

1) In het oostelijk gedeelte van Wurtemberg, niet ver van Ulm.

is het ook mogelijk, dat de amorphe, koolzure kalk in het forminifeerenkrijt denzelfden oorsprong heeft, hoewel ook een deel door het stukwrijven der kleine schalen is ontstaan.

Wij moeten nog eene klasse van dieren van deze kleinste soort beschouwen; het zijn de Diatomeeën, Gallionellen, Bacillariën, enz, die geen kalk- maar een kiezelschaal bezitten. Dit maakt een wezenlijk verschil, dat, als de bekleeding beslissend ware bij de rangschikking der organismen in wetenschappelijke stelsels, misschien het meest geschikt zou zijn, om den strijd tusschen zoölogen en botanici omtrent hun recht op die kleine organismen, te doen eindigen. Men vindt dat de bekleedsels van de *schaaldieren* bijna enkel uit kalk bestaan, terwijl de basten van planten vaak *kiezel* bevatten, zoo bevat het stroo zoowel als het riet of het bamboesriet en de paardestaart die stof. In de laatste is zooveel, dat men met paardestaarten, zooals de meubelmaker die gebruikt om het hout glad te schuren, gepolijst staal mat maken kan en dat van een scherp mes, als men er mede snijdt in een stuk bamboes- of spaansch riet, ja zelfs in ons gewoon riet, de scherpe zijde wordt omgelegd. Kreeften, oesters, paarlemoer, zeetrompetten en hoe zij meer heeten, de grootste zoowel als de kleinste schaaldieren zijn alle met *kalk* bekleed, en de beitel van den kunstenaar, die uit een stuk paarlemoer een landschap snijdt wordt niet stomp.

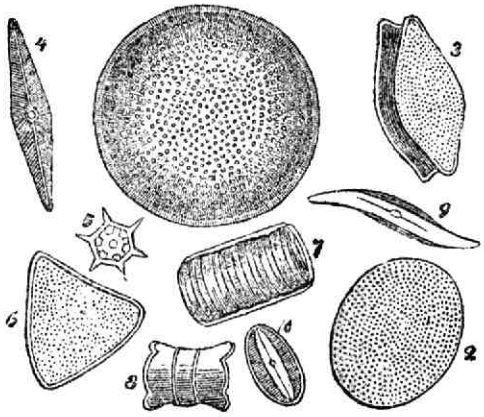
Toen van de Protisten sprake was, hebben wij gezien, dat op den laagsten trap van ontwikkeling van het organische rijk geen scherpe grens tusschen dier en plant is te trekken en dat de uitwendige bekleeding alleen niet een onderscheidingskenmerk mag zijn. Want de Radiolariën, die gewoonlijk tot de dieren gerekend worden, bezitten ook kiezelpantsers en evenzoo hebben vele sponsen, die zonder eenigen twijfel dieren zijn, kiezelhuisjes.

In het algemeen is dan ook niet op te geven of deze wezens tot het planten- of tot het dierenrijk behooren en de plantkundigen, die ze meestal in het door hen beoefende rijk opnemen, noemen ze Diatomeeën (splijtplantjes, kiezelwieren), de zoölogen, die ze tot het dierenrijk brengen, Bacillarieën (staafdiertjes). Meestal worden ze echter tot de planten gerekend, evenals de Galionellen; Haeckel rekent de eerstgenoemde echter tot zijn protistenrijk.

Hoe het echter ook zij — in allen gevalle heeft de plantkunde meer recht op deze organismen dan de dierkunde — hun bestaan is van groote beteekenis voor den grond, waarop wij leven; want zij komen niet slechts nog levend in het slib van vele zeestranden voor, niet enkel versteend met het krijt in de basten van de vuursteenen of als het materiaal van deze laatste zelve, of in het steenzout, maar zij vormen ook ontzaglijke uitgestrektheden van den bodem, waarop wij leven. Zoo bestaat de grond van de stad Richmond en van het geheele graafschap van dien naam in den Staat Virginië in Noord-Amerika uit eene 7—10 meter dikke laag van kiezelschalen van Diatomeeën, welke men levend in de IJszee aantreft.

Omgekeerd ontdekte men in zoetwatermeren van de Westkust van Afrika levende organismen van dezelfde soort als in fossielen toestand in Noorwegen en Zweden onder den naam bergmeel voorkomen.

De hier onderstaande teekeningen geven eene voorstelling van deze wezens.



Diatomeeën.

De gedaanten zijn uiterst verschillend. 1 en 2, Coscinodiscus radiatus en excentricus zijn schijfvormig. 3 Zygoceras Rhombus, zou men in Schwaben een broodje (Mitschele) noemen. 4 Navicula viridis die de vorm van een bootje heeft. 5 Dictyocha gracilis, een schildje uit de huid van eene Holothurie. 6 Triceratum striolatum is geheel driehoekig. 7 Melosira sulcata, een cilinder door hoepels omgeven; deze behoort tot de Gallionellen. 8 Odontella turgida. 9 Ceratoneis een sierlijk paragraafteeken. 10 Cocconeis striata. De meeste van deze wonderdieren zijn in het slib van den haven van Enkhuizen gevonden.

Wij zijn gewoon het hertogdom Lüneburg als eene zandsteppe te beschouwen; dit is echter slechts hier en daar, en alleen aan de oppervlakte het geval; de geheele ondergrond bestaat over een uitgestrektheid van meer dan tien duizend vierk. kilometers uit eene laag microscopische diatomeeën, welke eene dikte van 10—20 meter heeft en men meent zelfs, dat de vorming, de vermeerdering en het afsterven van de diatomeeën daar nog tegenwoordig voortgaat en dat de bodem van die vlakke streken nog voortdurend toeneemt of wordt opgehoogd.

Nog veel dikker, en zelfs 40—45 meter, is de diatomeeënlaag van de Mark, waarop Berlijn staat, ofschoon zij niet zoo zuiver is als de Lüneburgsche, daar er nog vele andere organismen en ook anorganische lichamen in voorkomen.

Wat als bergmeel, als polijstlei (polirschiefer), als tripel in verschillende landen, b. v. bij Bilin in Bohemen en op vele andere punten van de aarde, voorkomt, is niets dan een massa kiezelschalen van microscopische organismen en zij zijn zoo ontzettend verspreid, dat kapitein James Ross ze zelfs aan de zuidpool vond. Hij zegt, dat de kusten van Victorialand zoowel als de omtrek van den vulkaan Erebus, door diatomeeënschalen gevormd zijn en dat de vorming van den bodem zoowel door deze als door de met hen levende foraminifeeren nog steeds voortduurt; het gezamenlijk voorkomen van kiezel- en kalkschalen is trouwens iets zeer algemeens.

Het voorkomen van deze organische overblijfselen met anorganisch poeder wordt veroorzaakt doordat de rivieren stuk gewreven gesteenten naar zee voeren, die zich nu met de organismen vermengen; waar dit het geval niet is, komen zij zuiver voor, zooals b. v. op het eiland Java op verschillende punten (en wel tot op een hoogte van 1300 meter boven de zee) en op andere plaatsen, waar zij dan zelfs (zooals wij reeds opmerkten) tot spijs dienen, zooals in Lapland, of zooals Humboldt verhaalt, in het Orinocoland onder de Guaraunen en de Otomaken, of vreemd genoeg, zelfs tot lekkernij, zooals op Java, waar deze kiezelschalige schepsels met water tot een deeg gemaakt, tot kleine rolletjes gevormd, boven vuur gedroogd en onder den naam Ampo of Tohnahampo als eene soort van gebak worden gegeten.

Wij hebben reeds vermeld, dat zij over alle aardstreken van de polen tot aan den aequator verspreid zijn. Terwijl men bij alle andere organismen van den tegenwoordigen tijd verschillen al naar de lucht- en landstreken, waar zij voorkomen, waarneemt, schijnt het, dat de Diatomeeën door warmte of koude volstrekt niet worden aangedaan. Het zijn dus ware kosmopolieten, die overal te huis zijn, en overal hun vaderland hebben, waar het hun goed is. Niet alleen zijn die, welke in China en Japan gevonden worden, geheel gelijk aan die, welke in de Oostzee bij Danzig en Koningsbergen leven, maar zelfs die, welke de kusten van Nieuw-Holland bewonen, welk land zich in al zijn overige organische voortbrengselen van de oude wereld onderscheidt, komen ook in de heete landen van Azië en Afrika, zoowel als in de koude van Europa en Amerika algemeen voor; dezelfde, die in de springbron van Karlsbad zijn ontdekt, vond men in de beide poolstreken en die, welke aan de oppervlakte van de zee wonen, haalde het dieplood ook uit eene diepte van 600 meter op, waar zij onder eene drukking van 60 atmospheren moeten leven.

Het vermogen om aan uitwendige drukking krachtiger weerstand te bieden dan andere organische schepselen kunnen doen, is de sleutel ter verklaring van belangrijke feiten. Er zijn in de aardkorst lagen die, zooals aangetoond is en bewezen kan worden, een zeer hoogen ouderdom hebben, lagen, welke tot die behooren, welke zich het eerst na het vast worden van de oppervlakte der aarde uit eene wellicht kokende zee hebben afgezet, en in deze worden

de schalen en kiezelpantsers van diatomeeën gevonden (of het planten of dieren zijn geweest, of geen van beide, is onverschillig, het zijn in allen gevalle organische wezens), welke volkomen met de thans levende overeenkomen. De kolossale dieren van de voorwereld, de zes meter lange schildpadden en de vijf meter hooge mammouths, de reusachtige krokodillen en de vliegende hagedissen, de groote en kleine schelpen en horens of de krachtig ontwikkelde plantenwereld uit dien tijd zijn ten onder gegaan, zijn spoorloos verdwenen uit het land der levenden, en hun vroeger bestaan wordt nog slechts door de versteende overblijfselen bewezen. De kleine onzichtbare diatomeeën daarentegen hebben al de ontzaglijke omwentelingen, door vuur en water in hunnen vreeselijken onderlingen strijd veroorzaakt, overleefd; en nog steeds bevolken hunne nakomelingen de zeeën, die de beenderen van die reuzen der voorwereld zoo volkomen van de aarde hebben weggespoeld, dat er niet één is overgebleven, om de soort voort te planten. Wordt nu ook zulk een weerstandsvermogen verklaarbaar door de bijzondere kleinheid van deze schepselen, die zooals wij reeds zeiden, zoo ver gaat, dat de ontzettend groote drukking van geheele gebergten hun even weinig schaden kan als de agaten stamper van de wrijfschaal, niet minder blijkt tevens hun belang voor de huishouding der natuur, uit hunne groote vatbaarheid om zich te vermenigvuldigen.

Voorttelen kan men bij deze organismen niet zeggen; een voorttelen, in den eigenlijken zin van het woord is het volstrekt niet, maar wel eene vermeerdering van individuën door verdeeling, evenals bij de planten door afleggers. Uit één lichaampje ontstaan er plotseling twee, uit elk van deze weldra weder twee en zoo vervolgens, en eene zorgvuldige waarneming heeft geleerd, dat zulk een schepsel *onder het microscoop groeit* en zich zoodanig vermenigvuldigt, dat eene diatomee, onder gunstige omstandigheden, binnen 48 uren een millioen en binnen vier dagen 150 billioen individuën kan vormen. Dit moge wellicht in de natuur niet plaats grijpen, maar toch is het ontwijfelbaar, dat hunne vermeerdering in vele wateren zicht- en meetbaar is. Het slib, in de haven van Pillau (bij Koningsbergen in Pruisen) afgezet, bestaat bijna voor de helft uit microscopische organismen, die het noodzakelijk maken, dat men aanhoudend die haven moet uitbaggeren, aangezien telken jare eene massa van 14000 kubieke meters wordt afgezet. Wanneer men ze den tijd liet om zich vast te zetten, dan zou de haven spoedig onbevaarbaar worden en in den loop van eene eeuw zouden wij daar eene diatomeeënlaag hebben van anderhalf millioen kubieke meters.

Deze wezens leven meestal op den bodem van zoete en zoute wateren en vormen daar eene geel- of groenachtige slijmerige laag. Soms echter worden zij, vooral in den zomer in stilstaande wateren, ten gevolge van de ontwikkeling van gassen naar de oppervlakte gevoerd en vormen daar eene laag van aanzienlijke uitgebreidheid. Nauwelijks is deze groene bedekking weggenomen,

of er is weder eene nieuwe gevormd. Dit sterke vermogen om zich te vermenigvuldigen, maakt het begrijpelijk, dat, deze wezentjes, ofschoon ze zeer klein zijn, toch uitgebreide lagen vormen en dat zich uit hunne kiezelpantsers, waaruit de organische stof na hunnen dood geheel verdwijnt, lagen van bijna zuivere kiezelaarde vormen en wel soms van 10 meter dikte en vele honderden, ja duizenden hectaren oppervlakte.

Overigens leefden in vroegere perioden grootere wezens van deze soort, b. v. in de triaslagen de zoogenaamde Bactrylliën, welke den vorm van staafjes hebben.

Het merkwaardigste verschijnsel blijft echter de aantrekkingskracht, welke deze lagen van poreuze kiezelaarde op het water uitoefenen, tengevolge waarvan zij het ver boven het gewone niveau op kunnen voeren, zoodat wij bronnen aantreffen op plaatsen, waar wij ze niet zouden verwachten, en wier aanwezigheid wij zonder de kennis van het gemelde feit niet zouden kunnen verklaren. «Door de capillariteit 1) van doode massa's infusoriën stijgt het water, dan nu op zijn beurt anderen kan voeden, die op de oppervlakte van de doode leven en langzamerhand afsterven, en zoodoende rijzen de bodem en de bronnen voortdurend.

«Sommige soorten van deze dieren, die ijzeroxyde bevatten 2), doen de okerachtige lagen ontstaan die in vele bronnen voorkomen.

Wat de kleine diertjes, met kiezelpantser bekleed, op het land (Barbados) in zoete wateren doen, dat doen evenzoo andere kleine diertjes, die nog weinig bekend en door Ehrenberg voorloopig Polycystinen 3) genoemd zijn, in de zee, waar zij, evenals de Foraminifeeren, geheele lagen doen ontstaan.»

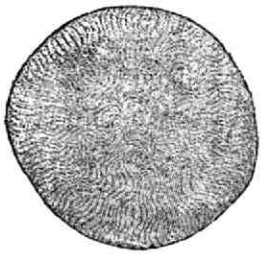
De turflagen bestaan wel is waar hoofdzakelijk uit plantaardige overblijfselen, doch tusschen deze zijn nog altijd de kleine kiezeldiertjes bezig om stoffen te scheiden, waarbij zij, daar zij gezellig leven, de kiezelaarde van verschillende plaatsen opzamelen en daaruit hoopjes of klompjes vormen. In dieper gelegene turflagen, die zelve somtijds weder door lagen zandsteen bedekt zijn, treft men volgens Ehrenberg nog velerlei soorten dieren uit deze klasse in *levenden toestand* aan, die tot zulke soorten behooren, welke nergens meer levend aan de oppervlakte gevonden worden, maar daar in de diepte in staat schijnen te zijn, hunne levenswijze voort te zetten, zich te voeden, te bewegen en voort te planten; terwijl van deze aan de oppervlakte alleen doode overblijfselen voorkomen.

1) Algemeene zoölogie van Braun. Of men capillariteit als de oorzaak van deze opheffing van water mag beschouwen, zou de schrijver niet durven beweren.

2) Deze behooren tot het plantengeslacht Gallionella, zij nemen ijzer uit ijzerhoudende bronnen op en hunne overblijfselen vormen een bestanddeel van het moerasijzererts of oer.

3) Met dezen naam duidt men tegenwoordig de getraliede kiezelschalen der Radiolariën aan.

Onze lezers zullen er zich nu wel niet meer over verwonderen, wanneer zij in deze bladen, die toch de geheele aarde moeten omvatten, aan zulke kleine,



1

Nummulites nummularia van boven gezien.



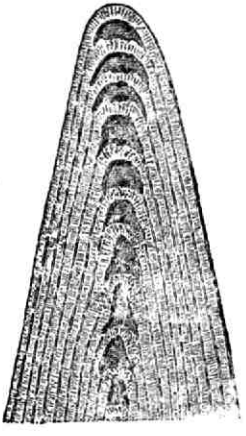
1b

Horizontale doorsnede der schaal.



1a

Van terzijde gezien.



1c

Sterk vergroot stuk eener doorsnede.



2a



2b



2c

Nummulites planulata vergroot.
a. van terzijde gezien.
b. van voren gezien.
c. jong, sterker vergroot.



Nummulitenkalk uit de Pyreneeën.





Nummulites laevigata, uit de Parijzer grofkalk.

onbeduidende schepselen zooveel ruimte gewijd zien, eene ruimte, die geheel overeenkomt met hunne belangrijkheid. De bovengenoemde 150 billioen diatomeeën vormen juist twee kubieke voeten van de Biliner polijstlei, die enkel uit hunne schalen bestaat en op alle punten der aarde vindt men veel meer uitgestrekte lagen van aanzienlijker dikte, die er ook geheel uit bestaan. Wanneer Ehrenberg verhaalt van een rots op het eiland Barbados, die 350 meter hoog en grootendeels uit microscopische organismen samengesteld is,

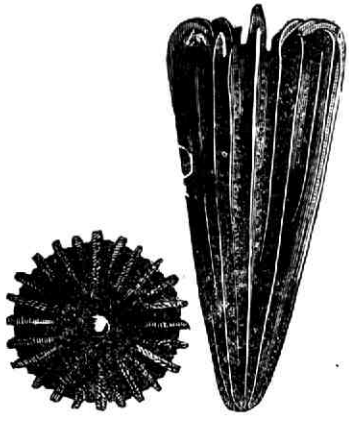
zoo is dit slechts *één* bekend geworden voorbeeld *van de vele duizenden*, die nog *niet* bekend zijn. Dikke mergelbeddingen bestaan voor de eene helft uit de kiezelschalen van diatomeeën, voor de andere helft uit de kalkschalen van foraminifeeren. De knollen van vuursteenen, welke in zoo groot aantal in het krijt voorkomen, zijn uit hunne overblijfselen ontstaan, en de vulkanen werpen bij hunne uitbarstingen geheele wolken van zulke kiezelschalen uit, die door de werking van het onderaardsche vuur slechts weinig zijn veranderd en die zich over verscheiden honderden kilometers verspreiden, terwijl hunne aanwezigheid in de diepte bewijst, dat de verspreiding in onbekende streken ook nog zeer sterk is.

Terwijl deze kleine schepseltjes voor bijna alle lagen der aarde van beteekenis zijn en nu nog den bodem van onze wateren bevolken, waren de Forminifeeren de bouwmeesters der krijtformatie. In de onderste lagen der tertiaire formatie was echter een soort van Foraminifeeren vooral van belang en zeer kenmerkend tevens, de Nummulieten, reuzen onder de Rhizopoden of onder de Protisten, wier overblijfselen hunner kalkschalen groote gebergten op aarde vormen. In de Alpen en de Pyreneën, in den Kaukasus en den Libanon, in den Himalaya en den Altaï, in Egypte, Algiers en Marokko treft men overal eene dikke laag aan, die uit de overblijfselen van deze in den oudsten tertiairen tijd levende schepselen bestaat. Zij hebben ook het materiaal voor de Egyptische pyramiden gevormd. Naar die wezens noemt men die laag de nummulietenlaag en spreekt men van nummulietenkalk. Zij zijn daarin te gronde gegaan zonder nakomelingen na te laten en er is van hen niets meer te zeggen dan dat zij den vorm van schijfjes hadden en dat hunne schalen uit verscheidene door schotten gescheiden kamertjes bestonden. De op de vorige bladzijde geteekende figuren, genomen uit Vogt's Leerboek der Aardkunde, geven eene voorstelling er van.

Als men de hooger bewerktuigde dieren, die even klein of althans niet veel grooter zijn, de polypen, in de tertiaire formatiën niet in zulk een aantal vindt als in de lagen van vroegere tijdperken, dan bewijst dit juist niet, dat er in dien minder ver van ons verwijderden tijd minder geweest zijn, maar slechts, dat in de tertiaire lagen *zoetwater-* en *zee*vormingen vaker met elkaar afwisselen en dat die, welke voor ons aan de oppervlakte der aarde toegankelijk zijn, meer zoetwatervormingen zijn. De polypen uit zoet water hebben zulke teedere omhulsels, dat zij niet gemakkelijk overblijfselen achterlaten. Het is zeer wel mogelijk, dat de sedimentgesteenten van de zee, die de polypen bevatten, nog op den bodem van de zee rusten en nog niet zijn opgeheven, en dat omwentelingen, die de aarde wellicht eerst na duizenden jaren zal ondergaan, deze eerst te voorschijn zullen brengen. Overigens ontbreken de polypen volstrekt niet, maar zij zijn niet zoo menigvuldig als in de oudere lagen, waarin de zeevormingen de overhand hebben.

Eenige van de schoonste willen wij hier vermelden; zij behooren tot de

grofkalk, derhalve tot de onderste tertiaire lagen, en worden overal aangetroffen, waar deze vorming in grootere uitgestrektheid voorkomt, het zijn de Turbinolia en de Eupsammia, van welke de eerste wellicht tot het vermoeden geleid heeft, dat er in de lagen van de derde hoofdformatie Crinoïdeeën (zeeleliën) voorkomen, want oppervlakkig beschouwd hebben deze polypenstokken eene niet geringe overeenkomst met de Crinoïdeeën, doch zij staan nooit op een steel, die voor de laatstgenoemden bepaald karakteristiek is, en bezitten ook volstrekt niet die gevaarlijke bewegelijke vangarmen, maar zijn, voor zoo verre men uit hunne steenachtige massa kan opmaken, niets anders, dan bijzonder fraai gevormde polypen of koralenstokken, in wier tallooze holten de kleine diertjes zaten, die in zekeren zin slechts de bewegelijke, buitenste deelen zijn van de geheele volkplanting, die te zamen genomen een enkel dier uitmaakt.

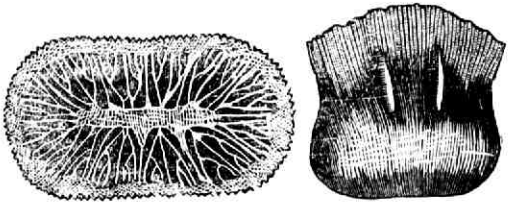


Turbinolia.

Bewonderenswaardig is de regelmatigheid, waarmede de leden, die te zamen genomen er bijna als een ineengevouwen regenscherm uitzien, zijn aaneengevoegd.

Een andere bewonderenswaardige vorm is die van de Eupsammia, die omgekeerd van onderen gezien, waar zij aan den bodem gehecht is, er als een klein ei uitziet, maar naar boven een bekervormige holte bezit, die met het ei in grootte overeenkomt en waarin de vertakte tusschenschotten zijn te zien, die in het lichaam van het dier voorkomen.

Wat de straks medegedeelde meening wellicht bevestigt, is, dat ook andere zeedieren slechts zeldzaam worden aangetroffen. De vreemde dierbloemen, de Crinoïdeeën ontbreken geheel, evenals de sponsen. Van de Crinoïdeeën vindt men er slechts eenige, zoowel in deze



Eupsammia

als in de allerlaatste omwentelingsperiode van de aarde. De schrijver zelf heeft

er in groote kabinetten, waarbij de plaatsen, waar zij gevonden waren, opgegeven waren, gezien, die tot de periode der rolsteenen (erratische of zwerfblokken) behoorden, welke op de tertiaire volgt; maar deze rolsteenen behooren zelf tot *oudere* perioden, hun *vorm* als rolsteen is *nieuw*, hun *oorsprong* zeer *oud*. Niemand, die granietblokken in het zand der Landes in het zuiden van Frankrijk of in Noord-Duitschland vindt, zal meenen dat dit graniet tot de jongste formatie behoort, en evenals men nu stukken graniet van allerlei grootte vindt, vindt men ook kalk- en andere rolsteenen en daarin ontdekt de opmerkzame onderzoeker niet zelden versteeningen, fraai bewaard gebleven, uit alle mogelijke tijdperken van de vorming der aarde. Zij zijn met de stroomen van de bergen naar beneden gerold of door ijsschollen uit nog veel verder afgelegene streken medegebracht.

Veel talrijker zijn in dit derde hoofdtijdperk de horens en schelpen vertegenwoordigd. Behalve dat het aantal exemplaren talloos is, zijn er van *verschillende soorten* meer dan 4000 ontdekt, verzameld, afgebeeld en beschreven. De meeste, ja meer dan vier vijfde gedeelte er van, komen niet alleen in de vóórwereld, maar ook in dezen tijd levend voor. Men treft ze ook nu nog levend in verscheiden zeeën aan, en het geringe aantal, dat nu niet meer voorkomt is uitsluitend aan deze tertiaire formatie eigen, en komt niet in vroegere tijdperken voor; slechts vijf er van vindt men ook nog in de bovenste lagen van de secundaire formatie, in het krijt.



Cerithium.

Ook die weekdieren, waarover wij reeds vroeger spraken, de sepia's en de belemnieten, met een plat, in een punt uitloopend rugschild komen in de derde formatie niet meer voor, evenals zij ook in onzen tijd ontbreken. Een overgang tot den nu levenden inktvisch met zijn licht rugschild zonder eenig hoornachtig uitwas, vormen de soorten Beloptera en Belosepia wier lang en smal rugschild in plaats van den sterken en grooten kegel van de belemnieten een krommen, korten snavel bezit.

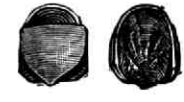
Voor zoo verre de conchyliën, die men in tertiaire lagen gevonden heeft, nog tot onzen tijd behooren, bewijzen zij, dat het klimaat van de streek waarin zij voorkwamen, zachter is geweest dan dat van de plaats, waar zij nu gevonden worden. Onze lezers zullen vragen, hoe het mogelijk is zulk een bewering te bewijzen; eenvoudig hierdoor, dat deze schepselen altijd slechts in zuidelijke landen of zeeën worden aangetroffen. Van de versteende schelpen of slakken, die men b. v. in Noord-Duitschland vindt, leven de gelijken wel in de Middellandsche zee, maar niet (of slechts met zeer weinige uitzonderingen — Burmeister) in de Oostzee en de Noordzee.

Ontzaglijke zoetwatervormingen vindt men op zeer vele plaatsen met een groot aantal conchyliën. Het gemakkelijkst waar te nemen (voor Duitschers) is dit in het mengsel van klei, kalk en zand, met vele blaadjes glimmer, dat tusschen Bazel en Bonn in het Rijndal voorkomt. Ook bij de hier gevonden organische overblijfselen bemerkt men, dat verreweg de meeste soorten nog leven, en wel evengoed daar, waar het materiaal is afgezet, als daar, waar het door den Rijn is opgenomen, in het naburige Zwitserland.

Hoe verder men afdaalt in de tertiaire lagen, des te zeldzamer komen de versteende dieren met de nog levende overeen, de overeenkomst van onzen tijd met het verledene is derhalve des te grooter, naarmate dat verleden meer aan den tegenwoordigen tijd grenst.

Tot de horens, die het meest voorkomen, behooren de Cerithium-soorten, waarvan er eene hiervoor is afgebeeld. Het geslacht zelf telt met de thans nog levende meer dan 300 soorten, en komt in de nieuwere lagen van het tertiaire tijdperk in zulk eene ontzaglijke hoeveelheid voor, dat vele bouwsteenen uit de grofkalk verkregen, alleen uit de schalen van deze Cerithiën schijnen te bestaan.

Wat men thans in conchyliënkabinetten slechts als eene zeldzaamheid vindt, het teere en brooze huisje der Hylaea, dat treft men in de kalk van de tertiaire formatie menigvuldig aan. Het sierlijke diertje, of liever zijn huisje, heeft eene in het oog loopende overeenkomst met de kleine wijwaterbakjes, die men in Roomsch-Katholieke landen in elke huishouding vindt. *a* is de Hylaea orbignyana (zie de afbeelding hiernevens) van voren gezien, *b* vertoont haar van de achterzijde. Men zou meenen, dat men even onder den bovenrand slechts een gaatje zou behoeven te boren, om het kleine napje aan een spijker te kunnen ophangen; *b* is eene bijna geheel vlakke schaal, de kleine ronde helft van *a* is eene sterkgewelfde schaal, die het napje vormt en waarin het kleine teedere dier, dat tot de vleugelpootigen behoorde, zich geheel kon terugtrekken.

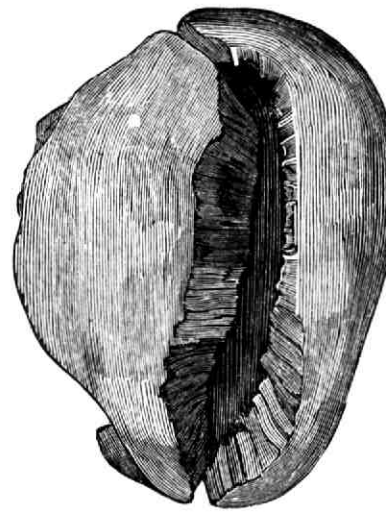


Hylaea orbignyana.

Tot de schoonste, thans nog levende behooren de porceleinhorens (slangenkoppen, zooals men die, klein en wit, vroeger tot versiering van paardentuig gebruikte, en die men thans nog in geheel Achter-Indië als gangbare pasmunt bezigt, of eindelijk ter versiering van snuifdoozen doet strekken b. v. Cypraea tigris, C. caurica, C. moneta). In de archieven van de voorwereld vindt men deze in groot aantal (behalve de Kauris of Indische munthorens, die in het geheel niet fossiel worden aangetroffen); maar hun schoonste versiersel, het glazuur, dat daardoor ontstaat, dat de binnenste paarlemoerachtige zelfstandigheid naar buiten is omgeslagen en den geheelen horen omgeeft, kan in houtsnede niet worden weêrgegeven. De nevensstaande figuur stelt er echter eene voor, die den vorm voldoende doet uitkomen. Het is de Cypraecassis rufa, die nog levend in den Stillen Oceaan voorkomt en

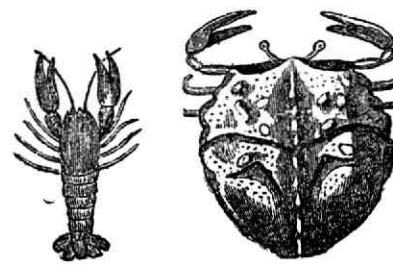
zeer dikwijls in de lagen van de tertiaire formatie fossiel wordt aangetroffen.

Onder de gelede dieren spelen de kreeften in de tertiaire formatie eene belangrijke en gewichtige rol. Ook hier zien wij het verledene in het tegenwoor-



Porceleinhoorn.

dige overgaan. Zoowel rankpootigen, de Cirripedia, die als zij volwassen zijn, vastzitten (die Burmeister uit de rij der Molusken afzonderde en die hij bewees bij de kreeften te moeten rangschikken) als zeekreeften en krabben, vinden wij gedeeltelijk wegens hunne schaal zeer goed bewaard gebleven, in de tertiaire lagen, zoowel als nu nog levend overal verspreid. Vooral komt de sprinkhaankreeft van de Middellandsche zee zeer algemeen voor in vele der nieuwere (tertiaire) formatiën, alsmede de eigenlijke krab, die zich door zijne



Sprinkhaankreeft. Krab.

platte, ronde gedaante onderscheidt, en bij welke het hoofdorgaan voor de beweging, de staart, die machtige roeispaan, geheel op den achtergrond is getreden.

Ook hier neemt men zeer duidelijk waar, dat het hooger ontwikkelde vormen zijn, die nu voorkomen. Welk een onderscheid toch is er tusschen de de oudste kreeftachtige dieren, de Trilobieten, en de hier afgebeelde, die zoo volkomen met de thans levende overeenkomen, dat het zeer moeielijk, dikwijls onmogelijk wordt, specifieke verschillen te vinden, in welke gevallen men de versteende soorten voor dezelfde als de levende moet verklaren.

Van de kreeften tot de insecten is slechts eene geringe schrede. De kreeften zelve rekende men vroeger tot de insecten, waarmede zij in uitwendigen vorm, doordat het lichaam bij beide geleed is, overeenkomen. De pissebedden die zich, zooals de Trilobieten dit ook konden, tot een bal kunnen ineenrollen en waarvan sommige tot de land-, andere tot de waterbewoners behooren, rekent men ook tot de kreeften, maar zij vormen a. h. w. het overgangslid tot de insecten.

Van deze dieren — pissebedden, Oniscus — vindt men de best bewaarde exemplaren in den barnsteen b. v. Oniscus convexus. Dit fossiele hars is in het algemeen voor de kennis van de insecten der voorwereld van onschatbare waarde. Als vloeibare, eenigszins taaie balsem kwam het uit den boom, die het voortbracht; een insect, dat slechts met een poot of de punt van een vleugel een droppel daarvan aanraakte, was gevangen, want elke poging om zich te bevrijden, kon natuurlijk slechts bewerken, dat het zich nog meer vastwikkelde. Het later uitvloeiende hars omhulde het gevangene dier spoedig geheel, en door zijne eigenschap, zelf niet in bederf over te gaan, zooals alle harsen, beschutte het ook de teederste en weekste dieren voor bederf, zooals wij die zelfs in vele honderden soorten, volkomen goed er in bewaard vinden. Het talrijkst zijn de insecten der voorwereld overigens nog in de zoetwatersedimenten bewaard; waar kleine binnenzeeën allengs uitdroogden, vindt men in het verharde slib, in den zoetwatermergel (in geval het water rijk aan kalk was), eene menigte verschillende, vooral waterinsecten, kevers en ongevleugelde dieren.

Bij al deze dieren is, evenals in de andere afdeelingen van de dierenwereld, een vooruitgang onmiskenbaar. Deze blijkt ook hieruit, dat de metamorphose veel sterker is dan in vroegere lagen.

Om algemeen verstaan te worden, moeten wij dit woord verklaren: *metamorphose* beteekent niets anders dan verandering in vorm. Op insecten wordt het in dien zin toegepast, dat men daarmede de verandering van gedaante (gedaanteverwisseling) aanduidt, welke zij bij hun leven ondergaan. De insecten beginnen hun leven als ei, worden made, larve of rups, daarna pop en eindelijk volkomen insect, dat eieren legt, die rupsen worden, enz.

De gedaanteverwisseling van de insecten is het toppunt hunner physische

ontwikkeling. Wij zien, dat die insecten de volkomenste zijn, welke *al* deze trappen doorloopen, en dat de zoodanige, bij welke een van deze ontbreekt minder ontwikkeld zijn dan die, waarbij zij alle voorkomen. Zoo zijn er b. v. vele vliegen, waarbij slechts drie gedaanteverwisselingen waargenomen kunnen worden, daar de moeder geene eieren, maar met overspringing van den eersten trap terstond levende maden legt, terwijl andere wel een larvetoestand doorloopen, die echter zeer onvolkomen is, doordat de larven of maden bijna geen kop of geene pooten bezitten.

Gaan wij nu met deze wetenschap toegerust, de geschiedenis der voorwereld bestudeeren, dan vinden wij dat de verhouding van het aantal insecten met eene volledige gedaanteverwisseling tot dat zonder volledige geheel anders is dan tegenwoordig. Van onze nu levende insecten doorloopen negen tiende deel eene volledige metamorphose; hoe verder wij afdalen, des te geringer wordt het aantal van deze.

Het totaal aantal insecten is zeer groot; dat aantal bedraagt vier vijfde deel van de geheele dierenwereld; van deze hebben die met eene onvolledige gedaanteverwisseling geen poptoestand, d. i. er is geen toestand van rust, van niet gebruiken van voedsel, terwijl in onderscheiding daarvan de insecten met volkomen gedaanteverwisseling een rustenden poptoestand bezitten.

Merkwaardig is het nu, zegt Oswald Heer in zijne belangwekkende beschrijvingen van de insectenfauna der voorwereld, dat evenals bij de planten, die zonder ware bloemen, zoo bij de insecten, die zonder volkomen gedaanteverwisseling het eerst op onze aarde optreden. De bosschen der oudste tijden bestonden uit boomvarens, wolfsklauwen en reusachtige paardestaarten en daarin leefden uitsluitend insecten als sprinkhanen, krekels en kakkerlakken (behoorende tot de orde der rechtvleugeligen). Nog tegenwaardig leven op onze varens en onze mosachtige Lycopodieën en Equiseten niet of zeer weinig insecten. In de jongere formaties komen daarbij eenige kevers, vliegen en mieren, maar de insecten, die op bloemen leven, de bijen en de vlinders schijnen toen ook nog niet bestaan te hebben. De insecten met onvolkomen gedaanteverwisseling zijn dus het eerst aanwezig geweest en wel reeds in den steenkolentijd, daarna volgen eenige kevers, mieren en vliegen (een klein aantal soorten) en eerst in het tijdperk voor den zondvloed schijnt met de loofdragende boomen, die ware bloemen hebben en met de bloemdragende kruiden ook de insectenwereld de hoog ontwikkelde vormen vertoond te hebben. Terwijl wij uit de vroegere perioden slechts 126 soorten kennen, zijn alleen van twee vindplaatsen, n. l. uit de leigroeven van Oeningen in Baden en uit het Croatische vlek Radoboj 423 soorten bekend geworden. De gesteenten, waarin deze bewaard zijn gebleven, behooren tot de tertiaire periode en men vindt er alle insectenorden van den tegenwoordigen tijd in vertegenwoordigd, maar toch nog in een geringer aantal dan nu, hetgeen hierop wijst dat de tertiaire formatie nog altijd eenen lageren trap van ontwikkeling vertoont dan de diluviale.

Hier valt nu eerst recht in het oog, dat deze geheele klasse van dieren werkelijk in volmaking toeneemt, want het aantal insecten *met* volkomen gedaanteverwisseling bedraagt in het oog loopend veel meer dan in vroegere perioden; er zijn reeds twee derde-gedeelte van de nu levende; maar tevens blijkt, dat de tegenwoordige tijd in dit opzicht nog meer volkomen is, want nu zijn er negen tiende-gedeelte van zulke insecten en slechts een tiende mist eene volkomen metamorphose.

Onder de insecten van de tertiaire formatie zijn de termieten of witte mieren, die in ons klimaat niet meer leven, maar in de heete luchtstreken te huis behooren, vooral sterk vertegenwoordigd; verder Cicaden, Libellen of Juffertjes, sprinkhanen, vliegen, bijen, sluipwespen, kevers, en van de mieren alleen in de Kroatische leilagen meer soorten (66) dan thans in geheel Europa te vinden zijn (namelijk slechts 40). Over het geheel wijst overigens ook de insectenwereld, evenals de overige dierlijke bevolking, op een warmer klimaat,



Libellula.

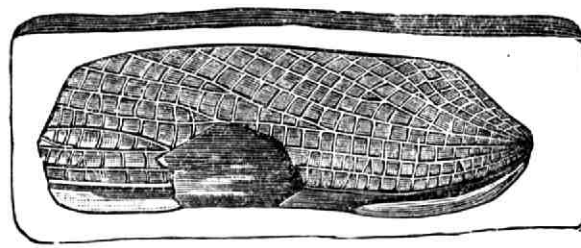
want bijna alle versteend gevonden insecten komen overeen met Oost-Indische of Zuid-Amerikaansche soorten, welke men daar in heete, moerassige streken vindt.

Een beroemde vindplaats van insecten is Solenhofen. In de hierbovenstaande afbeelding zien wij een zeer teer voorwerp, namelijk het lichaam en de fijn geaderde vleugels van een juffertje (een vleugel ontbreekt) uit den lithographischen steen van die plaats. Zes verschillende soorten van dit geslacht heeft men daar gevonden.

De volgende teekening stelt het dekschild van een insect voor, dat bij

Stonesfield dicht bij Oxford in de oöliet (secundaire) formatie gevonden is. Het zeldzaam schoon bewaard gebleven stuk vertoont duidelijk het aderverloop van den vleugel en men meent, dat hij heeft toebehoord aan een Buprestis, een kevergeslacht dat door zijn metaalglans bekend is.

In dezelfde streek zijn nog vele andere interessante ontdekkingen gedaan, zoo heeft men verschillende soorten schorpioenen (niet alleen verschillende exemplaren, maar geheel van elkaar afwijkende soorten van dezelfde familie), verder eenige snuitkevers (Curculio) gevonden; verder behooren tot de daar voorkomende voorwereldlijke insecten ook zeer teere dieren, zooals de gaasvliegen (Corydalis) of verwanten daarvan. Vaak zijn de gevonden exemplaren echter niet volledig genoeg bewaard, om volkomen zeker te zijn van de soort, waartoe zij behooren.



Versteende insectenvleugel.

Zulke vondsten staan echter niet op zich zelf; niet alleen op de genoemde plaatsen, ook op andere b. v. in de buurt van Halle heeft men wat gevonden. In de kool van Wettin bij Halle vindt men vaak kakkerlakken, die waarschijnlijk, omdat de dekschilden zoo stevig zijn, beter bewaard zijn gebleven dan andere teerdere dieren. Ook vleugels van den krekel zijn aangetroffen. Milliarden van zulke insecten zijn waarschijnlijk in de kool over het hoofd gezien, ten deele omdat zij zoo klein zijn en anderdeels omdat de kool zwart van kleur is. Het spreekt toch van zelf, dat zij in licht gekleurde gesteenten, die eene leiachtige structuur hebben, meer in 't oog vallen.

Ook in de ijzerbeddingen van Saarbrücken bij Trier is men opmerkzaam geworden op de voorwereldlijke schatten, welke daarin voorkomen en heeft men 12 verschillende soorten gevonden, n.l. kakkerlakken, verschillende netvleugeligen, termieten, een soort sprinkhaan en een Scarabaeus of loopkever.

Merkwaardig is vooral, dat de vele plantenoverblijfselen, welke daar voorkomen, alle tot de varens behooren, waarop zooals bekend is, weinig insecten leven; zij lokken de snoepers niet, omdat zij geen ware bloemen hebben.

Men moet zich echter niet alle insecten zoo idyllisch voorstellen als de vlinders, die alleen van den nectar uit de bloemkelken leven, de hier beschre-

ven en bij Trier gevonden insecten zijn zeer vraatzuchtig en houden zich weinig bij de bloemen op; zij verteren even goed hout, stroo, vruchten als vleesch, huiden en verrotte dierlijke stoffen. De grootere insecten uit dien tijd speelden toen waarschijnlijk de rol van doodgravers, zij vervoerden de lijken en begroeven deze in hunne magen, een rol, die de termieten nu nog op zich nemen, waardoor zij voor de bewoners van Zuid-Amerika in het geheel geene onwelkome gasten zijn.

De schoonste berichten omtrent de insectenwereld van den voortijd hebben wij echter aan het barnsteen te danken. Dit heeft ons de geheele insectenfauna van den diluvialen tijd bewaard. Een vlijtig verzamelaar, Dr. Berendt, arts te Dantzig, heeft in zijn werk: «De in het barnsteen aanwezige organische overblijfselen der voorwereld» een groot aantal soorten opgenoemd en nauwkeurig beschreven. Het materiaal, waarin zich die overblijfselen bevinden, was eerst een vloeibare balsem, die later verhardde en geen andere stof is zoo geschikt om de teere deelen der insecten zoo goed te bewaren; daarbij komt, dat zij zelve de rotting tegengaat, evenals alle plantenharsen. Er is niets zoo teer, of het barnsteen kan het duizenden van jaren onveranderd bewaren. De kleine insecten zweven er vaak in met uitgespreide vleugels, als waren zij juist aan het vliegen; men vindt muggen, die bezig zijn te paren, zelfs spinnewebben met gevangen insecten er in; aan sommige der draden zaten dauwdroppels, die door het vloeibare hars omgeven en zoo bewaard gebleven zijn.

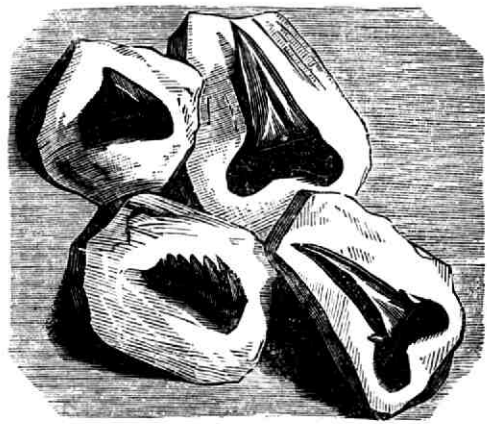
Men heeft wel beweerd, dat de gevangen dieren het in hunne gevangenis zeer aangenaam vonden, omdat men vaak parende insecten aantrof. Toch is de waarheid dier onderstelling aan gegronden twijfel onderhevig, omdat het dieren betreft, die in de lucht leven en die onmogelijk, als zij door een zware en taaie vloeistof, zooals hars is, omgeven waren, zich wel bevonden hebben, zij moeten integendeel snel gestorven zijn; ieder insect, al was het ook alleen met de uiterste punten der teenen in den balsem bevestigd, werkte zich in zijne pogingen, om zich te bevrijden steeds dieper naar binnen, tot het geheel in het hars zat of door het navloeiend boomsap omsloten werd. Op het oogenblik van het sterven liet het nog vaak zijne uitwerpselen vallen, welke men dan ook meermalen met de insecten in het barnsteen vindt ingesloten; alles is even goed bewaard gebleven, alsof de omhulling uit glas bestond; men heeft zelfs een stuk barnsteen, waarin een insect gesloten was, geslepen, zoodat men dit als door een vergrootglas kon beschouwen. Er bestaat ook veel dof, ondoorzichtig barnsteen (dit wordt zelfs in den handel het meest gezocht) en daarin kan men de ingesloten dieren niet waarnemen. Ook is het wel gebeurd, dat de insecten door den regen bevochtigd, ingesloten werden en dan is ook dat water òf in kogeltjes òf na de bedekking in damp veranderd in duizend kleine blaasjes om het voorwerp mede opgenomen. Men houdt dit gewoonlijk voor schimmel en werkelijk gelijkt het daarop wel wat. Echte schimmel komt

ook voor; als namelijk het insect reeds in rottenden toestand verkeerde, toen het hars het insloot, werd ook de schimmel opgenomen en dan is deze onder het microscoop te herkennen.

Als nieuwe, in vroegere formatiën niet voorkomende vormen treden in de tertiaire gesteenten de bijen en vlinders op, echter slechts in een gering aantal vormen. Het schijnt alsof de aardbodem toen nog niet het groot aantal honigbevattende bloemen droeg, hetwelk deze insecten noodig hebben, om te leven. Wel hebben de vlinders tijdens hun korte leven weinig voedsel noodig, maar zij gebruiken dan ook alleen honig uit de bloemen.

Het zal wel niemand bevreemden, dat ook gewervelde dieren en daaronder visschen zeer menigvuldig in de tertiaire lagen voorkomen; de bevolking van de aarde, vooral die van de zee, had overal een veel hoogeren trap van ontwikkeling bereikt; ook hier valt de verwantschap met die van den tegenwoordigen tijd sterk in het oog. Het best zijn die bewaard gebleven, welke met sterke hoorn- of beenschubben bedekt waren, zooals onze steuren, maar zij zijn toch niet die, welke het meest voorkomen; men vindt veel vaker gewone visschen met een beenig skelet en platte of vlakke schubben; alleen de haai treedt nog op den voorgrond; van dit vraatzuchtig ondier zijn de overblijfselen, vooral de snijdende, scherpe tanden, in ongelooflijk aantal aanwezig. Hun bestaan in zulk een groot aantal zal wel noodzakelijk geweest zijn, daar het buitengewone voortplantingsvermogen van de visschen ten laatste hun eigen element zou verdrongen hebben, wanneer er niet een dier geweest ware, dat aan hunne uitbreiding paal en perk stelde.

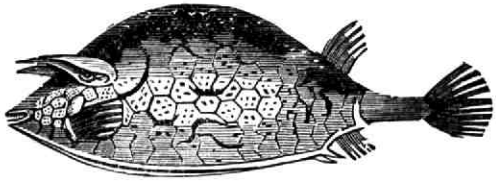
De tanden van deze dieren zijn, zooals uit onderstaande afbeelding blijkt,



Tanden van haaien en roggen.

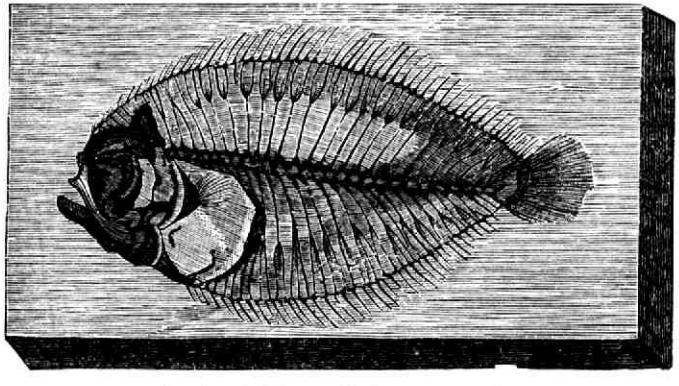
buitengewoon slank en scherp, zeer eigenaardig van vorm en geschikt om met het grootste gemak in den buit te dringen. Zij hebben bijna alle eene dubbele

snede, zijn gekromd en even hard als diamant. Daar men geene eigenlijke wortels er aan vond, meende men, dat het versteende tongen van vogels of slangen waren. De eerste hebben inderdaad eenige overeenkomst in vorm met deze tanden; maar evenmin als er versteende hersenen zijn, evenmin vindt men versteend vleesch. De vergelijkende ontleedkunde gaf ons eindelijk het juiste inzicht: de haai en de rog hebben tanden, die niet in het been van de kaak, maar in het vleesch van het verhemelte zitten; hierom zijn de wortels niet spits, maar breed; hierom zijn zij ook niet afgebroken, maar, uit het rottende vleesch losgeraakt, gaaf en goed bewaard gebleven.



Ostracion quadricornis.

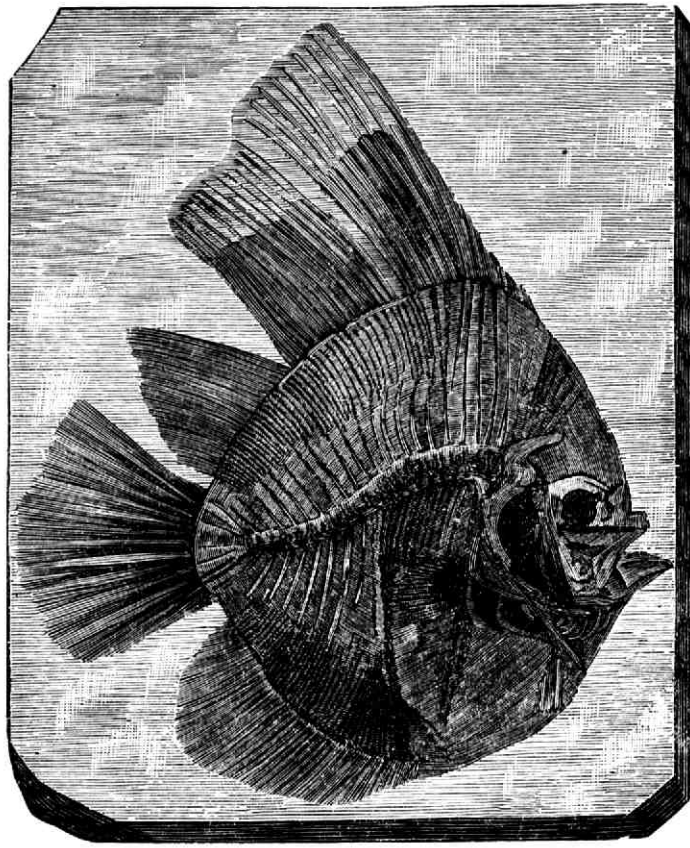
Tegelijk met deze tanden vindt men ook dikwijls het geheele gebit van den rog. Dit onderscheidt zich van dat van den haai, doordien bij dezen de tanden in verscheidene rijen achter elkander in het *tandvleesch*, maar bij de



Rhombus minimus. Uit den Monte Bolca.

roggen in *hoornplaten* gevat zijn, die de kaken bekleeden. Deze merkwaardige dieren, met hunnen eigenaardigen, platten lichaamsvorm, waardoor zij ondanks hunne grootte en zwaarte ook in water, dat nauwelijks een voet diep is, kunnen zwemmen, — in de nabijheid van den aequator heeft men schrikke-

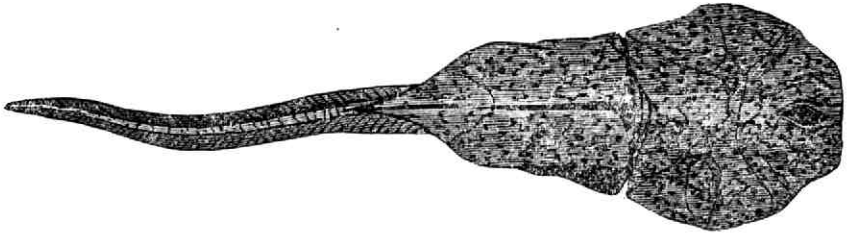
lijk groote, tot 20 centenaars zware roggen gezien, welke door de matrozen zeeduivels genoemd worden — gevaarlijk door den vreeselijken, met ontelbare kleine weerhaakjes bezetten stekel (waaraan men wel giftige eigenschappen toeschrijft, die hij echter niet bezit, wel is de verwonding zeer pijnlijk), die zich aan het einde van den soms een paar meters langen staart bevindt; ja zelfs de electrische of sidderrog ontbrak niet, en men heeft dezen, kenbaar aan de vinnen, welke zijn lichaam geheel omgeven (wat bij geen der andere het geval is), niet ver van Verona, in den om zijne versteeningen beroemden Bolcaberg (Monte Bolca) van eene grootte gevonden, welke die van den thans in de Middellandsche zee levenden rog verre overtreft.



Platax altissimus. Uit den Monte Bolca.

De grofkalk] van genoemden berg leverde bijna 200 soorten van de meest verschillende geslachten van visschen op. Die soorten, zijn zoover wij kunnen nagaan, uitgestorven, — mogelijk is het ook dat nog enkele er van leven,

want met zekerheid kan men dit niet beweren, daar wij zonder twijfel nog lang niet alle levende visschen kennen — de geslachten zijn echter bijna alle nog door tegenwoordig levende, analoge soorten vertegenwoordigd. Deze behooren bijna alle in de zuidelijker gelegene zeeën te huis, zooals de op blz. 253 afgebeelde Ostracion quadricornis, de vierhoornige koffervisch, waarvan

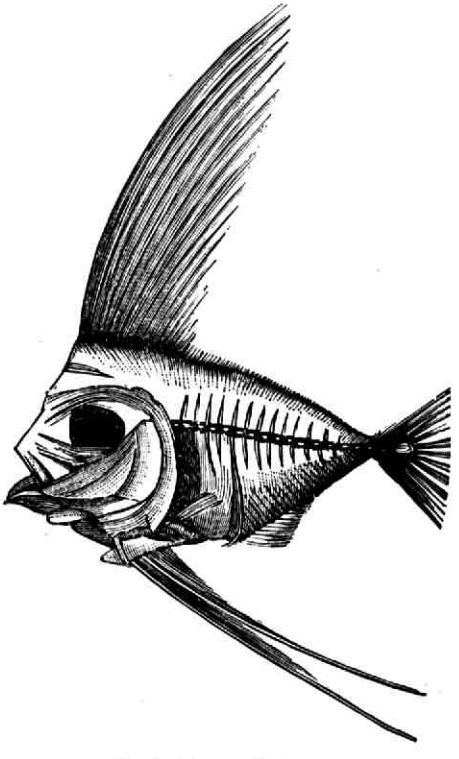


Coccosteus cuspidatus.

eene verwante soort in de versteeningen van den Monte Bolca voorkomt, of de Coccosteus cuspidatus. De eerste onderscheidt zich door den



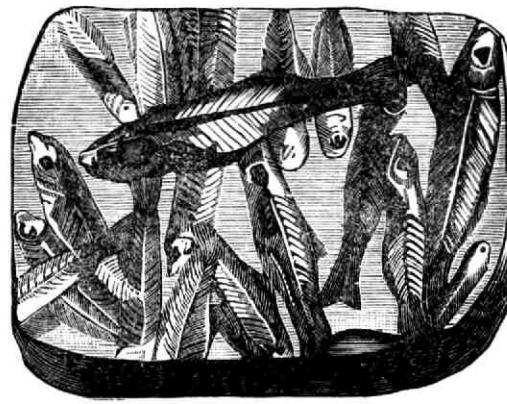
Aulostoma bolcense.



Semiophorus velicans.

zonderlingen vorm van zijne oogen, die in wezenlijke horens zitten. De andere visch behoort tot de Ganoïden, is met breede platen in plaats van met schubben bedekt en heeft geene vinnen; zijn bewegingsorgaan is enkel zijn staart. Zooals de voorgaande afbeelding duidelijk aantoont, heeft hij de grootste overeenkomst met de *kwabaal*, maar is niet zooals deze rond, doch plat.

De andere hier voorgaande figuren vertoonen eenige visschen van den Monte Bolca, welke ook weer op de tropische eigenschappen harer vindplaats wijzen.



Lebias cephalotes.

Als plaats, waar versteende visschen gevonden worden, is vooral Aix in Provence merkwaardig. Daar komt eene zeer kleine soort van karper veelvuldig voor, Lebias cephalotes, die nog heden in de zoete wateren van Provence te vinden is. Deze vischjes onderscheiden zich van de karpers uit onze wateren daardoor, dat de kaken met tanden bezet zijn, trouwens er leven ook nu in zuidelijker streken nog karpers met tanden; zij zijn nauwelijks 3 centimeter lang en zijn in zulk een groot aantal aanwezig, dat op een stuk leisteen, ter grootte van eene hand, dikwijls meer dan honderd er van duidelijk zichtbaar zijn.

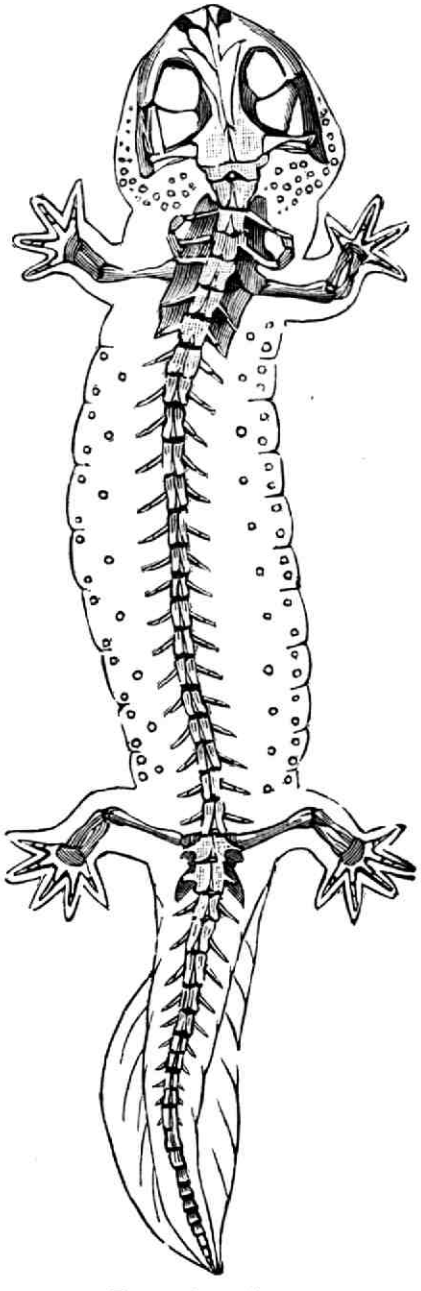


Homo diluvii testis.

In de vroegere lagen waren de Amphibiën en Reptiliën de hoogst ontwikkelde gewervelde dieren; dit is in de tertiaire formatie het geval niet meer. In de vroegere perioden waren zij de krachtigste, grootste dieren; ook kwamen zij in het grootste aantal voor, ook dit is in de tertiaire formatie niet meer zoo: zij treden hier op den achtergrond. Men vindt in het geheel onge-

veer 50 soorten, waaronder 16 schildpadden zijn; daarbij komen acht krokodilachtige hagedissen, even zoovele kikvorschen, zes andere naakte amphibiën, salamanders, en eindelijk nog acht slangen.

Een dier van deze soort heeft aanleiding gegeven tot de reeds vroeger vermelde zonderlinge verwisseling van het geraamte van een salamander met dat van een mensch. Wij zullen hier reeds dadelijk zeggen, wat eigenlijk het slot van dit hoofdstuk moest uitmaken: dat tot voor korten tijd het bestaan van versteende menschen volstrekt niet bewezen was, maar integendeel door de wetenschap algemeen bestreden werd. Daar trad de geleerde Zwitser Scheuchzer, in het begin der vorige eeuw, met de ontdekking van zijnen Homo diluvii testis, zijn getuige van den zondvloed, op. Te Oeningen aan den Rijn was een versteend mensch gevonden: hoofd, wervelkolom, armen en beenen waren zooals de toenmalige natuuronderzoekers meenden, onmiskenbaar die van een mensch, en de vinder zelf, overigens een uitstekend geneeskundige en natuurvorscher, zegt hierover in zijn «koperbijbel, waarin de Physica sacra of de geheiligde natuurwetenschap van de in de Heilige Schrift voorkomende natuurlijke zaken duidelijk verklaard worden door J. F. Scheuchzer, Ulm 1731»: «Een zeer zeldzaam gedenkteeken van het vervloekte menschengeslacht van de eerste wereld. De afbeelding doet den omtrek zien van het voorhoofdsbeen, de oogholten, het gat dat aan de groote zenuwen van het vijfde paar den doorgang verleent. Overblijfselen van de hersenen, van het jukbeen, iets van den neus, een

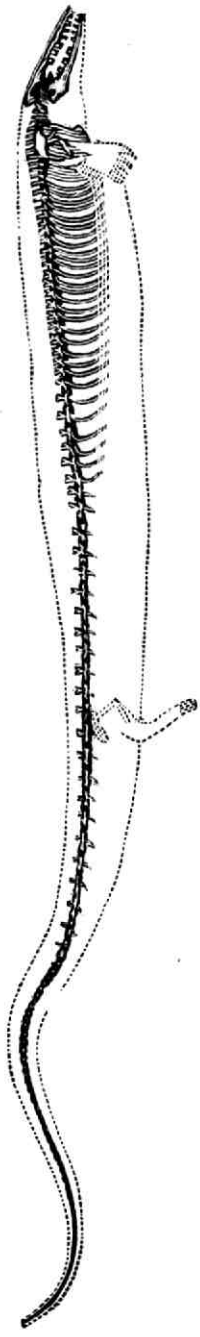


Reuzensalamander.

tamelijk groot stuk van de kauwspier, verder 16 ruggewervels, aanduidingen van de lever.

Betrübtes Beingerüst von einem alten Sünder,
Erweiche, Stein, das Herz der neuen Bosheits-
(kinder!»

Maar ofschoon deze man van de voorwereld, deze praeadamiet, langen tijd zich zeer deed gelden, hoewel zijn bestaan als versteend overblijfsel van een mensch werd gesteund door het vinden van werkelijk versteende menschen aan het zeestrand van het eiland Guadeloupe, bleek het toch, dat hij in schijn een mensch was geweest. De versteeningen op het eiland Guadeloupe bleken *incrustaties* te zijn. De lijken waren afkomstig van eene begraafplaats, die sints de verovering der West-Indische eilanden was aangelegd en waren bedekt met kalk, afkomstig uit het zeewater, dat die begraafplaats voortdurend bespoelde en hierdoor zijne minerale bestanddeelen door eene tamelijk dikke laag aarde heen en tot op de lijken liet doordringen. De vergelijkende ontleedkunde leerde ook dat de gevonden *stukken* van den Homo diluvii testis (kop, wervelkolom en aanhechtingen van ledematen) aan een reuzensalamander behoorden, van welken men eindelijk ook geheele skeletten van $1—1^1/_2$ meter lengte vond, zoowel in de leigroeven aan den Rijn als ook in Japan. In de figuur op de vorige bladz. is zulk een volledig skelet afgebeeld met aanwijzing van den lichaamsvorm. Beschouwt men deze afbeelding, dan kan men inderdaad niet begrijpen, hoe men het dier voor een mensch kon houden; doch stelt men zich voor, dat men slechts een gedeelte had, dat een derde gedeelte van het dier, van de achterste ledematen af ontbrak, dat de armen geschonden, maar dat de vingers tamelijk goed bewaard gebleven waren, dan kan men inderdaad — althans iemand die met phantasie begaafd is, *die gaarne vinden zou*, wat hij zocht, — een zekere overeenkomst met het menschelijk skelet niet loochenen, ofschoon die dan nog zeer gering is.



Zeuglodon macrospondylus.

Een schepsel, dat wat den vorm betreft, eenige overeenkomst met hagedissen en salamanders heeft, schijnt ook nog tot deze periode te behooren, ofschoon anderen het als Hydrarchos, als reuzenhagedis, naar de secundaire formatie verwijzen; het is het reeds vroeger onder den zoo-

even genoemden naam besproken dier, dat volgens de jongste onderzoekingen echter niet tot de krokodilachtige dieren behoort, maar tot de walvischachtigen, dus tot de zoogdieren moet gerekend worden en den naam Zeuglodon ontvangen heeft. Overblijfselen van dit dier vond A. Koch twintig kilometer ten Noorden van Mobile aan den mond der Tombekbee in de Alabamarivier. Hij maakte aan dat geraamte volledig (of bedierf), wat hem gebrekkig of niet groot genoeg voorkwam, door rug- en staartwervels van gips in te voegen en gaf het op die wijze een lengte van 37 meter. Hij liet het vervolgens onder den naam Hydrarchos in Europa bewonderen, tot het eindelijk in Berlijn voor het zoötomische kabinet aangekocht, van zijne overtollige toevoegsels bevrijd, tot eene lengte van 24 meter teruggebracht werd.

De oudere tertiaire formatie van Alabama en Zuid-Carolina is het eigenlijke vaderland van deze fossiele overblijfselen van de oudste zoogdieren. Zij liggen op vele plaatsen zoo dicht aan de oppervlakte, dat men ze met de spade of de ploegschaar naar boven brengt. Men kan dus gemakkelijk opgravingen doen en kent dan ook het dier nauwkeurig genoeg. Het behoorde zonder twijfel tot de walvisschen, maar was, zooals de bijgaande figuur doet zien, veel slanker en had een veel kleineren kop dan deze en de hiermede verwante dolfijnen, want de lengte van dien kop (2 meter) bedroeg nauwelijks het twaalfde gedeelte van de lengte van dit dier, terwijl de Cetaceeën eenen kop hebben, wiens lengte een vierde tot een derde gedeelte van die van het lichaam bedraagt Het gedrocht schijnt niet zoo onschuldig geweest te zijn als onze gewone walvisch (de dolfijnen zijn het overigens ook niet), want zijne geweldige, scherp gepunte tanden verraden groote vraatzucht, de sterke uitsteeksels voor eenen sterk ontwikkelden spiertoestel aan de kaken toonen, dat het niet gewoon was kleine porties tot zich te nemen en de slanke bouw van het geheele dier, dat men volgens zijn geraamte eer voor eene kolossale slang zou houden, getuigt van eene ongewone vlugheid. Dat daarom, na het vinden en in orde brengen van het geraamte door Koch, de fabelen van de oude zeeslang weder te voorschijn kwamen en vooral door de Amerikaansche bladen verspreid werden, is bij de groote neiging van de Amerikanen tot humbug natuurlijk.

Veel menigvuldiger komen in de tertiaire formatie de dolfijnen, die met deze ondieren verwant zijn, in verschillende variëteiten voor. Geheele geraamten zijn hiervan in de turfvenen van Ierland, andere in de Appenijnen van Piacenca, in Opper Zwaben en op andere plaatsen gevonden.

De overblijfselen van vogels zijn vrij zeldzaam en men vindt ze, afgezien van de voetsporen, die reeds in de triasformatie aangetroffen worden en van den oervogel in de Juraformatie, niet verder naar beneden dan tot aan de krijtformatie en de gipslagen van den Montmartre, welke tot de tertiaire lagen behooren.

Eene eenigszins jongere laag vormt de zoetwaterkalk van Weissenau aan den

Rijn, dicht bij Mainz. Het plaatsje ligt tegen steile kalkrotsen, die den stroom begrenzen. Men groef in deze rotsen eenige kuilen om die tot bierkelders in te richten. Het uitgegravene werd in den Rijn geworpen; deze spoelde de kalk van de beenderen af en liet de laatste achter. Bij den eerstvolgenden lagen waterstand werden zij door kinderen uit het bed der rivier gehaald en zoo kwamen zij in handen van natuuronderzoekers, welke daarin vogelbeenderen herkenden. Ongelukkig is er een spoorweg door deze streek aangelegd en terwijl zij anders onderaardsche schatten ontsloot, heeft hij ze hier toegedekt en geheel weggesloten, zoodat men daar wel geene nieuwe vondsten kan verwachten.

In de jongere lagen komen enkele overblijfselen van roofvogels, zangvogels en duiven voor; dikwijls alleen de uiteinden der vleugels met de daaraan bevestigde schachten en de duidelijk zichtbare afdrukken van vederen, die echter zelve niet bewaard zijn gebleven. Het betrekkelijk menigvuldig voor-



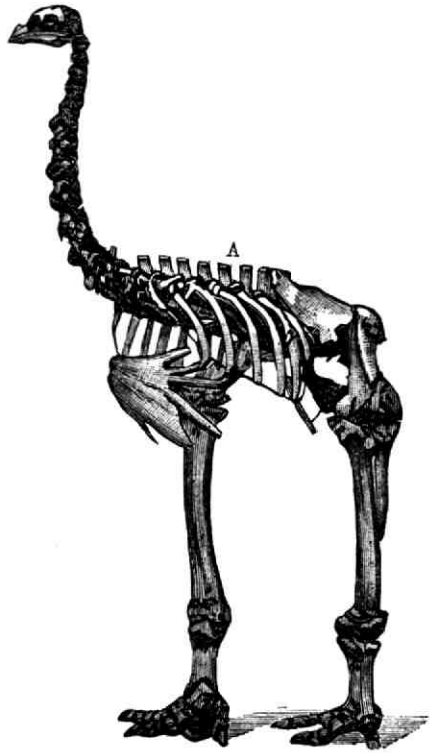
Dodo of Dronte.

komen juist van deze deelen, terwijl andere overblijfselen zoo zeldzaam zijn, heeft Buckland aanleiding gegeven tot de zeer juiste opmerking, dat het waarschijnlijk overblijfselen zijn van vogels, die door roofdieren verscheurd zijn, welke alleen deze punten van de vleugels wegens het weinige vleesch en de vele vederen, die daaraan zaten, hebben overgelaten.

Eene orde van vogels sterft uit en is gedeeltelijk reeds van het wereld-

tooneel verdwenen; de beenderen, welke men er van vindt, zijn meestal niet fossiel, maar behooren tot den jongsten tijd, wij bedoelen de groote loopvogels, die ongeschikt en te zwaar om te vliegen, door de menschen vervolgd en gedeeltelijk verdelgd zijn.

Europa heeft van deze geene vertegenwoordigers, tenzij men er de trapgans toe rekenen wil; Afrika heeft den struisvogel, die steeds zeldzamer wordt; Azië heeft den kasuaris; Zuid-Amerika den Nandu of drieteenigen struis, een groote loopvogel met drie teenen, die veel op den struisvogel gelijkt, maar slechts half zoo groot is (de afrikaansche struis heeft slechts twee teenen), waarvan in de beenderholen van Zuid-Amerika zeer dikwijls overblijfselen gevonden worden, en Australië den Emu. Nog drie andere zeer merkwaardige dieren zijn uitgestorven of sterven uit. Het eene is de Dodo (zie de afbeelding hiervoor), dien Vasco de Gama op Isle de France, ten Oosten van



Dinornis.

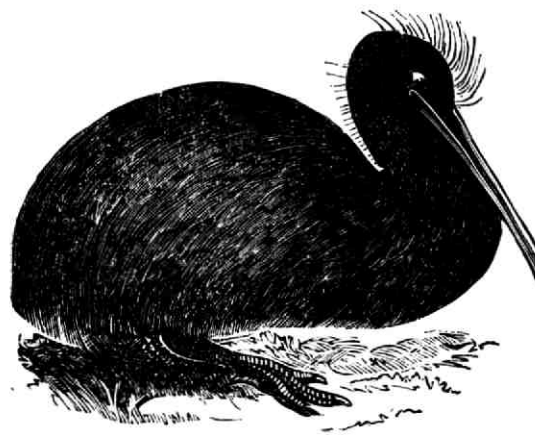
Madagaskar, vond, en die sedert dien tijd geheel van de aarde verdwenen is. Het trage dier had slechts kleine vleugels en liep niet weg voor den mensch; het liet zich, hoewel het groot en sterk en met een sterken roofdiersnavel

gewapend was, gemakkelijk vangen. Zijn vleesch was niet zoo smakelijk, dat men er daarom jacht op maakte; en toch is het dier verdwenen. Men bezit er in Engeland nog slechts een afbeelding van en den kop en de pooten van een, die opgezet is geweest, maar die door den custos van het museum te Oxford verwijderd is. Hij was, zooals de catalogi aantoonen, nog in het jaar 1755 aldaar, maar is sedert dien tijd verloren geraakt.

Waarschijnlijk reeds langer uitgestorven is de Dinornis (verschrikkelijke vogel) van Nieuw-Zeeland, een vogel van reusachtige grootte. De pijp van het onderste gedeelte van het been, die een meter lang is, wijst op een vogel, die zoo groot was als een vrij groote olifant (ofschoon niet zoo dik en zwaar), ja men beweert zelfs een vogel gevonden te hebben van vijf meter lengte. In allen gevalle zijn zijne eieren, waarvan de schalen op Nieuw-Zeeland op vele plaatsen in niet gering aantal liggen, veel grooter dan die van den struis.

De figuur op de vorige bladzijde stelt het geraamte van dien vogel voor.

Hierbij sluit zich de hoogst zeldzaam geworden en bijna uitgestorven Kiwi aan. Dit is de eenige nog levende soort van deze groote loopvogels. Hij heeft in het geheel geene vleugels, draadvormige veêren en eenen langen reigersnavel. Zulk een dier is levend naar Engeland in den zoölogischen tuin van Regent-park gebracht; doch deze vogel is zoo uiterst zeldzaam, dat hij thans reeds



Kiwi.

als uitgestorven beschouwd mag worden en dit over 100 jaren zeker zal zijn.

Daar wij dit nu onder onze oogen zien gebeuren, en het reeds thans onmogelijk is van den Dodo (of Dronte) een volledig exemplaar — al ware het slechts een geraamte — op te sporen, kan het ons niet verwonderen, wanneer men de vogels van de voorwereld slechts in gering aantal vindt. Hunne

beenderen, die op de oppervlakte bleven liggen, verweerden en verdwenen en werden niet in de archieven van de voorwereld bewaard.

Zeer belangrijk zijn hierom de Amerikaansche voetstappen van vogels, (die Ornithichnites genoemd worden: Ornis is vogel, ichnos voetstap) die ons, evenals die van de dieren van Hildburghausen, bericht geven omtrent een geslacht, waarvan andere aanwijzingen bijna geheel ontbreken.

In de Staten Massachusets en Connecticut ligt een strook rooden zandsteen van 150 kilometer lengte en tot 35 kilometer breedte, die langs de zee, evenwijdig met de blauwe bergen loopt. De versteeningen, welke daarin voorkomen, zijn jonger dan die, welke tot de kolenformatie behooren, maar niet jonger dan onze bonte zandsteen, — dat is, deze roode zandsteen behoort in het algemeen tot eene tamelijk oude formatie.

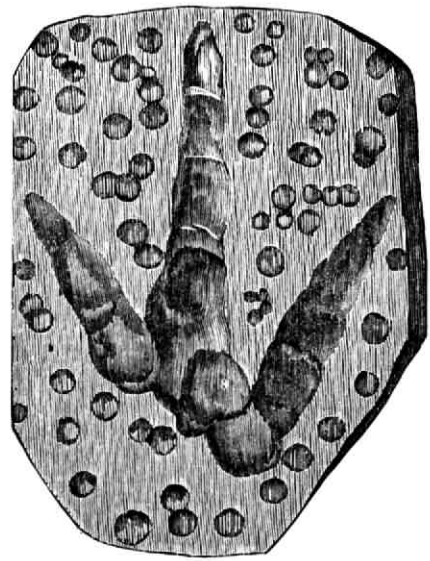
In het bovenste gedeelte van deze vorming (ongeveer 8 meter dik), zegt Quenstedt, komen tal van voetstappen van dieren, die 2 pooten bezaten, voor. Zij hadden meestal eenen waggelenden gang; de afstanden tusschen de voetstappen stemt overeen met de grootte van den voet, vaak is de bouw der teenen echter zeer onduidelijk. Het gesteente bestaat namelijk uit eenen zwarten, glimmerachtigen lei; daar werd de voestap zóó ingedrukt, dat de lei zich onder de pooten een weinig boog en de teenen groeven nalieten. Aan de onderzijde vertoont zich wel een relief, maar lang niet zoo duidelijk, als de verhevene afdrukken der ingedrukte voetstappen bij Hildburghausen. Evenwel heeft men bij de Turnerswatervallen, die men in de Connecticut spoedig, nadat zij in den Staat Massachussets stroomt, vindt, eenige plaatsen ontdekt, waar de indrukken van de klauwen en van de afzonderlijke geledingen van de teenen zóó duidelijk zijn, dat men ze tot bepaling van de soorten van dieren, waartoe zij hebben behoord, kan gebruiken.

Enkele plaatsen zijn zóó met voetstappen van deze en van minder volkomen bewaarde soorten bezaaid, dat zij er bijna uitzien als eene kleiachtige, half weeke vlakte, waarover eene kudde schapen geloopen heeft. Hier moeten de wegen van verschillende vogels elkander menigmaal gekruist hebben, want eene richting, waarin allen of de meesten zouden geloopen hebben, kan men niet vinden. Zoodra men zich echter van deze bijzonder sterk bedeelde plaatsen verwijdert, worden de voetstappen steeds minder talrijk, en zijn de afzonderlijke stappen zeer duidelijk te herkennen. In het Britsche Museum bevindt zich een steenplaat van ongeveer 5 vierkante meter oppervlakte, waarop meer dan zeventig duidelijke, fraai afgedrukte voetstappen in elf verschillende rijen voorkomen; eene van deze rijen telt zelfs veertien voetstappen.

Een Amerikaansch professor, Hitchcock, heeft meer dan 2000 voetstappen waarvan ongeveer 20 verschillende, met karakteristieke kenmerken, waargenomen en onderzocht, en daaruit de soorten waartoe zij behoorden, bepaald. Daaronder zijn strandloopers met teenen van $1^1/_2$ c.M. tot 4 c.M. lengte en een afstand tusschen de stappen van 12 c.M.; er zijn andere van 5 tot 12 c.M.

lengte, en 20 c.M. tot $^2/_3$ M. afstand tusschen de voetstappen; deze zijn reeds van tamelijk groote dieren afkomstig, zooals men b. v. ook daaraan ziet, dat hunne voetstappen bijzonder diep zijn, en dat enkele aan den hiel sporen van den afdruk der vederen hebben, die het been bekleedden (wij kennen eenige hoender- en duivensoorten, bij welke het been tot aan den hiel met veeren bezet is, ja er zijn zelfs eenige duiven, bij welke zelfs de teenen met veeren bedekt zijn).

De schreden loopen altijd in ééne lijn voort, dewijl de dieren den voet telkens onder het midden (zwaartepunt) van hun lichaam zetten. Zulk een gang noemt men een waggelenden. Hoe grooter de vogels zijn, des te meer is dit noodzakelijk, zoodat men uit de mate, waarin de voetstappen tot de middellijn naderen, of zelfs, of zij deze overschrijden, zoodat de rechtervoet een weinig naar links en de linker een weinig naar rechts komt, de grootte van den vogel kan opmaken, daar kleinere vogels minder de voeten behoeven



Vogelstap uit de voorwereld.

voor elkander te zetten of te kruisen, dan groote. Hierdoor, en door middel van de grootte van de afdrukken, zoowel als van de schreden, is het gelukt met tamelijk groote zekerheid tot de hoogte der dieren te besluiten.

Men heeft voeten waargenomen van 35 tot 40 c.M. en bij eene andere soort van 48 tot 52 c.M. lengte. Struisvogels waren het niet, want zij hebben 3 en 4 teenen, de struis heeft er slechts twee. Van deze grootste sporen bedraagt de onderlinge afstand van de teenen aan de punt een derde meter en daar de

teenen 15 centimeter breed waren, had de voet van voren met de tusschenruimten eene uitgebreidheid van 1 Meter. De afstand der voetstappen bedroeg 2 tot 3 Meter.

Dit wijst op een reusachtigen vogel, van welks grootte wij geen begrip hebben. Het dier was zeer zwaar, want de leiplaten, die toen nog niet volkomen verhard waren, zijn onder zijne schreden gebroken, of, waar de grond uit taaie klei bestond, zijn, evenals bij den stap van den olifant, de zijranden die aan de buitenzijde van den voet lagen, tot 15 c.M. toe omhoog geperst. Wellicht is de vogel, waarvan wij de voetstappen zien, die ons als spookachtige schaduwen aan eene wonderbare voorwereld doen denken, de stamvader van den fabelachtigen vogel Rock, die in de sagen van de oosterlingen zulk eene groote rol speelt.

De voorgaande afbeelding vertoont zulk een voetstap van den Ornithichnites giganteus. De middelste teen is 48 c.M. lang, de beide andere 35 en 32 c.M. Naar achteren toe ziet men eene aanduiding van een vierden teen, welke waarschijnlijk hooger was ingeplant dan de andere en hierom slechts voor een klein gedeelte kon worden afgedrukt.

Men ziet op de plaat eene menigte ronde holten, en noemt deze gewoonlijk fossiele regendruppels, een zeer zonderlinge naam, die op de gedachte zou kunnen brengen, dat het mogelijk was, dat water versteend ware, en dit wellicht des te eerder, omdat die bolletjes werkelijk verheven zijn. Doch reeds de afbeelding (aan Mantell's Medals of Creation ontleend) toont de onjuistheid van deze meening. De droppels zouden namelijk 5 tot 7 c.M. middellijn gehad moeten hebben, zooals blijkt, als men ze vergelijkt met de breedte van de teenen, welke aan het dikste gedeelte 15 c.M. bedraagt. Verder zijn de indrukken in de weeke klei en bij gevolg ook de verhevene afdrukken in den daarop liggenden zandsteen werkelijk kogelrond. Een vallende regendroppel veroorzaakt op slib, wanneer dit slechts eenige vastheid verkregen heeft, wel eene indeuking, maar geene kogelvormige, en *eene menigte vallende regendroppels* vernietigt zelve hare sporen, zoodat zand, waarop regen gevallen is, geene holten, maar duidelijke golven vertoont.

Wat we hier voor ons hebben is iets anders. Alle slib en derhalve ook dat waaruit, na het verlies van het overtollige water, de taaiste klei ontstaat, bevat eene aanzienlijke hoeveelheid lucht, in zeer kleine blaasjes verdeeld. Evenals een glas versch water, dat geen spoor van lucht schijnt te bevatten, toch na een uur aan zijne geheele inwendige oppervlakte met luchtblaasjes bedekt is, is dit nog meer het geval met het slib wegens de gistingsstoffen, die daarin aanwezig zijn. Indien nu een van deze blaasjes, en wel een van betrekkelijke grootte, opstijgt, zoo neemt het op zijn weg de kleinere, die het ontmoet, in zich op, wordt daardoor vergroot, en komt zoo eindelijk aan de oppervlakte, natuurlijk zoo deze nog niet verhard is. Daar nu deze oppervlakte allengs vaster wordt, zoo verliest ook het vliesje van klei, dat half

bolvormig boven de effene kleilaag uitstak, het water en hiermede de taaiheid en de eerste krachtige windvlaag doet al die kleine omhulselţjes wegvliegen, terwijl alleen de holten overblijven. Dat deze, evenals de voetstappen in de weeke klei ingedrukt, een voortreffelijken vorm voor het maken van afdrukken voor de later komende kalk- of zandmassa's opleveren, die dan langzamerhand tot lei of quaderzandsteen verharden, lijdt geen twijfel, en deze gang van zaken verklaart het ontstaan der zoogenaamde versteende regendroppels zeer voldoende.

De Noord-Amerikanen hebben, zooals bekend is, eene sterke neiging tot overdrijven, en men is dan ook gewoon de van daar afkomstige wetenschappelijke berichten slechts met groote behoedzaamheid aan te nemen. Lang vertrouwde men dan ook de voorwereldlijke vogelvoetstappen en regendroppels niet en nog twijfelt men terecht ook aan de *vele soorten* van vogels, waarvan zelfs niet een enkel beentje is gevonden. Dat echter de voetstappen en de blaasruimten toch *werkelijk* bestaan en niet door humbug gemaakt zijn, volgt zoowel uit hun groot aantal als hieruit, dat men nog elk oogenblik het ontstaan er van kan zien.

Het groote in oostelijk Canada gelegen schiereiland Nieuw-Schotland, ten zuiden van de groote golf van Sint Laurens, wordt door de Fundy-baai van het vaste land van Noord-Amerika gescheiden en is op zulk eene wijze afgesneden, dat het slechts door een smallen bergrug tusschen Picton en Cumberland met het vaste land samenhangt. De baai is naar het Zuidoosten zeer breed en vernauwt zich meer en meer, totdat zij door de bergketen Cobequid in twee smalle bochten, de Chiquittos- en de Scots-baai verdeeld wordt.

De vloed, die reeds aan den mond van de Fundybaai, wegens hare eigenaardige ligging ten opzichte van de zeestrooming, zeer sterk is, wordt in het achterdeel er van nog hooger en bedraagt daar tot 20 Meter boven den laagsten zeestand. Hierbij brengt het water den bodem in eene sterke beweging, ondermijnt de zandsteenrotsen, spoelt de leem- en kleiachtige kusten af en voert eene massa slib naar het binnenste van de baai, dat daar op het strand van den eenen springvloed tot den volgenden blijft liggen. Gedurende de 12 tot 14 dagen, dat dit duurt, heeft het slib tijd om aan de oppervlakte hard te worden. Nu zijn die streken daar weinig bewoond en worden dus nog sterk door de dieren van de wildernis bezocht, en zoo ziet men dan ook op dit slib de voetstappen van strandloopers in ontzaglijk aantal afgedrukt; ook ziet men daar dezelfde ronde afdrukken als in Connecticut, d. i. er stijgen daar uit het slijk juist zulke blazen op als elders.

Wij behoeven niet naar Amerika te gaan om ons te overtuigen, dat het zich zoo kan hebben toegedragen; elke eendenpoel vertoont ons hetzelfde verschijnsel. Wat onze verwondering veroorzaakt, is alleen de grootte van den afstand van de schreden en de daaruit afgeleide ontzaglijke grootte van de vogels zelf, waarvan wij onder de tegenwoordig levende de gelijken niet hebben.

Intusschen is deze grootte geen grond, om de opgaven in het algemeen te betwijfelen, want wij hebben gezien, dat vele dieren van de voorwereld, wel is waar niet in het algemeen, doch zeker in enkele soorten de tegenwoordige dieren in grootte verre overtreffen.

De omstandigheid, die alle opgaven twijfelachtig maakt, is, dat wij in het geheel geene overblijfselen van deze vogels vinden. Dit ligt intusschen in den aard van het geslacht. De vogels konden het veel langer dan de landdieren op de oppervlakte van de aarde uithouden, zij werden niet door hooge vloeden in holen gedrongen, waarheen zich slechts lichtschuwe vogels, zooals uilen en dergelijke, zullen hebben teruggetrokken; tot het laatste toe hielden zij zich op bergen, rotsen, hooge boomen op, en wat door de vloeden stierf, zonk niet, maar verrotte aan de oppervlaktte en dan blijft er niet veel over; maar toch blijft het vreemd, dat geen enkel van deze dieren, toevallig in het slijk verzonken, voor den lateren tijd bewaard bleef.

Zeker is het dat al die voetsporen niet van vogels afkomstig zijn, maar dat er ook van andere dieren bij zijn; sommige natuuronderzoekers meenen zelfs dat zij allen van Dinosauriërs afkomstig zijn.

Wat de zoogdieren betreft, is het moeielijk uit te maken, of de zeebewoners onder deze vroeger dan de landbewoners geleefd hebben, daar zee- en zoetwaterformaties in de streken, waar zij voorkomen, met elkaar afwisselen; maar in verband met de geheele ontwikkeling der dierenwereld zou men wel zeggen, dat de eerste vroeger hebben bestaan dan de laatste.

De zeebewoners onder de zoogdieren onderscheiden zich van de landzoogdieren hoofdzakelijk hierdoor, dat hunne handen of voeten zóó met eene huid bedekt zijn, dat zij wel tot zwemmen en roeien, maar minder tot gaan geschikt zijn, en verder hierdoor, dat hunne achterpooten òf ook tot vinnen vervormd zijn òf als deze ontbreken, is er een sterk gespierden staart aanwezig, die krachtig mede kan helpen bij de voortbeweging.

Al de zee-zoogdieren zijn roofdieren, zij leven van visschen en schelpdieren of van weekdieren en wormen, zooals de walvisschen; met uitzondering van deze, zijn zij dan ook alle van een geweldig sterk gebit voorzien, dat geschikt is, om schelpdieren en slakken stuk te maken, en visschen door drukking is moes te veranderen. Tot deze klasse behooren de zeehonden, walrussen, de walvisschen, zeekoeien en zeeleeuwen, de dolfijnen en potvisschen, en van hen worden in verschillende formaties overblijfselen gevonden.

Van groot belang is een feit, dat Quenstedt verhaalt, betreffende de uitroeiing van een zeedier door den mensch. Het schorsdier of Steller's zeekoe (Rytina Stelleri), dus genaamd, omdat de oppervlakte van zijne huid op eikenschors gelijkt, een tamelijk onschuldig dier, dat geene tanden, maar in plaats daarvan op het verhemelte kauwplaten bezat, werd door den reiziger Steller, die op Behring's tweede reis in het jaar 1741 aan het Behringeiland, dicht bij Kamschatka strandde, gevonden. Het kwam daar zelfs in

groot aantal voor en werd door de matrozen gevangen en gegeten. Zijn vleesch smaakte zoo goed, dat de matrozen na hunnen terugkeer, het op het vaste land zeer roemden, hetgeen zulk een woedende jacht er op ten gevolge had, dat het van toen af, dat het door Steller's meesterlijke beschrijving bekend werd, tot het jaar 1768, derhalve in 27 jaren, geheel uitgeroeid werd. De Petersburger akademie moet zich de grootste moeite gegeven hebben, om zulk een schepsel nog in eenigen hoek van de kusten van het noorden van Azië op te sporen, ook niet om het te sparen maar om het het vel af te stroopen en dit op te vullen en het skelet van het dier te vervaardigen, maar het gelukte niet, en Steller's beschrijving en eene slechte afbeelding van Pallas was langen tijd het eenige, wat van dit 80 centenaars zware dier en zijn gansche geslacht is overgebleven, tot in 1861 een volledig skelet te Petersburg aankwam.

Hier kan men niet zeggen, dat eene omwenteling van de aarde het vernietigd heeft; het is de mensch geweest, die dit gedaan heeft, en het zal hem wellicht ook met den walvisch gelukken, als deze in de Zuidpoolzee door de Amerikanen zoo hardnekkig vervolgd wordt, als dit tot nog toe in de Noordpoolzee door de Engelschen is geschied.

Het Zeuglodon, dat wij reeds vroeger vermeldden, behoort evenzeer tot de zeezoogdieren: het heeft tanden met twee wortels, die in verscheidene punten uitloopen (zie de nevensstaande afbeelding), en is een walvischachtig dier (Cetus). Gelijktijdig hiermede leefde de zeekoningin (Halianassa), waarvan de overblijfselen te zamen met die van het Zeuglodon zijn aangetroffen. Zij behooren beide tot een geslacht, dat uitgestorven is en dat om zijne eigenaardig gevormde tanden, zelfs door zulk een groot kenner als Cuvier, langen tijd voor een nijlpaard werd gehouden, die er den bijnaam *twijfelachtig* aan toevoegde, Hippopotamus dubius, daar hij zelf nog niet zeker was, waar het eigenlijk gerangschikt moest worden. De ribben van dit dier zijn zoo stevig en zwaar, dat Jäger, een dikwijls genoemd verzamelaar van Wurtembergsche versteeningen, deze voor de haaktanden van den walrus hield.



Tand van een Zeuglodon.

De kegelvormige tanden der dolfijnen, hunne omstreeks 2 meter lange kaken en vele andere beenderen, worden in de jongere formatiën dikwijls gevonden. Gestrande walvisschen van 20 tot 30 meters lengte worden even goed nu nog op de kusten geworpen, als zij sedert duizenden jaren op de Noorweegsche rotsen en op hoogten van 70 tot 100 meter liggen, hetgeen hier vandaan komt, dat geheel Noorwegen en Zweden voortdurend boven de oppervlakte der zee rijst, hetgeen thans nog meetbaar voortduurt. Maar de walvischachtige dieren moeten veel ouder zijn dan de tijd voor den zondvloed, want men vindt hunne beenderen in de oudste tertiaire formaties. Wat echter de overblijfselen van den Ziphius bij Antwerpen, die tien meter onder de opper-

vlakte bij het graven van eene vijver gevonden werd, betreft, lang hield men dit voor een dier, dat ouder was dan de voorwereldlijke dieren in het Parijsche gips, maar tegenwoordig meent men dat dit dier tot eene jongere formatie behoort.

Van landzoogdieren, wier overblijfselen oneindig veel zeldzamer zijn dan die der zeedieren, die hun element niet konden ontvluchten en daarom op de plaats, waar zij leefden, bedolven werden in het slib, waarop zij eens leefden, ontmoeten wij in de tertiaire lagen het eerst de buideldieren, de Didelphyssoorten (de *twee maal barende*, zooals de kangoeroes en al de hiermede verwante dieren van Nieuw-Holland, welke hunne jongen onvolkomen ter wereld brengen en ze dan in een grooten, vliezigen of vleezigen zak, waarin zich tevens de tepels bevinden, mede dragen), die minst volkomene onder de zoogdieren, welke thans, met uitzondering van de buidelratten (Didelphis), bijna geheel tot Australië beperkt zijn. In het tertiaire tijdperk waren zij echter veel verder verspreid, men vond ze reeds in het gips van den Montmartre, in de onderste tertiaire formatie van Suffolk, van Stonesfield (Engeland) en op vele andere plaatsen. Hoogst merkwaardig echter is het, dat men alle levende soorten van buideldieren en vele uitgestorvene in fossielen toestand, d. i. niet met kalk overtrokken, maar werkelijk versteend en in steen ingesloten op het vaste land van Nieuw-Holland heeft gevonden. Men vindt daar eenen kleinen roofzuchtigen Dasyurus, zoowel als zijn veel grooteren naamgenoot. Deze schijnt ook in de beenderholen van het Wellingtondal ten westen van de blauwe bergen aan de Macquarie-rivier gewoond te hebben, want daar heeft men de beenderen van dezen herkauwenden kangoeroe, zoowel van den thans nog levenden (Halmaturus gigas), welke het grootste zoogdier van Nieuw-Holland is, als van den uitgestorven, veel grooteren (Halmaturus titan), en van vele andere Nieuw-Hollandsche dieren gevonden. Dat er echter ook grootere dieren op Nieuw-Holland leefden, blijkt uit de fossiele beenderen, welke aldaar, zoowel als op andere plaatsen, voorkomen. Zij behooren aan een buideldier, dat de grootte van een Rhinoceros, maar evenals de plantenetende buideldieren het gebit van een knaagdier had, daar zijne snijtanden, die zoo scherp als een beitel en naar voren gericht waren, wellicht geschikt geweest zijn, om groote steenharde vruchtenpitten (zooals cocosnoten en dergelijke) door te knagen.

Al deze dieren waren buideldieren, zooals uit het geraamte blijkt, en men zou bijna tot de overtuiging komen, dat de natuur met de bevolking van dit werelddeel een eigenaardig plan volgde, waarvan de afwijkingen zeer in het oog loopend en voor ons onverklaarbaar zijn.

Een schepsel uit den voortijd, dat thans ook geen vertegenwoordiger meer heeft, was het Dinotherium (het verschrikkelijke dier). Men wist — daar de overblijfselen daarvan tot voor korten tijd slechts onvolledig waren en het meest bekende alleen de kop was, — niet recht, of men het tot de land- of

tot de waterdieren rekenen moest. In het laatste geval zou het in den walrus of nog meer in den zee-olifant een bloedverwant hebben, daar deze laatste, behalve de tanden, ook een werkelijken snuit bezit. In beide gevallen zouden de ongewoon groote naar *onderen* gerichte slagtanden veel van hunne schrikverwekkende beteekenis verliezen: want de walrus heeft die ook, maar bedient er zich van om tegen de klippen van steile kusten of tegen ijsblokken op te klauteren. Wellicht gebruikte het zijne slagtanden evenals het nijlpaard, om waterplanten uit te trekken en zich met de saprijke wortels er van te voeden, want de overige, sterke maaltanden duiden een plantetend dier aan. Daar de kop 1 meter lang en twee derde meter breed is, moet het dier (dat wellicht 8 meter lang was) een der grootste *landdieren* geweest zijn. De bouw van den kop

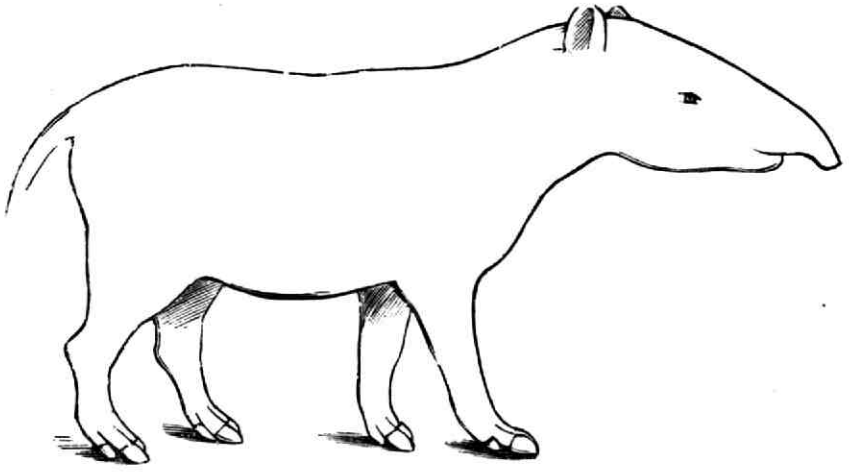


Dinotherium.

verraadt een snuit; hierom wordt het dier in den regel als een tapir afgebeeld en onder de dikhuidigen gerangschikt (Pachydermata: olifant, rhinoceros, nijlpaard, zwijn). Cuvier meende reeds, dat dit reusachtig schepsel van de voorwereld niet in de zee geleefd had en de plaats, waar zijne beenderen gevonden zijn, pleit hiervoor ook niet; zij worden namelijk in de tertiaire *land*formatie van Zuid-Duitschland en het Noorden van Frankrijk, midden in Griekenland en in Indië, te zamen met beenderen van den neushoorn, den olifant en het paard gevonden. In den laatsten tijd zijn ook de beenderen der ledematen gevonden, deze zijn bijna gelijk aan die van een olifant, zoodat daardoor de plaats van het dier onder de dikhuidigen verzekerd is.

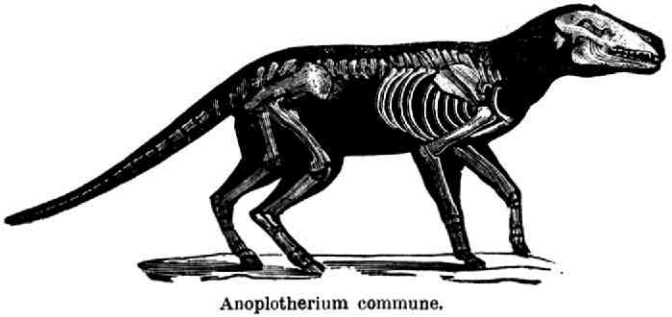
Aan het Dinotherium sluiten zich nu de overige dikhuidigen aan, van welke het kleinste, een dier dat zeer nauw met onze zwijnen verwant was en Hyotherium (zwijndier) genoemd werd, zeer dikwijls in de tertiaire gebergten van den Rijn gevonden wordt. Slagtanden en andere beenderen van het eigenlijke wilde zwijn vindt men wel is waar in de Engelsche en Iersche turfvenen, maar men heeft wellicht geen ongelijk, wanneer men deze *niet* als uit de voorwereld afkomstig beschouwt; het is althans twijfelachtig, of ons tegenwoordig zwijn zijn geslachtsboom tot vóór Adam kan opvoeren.

Het Palaeotherium (voorwereldlijk dier) behoorde tot het oudste tertiaire tijdperk en schijnt, daar het in de jongere lagen in het geheel niet gevonden wordt, ten tijde van den zondvloed reeds geheel uitgestorven te zijn geweest.



Palaeotherium magnum.

Het had, uitgaande van den bouw van de beenderen van zijn kop, de meest in het oog vallende overeenkomst met onzen tapir en zal althans het Palaeotherium magnum, dat in bijgaande figuur is afgebeeld, de grootte van een



Anoplotherium commune.

paard gehad hebben, ofschoon vele soorten wel wat kleiner zullen geweest zijn, enkele zelfs hadden de grootte van een haas. Een der soorten schijnt een tusschenlid te zijn tusschen tapir en neushoorn.

Tegelijk met de overblijfselen van dit dier vindt men die van een ander, ook

reeds lang van de aarde verdwenen dier, het Anoplotherium (ongewapend dier, dat in de volgende figuur is voorgesteld). Dit heeft twee teenen (het boven beschrevene had er drie, die even groot zijn), welke met hoeven bekleed zijn en aan die van de ree en het hert herinneren. Het grootste van deze dieren kan de hoogte van een ree bereikt hebben, het kleinste was niet grooter dan een guineesch biggetje. De meer ineengedrongen bouw en de vorm der tanden geven recht om te besluiten, dat dit dier tot de dikhuidigen behoord heeft. Zijn geweldig sterke staart doet aan de Nieuw-Hollandsche springdieren (kangoeroes) denken, die, wanneer zij rechtopstaan, den staart tot steun gebruiken; de beenderen van den voorpoot zijn echter te lang om het dier als daarmede verwant te mogen beschouwen. Eene bijzondere eigenaardigheid van het geraamte is de zeer hooge kam boven de schouders, waardoor men er bijna toe zou komen, te meenen dat dit dier een kameelachtigen bult gehad heeft.

In de gipslagen in den omtrek van Parijs zijn de beenderen van de beide laatste dieren zoo vaak en zoo schoon bewaard gevonden, dat zij de kunstmatigen skeletten in schoonheid overtreffen. Dit gaf aan Cuvier gelegenheid, om den bouw van hun geraamte tot in de kleinste bijzonderheden na te gaan en hieruit niet slechts tot den geheelen bouw, den lichaamsvorm, maar zelfs tot de bekleeding, de huid te besluiten. Inderdaad eene koene poging, maar uit den bouw van de beenderen kan men althans dit met zekerheid opmaken, dat het Anoplotherium een overgang van de dikhuidigen tot de herkauwende dieren vormt: de gespleten hoeven komen dan ook reeds bij het zwijn voor.

Het nijlpaard, dat de oudste geschiedschrijvers reeds kenden en dat nu slechts in het midden van Afrika, van af de watervallen van den Nijl tot aan de Westkust van het werelddeel gevonden wordt, schijnt evenals vele van zijne verwanten (dikhuidigen), ten tijde der voorwereld verder verbreid te zijn geweest; men heeft op vele plaatsen overblijfselen van dit dier gevonden. In het natuurkundig kabinet van Florence vond Cuvier zulk eene menigte beenderen, dat het hem gelukte, een geheel skelet er uit samen te stellen; ook komen zij, hoewel zeldzaam, in Duitschland en in Engeland, in het graafschap York, voor.

Op het nijlpaard volgt onder de dikhuidigen de neushoorn, en dezen vindt men evenals ook thans nog, in twee verschillende soorten n. l. de een- en de tweehoornige. Het geweldige wapen, waarmede het wel eens een olifant den buik openrijt, evenals een wild zwijn den hond, is eigenlijk evenmin een hoorn als de baarden van den walvisch tanden zijn; beiden bestaan uit samengegroeide haren, niet uit beenstof. Toch is het door zijne breedte en dikte wel geschikt, om ook de sterkste dieren schrik aan te jagen, vooral, wanneer men bedenkt, dat dit merkwaardige schepsel bijna niet verwondbaar is en dat de kogel van den jager evenmin in zijn pantser dringt, als de klauwen van den tijger. De overblijfselen van dit dier vindt men reeds in de *onderste* tertiaire lagen, maar veel menigvuldiger nog in de *bovenste*, en dan steeds,

in den dood evenals nu nog tijdens het leven, in gezelschap van den olifant. Siberië is zeer rijk aan allerlei soort van beenderen van den rhinoceros en aan zoogenaamde horens, waarvan men er vindt, die tot 1 meter lang zijn. Deze zijn nog zoo goed bewaard, splijtbaar en veerkrachtig, dat de volkeren in die gewesten er bogen van maken. Men heeft in den diluvialen bodem van de Lena, in den omtrek van Jakutsk, geheele dieren, met huid en haar bedekt, gevonden en kan naar de eigenaardigheden van de tanden, de beenderen en horens verschillende soorten onderscheiden. In Duitschland alleen heeft men vijf soorten aangetroffen.

In den laatsten tijd werden bij het aanleggen van spoorwegen veel meer voorwereldlijke overblijfselen gevonden. Zoo is o. a. in de nabijheid van de stad Altenburg eene vondst gedaan. De Saksisch-Beijersche spoorweg leidt door de heerlijkheid Poditz. Bij het doorhakken van eene porphyrlaag kwam men in de diluviale lagen en op de geringe diepte van 4 meter op een geelbruin gekleurde zandlaag, die tusschen leem en wit zeezand lag. Die bruine laag bevatte een menigte rhinocerosbeenderen, en wel van die soort, welke Cuvier «Rhinoceros tichorhinus» noemt. De tanden waren met den geheelen schedel voortreffelijk bewaard gebleven, doch een groot deel van de beenderen werd helaas door de onvoorzichtigheid van de arbeiders gebroken, maar aan de vondst valt niet te twijfelen; het geraamte bevindt zich te Altenburg in het kabinet van die Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes.

Of het dier, dat Siwadier (Siwatherium) genoemd wordt, tot de rhinocerossen of tot de herten behoort, of, zooals anderen meenen, een reuzeneland geweest is met vier horens, evenals het ijslandsche schaap of een soort van giraffe, is twijfelachtig, doch zeker is het, dat het een merkwaardig, vreeselijk dier moet geweest zijn. Volgens den schedel had het de grootte van een olifant en volgens zijn lichaamsbouw en zijne tanden was het een plantetend, waarschijnlijk zelfs een herkauwend dier, maar overigens wijkt de bouw zoo zeer van al het bekende af, dat de analogie de zoölogen geheel verlaat. Het dier had namelijk vier geweldig groote horens, waarvan er twee op het achterste gedeelte van het voorhoofd en twee veel grootere in de streek van de wenkbrauwen stonden, welke, daar zij alle vier uiteengespreid waren, aan den kop een hoogst eigenaardig aanzien gaven, maar die, wanneer men ze zich nog veel grooter denkt, als werkelijke horens, — aan den kop van een levenden olifant eene inderdaad schrikverwekkend uiterlijk hebben gegeven.

De ver vooruitspringende neusbeenderen wijzen op een snuit. Daar men echter niets meer van het dier kent dan juist den kop, is het gewaagd tot zijn verderen bouw te besluiten. Bijna bevreemdend is hierom de bewering van den beroemden Franschen natuuronderzoeker Geoffroy, welke het dier Camelopardalis primigenius — dat is, de oudste *giraffe* — noemt. Een zoo zware en zoo vreeselijk gewapende kop was wel niet geschikt om

door een zoo sierlijken slanken hals gedragen te worden, als dit schoone, zeldzame dier heeft.

Het grootste van de landdieren van de voorwereld is — evenals nog thans onder de levenden — de olifant geweest, die in verschillende soorten en over het algemeen grooter dan de grootste tegenwoordig levende gevonden wordt. De grootste olifant van de voorwereld had eene lengte van omstreeks 9 en eene hoogte van circa 5 meter, terwijl de tegenwoordig levende vaak nauwelijks $^2/_3$ deel van die afmetingen hebben.

Men onderscheidt gewoonlijk den Aziatischen olifant van de voorwereld onder den naam mammouth van den Noord-Amerikaanschen mastodon of het ohiodier; maar ongetwijfeld behooren de gevondene overblijfsels tot *meerdere* verschillende soorten.

De mammouth is uitsluitend aan het noordelijk halfrond eigen, maar geenszins alleen aan Azië, waar hij waarschijnlijk het laatst ontdekt werd, ofschoon hij er in een ontzaglijk aantal voorkomt. Het is historisch zeker, dat reeds Otto von Guericke, de uitvinder van de luchtpomp en van de electriseermachine, in het jaar 1663 getuige van eene opgraving van olifantsbeenderen was, die in de buurt van Quedlinburg in den Sevekenberg plaats had. Daar, in het leem, dat de breede spleten van de schelpkalk opvulde, waren deze beenderen reeds meermalen gevonden. De ontzaglijke slagtanden zag men voor horens aan, en de bekende wiskundige Leibnitz stelde daaruit een zonderling phantastisch wangedrocht samen, bracht een slagtand als horen midden op het voorhoofd aan, gaf aan elke kaak een dozijn kiezen van een derde meter lengte (de olifant heeft, zooals bekend is, slechts *eene* kies in elke helft van eene kaak, derhalve in het geheele gebit boven en onder slechts vier. Daar deze afslijten, moet er, daar het dier zoo lang leeft, voor gezorgd worden, dat, naarmate de tand afslijt, daarachter eene nieuwe grootere ontstaat, zoodat, wanneer het eerste paar bijna is opgebruikt, het tweede paar ook reeds geheel gevormd en gereed is om den uitvallenden stomp te vervangen. Natuurlijk geschiedt dit niet met alle vier te gelijk, maar slechts in beide helften van eene kaak gelijktijdig). Leibnitz noemde het gedrocht zijner verbeelding Unicornu fossile, versteende eenhoorn.

De zonderlinge figuur, waarvan de beschrijving en afbeelding in zijne werken gevonden wordt (Protogaea, Tab. XII), werd een eeuw lang voor juist gehouden, totdat in het jaar 1796 in het kalktuf, dat den bodem van het Unstrutdal bedekt, het geheele geraamte van een mammouth gevonden werd, dat de geleerde heeren van het land van Gotha voor een spel der natuur verklaarden, totdat de bibliothekaris van den hertog van Saksen-Gotha, Tenzel, het als de overblijfselen van een olifant van de voorwereld erkende.

Dergelijke beenderen zijn op een groot aantal plaatsen gevonden, en op vele plaatsen zijn zij in groote massa's opgehoopt. In het leem van den zoogenaamden Seelberg bij Kanstatt in Wurtemberg zag een soldaat in het jaar 1700 eenige

beenderen uit den grond steken. Na de mededeeling daarvan werden op bevel van hertog Eberhart Ludwig opgravingen gedaan en men vond daar een waar olifanten-kerkhof. Slechts 60 slagtanden werden daarvan behouden, de overige beenderen werden als zonder waarde weggeworpen, maar de slagtanden als ivoor aan de hofapotheek gegeven, welke niets beters daarmede wist te doen dan er beenzwart van te maken. In het jaar 1816 werden kort vóór den dood van koning Frederik weder opgravingen gedaan en men vond den eersten dag reeds 24 slagtanden en den tweeden 13 kruisgewijs over elkander liggende tanden en daarnaast (zooals wij reeds vermeldden) uitgebrande houtskolen, waaruit men tot de tegenwoordigheid van menschen wilde besluiten. Eenige van deze tanden zijn in het naturaliënkabinet te Stutgart geplaatst, aan de overige beenderen liet men zich niet veel gelegen liggen, en niettegenstaande er eene ontzaglijke hoeveelheid aanwezig en Jäger toen reeds als natuuronderzoeker werkzaam was, beproefde men zelfs niet eens daaruit een geraamte samen te stellen.

Het merkwaardigst intusschen is het voorkomen in Siberië, waar men de mammouth-beenderen in zulk een ontzaglijk aantal vindt, dat de slagtanden een bekend handelsartikel uitmaken. Al het ivoor, dat in groote stukken, tendeele tot platen, ten deele tot kunstig snijwerk verwerkt wordt, is uit de ijs-eilanden verkregen, want geen levende olifant levert meer de hoeveelheid, noodig voor een beker van 17 cM. middellijn, zooals in Berlijn, Gotha, Munchen enz. worden aangetroffen.

Vooral aan de oevers der rivieren, wanneer de stroom den oever van onderen loswoelt en de bovenlaag door ontdooiing in den zomer los geworden, afbrokkelt, zijn de overblijfselen van deze dieren in de grootste hoeveelheid gevonden. De Hollander IJsbrand Ides, die in 1692 als gezant door Siberië naar China reisde, zegt in zijne reisbeschrijving onder anderen het volgende:

«Op deze reis had ik iemand bij mij, die er jaarlijks op uit geweest was om olifantstanden te zoeken. Deze persoon heeft mij verhaald, dat hij eens met zijne metgezellen een kop van zulk een dier gevonden heeft, die uit den afgebrokkelden bevroren grond stak. Zoodra hij dien kop ontbloot had, bevond hij, dat het vleesch grootendeels verrot was, maar dat de tanden, die evenals de olifantstanden voor uit den bek staken, uitgebroken konden worden, zoowel als eenige beenderen van den kop. Eindelijk waren zij aan een voorpoot gekomen, dien zij afgehouwen en een lid er van naar de stad Trugan gebracht hadden; dit deel was zoo dik als een manspersoon om het midden van zijn lichaam. Aan den hals was aan de beenderen nog iets roods evenals bloed te zien geweest.»

Over dit dier wordt verschillend gesproken. De ongeloovigen, de heidenen, zooals de Jakuten, Toengoesen en Ostiaken zeggen, dat deze dieren *ten allen tijde* in de aarde geleefd hebben en daarin heen en weer loopen, al vriest het in het midden van de winter ook nog zoo sterk. Zij verhalen daarbij ook, dat

zij dikwijls gezien hebben, dat, als zulk een dier liep, de aarde boven het dier opgeworpen werd, daarna weder inzakte en in een diep gat veranderd was. Verder meenen zij ook, dat dit dier terstond sterft, wanneer het zoo hoog komt, dat het de lucht ziet of ruikt, en dat dit de reden is, waarom er aan de oevers der rivieren, waar zij onverwachts uit den grond komen, zoo velen dood gevonden worden.

Dit is de meening van de ongeloovige heidenen omtrent deze dieren, die zij toch nooit hebben gezien; daarentegen gelooven en zeggen de oude Siberische Russen, dat de mammouth juist zulk een dier is als de olifant, behalve dat de tanden een weinig krommer en vaster aaneengesloten zijn. Bovendien meenen zij, dat de olifanten zich vóór den zondvloed in deze landen opgehouden hebben; dat daar toen ter tijde het klimaat warmer moet geweest zijn, en dat de lichamen van deze dieren, bij den zondvloed verdronken, door en op het water drijvende, onder de aarde gespoeld en daarmede bedekt zijn geworden. Na den zondvloed zou echter de lucht, die te voren warm was, zeer koud geworden zijn, en van daar dat zij van dien tijd af in de aarde ingevroren en voor verrotting bewaard zijn, totdat zij, nadat de grond ontdooid is, te voorschijn komen. Deze meening is werkelijk niet onverstandig, want, daargelaten dat vóór den zondvloed de lucht niet warmer geweest is, kan het wel zijn, dat de lichamen van de verdronken olifanten eenige honderden kilometers ver van eene andere plaats daarheen zijn gedreven.»

Wij zien uit dit verhaal, dat de fossiele olifantsbeenderen in Rusland reeds vóór 150 jaren, en in Duitschland voor 200 jaren bekend waren, ja dat daaromtrent dezelfde meeningen bestonden, waarover thans nog de geleerde wereld het niet eens is, of zij namelijk daar gewoond hebben, of dat zij daarheen gedreven zijn.

Maar nog veel vroeger trokken dergelijke beenderen reeds de opmerkzaamheid der menschen. Reeds Theophrastus, een leerling van Aristoteles verhaalt, dat er fossiel ivoor bestaat en wel wit en zwart; dat in de aarde beenderen worden gevormd en dat er beenachtige steenen voorkomen. De eerste schriftelijke berichten van olifantsbeenderen, in Europa ontdekt, zijn uit Wurtemberg afkomstig, waar men er reeds in 1494 gevonden heeft, en in de Michaëlskerk van Hall aan den Kocher bevindt zich nog heden ten dage een reusachtige slagtand in ijzeren banden opgehangen met het merkwaardig opschrift:

«Tausend sechshundert und fünf Jahr
Den dreizehnten Februar ich gefunden war
Bei Neubronn in dem hallischen Land
Am Behlerfluss zur linken Hand,
Sammt grossen Knochen und lang Gebein,
Sag, Lieber, wess' Arth ich mag sein?»

Toen in 1577 de storm bij het klooster Reyden in het kanton Lucern een

eikenboom ontwortelde, kwamen er groote beenderen te voorschijn. Felix Plater, Doctor in de geneeskunde te Bazel, onderzocht die in het jaar 1584 en verklaarde, dat zij aan een menschelijken reus van 6 meter lengte behoorden. De afbeelding van dezen reus bevindt zich nog in Lucern.

Het schijnt, dat vooral de vorm der kiezen en der voor- en achterpooten, waaraan men vijf teenen meende te onderscheiden (de olifant heeft werkelijk vijf teenen), aanleiding heeft gegeven tot het vermoeden, dat de gevondene beenderen van een reus afkomstig waren. De vorm der tanden kwam met dien van geen der bekende dieren overeen en ook geen van de schepselen, die aan de ontleedkundigen van dien tijd nauwkeurig bekend waren, bezat vijf vingers. Hoe diep de gemelde meening wortel gevat heeft, ziet men duidelijk uit de verhandelingen van de Parijsche geneeskundige faculteit. Een chirurg, Mazurier, had in de nabijheid van Lyon in 1613 aan den linkeroever van de Rhône, tanden en beenderen van een mastodon gevonden. Hij zeide, dat hij de beenderen genomen had uit eene door hem ontdekte grafstede, die uit tegels opgebouwd, tien meter lang en vijf meter breed was. De geheel vernielde grafstede had boven den toegemetselden ingang het opschrift: Teutobuchus rex (zoo heette de koning der Teutonen, welke met de Cimbren in Gallië viel, tegen Marius streed en in den slag bij Aqua Sextiae in Narbonensisch Gallië — thans Aix in het Departement van de monden der Rhône — verslagen en gevangen werd en den triomftocht van Marius moest medemaken): het was derhalve ontwijfelbaar, dat hier de gevangene koning begraven was geworden, die volgens de geloofwaardige verzekering van de Romeinsche geschiedschrijvers zoo groot geweest is, dat hij ver uitstak boven al de tropheeën, die bij den triomftocht op hooge lansen gedragen werden. Het gevonden geraamte had ook (volgens Mazurier) eene lengte van 8 meter en eene breedte aan de schouders van $3^1/_4$ meter (niettegenstaande die grootte dus toch geen slank, maar een ongewoon gezet man) en een hoofd van 1,6 meter middellijn. Mazurier reisde met dit geraamte in Duitschland en Frankrijk rond, en zelfs Lodewijk XIII zag het menschelijke ondier en stelde groot belang in deze geheele zaak.

Het beter weten van de natuuronderzoekers kwam met het bij- en wondergeloof van dien tijd in heftigen strijd; er ontstond een levendige pennestrijd, waarin de vraag zeer ernstig behandeld werd: of Adam niet werkelijk een reus geweest is, die tot aan den hemel en, als hij zich nederlegde, van den opgang der zon tot aan haren ondergang reikte, en het eene boek volgde op het andere, waarin het bestaan der reuzen onwederlegbaar bewezen werd.

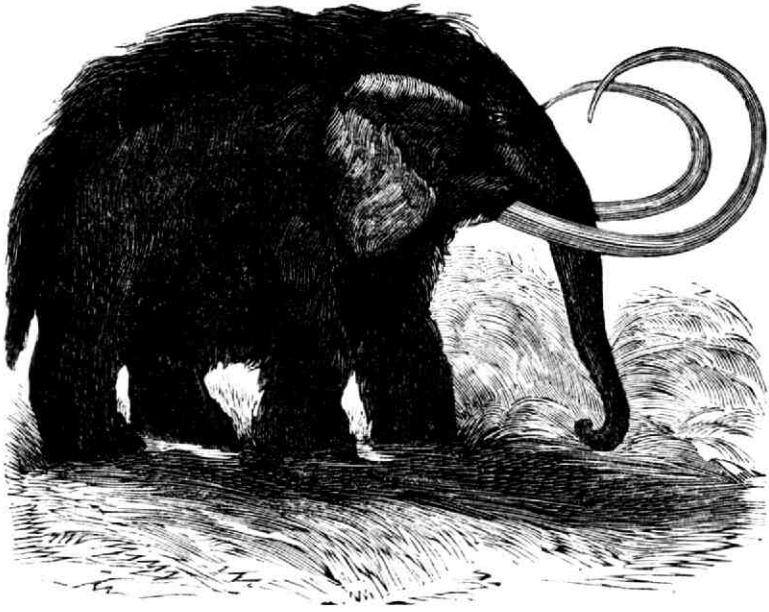
Misschien hangt de sage omtrent de grootte van Achilles (8 meter) en van Ajax enz. met het vinden van olifantsbeenderen samen. Uit den grafheuvel van den laatstgenoemde zou men ten tijde van Pericles een knieschijf gehaald hebben, die zoo groot was als een bord, waaruit men tot de grootte van Ajax besloot. Dit was wellicht een olifantsbeen, evenals in Berlijn aan een

hoekhuis van de melkmarkt een schouderblad en eene rib van een walvisch hangen, die nu nog door het volk voor beenderen van een reus gehouden worden.

Het zou voor ons doel overbodig zijn, alle plaatsen op te geven, waar fossiele olifantsbeenderen gevonden worden; alleen moeten het Noorden van Azië en Noord-Amerika, wegens hun grooten rijkdom daaraan, genoemd worden. In Siberië heeft Saritschef het eerst een olifant met huid en haar beschreven, dien visschers aan de oevers der Laseia, eene zijrivier van den Indigirka in het ijs gevonden hadden. In 1799 werd een mammouth gevonden, die met de huid bedekt was en tweeërlei soort van haar had. Hij kwam door het smelten van bevroren slib te voorschijn en werd door een Toengoezischen visscher aan den mond der Lena gevonden. Adams gebruikte deze, zoowel om een volledig geraamte samen te stellen, als om de huid op te zetten; want ofschoon niet slechts de wilde dieren daarvan gegeten hadden, maar ook de honden der Jakuten zeven zomers (telkens van drie maanden) er mede gevoederd waren, was toch slechts *eene* zijde van vleesch beroofd en de geheele huid, het eene oor en een oogappel waren nog aanwezig. De huid was dun bezet met 25 c.M. lange, sterke en stijve haren, maar daartusschen bevond zich een dichte wollen pels van eene roodachtige kleur, die tamelijk fijn was. Het dier, dat op deze wijze weder zijn vorm terugontvangen had, werd in Petersburg voor den prijs van 10000 zilveren roebels verkocht en versiert het museum aldaar. De volgende afbeelding vertoont dit dier, zooals het er waarschijnlijk heeft uitgezien, toen het met vleesch omkleed was. De tanden, die men vindt en die als zij van volwassen exemplaren afkomstig zijn bijna 2 Meter lengte hebben en uit zeer schoon ivoor bestaan, hebben eene dubbele kromming d. i. zij zijn in eene richting halve-maanvormig gebogen, maar wanneer men ze met deze kromming op tafel legt, dan liggen zij daarop niet vlak, maar staan met beide einden in de hoogte. De tanden hadden derhalve in het begin buiten de kaak eene tamelijk evenwijdige richting, maar buigen zich verder op, niet slechts naar *boven* maar ook naar *buiten*, evenals de horens van een stier.

De dieren komen meest rechtopstaande, vast gevroren in het oeverslib der rivieren voor; waarschijnlijk zijn zij daarin, toen het nog week was, gestikt, waarna zij tot op onzen tijd in het ijs bewaard gebleven zijn. Voor deze meening spreekt vooreerst het geronnen bloed, dat men in de kleinste vaatjes binnen in den schedel vindt; verder het voedsel, hetwelk de dieren soms nog tusschen de tanden hebben en dat bestaat uit dennennaalden en vruchten van pijnboomen, ceders enz., welke nog thans in die streek groeien. Wanneer deze reuzen van de voorwereld van verre afstanden hierheen gedreven waren, dan zouden zij vreemd voedsel medebrengen; waren zij niet door verstikking gestorven, dan zouden de haarvaten niet zoo met bloed gevuld zijn. Tengevolge van deze feiten, zoowel als wegens den pels, die hen geschikt maakt voor het leven in koude streken, is de twijfel opgeheven of Siberië wel hun vaderland

geweest is. Misschien is het daar toen ten tijde wel een weinig warmer geweest dan thans; dat zij echter koude konden verdragen, wordt bewezen door hunnen wolligen pels. Wellicht heeft de opheffing van Midden-Azië allengs hunnen ondergang veroorzaakt (Quenstedt), dewijl hierdoor de temperatuur van het Noorden van Azië noodzakelijk moest dalen. Velen beweren wel, dat plotseling de



Elephas primigenius. Mammouth.

koude is ingetreden, omdat anders het bevriezen met huid en haar niet denkbaar is. Dit is echter slechts met enkele individuen het geval geweest en wanneer men zich wat meer daar indenkt, is dat niet zoo vreemd.

Gewoonlijk ontdooit de bodem aldaar slechts tot eene diepte van 1 meter maar er zijn zomers, waarin hij ook twee meters ontdooit, zooals in dien van het jaar 1834. Nu is het wel zeker, dat in den daarop volgenden winter, als er ook sneeuw valt, de bodem weder twee meter diep zal bevriezen, maar er dringt toch vochtigheid uit den ontdooiden grond naar beneden en deze maakt de daaronder liggende slibmassa week. Wanneer er nu twee heete zomers onmiddellijk na elkander komen, dan zal een mammouth, die toevallig zulk eene moerassige plaats betreedt, in het ontdooide moeras naar beneden zinken, tot er niets meer van hem te zien is. Daar de *gewone* temperatuur van die streken echter zoodanig is, dat de aarde in den regel tot op eene diepte van 1 meter bevroren blijft, zoo moet een dier, dat daarin geraakt en bevroren is, voor het verste nageslacht bewaard blijven, totdat zijne sluimer-

plaats door een veranderden loop van stroomen of andere omwentelingen weder ontbloot wordt.

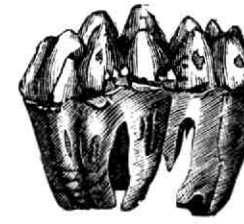
Dat dit ongeschonden bewaard blijven van deze dieren toevallig is, blijkt hieruit, dat zulke goed bewaarde exemplaren slechts bij uitzondering worden aangetroffen, terwijl men ontzaglijke massa's beenderen vindt. Wanneer namelijk al de dieren op hetzelfde oogenblik waren omgekomen, dan zou men de eerste veel menigvuldiger, de laatste in het geheel niet vinden; al wat door de vernielende catastrophe werd bereikt of overvallen, zou dan gestorven en verstijfd zijn, en dit lot zou ongetwijfeld de geheele olifantenbevolking getroffen hebben. Van den anderen kant kunnen ook niet al die dieren, wier overblijfselen men bijeen vindt, gelijktijdig te zamen gewoond hebben. Lange reeksen van geslachten moeten daartoe gedurende duizenden jaren bijgedragen hebben. Deze beenderen zijn in een ontzaglijk aantal bijeengedreven en nemen steeds in aantal toe, hoe hooger men naar het noorden komt. De Lachon-eilanden en Nieuw-Siberië bestaan letterlijk uit ijs en olifantstanden; zelfs de zee werpt ze bij elken storm op het strand, en ofschoon de kooplieden dit kostbare artikel sedert meer dan honderd jaren naar Europa en sedert 500 jaren naar China onophoudelijk uitvoeren, en 's winters eindelooze karavanen van hondesleden, des zomers tallooze visschersschuiten van de beendereneilanden naar het zuiden en oosten trekken, zoo is toch tot op dit oogenblik niet de geringste vermindering van de hoeveelheid ivoor merkbaar. Elke tand weegt tusschen 3 en 12 pud (60 à 240 kilogram).

Uit de berichten van Chamisso over zijne reis met het Russische schip Rurik blijkt, dat er ook in het Russische gebied van Noord-Amerika beenderen en tanden van olifanten van de voorwereld in het ijs van de gletschers voorkomen. Van boven ligt op het ijs eene blauwachtige kleilaag, die op eene turflaag van $^1/_3$ meter dikte rust, die door oppervlakkige verweering in bouwaarde veranderd is en schoone graslanden vormt. Niet diep onder deze lagen, midden in het ijs, maar geheel in bevroren zand en slib ingesloten, vindt men de olifantstanden te gelijk met overblijfselen van herten, paarden en runderen.

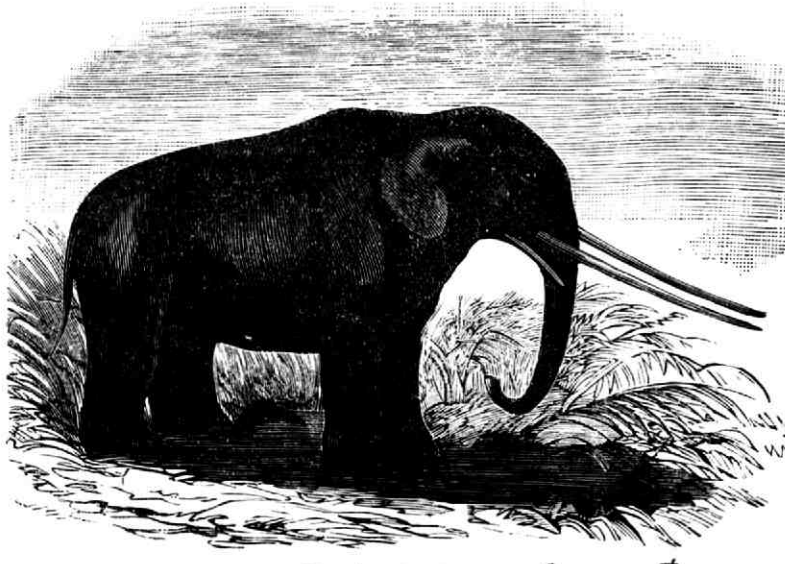
Men was eerst van meening, dat er slechts één soort van olifanten in de voorwereld bestond; maar evenals er thans nog twee blijkbaar verschillende soorten bestaan, die in verschillende werelddeelen leven, zoo waren er in vroegere tijden nog meer, waarvan de opmerkelijkste en grootste in aangespoeld land, in het leem van Noord-Amerika zeer menigvuldig voorkomt, wat bewijst — evenzeer als dezelfde omstandigheid bij de Aziatische overblijfselen — dat dit dier de laatste vreeselijke omwenteling van de aarde, die wij gewoon zijn den zondvloed te noemen, overleefd heeft, en eerst later, misschien ten gevolge van gebrek aan voedsel of verandering van klimaat uitgestorven is, evenals er nu nog geheele diersoorten uitsterven en in den historischen tijd uitgestorven of uitgeroeid zijn. Dit is b v. bewezen van den eendachtigen roofvogel, de Dodo (Dudu), die sedert honderd jaren niet

meer gevonden is, van Steller's zeekoe, die sedert 1768 geheel van de aarde is verdwenen, terwijl de eland in Europa bijna geheel, de bever en de ure of auerochs daar geheel zijn uitgestorven.

De grootste olifant was zeker het ohiodier, dat naar zijne tanden, die tepelvormige verhevenheden op de kauwvlakte hebben, mastodon genaamd wordt. Deze olifant was reeds in het jaar 1705 aan de Hudsonrivier bij New-York gevonden, maar sedert 1739 werd in de oorspronkelijke bosschen van den Ohio eene moerassige turfveenstreek met vele zoutbronnen ontdekt, welke aan de oorspronkelijke bewoners onder den naam van het groote zoutmeer bekend was en waarheen van verre en nabij de kudden der herkauwende dieren kwamen, om het hun zoo nuttige en aangename zout te slurpen. Deze streek is met beenderen van allerlei soort bedekt, want de dieren verdrongen elkander in hunne begeerte, andere zakten levend in het slijk en maakten dit hard voor die na hen kwamen.



Tand van een mastodon.



Mastodon giganteum.

De beschaving heeft de kudden verdreven, slechts hare overblijfselen worden nog gevonden; maar onder deze, en niet zoo diep dat men duizendtallen van jaren behoeft terug te gaan, vindt men ook de beenderen en tanden van

mastodonten, echte olifanten, van paarden, reusachtige herten en andere dieren van de voorwereld. Zoowel de voortreffelijke toestand, waarin zij bewaard zijn gebleven, als eene andere belangrijke vondst — eene maag met de halfverteerde overblijfselen van planten, welke het dier genuttigd had, doen ons vermoeden, dat de tijd, toen zij leefden, niet zoo heel ver van ons ligt. De wilden noemen het dier, waarvan de beenderen afkomstig zijn, den buffelvader, de natuuronderzoekers *Mastodon giganteum*, en de afbeelding op de voorgaande bladzijde vertoont het dier, zooals het er waarschijnlijk heeft uitgezien. Een prachtig, volledig geraamte er van bevindt zich te New-York, een ander te Philadelphia. In het jaar 1840 werd in Osage-County een geheel geraamte bijna ongedeerd en in zoo verschen toestand gevonden, dat de ontdekker (Koch) het waagde daaruit te besluiten, dat het nog met de wilden, die Noord-Amerika vroeger bevolkten, te zamen geleefd heeft. Het dier is, van de punt van den neus tot aan den staartwortel, 9 meter lang, eene lengte, die inderdaad zeer groot schijnt, maar misschien nog overtroffen werd, daar er beenderen gevonden worden, die aan nog grootere dieren schijnen behoord te hebben.

Ieder been van een dier heeft zulk eene eigenaardige gedaante, dat het zich van het overeenkomstige been van een ander dier van dezelfde soort alleen door de grootte onderscheidt en bij gelijke grootte, daarvan in het geheel niet verschilt. De pijp (het middenvoetsbeen) van den rechterpoot van een paard is aan datzelfde been van elk ander paard gelijk, maar verschilt reeds aanmerkelijk van dat van den ezel, den zebra enz.; zoo is ook elke rib, elke hals- of rugwervel van de andere onderscheiden; maar terwijl de twaalfde rugwervel van een stier van de elfde *verschilt*, is toch de twaalfde rugwervel bij alle stieren van hetzelfde ras geheel gelijk. Deze ontdekking is de grondsteen van de vergelijkende ontleedkunde; daardoor kan een deskundige uit eene rib of een voetbeentje of een heupbeen, kortom uit welk been ook, het dier zelf, waartoe het behoord heeft, alsmede zijne grootte, bepalen.

Dit alles staat vast. De hoogleeraar Klippstein, bekend als natuuronderzoeker en vooral als verdienstelijk beoefenaar van de leer der versteeningen, had een draaiwervel d. i. een tweeden halswervel (de eerste heet atlas) van een olifant, die *bijna* $^1/_3$ meter lang en 25 c.M. breed was. Hieruit mocht hij besluiten dat het dier, waaraan deze wervel heeft behoord, 9 meter hoog en bijna 18 meter lang geweest is! Het zou zeker mogelijk kunnen zijn, dat deze tweede halswervel aan een walvisch behoord had, en alsdan zouden de genoemde afmetingen geene verwondering baren; maar de wervels van zulk een dier verschillen zoo zeer van die van een olifant, dat hij, die daaromtrent twijfel koesterde den naam van natuurvorscher niet meer zou verdienen.

Maar ook aan kleine zoogdieren ontbrak het toenmaals niet: muizen, zoowel als gewone en waterratten komen in menigte versteend voor; de huismuis

wel is waar nergens, omdat er in den tijd, dat de mastodonten leefden nog geen huizen bestonden. In de rolsteenen en beenderbrecciën bij de Middellandsche zee vindt men de beentjes van een uitgestorven muizengeslacht in zulk eene ontzaglijke hoeveelheid als men anders slechts nummuliten, kleine schelpen in de grofkalk vindt: de beenderbreccie schijnt bijna uitsluitend uit hare wervels, beenderen der ledematen en tanden te bestaan. Sommige geleerden nemen aan, dat deze beenderen door kleine roofdieren, bunsings en wezels voor hunne holen gesleept zijn, eene bewering, inderdaad even belachelijk als eene andere, die toch evenzeer in allen ernst voorgedragen is, dat de egyptische pyramiden geene menschelijke bouwwerken zijn, maar zeer groote, natuurlijke kalkkristallen.

Het naast in grootte bij deze knaagdieren staat de holenhaas, een diertje van dezelfde afmetingen als het Guineesche biggetje (Cavia Cobaya) en dat thans in het noorden van Siberië leeft en daar voor de eenzame boschbewoners zeer nuttig is, daar het hun de hooioogsten bezorgt. Het kleine dier bouwt zich namelijk een winterwoning van afgebeten gras, hoopt dit op in mijten van $1^1/_2$ meter hoog, die zich zelfs diep onder de sneeuw duidelijk verraden en door hunne buitengemeene talrijkheid voor den Siberischen boer voldoende zijn, om zijn vee den winter door te brengen.

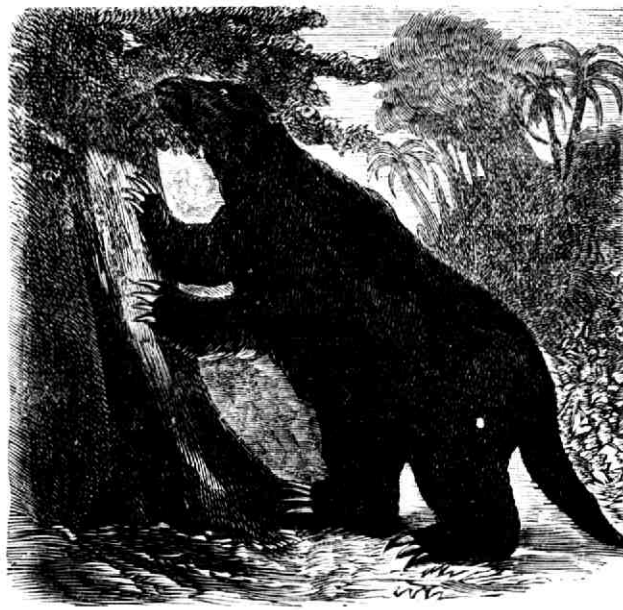
Wanneer men uit het voorkomen van olifanten in het Noorden besluit, dat het klimaat aldaar vroeger warmer was, dan geeft het voorkomen van dezen haas (dien Cuvier den Corsikaanschen noemt) langs de geheele Middellandsche zee van Gibraltar tot in Griekenland, zoowel in volkomen geraamten als in enkele beenderen, in de ontzaglijkste hoeveelheid, reden om te vermoeden, dat het vroeger ook op Corsica en Sardinië, in Spanje en Italië bitter koud geweest is, want deze haas (Lagomys alpinus) zoekt de koude, vliedt de warmte, woont aan de sneeuwgrens en komt reeds in het Uralgebergte, daar hem dit te zuidelijk is, niet meer voor.

De Guineesche biggetjes worden fossiel in keurige exemplaren van een tot anderhalf meter lang, — ware schoothondjes! — alleen in Zuid-Amerika gevonden, dat ook het vaderland van de thans levende, kleinere is, die zelden grooter dan 28 c.M. worden.

Ook verschillende soorten van bevers waren, zoowel kleiner als grooter dan de onze, bewoners van de voorwereld, en men vindt hunne beenderen van den Kaukasus tot in Russisch Amerika veelvuldig verbreid. Evenzoo worden ook eekhoorntjes en marmotten fossiel gevonden; uit dat alles mag men besluiten, dat er toen ter tijd heel wat dieren leefden.

Zonderlinge vormen vertoonen vooral de Edentata (tandelooze dieren), een naam, die hun hierom gegeven is, omdat de *snij-* en *hoek*tanden ontbreken, waarnaar de zoöloog de zoogdieren rangschikt. De bouw van deze dieren was geheel ongewoon. Hunne voorpooten waren langer dan de achterpooten; zij waren ongemeen plomp en krachtig, hadden een zeer breeden, beenigen

staart, die op den grond sleepte en diende om het zware lichaam bij het klimmen te steunen. De bouw van de beenderen toont aan, dat zij weinig geschikt waren om te loopen, daar zij alleen met den buitenrand van den voet op den grond kwamen (evenals de kinderen somtijds de verkeerde gewoonte hebben om de zool van den voet naar binnen te richten), hetgeen hen intusschen bijzonder geschikt maakte om tegen boomen op te klauteren, daar hunne naar binnen gedraaide voetzool den boom goed omvatte. De voeten, met ontzaglijke teenen en geweldige nagels voorzien, dienden om hen in het bereik van de bladeren te brengen, die hun eenig voedsel uitmaakten.

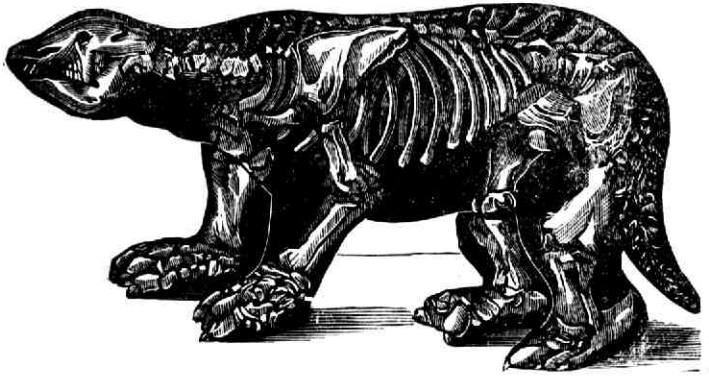


Mylodon robustus

Eenige familiën der Edentata, de Megatheriën en de Mylodonten, gelijken in uitwendigen vorm en houding wat op de luiaards, waarmede zij ook wel in levenswijze overeen zullen gekomen hebben en waarvan nu slechts twee geslachten bestaan: de eigenlijke luiaard, Bradypus, die zulke hinderlijk lange voorpooten heeft, dat hij bij het gaan zich op de ellebogen voortbeweegt en, daar het gaan hem moeielijk valt, aanleiding heeft gegeven tot de fabel, dat hij den boom, waarop hij zit, niet eerder verlaat, dan nadat het laatste blaadje opgegeten is. Intusschen is hij bijzonder geschikt om te klimmen en om zich zeer snel op of liever onder langs de wijd uitgestrekte boomtakken te bewegen; terwijl hij, met het lichaam omlaag hangend, met de vier pooten

den tak omvat, loopt hij evenals een matroos, die tegen een schuin touw opklimt, met beenen en armen naar boven en het lichaam naar beneden. Het tweede geslacht is de unau, Choloepus, die een weinig bewegelijker is dan het eerstgenoemde. In de voorwereld leefden intusschen verschillende van deze dieren, en men moet er zich over verwonderen, wanneer men ziet, dat zij, als wezens, die tot klimmen waren ingericht, de grootte van olifanten bereikten; en met verbazing vraagt men zich af: wat waren dat voor boomen, die zulke lasten konden dragen?

Een van de merkwaardigste dieren van deze soort is het Mylodon robustus (op de vorige bladzijde afgebeeld). Het volledige geraamte van zulk een dier werd in het zand van de Rio de la Plata, niet ver van Buenos-Ayres, gevonden en naar Londen gebracht, waar het zich in het British museum bevindt. Het heeft de grootte van een rhinoceros; het achterste gedeelte van het lichaam is laag, en de voet is onder een rechten hoek met het scheenbeen verbonden. Daardoor kon het, geholpen door een breeden, buitengemeen sterken staart, bij het klimmen een zeer vasten stand aannemen. Het dier had aan den voorpoot vijf teenen, waarvan de drie middelste met ontzettende klauwen gewapend waren; de achterpoot had slechts vier teenen. Niettegenstaande zijne groote en verbazingwekkende wapenen, was het toch ongetwijfeld een zeer onschadelijk dier, want het gebit, waaraan alle snij- en hoektanden ontbreken, toont aan, dat het alleen van plantenvoedsel leefde.



Megatherium Cuvieri.

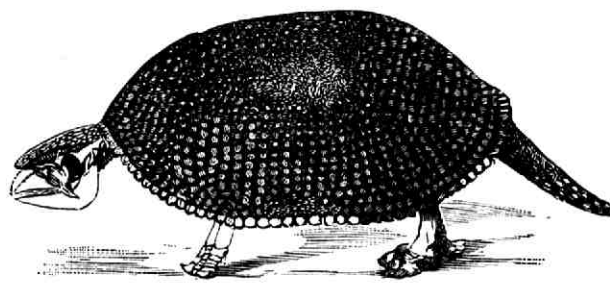
4 M. lang - 2½ M. hoog.

Nog grooter dan dit dier was het Megatherium (groot dier), waarvan de figuur op deze bladzijde de afbeelding bevat. Het is 4 meter lang en 2½ meter hoog, aan den Rio de la Plata gevonden, en te Madrid opgezet. Iets zoo plomps en onbeholpens komt in de natuur niet meer voor. Men ziet duidelijk uit den bouw van dit dier, dat het geen levend voedsel kon nuttigen.

Nevensgaande teekening van het geraamte geeft echter nog geen volkomen duidelijk begrip van zijne onbevallige, logge gestalte; men moet hierbij weten, dat de pooten zoo ver van elkander afstonden, dat hij de voeten niet bijeen kon brengen, en dat de dij- en bovenarmbeenderen 30 cM. *dik* waren. De klauwen, die aan den wortel sterk verdikt zijn, waardoor zij niet konden ombuigen, maakten dit dier even geschikt tot klimmen als tot graven.

Ook in Noord-Amerika werden zulke reusachtige schepselen gevonden, en wel in zulk een menigte, dat het onbegrijpelijk is, waar zooveel dieren genoegzaam voedsel van daan gehaald hebben; en dit te meer als zij, zooals Quenstedt vermoedt, niet alleen de boomen van hun bladertooi beroofden, maar die ook door de zwaarte van hun lichaam omhaalden.

Aan deze reusachtige luiaards sluiten zich onder de Edentata de gordeldieren aan, evenzeer plantetende dieren, die echter niet klimmen. Zij leven, voor zooverre men ze thans kent, alleen in Zuid-Amerika (van Mexico af, zuidwaarts tot aan de uiterste punt van het vasteland) en onderscheiden zich, terwijl de ledematen dik zijn en evenals bij den mol tot graven zijn ingericht, toch door bewegelijkheid, buigzaamheid en de bijzondere eigenschap, dat zij zich, evenals de egels, tot een kogel kunnen oprollen. Daar zij geheel ongewapend zijn, aangezien zij geene snij- of hoektanden hebben (ofschoon het grootste thans levende gordeldier, Dasypus gigas, 94 tot 100 kiezen bezit derhalve meer dan eenig ander zoogdier), bestaat hunne eenige beschutting uit een pantser, dat het geheele lichaam in breede ringen omgeeft, bewegelijk en verschuifbaar als de metalen handschoen van eene ridderlijke wapenrusting, en dat, als het dier zich samenrolt, het geheel omsluit.



Glyptodon clavipes (Hoplopherus).

De gordels loopen wat het aantal betreft zeer uiteen, en hiernaar worden de soorten onderscheiden. Ook in grootte zijn zij onderling verschillend: het zooeven genoemde is 1 meter lang, en het pantserdier uit de bergen van Chili bereikt slechts eene lengte van nauwelijks 15 centimeter.

Die gordeldieren, welke men versteend vindt, zijn onderling verschillend, zoowel ten opzichte hunner grootte, als ten opzichte der pantserringen, die hen omgeven, maar alle zijn reusachtig groot in vergelijking zelfs van de grootste der thans levende; de meeste soorten bereikten de grootte van den neushoorn, van het nijlpaard, althans die van een duchtigen stier.

Het hieronder afgebeelde dier, welks zeszijdige tafels, in gordels gerangschikt, men in Zuid-Amerika zeer dikwijls vindt, is dat, wat onder den naam Hoplopherus door Lund beschreven is. Zijne woonplaats schijnt Brazilië geweest te zijn. In het algemeen vindt men in Zuid-Amerika eene groot aantal geslachten, die over eene uitgestrektheid van ongeveer 500.000 vierkante kilometer verspreid voorkwamen. In het leem en slib van de jongste formatie vindt men geheele geraamten, dikwijls nog met de huid, beenachtige schilden en lange haren, dikwijls ook zonder bekleeding, in het geheel niet diep onder de oppervlakte, deels in versteenden toestand, maar grootendeels zoo, als beenderen zich voordoen, die langen tijd in den grond gelegen hebben. Daar de kop van het gordeldier klein is in verhouding tot zijn lichaam, kan men uit het vinden van een kop ter grootte van dien van een nijlpaard tot een reusachtig dier besluiten. Zulk een kop nu werd door Darwin in Rio Negro werkelijk gevonden, hetgeen weder op de ontzaglijke grootte van dit dier wijst.

Tot de tandelooze dieren behooren verder nog de miereneters en de schubdieren. Ook van deze zijn vele overblijfselen gevonden; zij waren echter over eene veel grootere uitgestrektheid verbreid dan thans, want niet alleen in Amerika en in het zuiden van Azië, hun tegenwoordig vaderland, maar zelfs in Europa vindt men hunne overblijfselen, en Cuvier beschrijft naar aanleiding van gevonden beenderen het schubdier van de voorwereld (Manis gigantea) als eene lengte van 7 meter hebbend, terwijl de tegenwoordige olifanten zelden meer dan $3^1/_2$ meter lang zijn en de thans levende schubdieren nauwelijks $^1/_2$ meter.

De groote orde van dieren, de eenhoevigen: het paard en de ezel, onderscheidt zich van alle andere dieren hierdoor, dat zij slechts één teen hebben, op welks top zij loopen. De geheele zool van den eigenlijken voet tot aan dat gewricht, dat men bij de meeste teenloopers, zooals den hond, het hert, het rund enz., de naar achteren gebogen knie noemt, staat rechtop en het dier rust op de punt van den teen, die met een geweldige nagel, de hoef, voorzien is.

Het is geheel onjuist, het gewricht, dat zich, naar achteren uitstekende, op de hoogte van de knie vertoont, voor een werkelijke knie te houden. Wanneer de hoef neergezet wordt, ziet men zeer duidelijk, wat het is, maar het spraakgebruik is niet gemakkelijk te veranderen; dat evenwel de voet niet verdeeld is, ziet terstond iedereen, en hierom is dit kenmerk voor de geheele orde zeer gelukkig gekozen.

Het paard is tegenwoordig een van de getrouwste huisdieren en een even

standvastig begeleider van den mensch als de hond. Het komt echter niet alleen in den tegenwoordigen tijd voor, het bestond reeds ten tijde van de voorwereldlijke olifanten en zijne beenderen worden fossiel gevonden, tegelijk met die van den mammouth en den mastodon. Eerst werd het als Equus adamaticus beschreven en afzonderlijk gerangschikt, maar latere onderzoekingen hebben bewezen, dat het zich van Equus caballus, d. i. het thans levende paard, in het geheel niet onderscheidt. De beenderen van het voorwereldlijk dier komen in een groot aantal voor, waaruit men kan opmaken, dat deze soort sterk vertegenwoordigd is geweest; het heeft, evenals de olifant en het nijlpaard, den zondvloed overleefd en werd in Europa in groote kudden in het wild aangetroffen. Varro heeft er ten tijde van de Romeinen in Spanje gevonden, en Strabo verhaalt nog veel vroeger van de paarden in de Alpen. Thans vindt men in Europa geene wilde paarden meer, want die, welke men in Polen, Hongarije en op Seeland (Denemarken) aantreft, zijn niet zonder meester, maar in zoogenoemde wilde stoeterijen, onder toezicht van herders, drijvers enz., vereenigd. Alleen in Midden-Azië zijn op het oude vaste land de paarden nog volkomen wild en trekken deels met de mongoolsche volksstammen mede, deels trekken deze de zwervende kudden na.

Eigenaardig is hetgeen men in Amerika waarneemt. Het wilde paard wordt daar, evenals in Europa, in de jongere tertiaire lagen in groot aantal fossiel gevonden, vermengd met de beenderen van olifanten en hunne verdere metgezellen; het is derhalve daar oorspronkelijk inheemsch geweest, maar daarna geheel uitgestorven; want het is een feit, dat de Spanjaarden, toen zij eerst Amerika betraden, daar geene paarden vonden en dat zij de vreedzame volkeren hoofdzakelijk met behulp van de spaansche paarden overwonnen. Thans echter is bijna geen land, zelfs de Ukraine niet uitgezonderd, zoo rijk aan wilde paarden als Amerika, vooral het zuidelijk gedeelte. Daar komen kudden van 10000 stuks vrij rondzwervend voor, die in de ontzaglijk groote Pampa's slechts twee vijanden hebben, de verwilderde honden en de groote blauwe vliegen. Om de laatste te ontkomen, vluchten zij naar het koudere klimaat van de zuidelijke punt van Patagonië, waar zij in den zomer veel voorkomen en waarheen de vliegen hen niet volgen. Het valt hun echter niet zoo gemakkelijk, zich voor de honden te beschutten; deze voegen zich naar elk klimaat en de zwakste dieren van de kudden vallen deze altijd ten prooi.

Toen in het jaar 1537 de Spanjaarden de La Plata en Buenos-Ayres moesten ontruimen, hebben zij hunne paarden niet kunnen medenemen en hebben ze bij Buenos-Ayres achtergelaten; van deze stammen de tallooze kudden, die men daar thans vindt, af. Dit is een van de merkwaardigste lotgevallen, die ooit een dier heeft ondergaan: oorspronkelijk was het paard in Amerika inheemsch, stierf vervolgens uit, werd op nieuw ingevoerd en vermeerderde zich na deze invoering zoo sterk, dat het aantal in geen land der aarde zoo groot is als in Noord en Zuid-Amerika.

Fossiel komen eenhoevige dieren, paarden, ezels en zebra's, ook in het zuiden van Azië voor. De stamboom van het paard is, dank zij de onderzoekingen van Kowalewsky, door tal van verbindingsleden tot in den tegenwoordigen tijd zoo goed opgemaakt, als bij weinig andere dieren het geval is. In de oudste tertiaire lagen vindt men n. l. een dier, dat men Palaeotherium noemt, dit had wel 4 vingers, maar een daarvan was veel sterker ontwikkeld dan de 3 andere. Daarop volgde het Anchitherium, met 3 teenen, waarvan de middelteen sterk ontwikkeld was, terwijl de zijdelingsche bijna ontbraken. Dit dier geleek in lichaamsbouw ook veel op het paard, wat nog meer het geval was met het in de bovenste tertiaire lagen gevonden Hipparion, dat als de onmiddellijke voorganger van ons paard moet beschouwd worden en dit te meer, daar ook het gebit volkomen daarmede overeenkomt.

Zoo geeft ons de stamboom van het paard een treffend bewijs voor de afstamming der verschillende diervormen van elkaar. Het Hipparion was een zebraachtig dier met sierlijke, slanke vormen en is als een voorwereldlijke pony te beschouwen.

Tot de voorwereldlijke dieren, welke met de thans levende zeer veel overeenkomen of geheel daaraan gelijk zijn, behooren ook de herkauwende dieren, maar zij zijn niet in de oudste lagen van de zoogdierformaties te vinden, doch komen eerst vrij wel aan het einde, in de onmiddellijke nabijheid van het diluviale tijdperk voor.

De zoogdieren, welke tot deze periode, de quaternaire, welke gewoonlijk in het diluviale en alluviale tijdperk wordt verdeeld en nog tot in den tegenwoordigen tijd reikt, behooren, worden niet, evenals de oudere en oudste dieren, zooals de hagedissen en visschen, in versteenden toestand aangetroffen, maar zijn meestal in moeras, slijk en leem gezonken, begraven, en zijn evenzoo bewaard gebleven als de beenderen van de lijken op een kerkhof, of worden nog veel frisscher in de beenderholen en in bitumineuse aardlagen of zelfs in den bevroren grond gevonden.

In de holen zijn de beenderen door verschillende oorzaken gekomen; ten deele zijn zij afkomstig van dieren, welke, zooals hyena's en beren in de holen gewoond en hunnen buit daarbinnen gesleept hebben, ten deele zijn zij door waterstroomingen daarheen gevoerd, ten deele eindelijk zullen overstroomingen in den diluvialen tijd de dieren van de plaatsen, waar zij weidden, verdreven hebben. Om al die redenen vindt men dikwijls een groot aantal beenderen in de holen, vaak duizenden bijeen, opeengehoopt.

Het hoofdkenmerk der herkauwende dieren, de dubbele hoef, kent ieder, die slechts eenmaal een schaap of een rund gezien heeft. Deze beide dieren echter, welke tot *één* groote orde behooren, toonen reeds dadelijk het groote verschil in vorm aan, dat nog meer in het oog valt, wanneer men bedenkt, dat hert en ree, steenbok en gems, antilope en gazelle, eland en rendier, giraffe, kameel en muskusdier er ook toe behooren.

Het schijnt, dat het zwaarste van al deze dieren, het rund, het oudste is; althans zijne beenderen treft men het eerst (d. i. het onderst) in het middelste tertiaire gebergte aan. Men vindt daar de overblijfselen van een dier met doornuitsteeksels van 40 centimeter lengte op de wervelkolom, waardoor een ontzaglijk hooge schoft op de schouders als bij den bison ontstaat en die van een breeder gebouwd en meer ineengedrongen dier, dat geheel op den auerochs van de oude Duitsche wouden geleek en dat nu nog onder den naam buffel in Noord-Amerika leeft.

Het rund, dat thans tot de noordelijkste streken van Noord-Amerika beperkt is, de zoogenaamde muskus-os, kwam vroeger veel verder naar het zuiden voor, en een goed bewaarde schedel er van, die zich thans in het zoötomisch museum te Berlijn bevindt, werd b. v. in het leem van een heuvel bij Berlijn gevonden, die de Kruisberg genoemd wordt. Dit geslacht is in de oude wereld uitgestorven, maar heeft in de nieuwe wereld de laatste omwenteling van de aarde overleefd. Of deze zich niet over dat gedeelte der aarde heeft uitgestrekt, of dat het bebouwen van geheele landstreken in Europa het reeds verdelgd had, eer het zich in de meer noordelijke, nog altijd onbewoonde streken kon terugtrekken, kan niet uitgemaakt worden. Vele voorbeelden van dieren, die reeds vóór het diluviale tijdperk het vaste land bewoonden en tegenwoordig nog voorkomen, pleiten voor de eerstgenoemde meening.

Op vele plaatsen in Hongarije en in Italië, heeft men horens van 2 à 3 meter lengte gevonden, die men, aangezien de tegenwoordig levende runderen dikwijls horens hebben van omstreeks 1 meter lengte en van geheel den zelfden vorm, meent te behooren aan de stamouders der tegenwoordig in Hongarije en Italië levende runderen. Dit moet men echter niet zoo verstaan, dat die dieren de directe voorouders zouden zijn, maar wel zóó, dat de overgang van die dieren in de tegenwoordig levende geleidelijk heeft plaats gehad, door middel van een aantal tusschenvormen, welke ons nog niet geheel bekend zijn.

Van schapen, geiten en antilopen heeft men herhaaldelijk en op verschillende plaatsen althans tanden gevonden, maar de overblijfselen van deze dieren zijn veel zeldzamer dan die van runderen. Hierbij is het opmerkelijk, dat er bij Marathon (in Griekenland) horenpitten van antilopen met gedraaide horens gevonden zijn, welke dieren thans alleen in Zuid-Afrika voorkomen, en dat ook andere omstandigheden tot het besluit leiden, dat deze eenmaal daar hun vaderland gehad hebben (wellicht ten tijde toen «Hyrkaniën's leeuwen», waarvan Shakespeare spreekt, dat land onveilig maakten).

De herkauwende dieren zijn verdeeld in drie familiën: naar hunne horens vooreerst in twee, terwijl die, welke tot eene derde behooren, geen horens hebben. De eerste bezit *holle* horens, die half doorschijnend en sterk met vet doortrokken zijn, en deze min of meer gekromde horens zitten op uitsteeksels van het voorhoofdsbeen. Hiertoe behooren alle soorten van runderen, de

schapen en geiten (gemzen, steenbokken, antilopen, gazellen enz.). De tweede familie heeft *geen holle* horens. Zij zitten *niet* op een uit het voorhoofd uitstekenden beenknobbel, maar zijn van onder tot boven massief, zij bestaan uit een droge, niet vette en niet doorschijnende, witte stof, en zijn van buiten met eene ruwe en gewoonlijk bruine schors bekleed en òf boomachtig (hert, ree) òf zeer verbreed (rendier, eland). De derde afdeeling: kameel, dromedaris, muskusdier bezit geene horens.

Verreweg de meeste overblijfselen vinden wij van de tweede onderafdeeling van de herkauwende dieren, wellicht, dewijl de dieren der eerste zich veelal aan den mensch hebben aangesloten en getemd zijn geworden, terwijl van de laatste alleen het rendier half en half een huisdier geworden is. Hierbij wordt wel is waar verondersteld, dat er ten tijde van de tertiaire formatie reeds menschen waren, maar men moet vragen: waarom zou dat niet het geval geweest zijn? Blijkbaar waren alle voorwaarden voor het bestaan zelfs van de hoogst ontwikkelde dierlijke organismen aanwezig. Op een bodem, die alle mogelijke vleesch- en plantetende dieren, en derhalve ook de noodige planten droeg, kon de mensch zeer goed bestaan, en heeft hij mogelijk, ja zelfs waarschijnlijk bestaan, zooals de jongste ontdekkingen van fossiele menschenbeenderen, althans in de jongste tertiaire formatie, het plioceen, schijnen te bewijzen.

De herkauwende dieren, welke massieve, geen holle horens, een gewei dus, hebben, werpen dit regelmatig elk jaar af. Daardoor wordt het menigvuldig voorkomen er van verklaard. Alleen het mannetje draagt een gewei; maar evenals bij het nu nog levende rendier schijnt ook, althans naar de meening van Cuvier, bij het uitgestorven reuzenhert, het wijfje een gewei te hebben gehad. Men ziet dit aan den bouw der tanden: het mannetje heeft namelijk in de bovenkaak een hoektand, eene soort van slagtand, dien het wijfje mist: daar men nu koppen zonder dien hoektand, maar toch met een gewei vindt, zoo heeft men volgens analogie met de rendieren recht om te zeggen: ook de wijfjes droegen een gewei. Owen is echter die meening niet toegedaan.

Het rendier, dat nu alleen in het Noorden voorkomt, leefde toenmaals in veel zuidelijker streken. Niet slechts in de diepe venen van Zweden, maar ook in het noorden en het midden van Duitschland vindt men fossiele horens en tal van andere beenderen: pooten, rugwervels en tanden; zelfs heeft Cuvier ze in het dal van de Somme, en Guettard in de nabijheid van Etampes in het *diluviale zand* gevonden. Dit is weder een bewijs, dat òf het klimaat in vroegere tijden geheel anders is geweest dan thans, òf dat de natuur van deze dieren anders geweest is.

Van den eland en het damhert komen ook fossiele overblijfselen voor, en de eerste kwam vroeger, evenals het rendier, veel verder naar het Zuiden verspreid voor. Een van de prachtigste dieren moet echter het reuzenhert

geweest zijn, waarvan de fossiele overblijfselen in Ierland zeer menigvuldig en wel in zeer verschillende lagen voorkomen, zoowel bij Dublin, met vele zeeschelpen in het gesteente ingesloten, op eene hoogte van 60 meter boven de zee, als in de kalkafzettingen en tufsteen, die in eene ontzaglijke uitgestrektheid onder de even ver uitgestrekte turfvenen rusten of wel in de turf zelf. Bij Curragh vindt men den reuzeneland (reuzenhert is niet de juiste benaming, daar het gewei meer op dat van den eland of van het rendier gelijkt) in groote hoopen, in eene nauwe ruimte te zamen gedrongen, alsof deze dieren in kudden geleefd hebben. Opmerkelijk is het, dat alle individuen rechtopstaan, en dat het hoofd hoog opgericht, de hals uitgestrekt en het gewei langs den rug gestrekt is, alsof de dieren in een moeras gezakt waren en den neus zoo ver mogelijk in de lucht hadden uitgestoken.

Schedel en gewei wegen gemiddeld 40 kilogram; zij zijn voortreffelijk bewaard gebleven, omdat het bitumen van de turf de verrotting tegenging,



Cervus megaceros (Reuzenhert).

maar hierdoor zijn zij tevens zeer bruin, soms zelfs zwart geworden. Nu en dan vindt men in de nabijheid van een bodem, rijk aan bronnen, de beenderen met eene blauwe laag van phosphorzuurijzeroxyd overtrokken, wat daaraan een eigenaardig schoon uiterlijk geeft. De rijke grondbezitters versieren met deze horens hunne jachtsloten en kiezen natuurlijk de schoonste; de minder

groote en schoone, die, daar zij zoo uiterst menigvuldig voorkomen, van geringe waarde zijn, ziet men duizenden malen aan de pachthoeven boven de wagenpoorten of in de gevels der huizen bevestigd, zoodat het niet te verwonderen is, dat de bewoners beweren, dat deze dieren nog in den historischen tijd geleefd hebben en dat zij eerst door de jagers, die het groene Erin in bezit namen, zouden uitgeroeid zijn. Dit zou ook volstrekt niet onmogelijk noch vreemd wezen, en die bewering wordt nog te waarschijnlijker, daar men in een turfveen, zooals reeds gemeld werd, de huid van zulk een reuzeneland, zonder het daarbij behoorende geraamte gevonden heeft, hetgeen zeer duidelijk op het werk van menschen wijst, die een geschoten stuk wild gevild en het vel achtergelaten hebben. In Dublin wordt ook een rib bewaard, die door de punt van een pijl doorboord is.

De op de voorgaande bladzijde afgebeelde figuur kan ons eene voorstelling van dit prachtige dier geven. De krachtige spronggewrichten aan de hielen toonen zeer duidelijk, hoe goed dit dier voor groote sprongen gebouwd was. Het gewei heeft niet zelden eene lengte van 2 meter en daarboven (zeldzaam vindt men ze van slechts 1 meter), daarbij liepen zij zoo breed uit, dat zij van punt tot punt, dwars over het hoofd van het dier gemeten, 3 tot 4 meter uit elkander staan, wat wel een indrukwekkend gezicht opgeleverd zal hebben, maar ongetwijfeld voor het dier zelf ongemakkelijk was en het verhinderde in de bosschen te leven maar het naar het vrije veld verbande. Een hert, met een gewei van drie meter breedte zou zelfs in onze bosschen niet te ver loopen, hoeveel te minder dan in die van de voorwereld.

Het reuzenhert is geenszins alleen tot de Britsche eilanden beperkt; het komt ook, ofschoon zeldzamer, in het Noorden en zelfs enkele malen in het Zuiden van Duitschland voor: zoo kwam bij het maken van een spoorweg in de nabijheid van den Neckar in Wurtemburg een kop met gewei te voorschijn.

Het *eigenlijke* hert was, evenals het paard, een metgezel van de overige voorwereldlijke zoogdieren, en men heeft zijne beenderen en vooral de geweien zeer dikwijls met de fossiele beenderen van deze dieren vereenigd gevonden. Van de nu levende onderscheidt zich eene grootere soort, welke omstreeks $^1/_2$ meter hooger wordt, maar beide komen volgens alle onderzoekers volkomen overeen met de nu nog levende dieren. d. i. met het Europeesche edelhert en het in Noord-Amerika levende zoogenaamde Canadasche hert.

De ree komt in de diluviale formatie in het geheel niet voor; menigvuldiger in het aangespoelde land en vooral in de zoetwaterbezinksels. Ook het kleinste van alle herkauwende dieren, het dwerghert, is ofschoon zelden, versteend gevonden.

Wij zien derhalve, dat de zoogdieren, die thans tot de meest bekende behooren en gedeeltelijk zich zoo aan den mensch hebben aangesloten, dat zij zijne standvastige metgezellen zijn geworden, allen reeds in den diluvialen tijd geleefd hebben, ook van den kameel geldt dit.

Of het meest ontwikkelde onder de zoogdieren, dat tevens het meest op den mensch gelijkt, de aap, reeds voor het diluvium bestaan heeft, is dikwijls beweerd en bestreden geworden, tot men in zijn vaderland in Zuid-Azië en Zuid-Amerika, fossiele beenderen in groot aantal gevonden heeft, welke zoo zeer met de thans nog daar levende overeenkomen, dat er bijna geen onderscheidingskenmerk te vinden is. In Europa heeft men enkele beenderen gevonden, die stellig aan apen toegeschreven moeten worden, zij leefden in de Oude Wereld op hoogere breedtegraden dan tegenwoordig en onderscheiden zich van die der Nieuwe Wereld door dezelfde kenmerken als nu nog, n.l. het verschillend aantal tanden en de breedte van het neustusschenschot. De apen der Oude Wereld toch bezitten 32 tanden en een smal neustusschenschot, die der Nieuwe 36 tanden en een breed schot in den neus. Overigens is het vaak moeielijk en loopt men groot gevaar zich te vergissen, als men uit enkele overblijfselen van dieren te veel wil afleiden. Zoo werden vroeger twee tanden uit de zoogenaamde Londensche klei van Kyson, in het graafschap Suffolk, op 22° Noorder-Breedte, aan eene apensoort toegeschreven, terwijl het later bleek, dat zij van een dikhuidig dier afkomstig waren.

Wij komen ten slotte tot eene van de belangrijkste orden van zoogdieren, tot die, aan welke door de natuur het ambt van grenswachter over de anderen is toevertrouwd, aan de roofdieren.

Een hoogst gewichtige schakel in den keten der wezens zijn de leeuwen en hyena's, de wolven en vossen, de katten en wezels, bestemd als zij zijn, om aan de vermeerdering der landdieren paal en perk te stellen.

Wanneer in een vischvijver alleen karpers en niet tevens een paar snoeken gebracht worden, dan vermeerderen de eerste zich zoo verbazend sterk, dat zij spoedig gebrek, niet alleen aan voedsel, maar ook aan ruimte hebben. Iets dergelijks zou, maar na langere tijdruimte, ook met de landdieren het geval zijn, wanneer de vleeschetende dieren er niet waren. De natuur is wel gruwzaam; zij leert den leeuw niet alleen zijne prooi eerst te dooden en dan te verscheuren, maar zij laat ook toe, dat de valk den patrijs nederwerpt en hem levend de oogen uitpikt en de borstspieren wegvreet, om hem daarna den gruwelijksten marteldood te doen sterven, als niet een medelijdende vos zich over het verlamde, doodbloedende dier erbarmt, door het in zijne maag een graf te bezorgen; maar gruwzaam of niet, zij bereikt haar doel: zij stelt paal en perk aan de onbegrensde vermeerdering.

Was nu de dierenwereld in den voortijd krachtiger vertegenwoordigd dan thans, dan mag men veronderstellen, dat toen ook de vleeschetende dieren sterker geweest zullen zijn. Aan de moeras- en zeebewoners zien wij dit ook werkelijk: salamanders, hagedissen, krokodillen zijn alle van kolossale grootte, in overeenstemming met de geweldige bevolking van dien tijd en de overblijfselen der verscheurende landdieren bevestigen ook deze veronderstelling. Van den grootsten leeuw tot de kleinste huiskat zijn beenderen gevonden,

zoo b. v. bij ons van den losch (lynx) en in Amerika van den jaguar. Andere roofdieren komen in diepere lagen voor, en hunne overblijfselen vertoonen zich aan den Rijn en in Frankrijk tot in het tertiaire tijdperk. Als *oudste* overblijfsel beschouwt men een panter, die in het tertiaire gips van den Montmartre bij Parijs gevonden werd en dien Cuvier wegens zijn grootte hooger stelde, totdat op zoötomische gronden bleek, dat het Felis pardoïdes (panterachtige kat) is.

De roofdieren onderscheiden zich door zeer kleine snijtanden en scherp vooruitstekende, spitse, kegelvormige hoektanden, die bij het vangen en verscheuren van de prooi des te sterker werkzaam zijn, naarmate zij vrij boven de snijtanden uitsteken en er niet terstond kiezen achter komen, maar er zich eerst eene opening achter bevindt, zoodat de scheurtanden bij het bijten des te dieper kunnen indringen. Daar deze dieren alleen van vleesch leven, en dit week is, zijn hunne kiezen zeer scherp, niet zoo zeer om beenderen stuk te bijten, als wel om die af te kluiven.

Al deze kenmerken aan de tanden hebben ook de voorwereldlijke vleeschetende dieren, onder welke als de belangrijkste op den voorgrond treedt:

De *holenleeuw*, welk geweldig dier de tegenwoordige leeuwen en tijgers in grootte verre overtrof. De naam (Felis spelaea) wijst er reeds op, dat men hem in de jongste formatiën, in aangespoelde gronden (waartoe het leem behoort, dat in de holen is bezonken) vindt. Hieruit blijkt, dat deze bloeddorstige en roofzuchtige schepselen Europa nog ten tijde van de holenberen, waarmede men hunne beenderen vermengd vindt, bevolkten. Tegenwoordig zijn de groote roofdieren geheel uit Europa verdwenen en komen zij nog slechts in de heete gewesten voor, waar de koningstijger in de bamboes- en waaierpalmbosschen van den Ganges en den Indus, de leeuw in de hooger gelegen streken en in de rotsgronden van Afrika zijn toevlucht zoekt; niet, zooals men vaak meent, in de woestijn, want de woestijn voedt geen dier, derhalve ook niet den buit-zoekenden leeuw, en de ruiter of de karavaan, die door de woestijn trekt, behoeft den menschenschuwen leeuw niet te vreezen, zelfs niet, wanneer deze tegen zijne gewoonte uit den Atlas of uit de zuidelijke gebergten in de voorste deelen der woestijn verdoold mocht zijn. Menschenschuw! zoo mag men hem toch wel noemen, daar hij van de geheele noordelijke helling van den Atlas verdwenen is en zich naar de zuidzijde teruggetrokken heeft, sedert de Franschen Algiers bezet hebben.

Ofschoon reeds meermalen uit het vinden van overblijfselen van zulke dieren, die in andere klimaten te huis behooren, het besluit getrokken werd, dat Europa vroeger een klimaat gehad moet hebben, dat van het tegenwoordige zeer verschilde, zoo is toch dat besluit op de roofdieren juist het minst van toepassing, daar volgens nieuwere waarnemingen de Indische koningstijger, wiens vaderland het vlakke land van Indië ten zuiden van het Himalaja-gebergte is, dikwijls over dit gebergte trekt, en niet slechts noord-

waarts op de hoogvlakten, maar zelfs in de wouden van Siberië tot op 52 graden breedte voorkomt, zich daar ophoudt en jongen werpt, in eene streek, waar het veel kouder is, dan op dezelfde breedte in Duitschland.

De buigzame natuur van eene kat gewent zich aan elk klimaat, wanneer zij slechts warmbloedige dieren tot voedsel vindt. Zoo zijn er zeker, ook zonder dat het klimaat warmer was (wat echter toch wel mogelijk is), in Duitschland, misschien nog in historischen tijd, leeuwen geweest, en Quenstedt voert terecht eenige historische overleveringen als bewijs daarvoor aan. Hij zegt: «ik wil geen gewicht leggen op het vers in het Nibelungenlied, waar van Siegfried op eene jacht in de Vogezen gezegd wordt:

«Darnach er viel schiere einen ungefugen Leuen fand,
Der Leu lief nach dem Schusse nur dreier Sprünge lang;

want men kan dit voor eene dichterlijke vrijheid houden, evenals het ook eene voorname daad van mythische Grieksche helden was, het land van leeuwen te zuiveren; zoo versloeg Herkules er in den Peloponnesus en op den Parnassus. Maar ook Herodotus zegt zeer bepaald: «dat de proviandragende kameelen van de Perzen in Macedonië aan den Nestus (tegenwoordig Karafu) door leeuwen werden aangevallen. Ook spreekt Aristoteles van twee soorten van leeuwen: de eene met kroesachtig haar en een laffen aard, de andere met langer haar, grootere manen en een meer moedigen en edelen aard.

De eerste soort is thans uitgestorven, men kent slechts *één* leeuw. Wanneer er echter in historischen tijd in Griekenland nog leeuwen waren, dan slopen deze zeker ook naar Duitschland, waar zij ongestoord op buit konden loeren; de draad tusschen de thans levende groote katten en de voorwereldlijke holenleeuwen schijnt derhalve volstrekt niet verbroken te zijn geweest. Of de laatste overigens leeuwen of tijgers geweest zijn, kan men wegens de zeer groote overeenkomst van beider geraamte niet beslissen, maar vreeselijke ondieren moeten het geweest zijn, want de overblijfselen wijzen op eene lengte van 4 meter, eene lengte, welke die van den langgestrekten fokstier van het prachtige Cheviot-ras in Engeland verre overtreft. Wie nu zulk een groot grasetend dier in al zijne schoonheid en kracht heeft gezien, die zal toestemmen, dat een vleeschetend dier van dezelfde grootte, zelfs voor een voorwereldlijken olifant, een verschrikkelijke vijand moet geweest zijn. En de overblijfselen zijn zoo talrijk, dat volledige geraamten in alle kabinetten te vinden zijn en geenszins tot de zeldzaamheden behooren. Vooral in het diluvium zijn zij zeer verbreid.

Een ondier, Felis Smilodon, werd in Brazilië gevonden. Het onderscheidt zich van alle katten en honden door zijne ongewoon lange slagtanden. In de hoeken van de bovenkaak zitten twee scherpe, dolkvormige, licht gebogen tanden, van zulk een lengte, dat men nauwelijks begrijpt, hoe de kaak wijd genoeg opengesperd kon worden, om den buit te vatten. Bij

het opensperren van den muil, zoover dat de onderste en bovenste tanden met de punten aan elkander kwamen, moesten de kauwvlakten van de kiezen reeds ver van elkander staan. Deze tanden moeten zeventien tot 25 centimeter lang geweest zijn, hetgeen, wanneer men de beenderen van den kop mede in aanmerking neemt, wijst op een roofdier van de allergrootste afmetingen, en wel op zulk een, zooals er, voor zooverre bekend is, tegenwoordig geen meer op aarde gevonden wordt.



Kop van een Smilodon.

Tusschen hond en kat, die door het gebit en de klauwen duidelijk van elkander te onderscheiden zijn (de kiezen zijn bij den hond in grooter aantal aantal aanwezig, daar er ook voor plantaardig voedsel geschikte knobbelkiezen worden aangetroffen, maar die met scherpe punten hebben minder scherpe punten en de klauwen kunnen niet worden teruggetrokken) vindt men een overgang in de hyena, welke de kenmerken van beide eenigermate in zich vereenigt, daar het gebit zoo met dat van de kat overeenkomt, dat Cuvier haar zonder zich te bedenken tot de katten rekende, hoewel de bouw van het geraamte haar veel meer tot den hond dan tot de kat doet naderen. Deze laatste vermaalt b. v. de beenderen van hare prooi niet, maar bij de hyena zijn de kauwspieren zóó ontwikkeld, dat het duidelijk is, dat zij hiertoe (evenals de bulldog) *bepaaldelijk* geschikt is. Het midden van den kop, van het voorhoofd naar boven, is hierdoor ook zóó hoog, dat er een soort kam ontstaat. Dit gedrocht, waarvan thans twee verschillende soorten alleen in Afrika leven, bevolkte vroeger het grootste gedeelte van de bekende wereld en schijnt in zeer groot aantal aanwezig geweest te zijn, en vormde wellicht een even belangrijken schakel in de groote keten der wezens, als de werkelijke roofdieren, waartoe de hyena eigenlijk niet gerekend kan worden, daar zij er veel minder op ingericht is, om zich met het vleesch van levende dieren te voeden, dan wel met de *overblijfselen* van zulke dieren, welke reeds den tol aan de natuur betaald hebben. De hyena aast op lijken; zij valt levende schepselen alleen aan, wanneer het haar aan doode dieren ontbreekt; zij graaft zelfs de begraven lijken uit de aarde op, en zou, evenals de aasvogels in Indië, veeleer verschoond dan vervolgd behooren te worden (want zij zorgt voor het uit den weg ruimen van rottende stoffen, wat de trage mensch in de heete streken veronachtzaamt), wanneer zij ook niet roofde en moordde, zoodra de nood haar daartoe drijft.

De levende soorten zijn de *gestreepte* en de *gevlekte*. Deze laatste komt met de holenhyena zoo volkomen overeen, dat Cuvier geen onderscheid kon ontdekken en de overblijfselen der antediluviaansche soort zonder bedenken «fossiele gevlekte hyena» noemde. *Één* onderscheid tusschen deze en de nog

levende bestaat er zeker, en dit is de veel aanzienlijker grootte der eerste. De fossiele hyena overtreft de levende verre en dit is niet twijfelachtig, want deze dieren zijn in zulk een aantal gevonden, dat men de holen naar hen hyenaholen genoemd heeft, evenals men van berenholen uit den tijd der voorwereld spreekt.

In Noord- en Zuid-Duitschland, in Engeland en Frankrijk heeft men er vele gevonden. Eenige van de beroemdste holen zijn die van Quedlinburg in het voorgebergte van den Harts, van Gailenreuth in den Obermainkreiz van het koninkrijk Beieren, van Muggendorf, ook aldaar gelegen, (daar zijn op eene kleine oppervlakte 24 holen bijeengevonden, waaronder de beide laatstgenoemde, verder het Ludwigswunder-, het Wunder-, het Oswalds-, het Gaisloch- en het Rosenmüllerhol de meest beroemde zijn, maar alle bevatten eene menigte verschillende beenderen en andere versteeningen); verder die van Sundwig in het Pruisische regeeringsdistrict Arnsberg, die van Kirkdale in in Yorkshire (Engeland) en andere.

Het laatste werd door het afhakken van eene steengroeve in de witte Jurakalk ontbloot en door een van de beroemdste Engelsche geologen en versteeningkundigen Buckland, onderzocht, die het beschrijft als 80 meter lang te zijn, maar zoo laag, dat een mensch slechts op weinig plaatsen rechtop kan staan. Het hol was op vele plaatsen tot op eene diepte van 25—45 meter met vast, dicht leem gevuld, waarin zulk eene menigte hyenabeenderen gevonden werden, dat men het een hyenahol noemde. Buckland meent, dat de hyena's in dit hol geleefd hebben en dat de overige beenderen van paarden, runderen, herten en zelfs van olifanten en neushoorns slechts hierheen gekomen zijn, doordien de roofdieren hunne prooi in de holen gesleept en toen rustig verteerd hebben.

Ofschoon inderdaad de beenderen, voor zooverre zij niet van hyena's zelf afkomstig zijn, duidelijke sporen vertoonen, dat zij afgekloven zijn, zoo is toch Buckland's meening waarschijnlijk onjuist. Vele hyena's kunnen onmogelijk gelijktijdig in één hol gewoond hebben, want ofschoon zij ook, evenals de wolven, zich tot eene roofbende vereenigen en te zamen op roof uitgaan, wonen zij toch nimmer in troepen bij elkaar, wat roofdieren in het algemeen niet doen, en wanneer men meenen zou, dat eene gansche reeks van geslachten achtereenvolgens daar geleefd heeft, dan moesten de beenderen des te duidelijker sporen van hoogen ouderdom, van verandering vertoonen, naarmate zij dieper in het leem van het diluvium liggen, hetgeen in het geheel niet het geval is; want men vindt alle beenderen even goed bewaard. Hier kan men denzelfden gang van zaken vermoeden, door welke ook de andere holen met beenderen gevuld zijn: waarschijnlijk zijn de dieren, door den vloed gedrongen, in de holen gevlucht, in de afgronden gestort en door het achteraandringende water verdronken, maar tegelijk onder het meegevoerde slib begraven.

Daar namelijk deze beenderen ook in de achterste deelen van zulke holen

gevonden worden, welke slechts met behulp van zeer lage ladders bereikt kunnen worden, en de hyena- en berenbeenderen het talrijkst zijn in de diepste deelen, welke door de dieren niet naar goedvinden konden verlaten worden, zoo is het onmogelijk, dat deze daar hunne *woonplaats* hadden, en zijn zij hoogst waarschijnlijk met de overige dieren daarheen gedreven. Hiervoor pleit ook, dat meestal de grootere pijpbeenderen van de paarden en runderen gebroken zijn; ook kan een olifant niet door hyena's daarheen gesleept zijn.

Dat echter de voorste ruimte van vele van zulke holen toch werkelijk tot woonplaats van deze roofdieren heeft gediend, is ongetwijfeld juist. Men vindt den ingang dikwijls door het vaak daartegenaan schuren als afgesleten en tevens bevuild, en treft er de zoogenaamde koprolithen, de dreksteenen, in grootere menigte, dikwijls in geheele lagen aan; zij zijn duidelijk van vleeschetende dieren afkomstig, want men vindt daarin nog de overblijfselen van de onverteerde beenderen en haren. Derhalve hebben wij niet de mogelijkheid bestreden, dat aldaar hyena's gewoond hebben, maar wel dat al die beenderen, die daar opeengehoopt zijn, daarheen gesleept zouden wezen en dit is des te meer aan twijfel onderhevig, daar het juist hoofdzakelijk beenderen van roofdieren zijn. Alleen uit het hol van Gailenreuth zijn ver over de duizend volledige geraamten gehaald; 800 van deze behooren aan den grooten, 80 aan den kleinen holenbeer, de overige 120 tot 150 waren van hyena's, wolven, leeuwen en gulo's of veelvraten. Hier heeft men dan toch geen recht tot het vermoeden, dat de hyena den wolf, of de eene beer den anderen als buit daarheen gesleept zal hebben.

De stamvader van den hond meent Cuvier in de gipsgroeven van Parijs gevonden te hebben; vandaar dat hij hem Canis parisiensis noemt. Deze heeft, op de grootte na, de meeste overeenkomst met den vos van de poolstreken en daar hij in de tertiaire lagen voorkomt, behoort hij tot de weinige zoogdieren, die blijkbaar lang vóór den tijd van den zondvloed geleefd hebben. De eigenlijke vos alsmede de wolf komen zeer dikwijls fossiel voor, ja zelfs wordt door Blainville, een zeer bekend natuuronderzoeker, beweerd, dat de eigenlijke huishond even goed versteend gevonden wordt als de wolf en de vos. Blainville meent, dat de hond de katastrophe overleefd heeft en dat de mensch zich over hem erbarmd en hem van den ondergang gered heeft, terwijl de andere dieren voor den mensch gevlucht en zoo door de veranderde omstandigheden omgekomen zijn.

Cuvier heeft overblijfselen van een kolossalen hond gevonden, die $2^1/_2$ meter lang en $1^1/_2$ meter hoog moet geweest zijn; hij noemt dezen Canis giganteus.

Een van de grootste roofdieren van de voorwereld was de holenbeer (Ursus spelaeus). Men heeft er volledige geraamten van gevonden, welke $2^1/_2$ meter lang en bijna 2 meter hoog zijn, eene grootte, die in den tegenwoordigen tijd slechts de ijsbeer en de groote beer der Rocky mountains (het Rotsge-

bergte) in Noord-Amerika bereiken. Deze getuige der voorwereld komt zoo menigvuldig voor, dat zijne beenderen niet, zooals die van andere antediluviaansche dieren, als zeldzaamheden verzameld worden, (zooals in den beginne plaats had, totdat elk kabinet in het bezit van zulk een exemplaar was), maar met karreladingen weggeworpen worden. Van de 800 tot nu toe gevonden beren van het Gailenreutherhol hebben wij reeds gesproken. In het Erfingerhol verzamelden eenige werklieden onder Quenstedt's leiding in twee dagen zulk een aantal, dat zij niet op een wagen vervoerd konden worden, ofschoon deze toch slechts de *best bewaarde* overblijfselen van minstens honderd dieren bevatte.

Het is zonderling, dat juist van den beer zoo buitengemeen veel beenderen voorkomen en wel hoofdzakelijk in Duitschland. Zij liggen ten deele in een vet, soms zwart, bitumineus leem, aan welks kleur, zoowel als aan zijn kool- en stikstofgehalte, waarschijnlijk vleesch en vet van de vergane dieren een belangrijk aandeel hebben. Hier is het opgraven zeer gemakkelijk, want het leem kan met eene natte spade zonder moeite doorgestoken worden; gewoonlijk echter zijn deze berenholen of liever beenderenholen tevens druipsteenholen, en de bovenste korst van den bodem, waarop men gaat, is geen leem, maar eene meer of minder harde stalaktietmassa. Nu is het niet slechts moeielijk door deze heen te dringen, maar daarin liggen juist de beenderen van de het *laatst* begravene dieren en deze massa omsluit hen zeer vast en kan slechts met groote moeite en voorzichtigheid, zonder de beenderen te beschadigen, daarvan losgemaakt worden. Is men door die korst heengedrongen, dan ligt daaronder het leem, dat zeer veel beenderen bevat, zoodat dan bij elken steek met de spade een been blootgelegd wordt.

In deze holen nu vindt men jong en oud van beide geslachten, soms zijn de beenderen wel verspreid, maar gewoonlijk liggen zij zóó, dat men in een omtrek van een meter bijna al de beenderen, die tot één individu behooren, bij elkander vindt. Hieruit heeft men het besluit getrokken, dat de dieren daar geleefd en in vele opeenvolgende geslachten gewoond hebben, en dat de beenderen niet hierheen gedreven zijn, te meer daar zij ook zoo weinig zijn afgesleten, dat men niet kan onderstellen, dat zij eene verre reis, waarbij zij door de golven tusschen steenbrokken zouden afgeslepen zijn, gemaakt hebben.

Hiertegen is niets in te brengen. De beenderen zijn zeker niet door stroomen daarheen gedreven, maar daarmede is niet bewezen, dat dit ook niet met de dieren het geval is geweest, zooals boven reeds uiteengezet is. Wie ooit een prairiebrand in Noord-Amerika en daarbij de beangste dieren gezien heeft, bij duizenden op elkaar gedrongen, wolven, vossen, beren midden onder reeën herten, konijnen en buffels vreedzaam met elkander, zonder, naar het schijnt, eenige bekommering voor wederzijdsche aanvallen, slechts het allen gezamenlijk bedreigende gevaar van het vuur vliedende, zich in dalen of kloven of kleine boschjes, en waar de gelegenheid het toelaat, ook in grotten, rots-

spleten en dergelijke trachtende te bergen, die zal gaarne gelooven, dat een groote vloed eens een paar duizend dieren in dit of dat hol heeft gedrongen, dat zij daarin gestikt en ten slotte met slib en leem bedekt zijn geworden. Eerst lang daarna drong het van boven afdroppelende water door de rotsen, veranderde deze holen in druipsteenholen en bedekte het slib met eene kalklaag. Dat velen zich gered en hun geslacht verder voortgeplant hebben, is wel waarschijnlijk en het voortbestaan van deze soort, van den holenbeer, misschien nog tot in den historischen tijd, wordt bijna zekerheid, als men bedenkt, dat in die kalkmassa zelve vele beenderen begraven zijn, die toch eerst lang daarna, nadat de in het leem verborgene reeds bedekt waren, er in, ja nog boven op, zijn gekomen. Het is wel mogelijk, dat de holenbeer nog ten tijde van de oude Romeinen in Duitschland het ridderlijke jachtdier was, waarop de gebaarde Duitschers hunnen moed en hunne kracht betoonden.

Wat ten slotte den mensch betreft, van dezen is reeds vermeld, dat men zijne sporen niet verder dan tot in de jongste tertiaire formatie, het plioceen, vindt en die laatste zijn nog twijfelachtig. Aan zijn bestaan in den diluvialen tijd wordt echter niet meer getwijfeld. Intusschen schijnt het zeker, dat een in Californië gevonden menschenschedel in eene tertiaire laag is aangetroffen.

Wat men van menschenbeenderen, zoowel in de spleten van het zechsteengips tusschen Köstritz en Kaschwitz aan den Elster gevonden heeft en wat door Schlotheim in zijne «Petrefactenkunde» als zoodanig is opgegeven, kan niet *fossiel* genoemd worden; het zijn beenderen, zooals die van vele andere schepselen uit den jongsten tijd, waarin de lijm nog aanwezig is, die derhalve verre van versteend zijn. Daarentegen heeft men in den laatsten tijd in een kalksteenhol in Brazilië menschenbeenderen tegelijk met die van voorwereldlijke dieren gevonden en Lund heeft ze als fossiele beenderen herkend.

In Midden Frankrijk, in de streek van Le Puy en Velay, bevindt zich eene vulkanische breccie, en in deze heeft Aymard menschenbeenderen gevonden, die de Engelsche geoloog Lyell in het jaar 1859 aan het Britsche gezelschap te Aberdeen als fossiele menschenbeenderen voorlegde.

In een rotsgrot van het Neander-dal, tusschen Dusseldorf en Elberfeld, ontdekte Dr. Fuhlrot het geraamte van een mensch, dat volgens zijnen lichaamsbouw op den laagsten trap van ontwikkeling stond. Dit geraamte werd in het jaar 1860 voor fossiel verklaard. Aan de reeds vroeger bekende vondsten, die wel niet uit menschelijke beenderen, maar toch uit bewijzen van menschelijke werkzaamheid bestonden (zooals een rib van een hert door een pijl doorboord, en eene afgestroopte en opgerolde hertehuid, beide door het humuszuur van een uitgestrekt turfveen in Ierland goed bewaard), paart zich eene dergelijke vondst, door Larette in de Comptes rendus van het jaar 1860 over het vinden van beenderen van uitgestorven dieren medegedeeld, die met menschelijke werktuigen te zamen worden aange-

troffen, en die buitendien ontwijfelbaar sporen van verwonding door scherpe werktuigen vertoonen.

De beroemde Duitscher Bronn geeft niet alleen toe, dat er in den jongsten tijd werkelijk overblijfselen van menschen met fossiele beenderen van voorwereldlijke dieren onder zoodanige omstandigheden gevonden zijn, dat er bijna niet meer aan getwijfeld kan worden, of de mensch is een tijdgenoot van deze dieren geweest en hij berekent zelfs den ouderdom van den zoogenaamden alluvialen tijd, d. i. van de laatste periode, die op het diluvium volgde. Hij schat op grond van de beschouwing van fossiele boomstammen, die men in Louisiana gevonden heeft, dien tijd op 158,000 jaren.

Nu moge men deze berekening aannemen of niet, in elk geval moet toegestemd worden, dat de mensch oneindig veel ouder is dan zijne geschiedenis, wat ook Nöggerath in eene redevoering voor eene vereeniging van natuuronderzoekers in het jaar 1861 heeft uitgesproken en de bovenvermelde merkwaardige vondsten bevestigen dit en maken het tot zekerheid, dat de mensch een tijdgenoot van den mammouth was. Reeds in het jaar 1700 vond men in het kalktuf van Kannstadt onder talrijke overblijfselen van mammouthen eene menschelijke hersenkas, die zich in het museum te Stuttgart bevindt en eerst in den laatsten tijd als zoodanig herkend is. Dergelijke vondsten heeft men ook gedaan in het löss in Baden, in de leikool van Dürnten en bij Olmo in Toscane.

Andere aanwijzingen van het bestaan van den mensch ten tijde van den mammouth zijn ruwe kunstprodukten uit steen, welke alleen door menschenhanden kunnen vervaardigd zijn. Men vindt ze in tal van holen in Engeland, Duitschland, Frankrijk, België enz. en in daarbovenliggende lagen overblijfselen van de beenderen van den mammouth, den neushoorn, het reuzenhert en andere voorwereldlijke dieren en het is aan geen twijfel onderhevig, dat vele dezer holen voor die menschen ten deele als woonplaatsen, ten deele als begraafplaatsen hebben gediend, evenals ook nog in historischen tijd holen door menschen bewoond waren, zooals b. v. het in 1838 ontdekte Victoriahol in Yorkshire in Engeland.

Naar die ruwe steenen werktuigen noemt men dit tijdperk het palaeolithische tijdperk, daarna volgde het neolithische, toen de mensch geleerd had zijne werktuigen eenen eenigszins meer sierlijken vorm te geven en vooral ze te polijsten. Eerst later leerde hij het gebruik van brons voor wapens, werktuigen en versierselen en ten slotte, den beheerscher der kultuur van den tegenwoordigen tijd, het ijzer kennen. Zoo spreekt men dan ook van een steenen, een bronzen en een ijzeren tijdperk.

TWEEDE AFDEELING.



De Formatiën.

Dat deel der aarde, dat het moeielijkst te onderzoeken is, is het *vaste* land; de beide andere deelen, welke er een geheel mede vormen, de lucht en het water, geven niet zulke onoverkomelijke zwarigheden; want ofschoon het moeielijk is in de lucht of het water tot de diepte van zeven kilometer te dringen, zoo is het toch mogelijk, maar bij het vaste deel der aarde is dat *onmogelijk*, en onze onderzoekingen omtrent het *inwendige* van de aarde hebben bijna iets belachelijks. Wij zijn geheel op onzeker terrein en zelfs op eene diepte van slechts een duizend meter, die men in 't geheel niet voor onbereikbaar zou houden, kunnen wij niet komen, daar het water ons in die met veel moeite doorboorde streken voorgaat en reeds bij mijnwerken van veel geringere diepte onoverwinnelijke bezwaren biedt.

Toch heeft de altijd bestaande drang naar weten den mensch in alle tijden er toe gebracht, om zijne hypothesen ook omtrent het inwendige der aarde op te stellen. Door de geringe ervaring verkregen kennis maakte, dat in vroegere tijden die hypothesen niets meer dan phantastische bespiegelingen waren. De middelen om de noodige ervaring op te doen, om daarop eene wetenschappelijke theorie te bouwen, waren niet aanwezig en eerst met het voortgaan der beschaving konden die middelen verkregen worden en werd ook de zin voor waarneming beter ontwikkeld. Het kinderlijke verstand brengt datgene, wat het heeft waargenomen over op zaken, die geheel ongelijksoortig zijn. Ook in het leven der menschheid was er een kinderlijk tijdperk, waarin de oppervlakkigste waarnemingen tot grondslag dienden voor de meest phantastische bespiegelingen, zonder dat men zich gedrongen gevoelde tot de vraag of die

verkondigde meeningen wel in overeenstemming waren met andere feiten. Men zag, dat alles wat leefde, zich bewoog en beschouwde daarom de sterren als levende wezens, omdat zij zich ook bewogen. Zelfs de Grieken bezaten nog geene natuurwetenschap in den zin, waarin wij dat woord opvatten, zij kenden de beteekenis van het woord proefneming niet. Door dat middel doen wij onze vragen aan de natuur en zijn wij in staat dieper in hare verschijnselen door te dringen.

Niets heeft den geest van den mensch sinds de oudste tijden zoo zeer bezig gehouden als het raadsel van het ontstaan der sterren, der aarde, met alles wat daarop leeft. En al vinden wij nu, dat de onderstellingen, welke men daaromtrent maakte, om het niet-weten te vervangen, niet met de feiten overeenkomen, toch verdienen die pogingen om het raadsel op te lossen, onze waardeering. Wij zijn gedwongen voor de ontwikkeling der aarde uit den oorspronkelijken nevelring tot zij een vloeibaren bol werd en daarna aan hare oppervlakte stolde, zoodat eindelijk eene scheiding in land en water mogelijk was en leven kon ontstaan, eene zeer groote tijdruimte aan te nemen. Alle oude kosmogonieën, alle vroegere pogingen om het ontstaan der wereld te verklaren, zijn wat den duur der omwentelingsperioden betreft, geheel naar den maatstaf van het menschelijk leven berekend, waarvoor zeker een paar duizend jaren lang moeten schijnen, terwijl die tijdduur toch in vergelijking met den *leeftijd der wereld* iets zeer onbeduidends is.

De Mozaïsche oorkonde, het beroemdste scheppingsverhaal, dat uit de joodsche overlevering in de christelijke leer is overgegaan en nu nog in hoog aanzien staat, geeft voor de schepping der wereld drie dagen, en evenveel voor het bevolken er van. Bij deze beteekenen *aarde* en *wereld* altijd hetzelfde en de eerste wordt niet als een deel van de laatste beschouwd, want hemel, sterren, zon en maan zijn aan de *aarde ondergeschikt.*

Volgens het mozaïsche verhaal (Vogt noemt het de mozaïsche mythe) moet de aarde bestaan hebben en was zij reeds zoo ver gevormd, dat er niet slechts vloeibaar water maar ook vast land en eene rijke plantengroei bestond, *voordat de zon geschapen werd.* Dit staat echter in lijnrechte tegenspraak met onze, wel is waar hypothetische, maar toch op vele gronden berustende, zeer waarschijnlijke voorstelling van haar ontstaan. Een middelpunt, een zon, *moet er* bij de *eerste verdichting* van den oorspronkelijken nevel reeds geweest zijn en daaruit heeft zich ons zonnestelsel ontwikkeld.

Er is geen enkel feit, dat niet goed in overeenstemming is met de stelling, dat de aarde eens eene verdichte nevelmassa was, waarop stellig noch vastland, noch vloeibaar water, noch plantengroei kon bestaan. Maar ook toen reeds moet de aarde zich om de zon bewogen hebben. Het bestaan van de aarde van den eersten aanvang af is volstrekt *ondenkbaar, zonder* de aantrekkingskracht van het middelpunt, de zon, waarom zij moet draaien. Men heeft dit verschijnen van de zon op eenen lateren scheppingsdag hieruit willen ver-

klaren, dat men beweerde, dat de zonnestralen eerst gedurende deze mozaïsche scheppingsperiode door de dichte nevelen van den atmospheer gedrongen zouden zijn, terwijl deze vroeger zóó met waterdampen gevuld was, dat de zon niet waargenomen kon worden.

Deze wijze van verklaring stemt wel is waar niet met het geschreven woord overeen, maar van den anderen kant schijnt toch de mozaïsche oorkonde ook mede te deelen, dat groei zonder licht en warmte niet bestaan kan, want het licht als zoodanig wordt reeds op den eersten dag geschapen.

Ook de opeenvolging van de organische wezens, zooals die door Mozes geschilderd wordt, vindt geen steun in de ervaring. Volgens hem ontstaan er eerst planten, die gedurende eene *geheele scheppingsperiode* alleen bestaan en waarbij eerst later waterdieren en vogels, en eerst geheel op het einde landdieren komen. Zoover echter onze ervaring reikt, treden de planten en dieren *te gelijker tijd* op.

Aangezien er echter geene dieren bekend zijn, welke van anorganische stoffen leven, aangezien zij de voedingsstoffen der planten opnemen en in hun lichaam assimileeren, kunnen wij de mozaïsche oorkonde in dit opzicht geen ongelijk geven. In de hoogere vormen staan zeker beide rijken wederkeerig met elkaar in verband; het bestaan van vele planten is verbonden aan dat van insecten, die voor de bevruchting zorgen. Dat echter vogels en waterdieren tegelijk zouden zijn opgetreden, wordt geheel weersproken door de uitkomsten der palaeontologie, waaruit blijkt, dat de eerste veel later zijn verschenen; de eerste en dan nog problematische sporen van vogels zijn in den bonten zandsteen gevonden, terwijl waterdieren zeker reeds in eene millioenen jaren oudere formatie, de silurische, voorkomen. In die voorstelling is alleen juist, dat de zeedieren de landdieren voorafgingen.

Dat ook volgens de mozaïsche oorkonde de Amphibiën, Reptiliën en zoogdieren gelijktijdig geschapen zouden zijn, komt niet met de uitkomsten van de navorschingen overeen en dat de mensch als de laatste in dezelfde scheppingsperiode zou opgetreden zijn, evenmin. Het palaeontologisch onderzoek heeft bewezen, dat hij eerst veel later is verschenen. In het geheel genomen bemerken wij wel in het mozaïsche scheppingsverhaal het denkbeeld van eene voortgaande ontwikkeling van het lagere tot het hoogere, maar in de bijzonderheden vertoont zich veel, dat niet met de resultaten der navorschingen overeenkomt.

Nog minder is het verhaal van den zondvloed daarmede overeen te brengen. Daarbij zouden alle dieren, op zeven paar van elk na en alle menschen, behalve de familie van Noach, omgekomen zijn. Heeft deze gebeurtenis plaats gehad, zooals Mozes die verhaalt, zoo moet die ook in den tijd hebben plaats gegrepen, dien hij opgeeft, namelijk omstreeks 4000 jaren geleden; sedert dien tijd zouden de menschen zich van *een punt en van drie paren uit over de geheele aarde* verspreid hebben.

Wij bezitten echter eene menigte mummiën en hieroglyphen, die ons de menschen van verschillende rassen in hunne gebalsemde lichamen volkomen goed bewaard hebben of in getrouwe afbeeldingen voorstellen; deze mummiën zijn 4000 tot 5000 jaren oud en derhalve meer dan 1000 jaren ouder dan de zondvloed, en stemmen volkomen met het Neger- en Kaukasische ras overeen, *dat thans nog op aarde leeft.* In 5000 jaren zou er dus *geen spoor van verandering* in hunnen lichaamsbouw plaats gegrepen hebben, terwijl in de onmiddellijk voorafgaande tijdsruimte de kinderen uit *een enkel* menschenpaar voortgesproten zulk eene verscheidenheid zouden aangenomen hebben, als wij thans bij de verschillende rassen waarnemen.

Hoe het verder mogelijk zou zijn, dat die bovenste aard-, leem- en kleilagen, die men met den naam diluviale vormingen bestempelt, een product van dien mozaïschen zondvloed zouden zijn, zooals vele aanhangers van die leer beweren, is niet duidelijk, omdat zich in de diluviale lagen eene menigte dierlijke overblijfselen bevinden, die tot *geheel andere* schepselen behooren, en *sterk* van de tegenwoordig levende *verschillen*; volgens de mozaïsche oorkonde zouden het echter *dezelfde* moeten zijn, want de soorten, die *vóór* den zondvloed geleefd hebben, zijn *na* den zondvloed voortgeplant door de dieren, die in de ark waren opgenomen. De diluviaal-formatiën kunnen bovendien niet toegeschreven worden aan een zondvloed, die slechts veertig dagen duurde en wanneer er zulk een vloed geweest ware, zoo zou het met alle geologische feiten in tegenspraak zijn, dat deze tot aan de toppen der hoogste bergen gereikt zou hebben. De eenige juiste voorstelling, die men zich van dien zondvloed kan maken, is deze, dat er in *historische tijden*, *op verschillende plaatsen*, die den Hebreërs bekend waren, geweldige vulkanische aardbevingen plaats hadden, die vreeselijk in werking en zich ver uitstrekkende, groote overstroomingen veroorzaakten. In den loop der tijden, toen men nog geene geschiedenis schreef, maar de overlevering de plaats van deze innam, zijn die gebeurtenissen in het gewaad der mythe gehuld. Soortgelijke gebeurtenissen zijn het ledigloopen van de Zwarte en het volloopen van de Middellandsche Zee.

Dat de sage van een zondvloed bij alle volken wordt aangetroffen, vindt zijn grond hierin, dat dergelijke gebeurtenissen zich op zeer verschillende punten van de aarde herhaalden.

Er zou nog zeer veel tegen de woordelijke opvatting van de mozaïsche oorkonde van de schepping aangevoerd kunnen worden. Al duiden deze drie of zes dagen aanzienlijke *perioden* aan, toch is de duur van de aarde (der wereld), zooals zij daar wordt opgevat, uiterst kort, want zij bedraagt tegenwoordig nog geen 6000 jaren. Dit stemt echter in het geheel niet overeen met onze kennis door ervaring verkregen, want wij hebben b. v. levende individuën uit het plantenrijk, die ten tijde van Abraham reeds boomen van vademen dikte moeten geweest zijn, zooals de drakenboom op Teneriffe, ja er zijn andere, wier levensduur ten minste drie malen zoo lang geacht wordt, als

volgens de mozaïsche oorkonde de geheele wereld bestaat, om van de *ondergegane* plantengeslachten nog niet te spreken, die toch ongetwijfeld tot eene wereld behoorden, die *vóór de tegenwoordige* bestond, waardoor de ouderdom van de aarde derhalve steeds verder teruggeschoven wordt.

Desniettegenstaande en zonderling genoeg, terwijl de rijkste archieven van de voorwereld *geopend* waren, was men in Engeland met eene onbegrijpelijke vasthoudendheid aan de getalsopgaven van den Bijbel blijven gelooven, en groote geleerden, die zich omtrent de geognosie bijzonder verdienstelijk gemaakt hebben, hebben niet geschroomd zich belachelijk te maken, doordien zij alles, wat wij in de oudste oorkonden van de geschiedenis symbolisch en mythisch medegedeeld vinden, *woordelijk* opvatten, de geheele theorie van de vorming der aarde tot de bekende zes dagen terugbrachten en aan de honderd en duizend voeten dikke kolenbeddingen, de versteende wouden, de kolossen der dierenwereld, een even geringen ouderdom wilden toeschrijven, als het boek van Mozes doet. Toch is het niet te verwonderen, dat er geognosten palaeontologen enz. zijn en waren, die huiverig zijnde, om hunne streng rechtzinnige godsdienstige begrippen te laten varen, hun leven wijdden aan het zoeken en brengen van overeenstemming tusschen de wetenschap, die de archieven der voorwereld den mensch aanbieden, en de voorstelling, die hun bijbel, hun geloof daaraan geeft. Wie laat gaarne datgene varen, wat hem lief is, ook al biedt de wetenschap hem onfeilbare zekerheid in ruil? Hij wil gaarne beiden behouden, wat onmogelijk is. Ziedaar hetgeen b. v. den Engelschen geleerde Hugh Miller tot wanhoop bracht, wat hem tot zelfmoord voerde, op het oogenblik dat hij de laatste drukproef van het «Getuigenis der Gesteenten» gecorrigeerd had. Wat is Ten Kate's «Schepping» anders dan eene dichterlijke poging tot verzoening tusschen wetenschap en geloof!

De bijbel mag niet als een wetenschappelijk boek op het gebied der natuur beschouwd worden; haar doel is een geheel ander dan dat om de kennis der natuur te verspreiden en zonder haar een goddelijken oorsprong toe te schrijven, blijft zij toch van groote waarde voor de kultuurgeschiedenis. Hare beteekenis voor de zedelijke ontwikkeling der menschheid blijft even goed bestaan, al komen hare stellingen niet met de uitkomsten der natuurwetenschap overeen.

Het onderzoek onzer planeet leert, dat de minerale stoffen, de gebergte- en rotssoorten, onafhankelijk van de geographische ligging, van het klimaat, van de hoogte boven het oppervlak der zee, over de geheele aarde verbreid zijn. Met planten en dieren is dit niet het geval. Palmen en boomachtige varens, pisang en cactus, zoowel als gordeldieren en olifanten, apen en reuzenslangen vindt men slechts in de tropische gewesten of dicht daarbij; daarentegen vlieden het viooltje en de pijnboom, de duizendschoon en de berk de heete luchtstreken; de ijsbeer, het rendier en het sabeldier zijn alleen aan de poolstreken eigen.

Trekt de natuuronderzoeker naar verre streken, dan vindt hij duizenden planten en dieren en niet slechts enkele soorten, doch geheele, groote en

talrijke geslachten van planten en dieren, die hem geheel vreemd zijn en wier zonderlinge vormen of kleurenpracht hij met verbazing ziet. Daarentegen vindt hij de rotssoorten, in hare onderlinge verhoudingen, ja zelfs hare opeenvolging weder, zooals hij die in zijn vaderland kende. Het graniet, het lei, het porfier, de kalksteen zijn dezelfde, en zij liggen op dezelfde wijze in de Karpathen, de Alpen en het Skandinavisch gebergte, als in den Kaukasus, de Condilleras en het Himalaja-gebergte op elkaâr.

Terwijl de natuur bij het versieren van de oppervlakte der aarde met planten en dieren eene aan het wonderbare grenzende verscheidenheid heeft ontwikkeld, is zij bij den bouw van de aarde des te eenvoudiger geweest. Wij kennen ongeveer 80,000 geslachten van planten, maar slechts 400 van mineralen en van deze nemen er slechts ongeveer 20 aan de vorming van de gebergten deel, zooals graniet, kalk, lei, enz.; alle overigen komen wel onder elke luchtstreek voor, maar slechts verspreid in gangen en hier en daar afgezet.

In de plantenwereld bestaat wel in zoo verre iets dergelijks, dat ook slechts weinige soorten in zulk een groot aantal voorkomen, dat zij het karakter van eene streek bepalen: zoo is het met de woudboomen, de grassoorten en de heideplanten, die dikwijls vlakten van vele, ja van duizenden vierkante mijlen bedekken, het geval. Dit is echter ook het eenige punt van overeenstemming; in het algemeen is er zulk een veelheid van vormen, dat het aantal plantengeslachten bijna 200 maal zoo groot is als het aantal soorten mineralen en het voorkomen wordt geheel door het klimaat en de hoogte boven het oppervlak der zee bepaald, zoodat een kundig botanicus, door een toovenaar in een onbekend werelddeel verplaatst, uit de hem omringende plantenvormen kan weten, of hij zich in de tropische gewesten, in de gematigde luchtstreek of in de poolstreken, of wel aan de grenzen van een van deze, zelfs of hij zich in het oostelijk of westelijk deel bevindt, want het Tropisch Amerika heeft geheel andere vormen (bijv. de cacteën, de boomachtige varens) dan Tropisch Afrika (de Euphorbiaceën, de Mesembryanthemums, de Adansoniën) of Australië (de myrthenachtigen).

Den geognost gelukt het niet, om uit den aanblik der gesteenten de plaats, waar hij zich bevindt, te bepalen; men vindt diamanten niet enkel in Indië, maar ook in Brazilië en in Siberië, ja zelfs in Afrika; men vindt goud, niet alleen in de genoemde streken, maar ook in Californië, Nieuw-Holland en Hongarije, in het Hartsgebergte, in Spanje. De steenkolen en het ijzer zijn niet tot Engeland, het krijt niet tot Rügen, de Jurakalk niet tot Zwitserland beperkt; zij nemen deel aan de vorming van de geheele aarde.

De vorm van de aarde, wanneer wij niet op hare bolrondheid letten en hare oppervlakte nader beschouwen, schijnt ons hoogst onregelmatig; hier ruw en met scherpe uitsteeksels, ginds vlak en als met eene rol effen gemaakt; dáár tot zachte heuvels gewelfd, elders weder in afgronden en spleten gescheurd. Wij zien afzonderlijke rots- en bergtoppen, wij nemen samen-

hangende reeksen en ketenen van bergen waar, wij bespeuren trapsgewijze overgangen tusschen het vlakland en de hoogvlakte, van de hoogvlakte tot het overgangsgebergte, van dit tot het oorspronkelijke gebergte; maar wij zien vooral dat, wat vroeger bestond, verschoven, omgekanteld, vernield is door wat later gevormd werd. Duidelijk bemerken wij, dat er allengs eene reeks van gebeurtenissen heeft plaats gehad, die den oorspronkelijken toestand sterk heeft veranderd.

Een voorbeeld uit vele moge duidelijk maken, wat de schrijver bedoelt.

Het Noordelijk gedeelte van Duitschland heeft als bodem zijne meestal zeer vruchtbare teelaarde, die, van de oorspronkelijke wouden afkomstig, uit zand, klei (beide in verschillende verhoudingen tot een meer of minder bindend leem vermengd) en rondachtige steenen, blokken van een inhoud van kubieke centimeters tot dien van kubieke meters, bestaat. Dit alles vormt van de Finsche golf tot in België eene zich zelf vrijwel gelijk blijvende laagvlakte, die eene oppervlakte van verscheidene duizenden vierkante kilometers beslaat.

Op vele plaatsen komt het zand voor den dag, zooals in Lüneberg, in de Mark, in Polen, en daarop groeien zoowel de ontzaglijke wouden van 40 meter hooge pijnboomen, waaruit de marine der meeste landen haren voorraad haalt, als de nederige Erica en Genista, b. v. op de Lüneburger heide. Op andere plaatsen, waar leem de overhand heeft, staan prachtige eiken, die, in balken veranderd, uitgevoerd worden, en van Malaga, Sicilië, Madeira of Bordeaux als vaten, met kostelijken wijn gevuld, terugkeeren.

Die klei, dat zand of dat steengruis zal wel niet van het begin van de vorming der aarde af op deze plaats geweest zijn, en wat wij zien is ook niet de oorspronkelijke vorm er van. Wanneer wij beter, nauwkeuriger toezien, dan wordt dat vermoeden tot zekerheid, want wij bemerken, dat deze stoffen op andere steenmassa's liggen, die er toch eerder moeten geweest zijn, dus ouder moeten zijn (anders kon er niets op liggen) en wat het gruis zelf betreft bevinden wij, dat het uit de overblijfselen van oudere steenlagen bestaat. De *plaats*, waarop het ligt, is derhalve ouder dan het zelf is, en het *gesteente, waaruit het is ontstaan*, is dit evenzeer; het is derhalve eene *nieuwere formatie.*

Deze oudere massa's, waarop het grove steengruis rust, zijn uit een slib bezonken, dat door water meegevoerd, zich heeft afgezet en afkomstig is uit de gebergten, die de zuidelijke grenzen van deze wijd uitgestrekte vlakte vormen; van de Karpathen, het Reuzen-, het Fichtel-, het Ertsgebergte, den Harts, het Thüringerwoud enz. Daar liggen veldspaat en graniet, die bij verweering klei en zand opleveren, welke door regen en sneeuwwater in beken gespoeld, door deze naar de rivieren gevoerd en naar lagere streken geleid worden, waar zij eindelijk worden afgezet. Daar wordt de klei òf vermengd met zeer fijn verdeelde kiezelaarde en vormt eene fijne, dichte klei, òf met grovere korrels kiezelaarde tot leem, òf eindelijk als de kiezelaarde de overhand heeft

tot zand in zijne verschillende vormen. Soms wordt het zand als grove kiezel aangetroffen met nog duidelijk herkenbare hoekige stukken van de graniet- of de kwartssteenmassa's, waaruit het ontstond, of fijn verdeeld als grint, metselzand of nog fijner, in den vorm van stuifzand, waarin men slechts kwartskorreltjes van zeer geringe grootte en geheel afgerond aantreft.

Wat wij in de groote vlakte van Noord-Duitschland en in een ontelbaar aantal andere vlakten waarnemen en wat daar voor duizende jaren geschied is, dat zien wij nog thans overal en dagelijks geschieden, elke beek voert zand mede, elke stroom rolsteenen, gruis van het gesteente, waarover hij vloeit; stukken, die hij in zijn bed voortrolt en schuift (van daar de zeer kenschetsende naam voor de producten van die werking: *rolsteenen*) en welke dan, al naar hunnen oorspronkelijken vorm van platte stukken of meer kubusvormige massa's door het tegen elkander schuren der steenen, tot afgeronde schijfjes of niervormige, eivormige, kogelvormige lichamen geslepen worden; wat afgeslepen is wordt zand, klei, kalk, mergel.

Wat grover is, blijft het eerst liggen, het zand wordt verder voortgevoerd, de klei nog verder, wat stroomen, zooals de Rijn en de Weichsel, geel en troebel maakt, is juist deze klei en kalk, dien zij tot hunne uitmonding in de zee met zich voeren en daar, waar hunne strooming ophoudt, laten vallen, opeengehoopt tot een of tot vele eilanden, die dan te zamen de delta vormen.

Diezelfde stoffen, die als zand en klei verschuifbaar zijn; komen ook als vaste massa's voor. Zand met zeer weinig klei als bindmiddel (ook kalk wordt, ofschoon zeldzamer, soms bindmiddel) vormt den zandsteen, waaruit zeer groote bergruggen bestaan en die, naarmate hij grover of fijnkorreliger is, tot slijpen of tot bouwen gebruikt wordt; klei met zeer weinig kiezelaarde vormt de leisteen, die evenzeer als gebergten en in groote uitgestrektheden voorkomt.

Wij zien hier ongetwijfeld werkingen van het water voor ons en wel zulke, als wij thans nog dagelijks waarnemen. De kleinere deelen zijn op eene wijze, die ieder waarnemer zien kan, aangespoeld, doch de groote massa's, die veel ouder zijn dan de formatiën, waarop zij rusten en die toch in een veel jonger tijdperk op hunne tegenwoordige ligplaatsen gekomen zijn, op eene andere wijze.

Het menschelijk verstand komt op tegen de veronderstelling, dat eene massa van duizend kubieke voeten inhoud van het meest vaste gesteente door de beweging van golven voortgeschoven zou zijn, ofschoon er bij de gletscherlawinen dergelijke gevallen voorkomen; maar hier is de bewegende watermassa in een nauw dal ingesloten, en oefent alzoo een ontzaglijke drukking uit, daar niets van ter zijde kan uitwijken; geheel anders is het in de vlakten. Daar komt nog bij, dat b. v. granietblokken, die in het Noorden van Duitschland gevonden zijn, de zoog. erratische of zwerfblokken stellig niet uit de Karpaten, de Sudeten of het Hartsgebergte afkomstig zijn, maar uit Skandinavië, waar dezelfde steensoorten groote gebergten vormen. Wanneer nu deze steenen

niet van het Zuiden naar het Noorden, maar omgekeerd van het Noorden naar het Zuiden zijn gekomen, dan zijn zij niet altijd *bergafwaarts* gegaan, maar zijn uit de diepte van de Oostzee naar Duitschland toe 100 tot 150 meter *opwaarts* geschoven, terwijl dit stijgen voor de steenen, die in het Fichtelgebergte opgehoopt zijn, meer dan 1000 meter bedraagt.

Dat golven, zelfs van de grootste soort, dit moeielijk konden doen, ligt voor de hand; maar wij kennen eene kracht, die zoo mogelijk nog krachtiger is dan die van het water, namelijk het ijs. Wanneer in het begin van den winter de stroomen zich met ijs beginnen te bedekken, ziet men eene soort van ijs, onder den naam van grondijs bekend, in vrij groote hoeveelheid te voorschijn komen. Aan den oever van een helderen stroom staande, kan men de vorming er van met zekerheid nagaan. Het grondijs, eene poreuze massa, ontstaat op den bodem der wateren aan rotsstukken, kiezelsteenen, reeds bij eene temperatuur der lucht, waarbij aan de oppervlakte nog geen ijsvorming is waar te nemen. De reden daarvan is waarschijnlijk, dat de zooeven genoemde vaste lichamen goede geleiders voor warmte zijn. Zij worden dus, als er koude luchtstroomen door het water gaan, sneller afgekoeld dan het omringende water en onttrekken daaraan warmte, zoodat het bevriest. Zoo spoedig de blazige grondijsschijven wat grooter geworden zijn, laten zij van den bodem los en drijven stroomafwaarts.

Aan deze ijsschollen ziet men de kiezelstukjes en de rolsteenen van het stroombed in groote hoeveelheid kleven; zóó worden de *kleine* stukken voortgedragen; de grootere vriezen eerst aan het ijs vast, vóór zij opgelicht worden. maar dan is de kracht van het ijs verbazend. De schrijver kent een voorbeeld, dat zeer eigenaardig is. Een vriend, die in den omtrek van Culm woonde, bezat weilanden in het lage land aan den Weichsel; deze waren door grenssteenen afgebakend, wat in die streek niet dikwijls voorkomt, omdat daar geene steenen zijn. De daar gebruikte waren op de heuvels losgemaakt en naar het lage land gevoerd; het waren onregelmatige, veelhoekige, meestal piramidale steenen, zooals die bij het doen springen van granietblokken door buskruit ontstaan; zij zaten voor minstens 0,1 kubieke meter in den vetten leemachtigen bodem en staken slechts met eene punt van ongeveer 15 centimeter uit den grond.

In het volgende voorjaar waren zij verdwenen, en rondom de plaatsen waar zij gestaan hadden, zag men holten, alsof de steenen er waren uitgegraven, maar ook tevens veel grootere massa's grond mede genomen waren.

De grondbezitter vermoedde, dat men de steenen, die eenige waarde hadden, gestolen had; maar het ijs had dit misdrijf gepleegd, want men vond ze ver beneden hunne standplaats hier en daar op de weide liggen. Het water, dat het lage land overstroomt, bevriest, als net niet hoog staat, tot op den bodem, waarbij de punten van de steenen mede in het ijs ingesloten worden. Toen nu in het voorjaar de rivier begon te stijgen, hief zij de geheele, ver-

scheidene voeten dikke ijsbedekking op, en deze trok door hare vastheid en kracht van samenhang de steenen met geheele klompen aarde uit hunne ligplaatsen en voerde ze zoo verre voort, tot die massa brak en ieder stuk niet groot genoeg meer bleef, om den last te dragen. Hier en daar, waar dit had plaats gehad, lag een steen. Acht paarden zouden niet voldoende geweest zijn, om de steenen uit den grond te rukken — de ijsschots was daartoe in staat geweest.

Wij herinneren ons de mededeeling van kapitein James Ross omtrent het granietblok, dat eene ijsschol in de nabijheid van het vaste land aan den Zuidpool droeg; ook dit was vermoedelijk van den grond opgeheven en door omkeering van de ijsschol naar boven gekomen. Zoo iets geschiedt niet eene enkele maal, maar zeer vaak. Ook nog op eene andere wijze echter kunnen ijsblokken met steenen beladen worden.

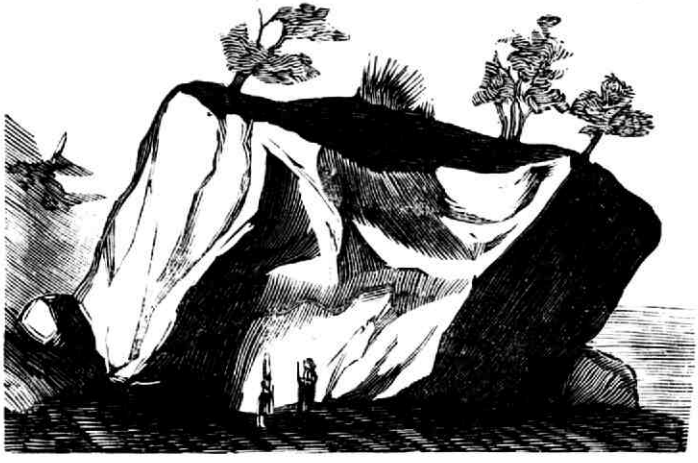
De gletschers dragen deze uit de bergkloven in de dalen. Hier zijn het de *bovenste* lagen van het ijs, waarop het gruis van de omliggende bergen nedervalt. Dicht opeenliggend worden zij als morainen, of afzonderlijk als gletschertafels naar den voet van den gletscher, den dam, die voor elken gletscher gevormd wordt, gevoerd. Dit is aan geen twijfel onderhevig, het is geene hypothese, het is een feit, waarvan wij spreken. Men weet, dat de morainen bestaan uit de steenblokken, die op de ijsvlakte neervallen; bleven zij op die plaats liggen, dan moest men overal slechts dat gesteente vinden, dat daarboven in den berg voorkomt, maar men ziet alle soorten van gesteenten van het geheele gletscherdal langs de wanden er van verspreid, een onbedriegelijk teeken, dat deze steenmassa's van plaats veranderen.

Wat de gletschers der Alpen en het ijs van de rivieren op het land bewerkstelligen, dat doen de gletschers van de poolstreken, die zich natuurlijk tot in de zee uitstrekken, in de zee.

Evenals de gletschers overal de grens der eeuwige sneeuw overschrijden, zoo geschiedt hetzelfde met de ijsvelden in de poolstreken; de gletschers dalen uit de hoogere *streken* naar de lagere, het poolijs trekt van hoogere *breedten* naar lagere.

Wanneer er nu in het Noorden ijsvelden zijn van vijftien tot twintig kilometers breedte, die zich langs geheele kuststreken over duizenden kilometers afstand uitstrekken; wanneer zij nu, juist zooals de gletschers van de gematigde luchtstreek, morainen en gletschertafels dragen, in de zee gekomen eindelijk afbreken en nu de steenblokken, die op de ijsblokken drijven, in de richting van den poolstroom tot aan den 40sten breedtegraad medevoeren, dan is het geen wonder, dat men daar steenmassa's aantreft, die uit Groenland of IJsland afkomstig zijn. Deze vindt men dan ook aan de vlakke kusten van Nederland en Frankrijk, en zoo is het dan tevens verklaarbaar, dat wij midden in Noord-Duitschland steenmassa's vinden, die uit Noorwegen afkomstig zijn. Men mag intusschen niet vergeten, dat die rotsmassa's, waarvan wij thans spreken,

niet voor een paar tientallen, maar voor *vele duizenden van jaren* daarheen gevoerd zijn, in een tijd, toen de wateren in het algemeen een veel hoogeren stand hadden. Dit is geene hypothese, het is door vele in het oog loopende feiten bewezen. Al had men hiervoor geene andere bewijzen dan de blokken zelf en hun voorkomen op plaatsen, waar dergelijke steenen *bergopwaarts* (zooals het geval moest zijn, wanneer zij met het *water* naar beneden gedreven waren) nergens aangetroffen worden, dan zou dit eigenlijk reeds voldoende zijn; want het zal wel niemand invallen, om te gelooven, dat het *projectielen* zijn, steenen door vulkanische krachten daarheen *geworpen*, dit zou al te zeer aan de mythe der Titans herinneren, die den Olymp bestormden. Er zijn echter ook tal van andere bewijzen. Wij behoeven slechts de tegenwoordig bewoonde oppervlakte der aarde te beschouwen, en overal dringt zich de zekerheid aan ons op, dat vele wateren eens duizenden voeten hooger gestaan hebben dan nu, en wel, terwijl de aarde reeds die gedaante had, die zij tegenwoordig nog heeft, en dat niet, omdat er ruim duizend meter boven de oppervlakte der zee schelpen en visschen gevonden worden (het terrein kon immers veel later opgeheven zijn), maar omdat aan de randen der dalen, aan de bergruggen van heden, de ontwijfelbare sporen van eene verandering door water op groote schaal gevonden worden, omdat, zooals Cotta zeer scherpzinnig opmerkt, de toestand van de oppervlakte van het Noordelijk halfrond gelijk is geweest aan dien, welke thans op het



Zuidelijk halfrond heerscht. Ware de stand van de zee 150 meter hooger geweest, zoo zou die alle streken der aarde, die wij onder den naam van laagland samenvatten, tot zeebodem gemaakt hebben.

Zonder eenigen twijfel laat zich zulk een hoogere stand, niet alleen van de zee maar in het algemeen van alle wateren op de aarde, door de sporen van werkzaamheid, die zij hebben achtergelaten, bewijzen, en deze sporen beginnen reeds in de hoogste streken van de gletschers: deze ijsmassa's moeten zelfs vroeger veel grooter dan thans geweest zijn.

Rotsstukken, zoo groot als een huis, zoogenaamde erratische of zwerfblokken, die tot het binnenste van de Alpen behooren, vindt men in het Juragebergte tot op eene hoogte van duizend meter. Dat deze niet door water, maar alleen door ijs kunnen zijn opgeschoven, is elken onbevooroordeelde duidelijk; men moet dan aannemen, dat de groote klove tusschen de eigenlijke Alpen en het Juragebergte vroeger een *zeeboezem* geweest is, zooals die tusschen Groenland en Labrador of tusschen Zweden en Finland, wat zeer goed mogelijk is, als de zee op de noordelijke helft der aarde zooveel hooger gestaan heeft. Het is zeker dat deze zee minstens 800 meter boven haar tegenwoordig niveau gestaan heeft, want de erratische blokken van het Noorweegsche graniet komen op het Fichtelgebergte voor. Dan stond echter het Aardal tot aan het eind, dat is tot ver voorbij het meer van Geneve, onder water. Men behoeft hiertoe niet aan te nemen, dat dit schoone dal, het zoogenaamde lage Zwitserland, één zamenhangende gletscher geweest is; er behoeven slechts uit de kloven van het Berner Oberland en den Montblanc machtige ijsschollen naar zee voortgeschoven te zijn, die van daar naar het Schiereiland, dat den Jura vormde, dreven, evenals dit van Groenland uit nu nog plaats heeft. Wat deze brokstukken van de gletschers met zich brachten, bleef dáár liggen, waar de ijsschollen zich vastzetten en smolten. Dat moet geschied zijn, want de granietstukken, die men langs het kalkrijke Juragebergte in menigte vindt, behooren tot de Centraal Alpen, zooals H u g i in zijn zeer belangrijk werk: «Die Gletscher und die erratischen Blöcke» bijna onomstootelijk bewezen heeft. Aan vele gletschers ziet men echter, duidelijker dan door op zich zelf staande feiten bewezen kan worden, de sporen er van, dat zij zich vroeger veel verder hebben uitgestrekt dan tegenwoordig.

Reeds de groote steendammen, waarvan op de gletschers verscheidene achter elkaar liggen, bewijzen de grootere uitgestrektheid en tevens dat zij veel verder naar voren geschoven waren dan thans het geval is.

De morainen wrijven voortdurend tegen de randen der dalen, als ontzaglijke raspen of vijlen. Steenen, kiezel- of zandkorrels, die niet boven op den gletscher liggen, maar in de massa van het ijs zijn ingevroren, oefenen eene ongeloofelijke kracht uit, wanneer de gletschermassa naar beneden schuift. Hierdoor ontstaan strepen, holten, gleuven in de rotswanden, welke duidelijk aantoonen, welke werkingen daarop uitgeoefend zijn. Dit zijn geene lagen en beddingen van verschillende gesteenten, zooals men op het eerste gezicht bijna zou meenen, evenmin diepe spleten en sprongen, maar slechts ingekraste strepen, die door een harderen steen, welke in het ijs was ingesloten, ge-

maakt zijn, toen hij voorgeschoven werd langs den rotswand, die een weinig weeker was dan hij zelf.

Deze sporen kan men in bijna alle Alpendalen, voor zoo verre zij gletschers bevatten, op eene verbazingwekkende hoogte waarnemen, en daaruit blijkt, dat eenmaal geheel Laag Zwitserland tusschen de Alpen en den Jura met gletscherijs bedekt was, dat vooral uit de dalen van de Rhône en de Aar, d. i. van de ijsvelden van den Montblanc en de Jungfrau afkomstig was. Het is des te zekerder, dat de strepen afkomstig zijn van voortglijdende steenen, daar hooger gelegene rotsen, die geheel tot dezelfde formatie behooren en met de daaronder liggende geheel overeenkomen, hare oorspronkelijke breuken, hoeken en kanten behouden hebben, terwijl zij verder naar beneden afgerond, evenwijdig gegroefd en gestreept, geslepen, ja glinsterend gepolijst zijn.

Dergelijke aanwijzingen van werkingen van het ijs in het algemeen vindt men bijna op het geheele Noordelijk Halfrond en voortdurend worden nieuwe sporen van de inwerking van gletschers ontdekt; zoo zijn in den laatsten tijd nog in de kalkgebergten van Rüdersdorf dicht bij Berlijn, in de schelpkalk onder de aardbedekkingen duidelijke afgeslepen vlakken gevonden.

Om al deze verschijnselen te verklaren, moet men ook aannemen, dat een groot deel van het tegenwoordige Europeesche en Amerikaansche vastland door de zee bedekt was, zoodat de zeeën op onze breedte in direkte verbinding stonden met de ijszee en reusachtige ijsbergen naar hier konden komen. Dat het klimaat toen kouder geweest moet zijn dan nu of, met andere woorden, dat de koude luchtstreek zich toen veel verder uitstrekte, is duidelijk en men spreekt daarom van een ijstijd, welke toen voor bijna het geheele Noordelijk Halfrond bestond.

Dat halfrond verkeerde toen in den toestand, die nu voor het zuidelijk bestaat. Het water had eene veel grootere uitgebreidheid ten opzichte van het vaste land dan nu en Europa en Amerika staken slechts als betrekkelijk kleine eilanden uit de zee.

De ijsbergen zetten de steenmassa's, en de rotsblokken die zij medevoerden, aan de kusten af en lieten ze, als zij begonnen te smelten op den bodem vallen; hetzelfde deden de zich voortbewegende gletschers, die van het Noorden af, van Zweden en Noorwegen naar lagere breedten daalden. Deze afzettingen van gruis, steenen en blokken zijn het, die men als diluvium aanduidt.

Het leven op de continenten, die den vorm van eilanden hadden, zag er bont uit. In de meren en rivieren vertoefde het nijlpaard, in de bosschen en moerassen leefden mammouth en neushoorn, in de vlakten en op de bergen de muskusos, het reuzenhert, de leeuw, de tijger, het paard, de beer, de hyena, het rendier enz. en gelijktijdig daarmede ook de mensch.

Geleidelijk verhief zich de aardbodem en steeds grootere vlakten kwamen

vrij van water. Toen begin dat water eene nieuwe werkzaamheid. Hier spoelde het de gesteenten weg, verbrokkelde ze of loogde ze uit, om ze op andere plaatsen als leem en zand in grootere of kleinere, hoekige of afgeronde stukken af te zetten. Door deze werkzaamheid, die ook nu nog voortduurt, ontstonden afzettingen, lagen, boven op het diluvium, men rekent ze tot het alluvium. Door het water worden hier gebergten vernield, daar dalen uitgehold en wordt op andere plaatsen door afzetting der weggevoerde steenmassa's nieuw vastland gevormd.

Wanneer hier vooral van die veranderingen van de oppervlakte der aarde gesproken werd, welke door het water, hetzij in vloeibaren, hetzij in vasten toestand, als ijs, bewerkt werden, zoo moge hierom niemand den schrijver een Neptunist noemen d. i. iemand, die, als alle systematici, de verschijnselen die hij waarneemt, in zijn *stelsel dwingt*, of zij passen of niet, of zij zich gewillig voegen of weerstand bieden, en die, met betrekking tot het hier behandelde, alle verschijnselen hierdoor wil verklaren, dat het water ze op deze of gene wijze bewerkt zou hebben.

De schrijver is evenmin een Neptunist als een Vulkanist, dat is iemand, die alles hierdoor verklaren wil, dat de aarde door het vuur *alleen* van vorm veranderd is. Tegenwoordig zijn deze beide, vroeger scherp tegen elkander overstaande stelsels tot elkaar genaderd en er is aangetoond dat *geen* van beide gelijk had, maar *beide*; dat de aarde niet van gedaante veranderd is door water of door vuur alleen, maar door vuur *en* water.

Wij zien de werkingen van het vuur in het klein aan de kuststreken van Napels en Sicilië, welke door den Vesuvius en den Etna beheerscht worden. Wij zien ze op grooter schaal, wanneer eene aarbeving Syrië of Portugal teistert en in de sterkste mate bij de ontzaglijke verwoestingen, welke de Cotopaxi in Zuid-Amerika teweegbrengt, bij de verwoesting van Lima en Riobamba, niet zoo zeer door aardbevingen als wel door stuiptrekkingen van de aarde, waarbij stroomen opdrogen en meren ontstaan, bergen in dalen veranderen en vlakten tot bergen worden opgeheven. Wij zien de oppervlakte van de aarde van gedaante veranderd door lavastroomen en aschregens, die steden en landen ter hoogte van verscheidene meters bedekken. Wij zien puimsteen zich ophoopen, eilanden ontstaan en honderden vierkante kilometers gronds zich uit de zee verheffen.

Niets is natuurlijker, dan dat de kortzichtige mensch, die zoo gaarne zich zelve voor het middenpunt van de wereld houdt, voor waar en juist houdt, wat het naast bij hem ligt. Nog tot op dezen tijd gaat het zoo, en toch zijn wij reeds bewegelijker geworden, dan men vroeger was. Eerst hebben *slechte* wegen, daar, waar er vroeger volstrekt geene waren, de mogelijkheid tot verkeer geopend: op deze wegen zijn grint- en straatwegen gevolgd, en nu strekken zich netten van spoorwegen over bijna alle landen der beschaafde wereld uit. Men kan in uren daarheen komen, waarheen men vroeger weken,

in dagen, waarheen men maanden lang reisde, en toch vindt men duizenden zoogenaamde beschaafde lieden, die niet in staat zijn zich boven de vooroordeelen of meeningen te verheffen, die zij als met de moedermelk ingezogen hebben. Wat wonder wanneer de bewoners van het Nijldal of die van de Gangesdelta Neptunisten waren! Zij zagen immers het water onophoudelijk werken, zij zagen het voortdurend nieuwe gronden vormen, oude weer op nieuw bedekken en vruchtbaar maken. Het water was voor hen eene weldadige Godheid, een scheppend, zegenaanbrengend beginsel. Wat wonder, als de bewoners van Jonië, als hunne afstammelingen in Groot-Griekenland, d. i. in Sicilië en Italië, Vulkanisten waren! Voor hunne oogen lagen immers zulke krachtige vuurbergen als de Etna, de Vesuvius: zij zagen immers de ontzettende werkingen van het vuur voor hunne oogen, zij vonden immers onder hunne voeten sporen van die werkingen, die zich sedert duizenden jaren telkens herhaalden. Het was *natuurlijk*, dat zij tot die meeningen kwamen. *Dwaas* was het slechts en *eenzijdig*, dat ieder van hen de meeningen van den ander verwierp en dat de belijders van die verschillende meeningen elkander op de bitterste wijze bestreden. Op die wijze kon zich onmogelijk eene wetenschap ontwikkelen en de geologie bleef eene opeenhooping van de zonderlingste hypothesen, tot aan het einde van de vorige eeuw, toen men zich ernstig met het *onderzoeken* van het tot dusverre besprokene begon bezig te houden en er zich dan ook spoedig naast de geologie eene nieuwe wetenschap ontwikkelde, de geognosie, de kennis van den inwendigen bouw der aarde. Men verlangde van dat oogenblik af niet meer, dat de natuur zich naar een stelsel zou voegen, dat slechts op *weinige* en dikwijls *slecht gegronde* feiten steunt. De groote verscheidenheid toch van het bestaande moet wel tot de gedachte leiden: voor al deze verschijnselen kan *eene* werking onmogelijk als oorzaak gelden. Men erkent, dat, even menigvuldig als de verschijnselen zijn, ook even zoo vele oorzaken, die met elkaar verbonden of afzonderlijk staan of op elkaar volgen of elkaar kruisen, werkzaam geweest zijn. Men erkent dat de aarde een lang ontwikkelingsproces heeft doorloopen en dat dit nog geenszins is afgeloopen, dat het nog onafgebroken in twee tegenovergestelde richtingen voortgaat, dat het water voortdurend het verhevene wegvoert, gelijk maakt, dat daarentegen het vuur voortdurend het lage opheft, en dat, ofschoon het vuur veel sneller en geweldiger werkt, toch het water door zijn uitgebreid voorkomen en zijne langzame maar *onafgebroken voortgaande werkzaamheid*, overal de vuurwerkingen in evenwicht houdt.

Datgene, waarop de schrijver in den loop dezer bladen reeds meermalen opmerkzaam heeft gemaakt, is sedert een paar eeuwen in het algemeen en sedert zeventig jaren voor deze wetenschap als de *alleen goede*, de *alleen juiste* en *doelmatige* weg erkend: *waarnemen*! Niet beredeneeren, hoe het zou kunnen zijn en moest zijn, maar *zien, hoe het is.*

Zoodra men op dit standpunt gekomen was, moest het in 't oog loopen

(en door veelvuldige vergelijkingen kon men dit als volkomen zeker aantoonen) dat de gesteenten, zooals wij die in groote massa's en lagen over de aarde verspreid zien liggen, van boven af eene zekere opeenvolging vertoonen, waarbij de bovenste lagen in het algemeen eene samenstelling vertoonen, alsof zij uit bezinksels ontstaan zijn, terwijl de onderste sporen van smelting en stolling uit eene gloeiende vloeistof doen zien.

Er zijn wel is waar uitzonderingen op dezen regel; men ziet soms juist het omgekeerde en tegenovergestelde, maar bij nader onderzoek blijkt dat deze uitzondering slechts schijnbaar is en niet werkelijk bestaat, en zij dient dan ter bevestiging van het zoo even gezegde; want men bemerkt, dat dit *bovenaan gelegene*, vroeger gesmolten gesteente uit *het binnenste der aarde*, uit de diepte naar boven is gekomen.

Wij hebben in het begin van dit boek het hypothetische omtrent de vorming der *wereld* vermeld; niets verhindert ons het zekere omtrent de vorming der *aarde* daaraan te verbinden en te zeggen: hoe het ook vroeger geweest zij, één oogenblik is er, dat wij als het niet meer hypothetische, maar feitelijke beginpunt van de aarde kunnen beschouwen. Het is dit, waarop de aarde uit hare vroegere stadiën — hoe men deze ook noemen wil — *geworden is tot eene gesmolten steenmassa, die den kogelvorm had.*

Het stollen van de oppervlakte der Aarde.

Wij hebben reeds uitvoerig de noodzakelijkheid betoogd, dat een bewegelijk lichaam, dat in de wereldruimte zweeft en uit verplaatsbare deelen bestaat, den kogelvorm moet aannemen, daar het, ten gevolge van de wetten van de algemeene aantrekkingskracht, zich in een baan om eenig centraallichaam en te gelijk om zich zelf, om zijne eigene as moet bewegen en hierdoor zijnen vorm verkrijgt. Dit is niet twijfelachtig, evenmin als dat de temperatuur elken warmtegraad, die wij op aarde kennen, te boven moet hebben gegaan, zoodat 3000 graden boven nul ongetwijfeld nog veel te weinig is, wanneer wij er op letten, dat de aarde zich uit een massa van zoo ontzaglijke uitgebreidheid heeft verdicht.

Als echter een warm lichaam zich in eene koudere middenstof bevindt, koelt het af en wel des te sneller, naarmate het zelf heeter en de middenstof kouder is. Als het lichaam vloeibaar was, dan is het gevolg van zijne afkoeling altijd stolling en wel het eerst aan de oppervlakte. Wij kennen tot nog toe slechts ééne vloeistof, die wij niet tot stolling kunnen brengen, namelijk absolute alcohol; alle overige, zelfs aether, worden door afkoeling van vloeibare tot vaste lichamen.

Is echter zulk een gloeiend vloeibaar lichaam zeer groot, dan duurt het zeer lang, eer het stolt. Is het zoo groot als de aarde, dan hebben wij voor den tijd, die daarvoor noodig is, geene maat meer. Wij zijn gewoon, de lengte van een weg met een deel van ons lichaam — den voet — af te meten; omdat wij, van hier naar Parijs gaande, daarvoor zóó en zóó veel schreden van 2 voeten noodig hebben, is dit ook geheel in orde. Wij voegen dan onge-

veer 1500 zulke schreden te zamen en noemen dit een kilometer en zeggen: Parijs ligt van hier 750 kilometer, hetgeen in allen gevalle duidelijker is dan wanneer men zegt: het ligt 2 millioen en 300,000 voeten van ons verwijderd. Maar reeds, als wij den afstand der aarde tot de zon willen uitdrukken, is ons deze maat te klein, wij gebruiken de *middellijn van de aarde* als eenheid om de afstanden der planeten, en de middellijn van de *loopbaan der aarde* om die van de kometen te meten, en eindelijk, om de onderlinge afstanden der vaste sterren te vergelijken, bedienen wij ons als maat van den *afstand van vaste sterren* en moeten, als wij eerlijk willen zijn, bekennen dat ook deze maten niet meer voldoende zijn voor den grootsten afstand, voor de oneindige wereldruimte, juist omdat zij oneindig is.

Wat het oneindige is voor de ruimte, dat is het eeuwige voor den tijd. Wij meten, wat op de aarde geschiedt met een deel van onzen levensduur, met de seconde, wij hoopen deze tot dagen, jaren en duizenden van jaren op; maar wat zijn dan duizend, wat zijn een millioen malen duizend jaren ten opzichte van de eeuwigheid? Wanneer wij zeggen wilden: een millioen maal duizend jaren staan tot de eeuwigheid in dezelfde verhouding als eene seconde tot een menschenleven, dan zou dit toch altijd tot eene *eindigheid* voeren, want ofschoon er 86,400 seconden op een dag van 's menschen leven gaan, en de mensch 100 jaren kan leven, neemt dat alles toch een einde; maar de eeuwigheid neemt nooit een einde, anders zou zij niet de *eeuwigheid* zijn.

Hoe veel millioenen jaren de aarde noodig gehad heeft, om door uitstraling in de wereldruimte af te koelen tot zij stolde, is geheel onverschillig; het is geschied, de tijd daartoe is er geweest en is voorbij.

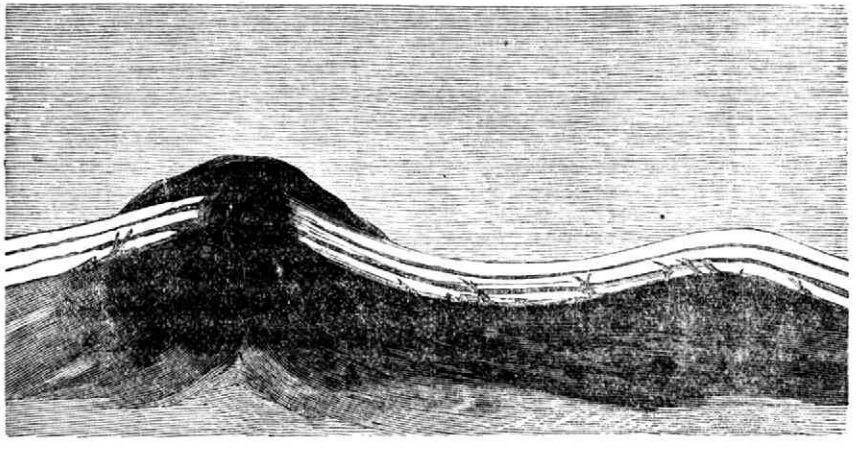
Een natuurlijk gevolg van de stolling was bedekking van de oppervlakte der aarde met eene korst, al is die ook in het begin slechts zoo dun als papier geweest.

Om zich zelf draaiende, begeleid door een gedeelte van de massa, die eenmaal de nevelspheroïde vormde, waaruit zij zich te zamen trok, begeleid door de maan dus, vervolgt de aarde de haar van den aanvang af voorgeschreven baan rondom de zon, en daar nu maan en zon voortdurend hare aantrekkingen op haar uitoefenen, evenals zij wederkeerig in verhouding tot hare grootte ook door de aarde aangetrokken worden, bestond er natuurlijk op de *geheel* vloeibare aarde eb en vloed, en zelfs, daar zij *geheel* door en door vloeibaar was, was deze sterker dan thans, nu zij grootendeels gestold is.

De machtige dubbele vloedgolf die toen geheel ongehinderd de aarde omtrok, ondervond door het zwakke omhulsel van gestolde zelfstandigheid geene belemmering; zoo spoedig de korst ontstaan was, verdween zij ook weer. Maar dan vormde zich een nieuw omhulsel, dat weder verdween en zoo ging het voort, tot langzamerhand uit vele duizenden van zulke door elkander geschovene, verharde en weder geweekte massa's toch eindelijk eene korst ontstond, die sterk genoeg was, om aan het geweld van den vloed weerstand te bieden.

Deze laag moest reeds eene dikte van eenige kilometers gehad hebben, om zulk een kracht te bezitten; maar hoe zwak is dat nog altijd! Stellen wij ons voor, dat de aarde zoo groot is als een flinke appel, dan heeft de schil, die wij als het vast gewordene, buitenste omhulsel zullen beschouwen, toch reeds honderd kilometers dikte, hetgeen waarschijnlijk driemaal zoo veel is, als de dikte van de vaste aardkorst in haren *tegenwoordigen* toestand en wanneer wij de dikte van een kilometer op den appel willen overbrengen, dan zou de handigste ontleedkundige waarschijnlijk geen mes vinden om een vliesje van den appel te schillen, dun genoeg om door zijn dikte de dikte van deze gestolde laag voor te stellen.

Bestaat er eenmaal een omhulsel, *dat de vloed niet meer kan doen verdwijnen*, dan gaat die afkoeling natuurlijk veel langzamer. Het instorten, door de getijden veroorzaakt, bracht telkens nieuwe gesmolten stoffen aan de oppervlakte, derhalve stoffen van de hoogste temperatuur en deze geven hare warmte, zooals wij reeds weten, veel sneller af dan minder warme. Toch was de aarde, ofschoon niet meer geheel vloeibaar, nadat zich een korst had gevormd, nog altijd rood gloeiend en de afkoeling ging voort; naar binnen toe om de aangevoerde reden langzamer, naar buiten waarschijnlijk juist om diezelfde reden sneller. Zoolang de aarde vloeibaar was, kwamen er altijd nieuwe deelen uit het binnenste naar de oppervlakte, wat nu met de stolling heeft opgehouden. Door de slechte warmtegeleiders, de gesteenten, dringt de hitte van



Doorbraak van den vloeibaren inhoud der aarde door de gestolde oppervlakte.

binnen slechts langzaam heen, terwijl naar buiten meer en meer warmte verloren gaat, welke niet meer vergoed wordt door toevoer van binnen.

Het noodzakelijk gevolg hiervan is samentrekking van de korst; maar daar

deze niet veerkrachtig is en tot onderlaag een niet samendrukbaar vloeibaar lichaam heeft, zal de korst scheuren, barsten, breede spleten krijgen, en het vloeibare inwendige zal te voorschijn komen. Wij hebben dan, zooals de figuur op de vorige bladz. aantoont, breede spleten, die met gloeiende zelfstandigheid gevuld worden, welke door de samentrekking van de korst der aarde geperst, zelfs over de randen van de scheur treedt en zoo hoogten, de eerste bergen, vormt. Deze zijn echter geen vulkanen, zooals men lichtelijk geneigd zou zijn te denken, maar zij zijn wel op dezelfde wijze als de lava-uitstortingen gevormd.

Zoo lang de aarde nog geheel vloeibaar was, zoo lang werd hare geheele massa door eb en vloed stormachtig doorééngeschud, geroerd. Eene scheiding van de verschillende stoffen, die haar vormden, kon toen nog niet plaats hebben. Zoodra de aarde, rondom verhard, door een vast omhulsel omgeven was, moesten deze bewegingen van het vloeibare inwendige noodzakelijk getemperd worden of misschien geheel ophouden, en gedurende de millioenen jaren, welke voor het tot stand komen van dien toestand noodig waren, werd een scheiding van de verschillende bestanddeelen en eene laagsgewijze schikking naar hunne zwaarte of volgens eenige andere eigenschap, waardoor zij onderling verschillen, mogelijk. Onze lezers mogen dit punt voorloopig als geene verdere gevolgen hebbende, in gedachte houden, wij zullen genoodzaakt zijn daarop terug te komen.

Wat de eerste verharde korst der aarde vormde, weten wij niet; dit was het eigenlijke *oorspronkelijke gesteente*. Men is echter niet gewoon, dit zoo te noemen; in de eerste plaats, omdat men het in het geheel niet kent, maar ook, omdat men die soorten van gesteenten, die langen tijd voor de oudste gehouden werden: graniet, porphier, basalt, groensteen, met den naam *oorspronkelijk gesteente* aanduidt en hare hoofdmassa *oorspronkelijk gebergte* noemt. Het zijn echter juist deze steenmassa's, die de groote spleten der aarde opvulden, door uitbarstingen naar boven gebracht werden, en boven het eigenlijke oorspronkelijke gesteente kwamen te liggen; hierom noemt men deze gesteenten tegenwoordig veel juister *uitbarstingsgesteenten* (eruptiefgesteenten).

Wanneer het water het eerst op de aarde vloeibaar zich heeft afgezet — vóór of na het verschijnen van deze eruptiefmassa's — kan men niet nagaan; slechts het *vermoeden* bestaat, dat dit reeds geschied is, voor er eruptiefgesteenten waren, want die gesteenten, welke wij recht hebben als de oudste, uit het water afgezette te beschouwen, hebben eene hoogst eenvoudige samenstelling (leisteen, glimmerschiefer). Bovendien wordt deze meening nog daardoor versterkt, dat ook heden vulkanische uitbarstingen waterdampen te voorschijn brengen.

Het water lost bijna alle stoffen op, of ontleedt ze, verandert ze, en gaat er verbindingen mede aan. Zelfs de metalen zijn hiervan niet uitgezonderd, want de zuurstof van het water verbindt zich met deze tot oxyden. De hitte

bevordert deze processen in de meeste gevallen, en de aanwezigheid van koolzuur in het water (dat er zeer gemakkelijk in oplosbaar is) nog meer.

De dampkring van de aarde was echter in de vroegste periode veel verder uitgestrekt en rijk van koolzuur voorzien. Water kookt bij 100 graden C. bij de tegenwoordige geringe drukking van de lucht, maar wanneer men zegt, dat water bij eene hoogere temperatuur dan 100 graden C. niet bestaan kan, dat het, voor die hoogere temperatuur bereikt is, reeds verdampt is, dan is dat alleen waar, als het zich in de *vrije* lucht en onder de *tegenwoordig* bekende drukking van deze bevindt.

Verhoogt men deze luchtdrukking, dan kan het water zeer wel bij hoogeren warmtegraad dan 100 graden bestaan; ja wij bezitten middelen om het in dezen vorm te houden bij 200, en 300 graden en zelfs bij de gloeihitte van het kanonmetaal zooals de Perkins'sche stoommachine bewijst.

Het is niet twijfelachtig, dat de atmospheer in den voortijd zoo hoog en dicht geweest is, dat er zelfs bij eene temperatuur van 300—400 graden water bestond; wij kunnen er evenmin aan twijfelen, dat dit water *niet kookte*, en wel in staat was koolzuur op te nemen (dat er tegenwoordig bij verhitting tot het kookpunt uit verdwijnt), waardoor het, in verband met de hooge temperatuur, geschikt was, zeer vele zelfstandigheden op te lossen, welke er thans in onoplosbaar zijn. Wij zien immers in den Papiniaanschen pot, waarin wij water boven de temperatuur van het gewone kookpunt kunnen verhitten, dat tien graden meer reeds genoeg zijn, om uit het hardste been eene krachtige bouillon te trekken en den lijm uit de kalk der beenderen op te lossen, wat niet geschiedt, als ze gewoon in water gekookt worden. Hoe veel sterker oplossend zal dan water van 200—300 graden gewerkt hebben, vooral als het bovendien nog veel koolzuur opgelost bevatte, welke stof het bij de ontzaglijke drukking van de veel hoogere atmospheer, ook bij de hoogste temperaturen, in staat of liever gedwongen was gebonden te houden.

Zulk water moest de gesteenten sterk aangrijpen, en wij vinden de overblijfselen van de aangerichte vernieling en oplossing van de verharde aardoppervlakte door het water in de sedimentaire of laagsgewijsliggende gesteenten. Wat hier opgelost werd, werd later, misschien toen het meer was afgekoeld, weer afgezet, en vormde de groote massa der sedimentgesteenten, die daar zij uit het water afgezet werden, ongetwijfeld oorspronkelijk eene horizontale ligging hadden, die eerst door latere gebeurtenissen in eene schuine of loodrechte veranderd kan zijn. Hiertoe behooren vele van de zandsteen-, kalk- en leivormingen, welke men onder de algemeene benaming «grauwak» samenvat, en die zich hierdoor van alle dergelijke onderscheiden, dat men in haar slechts zelden en alleen in de bovenste lagen sporen van organismen vindt.

Aan deze doorgebroken en opgeheven sedimentgesteenten neemt men eene in het oog loopende bijzonderheid waar: zij zijn soms kristallijn en men ziet soms, dat eenige lagen aan de eene zijde geheel dezelfde structuur en inwen-

dige rangschikking van de deeltjes hebben, als alle uit het water afgezette gesteenten en dat *dezelfde* lagen in hun verder verloop eene in het oog loopende verandering ondergaan hebben en eindelijk kristallijn geworden zijn.

Men pleegt dit eigenaardig verschijnsel te verklaren door te zeggen, dat de gesteenten, die zich van buiten af over groote uitgestrektheden op de gestolde maar altijd nog heete aardkorst hadden afgezet met de gesmolten aardmassa in aanraking kwamen en daardoor zelf weder vloeibaar werden, waarna zij door afkoeling kristallijn vast werden.

Ongetwijfeld was in dien tijd het smeltingsproces in het inwendige der aarde nog lang niet afgeloopen, er ontstonden verschuivingen van de gloeiende massa's — wie weet door welke oorzaken! Deelen van de oppervlakte der aarde werden weder gesmolten, evenals nog thans door aardbranden dergelijke veranderingen geschieden en zooals er feitelijk in veel latere tijdperken, dan waarvan wij thans spreken, nog hebben plaats gehad. Door plaatselijke temperatuursverhoogingen smolten sedimentgesteenten en stolden later tot kristallijne leigesteenten, zooals gneis (een kristallijn, leiachtig-mengsel van glimmer kwarts en veldspaat, waarin bovendien nog hoornblende, andalusiet, tourmalijn, granaat en andere gesteenten worden aangetroffen), glimmerlei, hoornblendelei en andere.

Het is duidelijk dat de laaggesteenten bij zulke stormachtige processen hunne oorspronkelijke ligging niet behielden; zij hadden allengs de geheele oppervlakte der aarde moeten bedekken, maar zijn door de er onder liggende gesmolten steenmassa's op allerlei wijze in hunne ligging gestoord geworden. De lagen zijn meer of minder steil opgericht, ja zelfs wel vertikaal geplaatst, zoodat zij zooals men in mijnwerkerstaal pleegt te zeggen, op hun kop staan.

Aan alle lagen onderscheidt men namelijk het *liggende*, de ondervlakte van de laag; het *hangende*, de bovenvlakte en eindelijk dat, wat bij eene loodrechte doorsnede van eene langgestrekte laag het einde er van vormt, het *uitgaande* of ook den *kop*. Eene laag kan verder geheel horizontaal liggen, dan heet zij *vlak* (laag met een *horizontale ondervlakte*) of zij kan eene zekere helling hebben, dan zegt men dat zij helt, of eindelijk kan de stand zoo zijn, dat zij eerst horizontaal ligt, maar langzamerhand stijgt tot vertikaal toe, zij heet dan *staande* of ook *op den kop staande*. In de mijnwerkerstaal hebben overigens de beide uitdrukkingen «het hangende» en «het liggende» nog eene andere beteekenis. Zij hebben dan namelijk niet betrekking op de laag zelve, maar op de *laag*, die daarboven of daaronder ligt, en dat, wat *boven* eene zekere laag ligt, heet het *hangende* (het *hangt* er boven) en dat, waarop de laag rust, heet het *liggende* (het *ligt* er onder).

De oorspronkelijke, gestolde laag werd dus met water overdekt en dit water loste de gestolde massa's ten deele op en verbrijzelde ze voor een ander deel mechanisch, voerde ze mede. Nadat het gedeeltelijk door verdamping, gedeeltelijk door afkoeling, de geheele opgeloste massa niet meer in zijn schoot

kon bergen, zette deze zich af; dit waren de eerst afgezette, d. i. de sedimentgesteenten. Door de samentrekking van de aardkorst, een noodzakelijk gevolg van de afkoeling, barstte deze op vele plaatsen en de daaronder liggende, gesmolten massa borrelde door die spleten naar boven; dit waren dan de eerste eruptief-gesteenten.

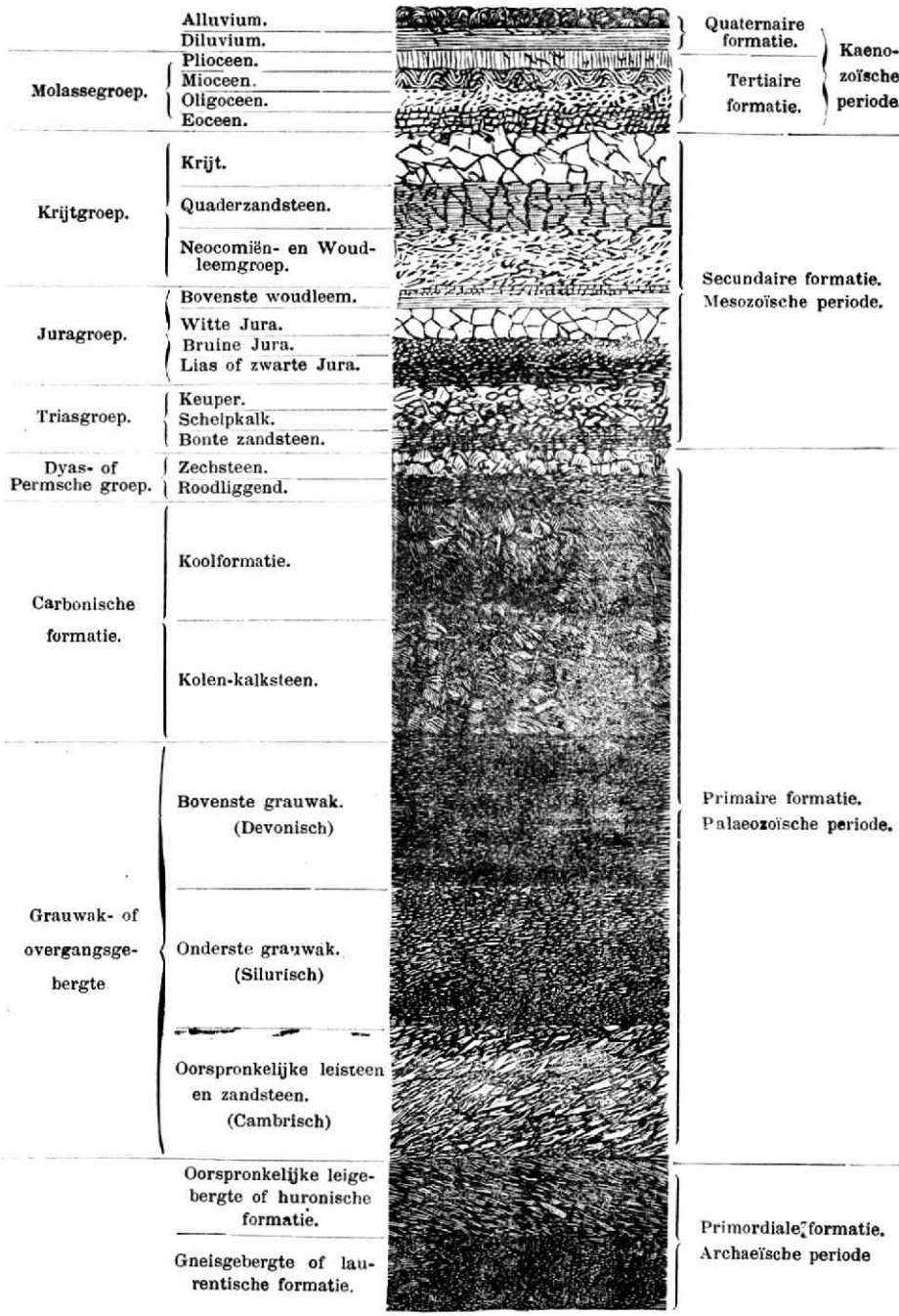
Wij hebben reeds opgemerkt, dat hoogst waarschijnlijk bij stolling van de gesmolten massa in het binnenste der aarde, de gesteenten zich laagsgewijze afzetten; het is dus duidelijk, dat er, wanneer de massa, welke het dichtst bij de aardkorst ligt stolt, en nu eene daaronder liggende, nog vloeibare, daar doorheen breekt, *andere stoffen* te voorschijn zullen komen. Het wordt nu ook begrijpelijk, dat de wateren, welke hunne werking geen oogenblik staken, thans, na zulke doorbraken, andere stoffen oplosten of zich er mede vermengden, en dat tengevolge daarvan de hieruit afgezette steenmassa's zoowel andere eigenschappen hebben, als in het algemeen van minder eenvoudige samenstelling zullen moeten zijn.

Wat wij hier als waarschijnlijk vooropstellen, moet, als het juist is, door de ervaring bevestigd worden, en zoo is het ook. De kristallijne leisteenen vormen het punt van uitgang; daarboven en daaronder treft men andere steenmassa's aan. Naar boven sedimentgesteenten van zeer verschillende samenstelling en des te samengestelder, naarmate zij hooger liggen; daaronder oorspronkelijke gesteenten, die uit de zich meer en meer afkoelende massa van de aarde door het stollen en het hiermede verbondene samentrekken werden naar buitengedrukt. Noemt men de eerst afgezette massa's *neptunische*, dan noemt men de andere, die tot het binnenste van de aarde behooren, *plutonische*.

Wanneer men zich ergens eene doorsnede van de aardkorst voorstelt dat doet deze zich a. v. voor.

Eerst vindt men dat, wat de buitenste oppervlakte van de aarde bijna overal bedekt, aarde, zand, leem; men duidt dit aan door den naam *alluvium*, aangeslibd land, waartoe ook de venen behooren. Daarna komt men, van de oppervlakte naar de diepte der aarde dalende, aan een mengsel van zeer grof zand, kiezel en granietblokken, grootendeels afgerond, eenigermate geslepen, welke men erratische blokken (zwerfblokken) noemt; zij vormen vooral dicht bij de zee de bovenste laag (zoo zij althans niet door zeebezinkingen bedekt zijn). Verder lagen van zand, klei, leem, löss, beenderenbrecciën (beenstukken van voorwereldlijke dieren, welke door kalk of klei verbonden zijn). Al deze vormingen behooren tot het *diluvium*.

De tot nog genoemde lagen duidt men gewoonlijk gezamenlijk met den naam «quaternaire formatie» aan; zij hebben alle haar ontstaan, hare afzetting aan het water of het ijs te danken; de hoogte, waarop zij gevonden worden, geeft niet altijd recht tot het besluit, dat de zee zoo hoog gestaan heeft; zeer dikwijls kan de afzetting in laag gelegen vlakten, in zeedalen plaats gehad hebben, terwijl daarna deze streken na duizenden jaren door onder-



Schema van de opeenvolging der verschillende aardlagen.

aardsche krachten opgeheven zijn. Deze perioden zijn gekenmerkt doordat er zekere sporen van het bestaan van den mensch bewaard gebleven zijn, die

toen tegelijk met den mammouth, den holenbeer, de holenhyena, het reuzenhert enz. leefde.

De daarop volgende lagen duidt men met den gemeenschappelijken naam van *molassegroep* aan; men rekent ze gewoonlijk tot de vroegere tertiaire formatie, en onderscheidt van *onderen* af de eocene, miocene en pliocene vormingen; *eoceen* (van Ἠώς, morgenrood) beteekent de vroegste, *mioceen* de middelste en *plioceen* de laatste afzetting en tusschen de twee eerstgenoemde onderscheidt men nog wel het *oligoceen*. Fransche en Engelsche geognosten hebben deze lagen onderscheiden doordat in de bovenste, welke het naast bij die van den tegenwoordigen tijd ligt, overblijfselen van dieren bewaard zijn, welke met de nog levende zoo zeer overeenkomen, dat men zeggen kan, dat minstens 70, zelfs veelal 90 procent van al de gevondene tot de schepselen behooren, die nog thans de aarde bevolken. In de verder naar beneden liggende lagen daalt het aantal daarvan tot ongeveer 4 procent.

Aan de quaternaire en tertiaire formaties samen geeft men om de soort van organismen, welke toen leefden, terwijl het karakter der dieren- en plantenwereld in het algemeen het tegenwoordige was wel den naam van kaenozoïsche periode. Het was a. h. w. de nieuwere tijd van het leven op aarde.

Onder deze formatiën ligt de secundaire formatie, uit een groot aantal lagen bestaande, waarvan het bovenste lid uit *krijt* met vele daarin verspreide vuursteenen bestaat.

Men bedriegt zich echter zeer, wanneer men meent, dat om bij het krijt te komen, al de genoemde lagen doorboord of weggeruimd moeten worden. Dit is in het geheel niet het geval. Zeer dikwijls liggen de tertiaire formatiën bloot, zonder door de diluviaal- en alluviaalvormingen bedekt te zijn, en evenzeer de secundaire formatie, zonder dat een enkel lid van de tertiaire of quaternaire daarboven ligt, zooals op het eiland Rügen, op het Deensche Seeland en aan de Zuidkust van Engeland. Dit geldt ook voor veel oudere vormingen, want in Zwitserland komt de Juraformatie, in Wurtemberg de Lias- en Keuper-formatie, in Thüringen de formatie van het roodliggende aan de oppervlakte. Wij hebben hierover reeds gesproken, maar men kan het niet dikwijls genoeg herhalen, daar de leek in deze wetenschap zich zeer licht laat verleiden, dat, wat uit duizend afzonderlijke waarnemingen als regel is *afgeleid*, op elk bijzonder geval toe te passen, terwijl toch de afgebeelde figuur slechts eene ideale ligging der gesteenten doet zien, die in de werkelijkheid nergens volledig, maar altijd slechts gedeeltelijk voorkomt.

Wanneer nu werkelijk de ligging zoo was, als daar is afgebeeld, dan zouden wij, nadat de vijf bovenste lagen zijn doorgebroken, op het krijt, als bovenste lid van de secundaire formatie stooten; daaronder ligt dan de *quaderzandsteen*, op deze volgt de *neocomiën*- en de *Wealdengroep* (naar het Engelsch graafschap Weald) benamingen voor zandige lei met weinig versteeningen, voor grauwe kalksteen, grijsblauwe mergel, groene mergel, donkere lei en mergel-

kalksteen; het zijn ten deele afzettingen uit zeewater, ten deele zoetwatervormingen; zij vormen dikwijls, doch niet altijd, de onderlaag van het krijt. Nog dieper ligt de *juraformatie*, aldus genaamd naar het Jura-gebergte, waarin zij sterk de overhand heeft; zij omvat de grofkalk en koralenkalk, de eigenlijke jurakalksteen, de lithographische kalksteen, bruine zandsteen met ijzerertsen en verschillende klei- en mergelsoorten.

De onderste laag vormt de *liasformatie* of zwarte Jura, die evenzeer uit kalk-, zand-, leisteen en bitumineuze lei bestaat. Onder de juraformatie ligt de *trias*. De bovenste laag daarvan is de *keuperformatie*, welke kalk, roode klei, witte en grauwe zandsteen, gips en zoowel zandleemkool «Lettenkohle» (een kleiachtige, niet goed brandende bruinkool) als andere kool bevat. Hier treft men derhalve het eerst de plantenoverblijfselen van de voorwereld in zulke groote massa's aan, dat zij kolenbeddingen vormen.

Steeds verder naar beneden dalende volgt nu de *schelpkalk*, zoo genaamd, omdat schelpen in hare massa in groot aantal voorkomen, zelfs hier en daar die laag geheel schijnen te vormen, dan de *bonte zandsteen*, eene voortreffelijke bouwsteen, meestal van eene fraaie, hooggele kleur met lichtere en donkere strepen, die er bijna marmerachtig uitziet, maar niet als het marmer gepolijst kan worden. De bonte zandsteen vormt dus de onderste laag der triasformatie en met haar eindigt naar beneden de secundaire formatie. Van de trias tot het krijt leefde eene fauna, die vrijwel tegenover die van het Kaenozoïsch tijdperk staat, al is er ook eenige overeenkomst, het is a. h. w. het tijdperk der middeleeuwen voor de wereld der levende wezens, daarom vat men deze formaties samen als *mesozoïsche*. Aan de bonte zandsteen ging de *dyas-* of *Perm'sche formatie* vooraf, die bestaat uit de *zechsteenformatie*, welke uit bitumineuse kalksteen, den naam zechsteen dragende, uit gips en steenzout, mergellei, koperlei en witte of grauwe zandsteen bestaat en uit het *roodliggende*, dat hoofdzakelijk uit roodachtige zandsteen bestaat en reeds vroeger gekarakteriseerd is. Nu volgt de dikke *kolenformatie*, bestaande uit eigenlijke steenkolenlagen, de kolenkalksteen met klei- en kiezellei. Onder de kolenformatie ligt het *grauwak*, of het *overgangsgebergte*, waarvan de jongste lagen de *devonische*, de oudste de *silurische* formatie vormen. Reeds in deze is dierlijk leven aanwezig geweest en van daar tot aan de dyasformatie heeft een wereld van onvolkomen wezens geleefd, zoodat deze formaties samengevat worden als *palaeozoïsche* of ook wel *primaire*. Onder deze ligt een laag van grauwe conglomeraten, leisteenen, kwartshoudende zandsteenen, quarziten (Potsdammer zandsteen genoemd), die naar het algemeen voorkomen in Wales of Cambria de *Cambrische* formatie wordt genoemd. Deze heeft op sommige plaatsen eene dikte van 7000 meter en wordt òf als een zelfstandig òf als het onderste lid der silurische formatie òf als het bovenste van het oorspronkelijk leigebergte beschouwd. Onder deze of onder de *huronische* formatie (glimmer- en hoornblendelei) ligt als laatste sedimentgesteente het oorspronkelijk *gneis*gebergte of

de *laurentische* formatie. In den tijd van die vormingen was er geen of weinig dierlijk leven. Vroeger meende men, dat er toen in het geheel geene organismen bestonden en ook nu twijfelt men nog sterk aan het bestaan er van in de laurentische formatie; men noemde dan ook die periode de *azoïsche*. Beter is het echter het als een onbeslist vraagstuk te beschouwen en de periode de *archaeïsche* of *primordiale* periode te noemen.

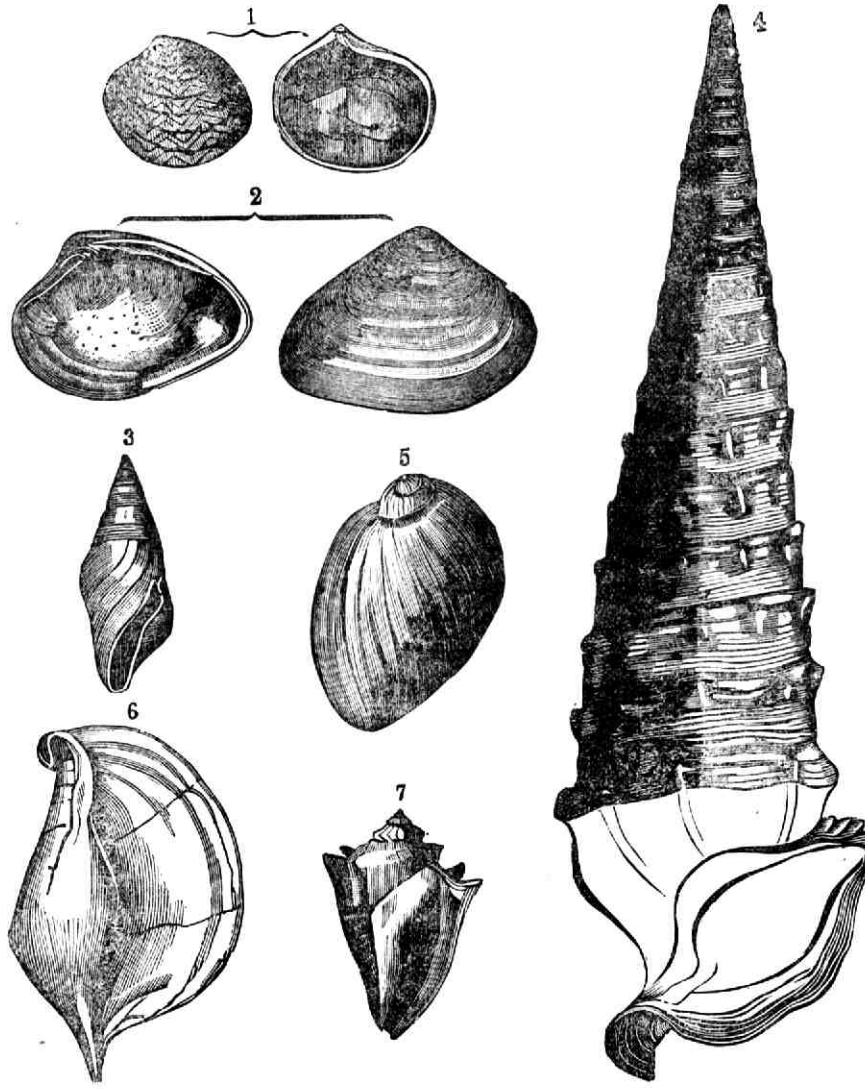
Wat daar nu nog onder ligt is het onveranderde, de kern der aarde omsluitende plutonische gesteente, waarvan wij den bouw kennen en dat als graniet, porfier, basalt, lava enz. in vulkanische streken ook nu nog voor den dag komt, maar voor een ander deel zich in de oorspronkelijke gebergten in massa's vertoont, die eenmaal voor millioenen jaren de aardkorst doorbroken, verschoven en op velerlei wijzen vervormd hebben.

Nadat wij in de laatste bladzijden eene schets van de afzettingen gegeven hebben, moeten wij nu de afzonderlijke lagen en formatiën doorloopen en aantoonen, hoe deze van elkander te onderscheiden, waaraan zij te herkennen zijn. Daar de gesteenten op zich zelven zeer dikwijls bijna geheel aan elkander gelijk zijn, zoo strekken de organische overblijfselen ons hierbij tot gids en daar deze resten grootendeels schelpen zijn, zoo noemt men de zoodanige, die de bepaling van den ouderdom der lagen gemakkelijk maken «*leidende schelpen*», ook dan, wanneer het niet juist schelpen of horens zijn.

De bovenste lagen, de alluviale of aangeslibde, bevatten gewoonlijk geene eigenlijke versteeningen, maar wel organische overblijfselen van planten en dieren van den tegenwoordigen tijd; de turfvenen, de humusafzettingen behooren hiertoe. Tijdens dit tijdperk werd de mensch de beheerscher der aarde en zijne werkzaamheid wijzigde de planten- en dierenwereld. Ook in de laag van erratische blokken, zij moge dan tot het diluvium of alluvium behooren, mist men de versteeningen uit den tijd, waartoe zij behoort, want zij bestaat uit brokstukken van steenen van allerlei soort, die door de gletschers of ijsbergen uit den diluvialen tijd of door de overstroomingen der alluviale meren en rivieren vervoerd en op andere plaatsen afgezet zijn en dan ook niet zeldzaam karakteristieke versteeningen bevatten.

Daarentegen bevat het diluviale leem een groot aantal versteeningen en wel op weinige uitzonderingen na, overblijfselen van zulke dieren, die tot den tegenwoordigen tijd behooren. In het begin van dit tijdperk werd het klimaat kouder, de ijstijd begon zich van het noorden af uit te breiden. De dieren van hoogere breedten werden door de voortgaande vergletschering van den bodem naar de zuidelijker streken gedrongen en leefden hier door elkaar op een betrekkelijk kleine oppervlakte met de daar inheemsche dieren. Vele geslachten, die zich niet konden schikken in de veranderde levensvoorwaarden, stierven uit, zooals de mammouth, het reuzenhert, de reuzenluiaard enz. Eerst in de tweede helft van den diluvialen tijd werd het klimaat weer zachter, de gletschers trokken zich terug, smolten geleidelijk en nadat de

groote massa's water, welke hierdoor ontstonden (zondvloed), naar den oceaan gestroomd waren, nam de oppervlakte der aarde hare tegenwoordige gedaante aan en ontstonden er klimaatzonen overeenkomstig met die van den tegen-



Leidende schelpen van de tertiaire formatie.

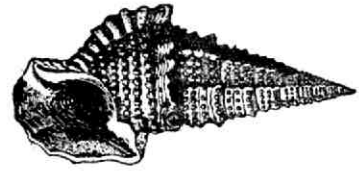
woordigen tijd, waardoor dan ook de wereld der levende wezens meer met die, welke wij nu waarnemen, begon overeen te komen. Dat ook toen reeds de mensch leefde, hebben wij reeds opgemerkt.

Tijdens de tertiaire formatie, welke plioceen, mioceen, oligoceen en eoceen als onderafdeelingen omvat, leefden nog slechts weinig zoogdieren, maar onder deze zeer vreemde vormen, zooals die reeds vermeld zijn, de dikhuidigen, den mastodon, het Dinotherium, het Siwatherium en andere; doch des te meer sauriërs, hagedisachtige amphibiën, met vreeselijke wapens tot aanval en verdediging, van den punt van den neus tot aan dien van den staart met een pantser bedekt.

De leidende schelpen voor deze formatie zijn op voorgaande figuur afgebeeld:

Fig. 1 is de *Nucula*, eene kleine scherp getande schelp, die in de liaskalk in ontzaglijk aantal voorkomt. Fig. 2 vertoont *Cyrene cuneiformis*, deze is driehoekig van vorm, de schelp is dik met 3 slottanden aan elken schelprand. Fig. 3 is een *Pleurotamaria*, welker eigenaardige gedaante bij den eersten blik in het oog valt. Deze soort, die tot de purperslakken behoort, heeft namelijk in plaats van de gewone, ronde opening, een lange, smalle spleet. Fig. 4 is *Cerithium giganteum* met torenvormig gewonden, toegespitsten horen. Het geslacht der Cerithiën, waartoe eenige honderden soorten behooren, komt in de grofkalk zoo menigvuldig voor, dat vele als bouwsteenen aangewend wordende lagen er bijna geheel uit bestaan. In fig. 5 zien wij eene *Natica*, de horen onderscheidt zich door een buitengewoon snel verminderen in grootte van de windingen. Fig. 6 vertoont de *Rostellaria* en wel die soort, welke Macroptera heet, wegens de groote vleugelachtige lob aan de opening. Fig. 7 eindelijk is de *Voluta athleta*, een horen, die zich zoowel door zijne eigenaardige gedaante als door zijne fraaie kleuren onderscheidt.

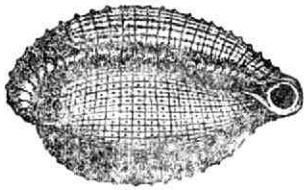
Het is van belang deze leidende schelpen te kennen, vooral omdat de gesteenten, die de verschillende lagen vormen, over de gansche aarde verbreid maar in het geheel niet gelijksoortig zijn (tot de tertiaire formatie behoort de gele zoetwaterkalk, blauwe en gele faluns, d. z. schelprijke kalksteenen, mergel en zandsteenen, de eigenlijke molasse, dat is fijnkorrelige, grauwe zandsteen, waaruit b. v. de leeuw van Lucern gebeiteld is; verder grauwe zoetwaterkalk, grofkalk, witte zoetwaterkalk, schelpzandsteen, gipsbevattende mergel, zeezand en plastische klei). Daarom dienen de overal daarin voorkomende schelpen van bepaalde soorten, om te bewijzen, dat zij in denzelfden tijd uit het water zijn afgezet.



Cerithium hexagonum.

Een der belangrijkste en oudste lagen van de tertiaire formatie is de Parijsche grofkalk, die een aantal versteeningen bevat. Parijs is op deze formatie gebouwd en de huizen zijn uit blokken er van opgebouwd. In de steengroeven vindt men beh. overblijfselen van zoogdieren twee prachtige horens van slakken. De hiernevens afgebeelde zeskantige spits toeloopende schelp komt met hare talrijke verwanten in deze

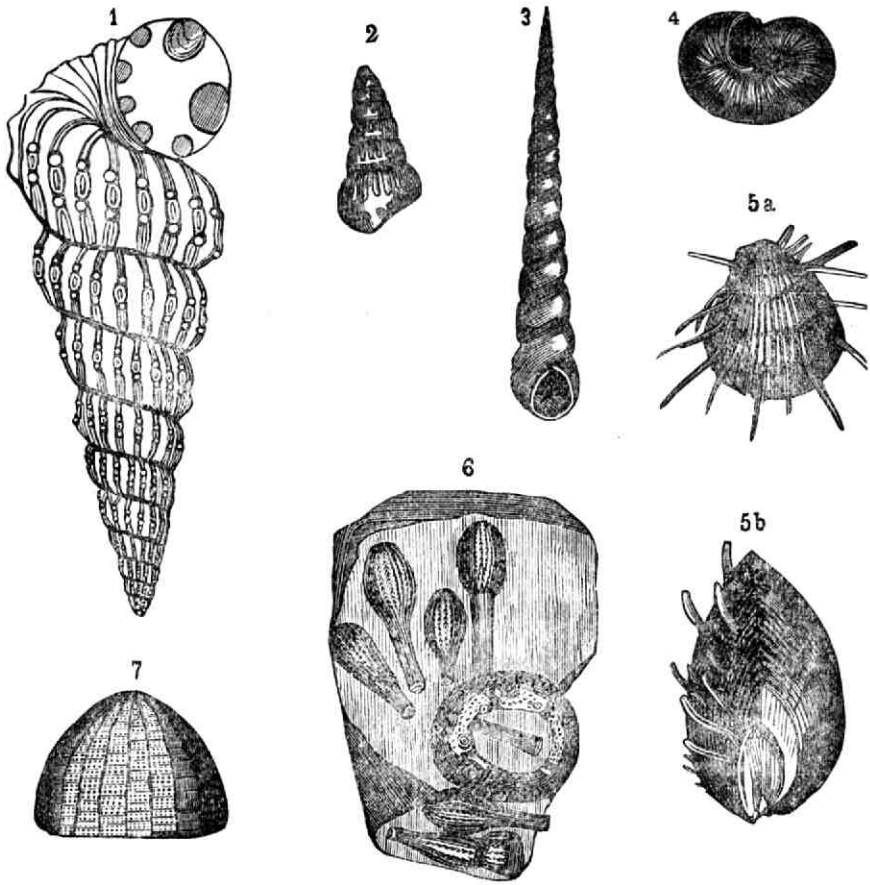
kalksteen zoo vaak voor, dat vele bouwsteenen bijna geheel er uit schijnen te bestaan, doordat het bindmiddel uit niet anders dan uit stukken van schalen bestaat. Eene andere is de zoog. porceleinslak, wier nakomelingen, evenals die van het vorige geslacht ook nu nog de zeeën der warme en gematigde luchtstreek bewonen.



Cypraea elegans.

De steenlagen, onder de tertiaire formatie, noemt men gewoonlijk de secundaire formatie en men verdeelt ze van boven af in de krijt-, de Jura- en de triasgroep.

Ook hier is, als overal, de aard van het gesteente ondergeschikt; kalk,



Leidende schelpen van de secundaire formatie.

klei, kiezel vertoonen zich in de meest verschillende vormen als krijt, Jura-

kalk, grofkalk, schelpkalk, als lei en zandsteen; ook hier zal men derhalve den ouderdom der steenlagen geenszins uit de steenen zelf, maar veel meer uit de leidende schelpen moeten bepalen, en deze zijn voor het bovenste lid van deze formatie, voor het krijt (de jongste afzetting van koolzure kalk, die het meest tot den tegenwoordigen tijd nadert), dat vooral vele vuursteenen in zijne bovenste lagen bevat, zeer vele zeeschelpen, waaruit blijkt, dat het krijt gewoonlijk geen zoetwaterkalk is.

Fig. 1 (zie de vorige blz.) is een van de schoonste horens, *Turrilites catenatus*, deze behoort tot de koppootigen. De versierselen op de schaal zijn als door de hand van een kunstenaar volkomen regelmatig uitgebeiteld. Twee andere soorten, *Turrilites costatus* en *Turrilites conoïdea*, zijn in fig. 2 en 3 afgebeeld. Het marmer in Sussex is met deze sierlijke horens in geheele bergstreken als doorzaaid; zij vormen bij het slijpen er van verschillende teekeningen, al naar de wijze, waarop zij doorgesneden zijn. Fig. 2 is eene van de schoonste schelpen van de krijtformatie, evenals de versierselen aan eene Corinthische kroonlijst loopen ovale verhoogingen (ribben) regelmatig rondom alle windingen tot aan den top.

Fig. 4 vertoont een *Scaphites*, een koppootig weekdier, dat door Leopold v. Buch voor een ontwikkelden Ammoniet gehouden wordt (alle Scaphiten gelijken in de jeugd geheel op Ammonieten). Fig. 5, *Plagiostoma* of zooals zij tegenwoordig meest genoemd wordt, *Spondylus spinosus* en wel in *a* van de rugzijde en in *b* van ter zijde gezien, een der fraaiste en zekerste leidende schelpen voor de krijtformatie. De zeer regelmatig geribde schaal is glad als parelmoer; eigenaardig zijn de lange stekels er op, welker doel men niet kan gissen; als wapenen zijn ze onbruikbaar, daar zij bij eene geringe drukking reeds afbreken.

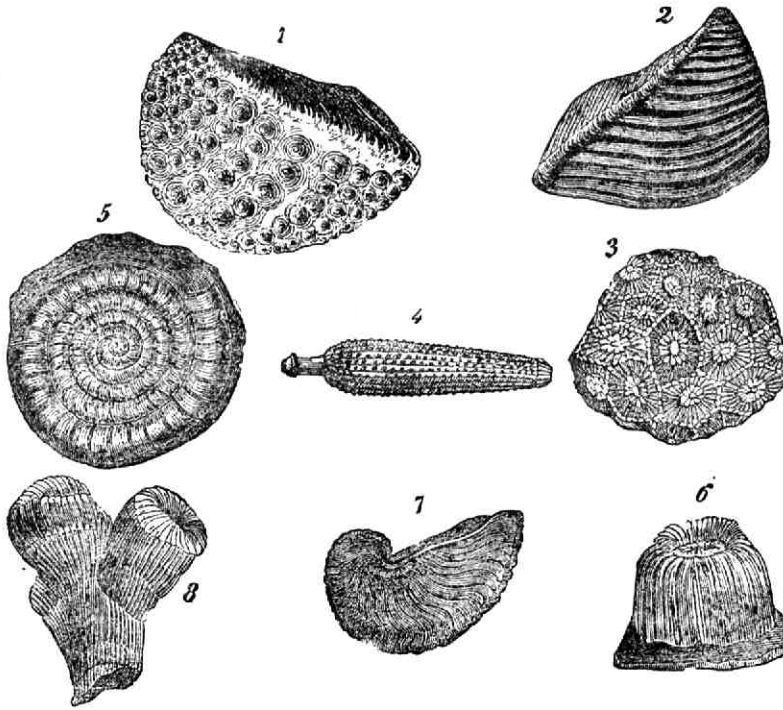
Fig. 6 vertoont de *Cidarites claviger*, de krans, die op den steen ligt, is het dier. Al de stekelhuidigen hebben meer of minder in het oog loopende stekels van verschillenden vorm; de stekels van deze *Cidaris* zijn knotsvormig en liggen afgebroken naast den krans. Tot dezelfde formatie behoort fig. 7, *Ananchytes ovatus*, ook een sterdier, een zeeëgel, eirond, dat zich van onderen naar boven boogvormig versmalt.

Zoo als wij uit het boven gegeven schema zien, volgt gewoonlijk onder het krijt de quaderzandsteen: dikwijls echter ontbreekt de gemelde bedekking, en ligt het geheel vrij aan de oppervlakte of heeft slechts eene laag of eenige lagen boven zich. Zeer fraai komt de quaderzandsteen in Saksisch Zwitserland voor, waar zij bloot ligt. In Westfalen en België vindt men vele dergelijke vormingen; de groene zandsteen in Engeland en Frankrijk sluit zich daarbij aan; ook in de Zwitsersche Alpen vindt men dikke lagen.

Het krijt, de quaderzandsteen en de Neocomiënvorming (gele kalksteen, grauwblauwe mergel en zandige lei) behooren, innig te zamenhangende, tot eene en dezelfde groep, de krijtformatie, die aldus genoemd wordt, omdat

het krijt het voornaamste lid er van is. De schelpen, die in deze geheel verschillende gesteenten voorkomen, zijn de zoo even genoemde. Zij toonen aan, dat het ontstaan van deze verschillende lagen gelijktijdig plaats had, en dat alleen de stoffen, welke het water kon afzetten, verschillend waren, terwijl de organische natuur, overal dezelfde, door hare overblijfselen het tijdperk der vorming aanwijst.

Onder de krijtgroep rust eene zoetwatervorming: de Wealdon- of Wieldengroep. Zij werd het eerst in Engeland gevonden, maar is zeer verbreid en is bij voorbeeld in Westfalen, in Saksen, in den omtrek van Weenen en op andere plaatsen waar te nemen. De vele zoetwater- en landorganismen, welke



Leidende schelpen van de Juragroep.

men daarin vindt (vooral talrijke, goed bewaarde landplanten) toonen aan, dat de streek, waarin zij gevonden wordt, ten tijde van hare vorming boven de zee verheven was, en, door plantengroei bedekt, door landdieren bewoond kon worden, waarom men in deze formatie ook kolen vindt en b. v. in Westfalen daarin mijnen heeft aangelegd.

De gesteenten, die onder deze lagen rusten, vormen eene nieuwe groep, de Juraformatie, dus genoemd naar het Juragebergte. Het bedoelde gebergte

bevat die groep het volledigst en bestaat in zijne bovenste lagen uit helder gekleurde kalksteenen en dolomieten, terwijl de onderste uit bruine klei, zand- en roggensteenen (oölithenkalk) zijn samengesteld. L. v. Buch heeft drie afdeelingen onderscheiden: de witte, bruine en zwarte Jura, en hoe minder deze indeeling met de uitkomsten van het practisch onderzoek bleek overeen te komen, met des te grooter eigenzinnigheid hield men er op het gezag van dezen beroemden man aan vast. Bruine en zwarte Jura zijn reeds in het geheel niet door de kleur te onderscheiden en de *witte* Jura is *grijs*; ook volgen de verschillende juraformatiën elkander volstrekt niet volgens een bepaalden regel op.

De versteeningen, die men als leidende schelpen beschouwt, zijn de volgende:

Fig. 1, (vorige bladzijde) eene schoone schelp, is de *Trigonia*, die haar naam aan haren driehoekigen vorm ontleent, en die levend slechts door eene enkele soort vertegenwoordigd is, maar in de voorwereld zeer menigvuldig en in vele soorten voorkwam; ook fig. 2 behoort hiertoe. De eene is fraai en regelmatig *gestippeld* met tepeltjes bezet; de andere heeft regelmatig loopende *ribben*, zij heet daarom *Trigonia costata*. Fig. 3, 6 en 8 behooren tot de koraalvormingen van deze formatie; fig. 3 de *Astraea ananas*, aldus genaamd naar den eigenaardigen vorm van de huisjes van het dier, die op de tepels van de ananas gelijken; fig. 6 is de *Anthophyllum atlanticum*, het dier heeft de ruimte tusschen twee zijschotten bewoond, zulk een stok herbergde dus een talrijke familie. Zeer na daarmede verwant is fig. 8 *Caryophyllia*, die grootere stammen met vertakkingen vormt. Fig. 4 behoort onder de zeeëgels, het is *Cidaris Blumenbachii*. Fig. 5 *Ammonites Conybeari*, een van de fraaiste Ammonshorens, die zeer menigvuldig in de liaskalk voorkomt. Fig. 7 *Gryphaea incurva*, eene soort van oester met een bijzonder hoog opstijgend slot, zoodat men haar bijna voor een horen zou houden, komt ook in de liaskalk voor.

Op eene beperkte plaats, die zeker in de Jura-zee eene stille baai van geringe diepte vormde, welker slijkerige oevers slechts langzaam onder de oppervlakte van het water daalden, in het graafschap Pappenheim (in den kreits Rezat van het koningrijk Beieren), vindt men eene eigenaardige vorming van leiachtige kalksteen, uiterst fijn van korrel, van compacten bouw, zonder aderen, die in de nabijheid van Solenhofen en Kelheim in ontzaglijke hoeveelheid als lithographische lei uitgegraven wordt en sedert de uitvinding van de steendrukkunst een hoofdtak van nijverheid van het landje uitmaken. Deze platen, die eene soort van schaal over de koralenkalk vormen, liggen in het graafschap Pappenheim horizontaal en bevatten eene groote menigte eigenaardige fossielen, waarvan de Pterodactylus, een vliegende hagedis en de Archaeopteryx, de oudste vogel, de beroemdste zijn en wier bewaard blijven op eene zeer groote mate van rust tijdens de vorming wijst, daar zelfs insecten en andere zeer zachte lichamen versteend zijn. De lithographische lei is blijk-

baar eene geheel plaatselijke vorming, die tot de bovenste lagen van den koralenkalk behoort en juist hier zich zoo uitmuntend kon vormen, omdat de lagen in eene zeer rustige zeebaai zijn afgezet en later niet door opheffingen vergruisd en gewijzigd zijn. De Portlandkalk in Zwitserland vertoont op vele plaatsen in zijne onderste lagen dezelfde korrels, dezelfde fijne, compacte massa als de lithographische lei, maar het is niet mogelijk deze voor de lithographie te gebruiken, daar de menigvuldige opheffingen hem zoo hebben versplinterd, dat men geene groote platen vindt.

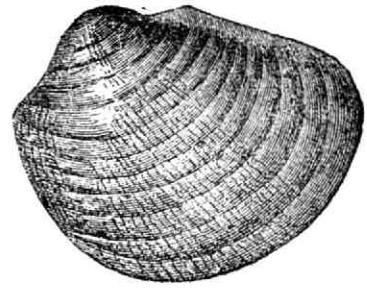
De bovenste, zoogenaamde witte Jura bestaat grootendeels uit koralenkalk. Hij is verdeeld in onderafdeelingen, waarvan de Zwabische en Frankische Alpen de jongste het fraaist vertoonen, terwijl de daaronder liggende, oudere zoowel koralen als sponzen (spongitenkalk) bevat, en de oudste kalkmergel deels uit dunne, deels uit zeer dikke kalkbanken en kleikalk bestaat. De geheele laag van den zoogenaamden witten Jura is dikwijls meer dan 300 meter dik en daarin hebben de koralen en de stekelhuidigen (Echinodermata) de overhand.

De bruine Jura ligt onder den witten, is derhalve ouder dan deze, maar is zelf niet overal even oud of is niet op *een* tijdstip ontstaan. Men moet daarom ook bij dezen verscheidene lagen onderscheiden. De bovenste daarvan vormt de ornamentklei, zoo genaamd naar de versteende ammonshoornen, die er als architectonische versierselen uitzien. Daaronder liggen vette, zwarte kleigesteenten, dan volgt donkere mergel met vele Belemnieten en blauwe kalksteenen, die, daar zij zeer hard zijn, een voortreffelijk materiaal voor plaveisel en fundamenten opleveren. De onderste laag bestaat uit zandsteen, welke in de aarde tamelijk week is, maar aan de lucht blootgesteld, zeer hard wordt.

De derde hoofdafdeeling van den Jura, welke L. von Buch de zwarte noemt, heeft vooreerst zeer bitumineus mergellei, waarin de groote Reptiliën zóó menigvuldig voorkomen, dat dáár, waar bergwerken van eenige uitgestrektheid bestaan, bijna geene week verloopt, waarin men niet een geraamte van een Ichthyosaurus ontdekt. Eene dieper liggende afdeeling bestaat uit grauwe steenmergel, of ook uit zeer helder gekleurde, bijna witte kalksteen, welke op vele plaatsen van de Wurtembergsche Alpen zoo open liggen (alle bedekking missen), dat men geneigd wordt deze met hunne regelmatige kloven, waarin zich aarde en leem hebben afgezet, voor kunstmatig plaveisel aan te zien. De velden zijn hierdoor volkomen onvruchtbaar en leveren nauwelijks genoeg voedsel op voor eenige schapen.

Het onderste lid van dezen zoogenaamden zwarten Jura vormt de liasformatie; deze bestaat uit gewoon lei, bitumineuze lei- en mergellagen zoog. brandlei, waaruit olie verkregen kan worden, harde blauwe kalkmassa's, dikwijls van 10 tot 13 meter dikte, rijk aan versteeningen, vooral ook van planten. Daardoor komen in de liasformatie ook kolen voor, en men vindt

deze in Duitschland, Frankrijk, Zwitserland, Polen en Rusland; zelfs in de Noordelijke helft van Amerika vindt men ook kolen in den tijd, toen de Lias ontstaan is. Eene karakteristieke leidende schelp voor het bovenste bitumineuze liaslei van Duitschland is de hiernevens afgebeelde Posidonomia, een vlakke schelp met concentrische strepen.



Posidonomia.

Onder de Juragroep ligt de trias, waarvan het bovenste lid de keuperformatie is. In Frankenland komt een grauwe zandsteen voor, welke keuper heet; deze heeft aan de gansche formatie, waartoe zij behoort, den naam gegeven. Deze omstandigheid heeft ook ten gevolge gehad, dat men in het gewone leven slechts van *keuperzandsteen* spreekt (evenals men voornamelijk kalk op het oog heeft, wanneer men van den Jura spreekt, of gewoonlijk Jurakalk zegt, in de meening dat er in den Jura niet anders is dan kalk), hetgeen ten eenenmale onjuist is, daar zeer verschillende gesteenten tot de keuperformatie behooren, gelijk dit ook met elke andere formatie het geval is. In Thüringen bestaat deze vooreerst uit bonte mergel met gipsbrokken, verder uit grijze zandsteen, kalksteen, bruine zandsteen, lei en zandleemkool [«Lettenkohle»]; in Wurtemberg uit zandsteen, mergel, gips (de eerste met vele planten-, de laatste met vele schelpversteeningen), grijze kalksteen, zandleemkool, gewone en mergellei. In Zwaben bestaat zij over eene groote uitgestrektheid uit al de genoemde steensoorten; verder uit witte zandsteen, vruchtbare roode klei, gele harde kalksteen en dolomiet, een met kalkspaat gemengd bitterspaat met een kristallijnen bouw.

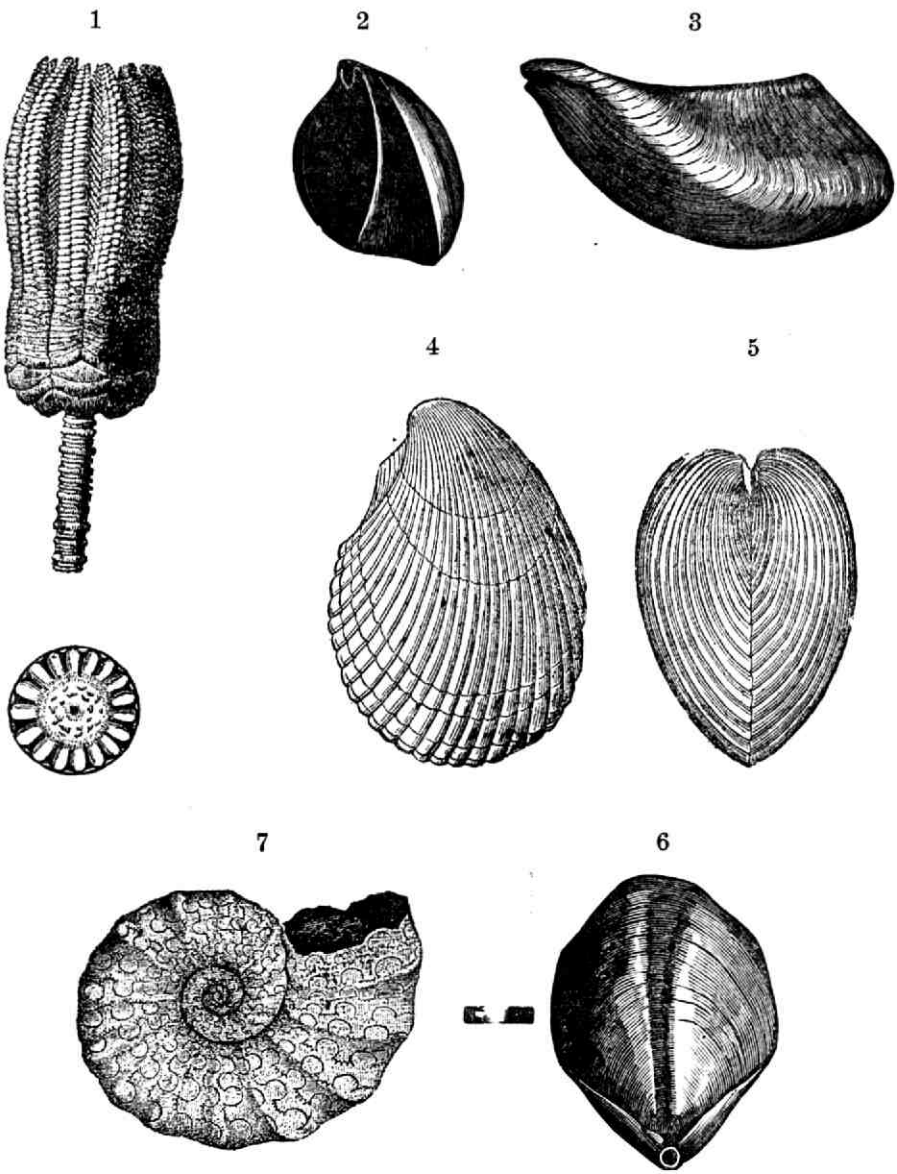
Aan deze lagen sluit zich de schelpkalkformatie aan, die in de bovenste en onderste afdeeling uit kalksteenen met vele schelpen (vandaar de naam), in het midden uit klei, gips en steenzout bestaat.

De bonte zandsteen, die onder de schelpkalk ligt, vormt, daar zij met de beide voorgaande schelpkalk- en keuperformatiën altijd vereenigd voorkomt, het onderste lid der zoogenaamde triasgroep. Zij is meestal geel of bruinachtig gekleurd, bevat slechts weinig versteeningen, maar vertoont daarentegen dikwijls voetsporen van voorwereldlijke dieren. Nog armer aan sporen van organismen zijn de lagen van rood en groen lei, die de bonte zandsteen begeleiden.

Voor deze lagen zijn de volgende versteeningen (zie de figuren op de volgende bladz.), alle van zeebewoners afkomstig, zeer kenmerkend:

Fig. 1 is een sterdier, *Encrinus liliiformis*, behoorende tot de familie der zeeleliën, uit de schelpkalk. Tot deze kalksoort en evenzoo tot de bovenste laag van de bonte zandsteen behooren de schelpen 2: *Myophoria vulgaris*, 3: *Gervillia socialis*, waarvan de linksche schelp is afgebeeld en *Lima striata*

waarvan figuur 4 de rugzijde, 5 den zijkant doet zien. Figuur 6 is *Terebratula vulgaris*, van de buikzijde gezien, zeer karakteristiek voor de schelpkalk. Dit tot de Brachiopoden behoorende dier, waarvan zeer vele soorten bestaan,



Leidende schelpen van de schelpkalk.

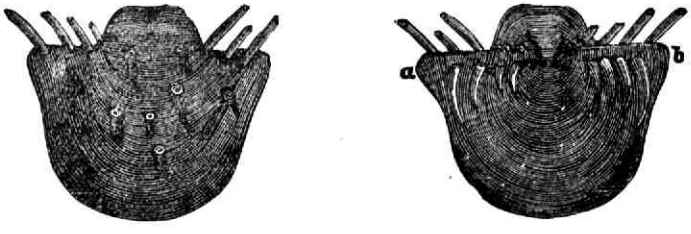
heeft zijn naam gekregen naar het gat in den snavel der schelp; bovendien is voor het geslacht kenmerkend, dat de zijranden der rugschelp een rechten hoek met elkaar maken. Eindelijk is voor de schelpkalk nog kenmerkend

Ceratites nodosus (fig. 7), een koppootig weekdier, dat vroeger reeds is beschreven.

De geheele triasgroep is in Europa zeer algemeen, in Duitschland zelfs bijzonder fraai en karakteristiek ontwikkeld, en komt ook, ofschoon met eenige andere tusschenleden, ook in Azië en Amerika voor. In Noord-Amerika wordt zij door den New red sandstone (nieuwe roode zandsteen) vertegenwoordigd, welke zich over een afstand van meer dan 1900 kilometer soms tot eene dikte van meer dan 2000 meter, tusschen de oostelijke helling van het Alleghanygeberte en den Atlantischen oceaan aan de eene zijde en het Rotsgebergte aan de andere zijde uitstrekt. In Engeland ontbreekt de schelpkalk, zoodat de keuperformatie daar onmiddellijk aan de bonte zandsteen aansluit.

Dadelijk vóór de trias- ging de dyas- of permsche formatie, bestaande uit 2 leden: zechsteen boven, daar onder het roodliggende.

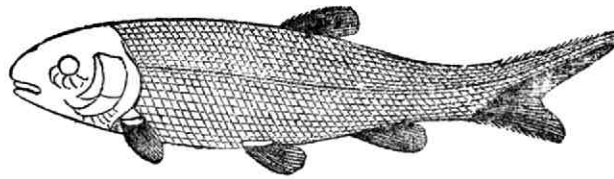
De eerste, de zechsteen, komt in Thüringen vooral voor en heeft zijn naam te danken aan de vele mijnwerken (zechen), welke daarin voorkomen, omdat zij ertslagen bevat, die de bewerking waard zijn. Om tot deze te geraken, moet men de schachten door de bovenste lagen, die uit bitumineuse kalksteen (gewoonlijk stinksteen genaamd), dolomiet, gips met steenzout, bitumineus mergellei en een koperhoudende zandsteen bestaan, boren om tot het onderste lid van deze formatie, koperschiefer of koperlei, te geraken. Als



Productus aculeatus.

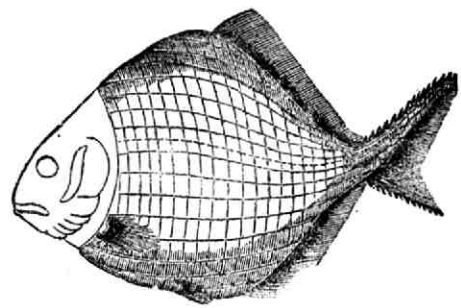
leidende schelp kan men alleen Productus aculeatus noemen, een tweeschalige schelp van zeer eigenaardigen vorm, van welke wij hierboven afbeeldingen geven. Zooals de schelp gewoonlijk gevonden wordt, ziet zij er zoo uit, dat men bijna gelooven zou, dat de bovenste, doorloopende streep een kunstmatig uit metaal gevormd, met knoppen en stiftjes voorzien scharnier was. De schelp, welke zelden zoo fraai wordt gevonden als het afgebeelde exemplaar, heeft scherpe dorens langs het scharnier. Daar deze echter zeer dun zijn en uit brokkelige paarlemoerstof gevormd zijn, worden zij zeer licht

afgestooten, en het is dan ook volstrekt onmogelijk, ze uit de omringende steenmassa's onbeschadigd los te maken, zoodat men altijd slechts de inplantingsplaatsen er van op de schelp ziet. Wat men verder nog van schelpen aantreft is zeer weinig; daarentegen zijn een paar visschen karakteristiek, Ganoïden of glansschubbigen, met eenen niet symmetrischen staart, van welke de Palaeoniscus Freislebenii in groot aantal in den koperschiefer



Palaeoniscus.

voorkomt. Zijne sierlijke slanke vorm valt in het oog, en de hoekige, vierkante schubben en de niet symmetrische staart onderscheiden hem zeer van de tegenwoordige visschen. De tweede Platystomus gibbosus, hieronder afgebeeld, heeft bij een sterke ontwikkeling van zijn smal lichaam, een



Platystomus.

zeer kleinen kop met een steil neerdalend voorhoofd. De borst- en buikvinnen zijn zoo klein, dat men nauwelijks kan begrijpen, hoe hij het hooge lichaam daarmede in den gewonen stand (het is geen platvisch, zooals schol en bot) heeft kunnen houden. De staartvin gaat in de rug- en aarsvin over, welke beide het lichaam bijna half omgeven.

Onder de zechsteen ligt het roodliggende (vieux grès rouge van de Franschen), een product van de vernieling van oudere rotsmassa's, zulke lagen vormende, als uit het gezegde volgt; eerst rolsteenen van allerlei soort, door ontzaglijke vloeden in groote massa's voortgedreven, waaruit zich eerst op

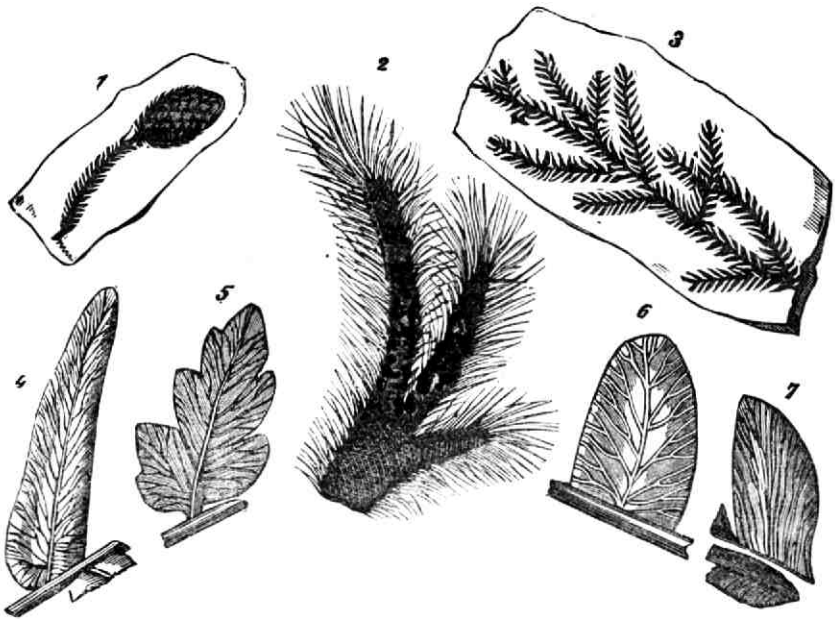
rustige plaatsen de groote stukken, daarna telkens kleinere hebben afgezet, waarop eindelijk eene grove en dan eene fijnkorrelige zandsteen volgt. Het geheele conglomeraat is door een kleiachtig bindmiddel, dat veel rood ijzeroxyde bevat (van daar zijne kleur), vereenigd. Omdat het in Thüringen en Saksen, in den Harts, overal waar men mijnwerken vindt, *onder* het gesteente ligt, waarin de ertsen gevonden worden, zoo heet het in de mijnwerkerstaal het *liggende* van deze erts-vindplaatsen; het is te gelijk het *hangende* van de kolenformatie, maar behoort, hoewel er vrij wat overeenkomst is, toch niet tot dezelfde periode als deze. Want al komen in beide lagen vooral veel landplanten voor, die duidelijk op perioden wijzen, waarin het land lang genoeg droog was, om zich met bosschen te bedekken, om deze te zien ondergaan en nogmaals te zien ontstaan, lang voordat de zee op nieuw de overhand verkreeg, toch moeten er tusschen het einde der steenkolenformatie en de afzetting van het roodliggende groote uitbarstingen geweest zijn, vooral van porfier, waardoor de gesteenten ten deele vernield werden en zoo de materialen tot vorming van het roodliggende ontstonden. Wel duurde het droogworden van den bodem, die het eind der steenkolenflora bepaalde, nog voort en kon dus de plantenwereld uit die periode bijna niet meer bestaan, maar langzamerhand begon de bodem toch ook weer te dalen, de zee kreeg weer de overhand; daarom vinden wij in de onderste lagen der dyasformatie, dus in het roodliggende, vooral zoetwatervormingen evenals in de bovenste lagen der steenkolenformatie, daarentegen in de bovenste lagen der eerste, in de zechsteenformatie weer zeeafzettingen, evenals in de onderste der steenkolenformatie.

Om deze formatie te karakteriseeren dienen geene schelpen maar bladeren, stammen en vruchten van eenige planten, welke men evengoed leidende schelpen noemt, zij zijn in de volgende afbeelding voorgesteld.

Fig. 4, 5, 6 en 7 zijn varens; zij komen het menigvuldigst voor. Fig. 4 is Neuropteris met een enkelvoudig blad aan den tak, Fig. 5 Sphenopteris met een getand blad, beide van de andere onderscheiden, doordat zij van een *steel*, (als 't ware een bladsteel) voorzien zijn, terwijl toch eigenlijk het dwars onder het blad loopende stuk de bladsteel is, waaraan de dwarsblaadjes zitten; fig. 6 en 7 zijn Pecopteris en Odontopteris, bij welke het *ongesteelde blad* aan den hoofdsteel vastzit, zooals bij de meeste varens. Overigens onderscheidt men ze naar de vrucht. Daar deze zeer teer en bij de *versteende* planten, op eenige uitzonderingen na, bijna altijd vernield zijn, moet men ze naar de nerven onderscheiden, en men ziet dadelijk, hoe verschillend die bij elk blad loopen, hoe goed men ze derhalve daarnaar kan onderscheiden. Fig. 3 vertoont een tak van Lepidodendron dichotomum en Fig. 1 de vrucht van deze sierlijke plant, die, hoe teeder zij ook van bouw was, toch als een boom groeide en met de Sigillariën en boomvarens in grootte wedijverde. Deze en Lycopodites piniformis, Fig. 2, zijn

met onze wolfsklauwen verwant, die thans slechts kruipend mos genoemd kunnen worden, in vergelijking met die prachtige boomen, die in een voorwereldlijk tijdperk het hoofdmateriaal voor de steenkolen geleverd hebben.

Verder hebben wij reeds vroeger de planten der verschillende perioden opgegeven, voor zooverre de beschikbare plaats dit toeliet, en wij kunnen daar-



Planten van de steenkolenformatie.

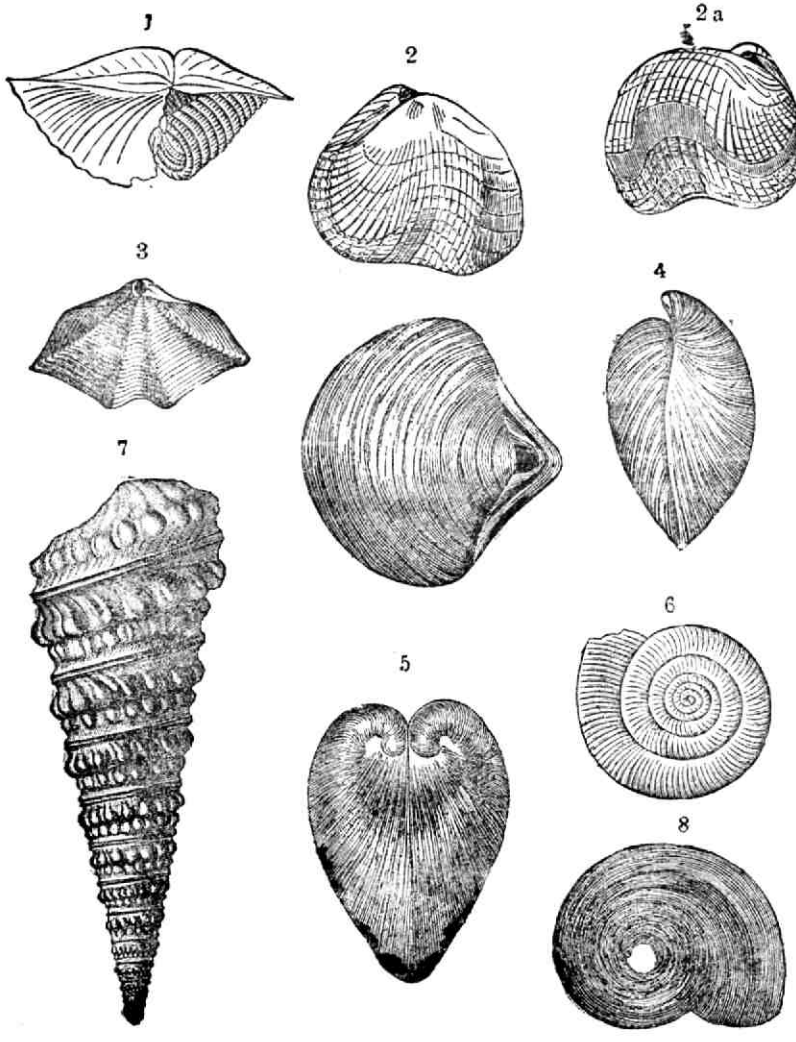
heen verwijzen. Alleen voegen wij er nog de opmerking bij, dat de verspreiding der planten in dat tijdperk veel grooter was dan die hunner verwanten in den tegenwoordigen tijd, want in Noord-Amerika, waar geen palmen of boomvarens groeien, vindt men ontzaglijk uitgebreide steenkolenlagen, in Engeland waar het klimaat veel zachter is, komen die lagen veel meer beperkt voor en in Duitschland, Spanje, Frankrijk, Italië en Griekenland komt, hoe meer men de streek nadert, waar nu de palmen groeien, de steenkolenformatie slechts weinig verspreid voor. Ten slotte noemen wij nog eene voor deze formatie karakteristieke hartschelp, welke, als zij omgekeerd stond, veel zou gelijken op een vogelhart met afgesneden bloedvaten.



Hartschelp.

Onder de steenkolenformatie ligt het grauwak- of overgangsgebergte; het wordt in Duitschland in bovenste en onderste grauwak verdeeld, en bestaat uit lei- en zandsteen, waar kalk-

steen, dolomiet, kiezelschiefer en aluinschiefer tusschen in zijn geschoven. De lagen, waaruit de oudere en jongere grauwak bestaan, verschillen echter onderling zoo weinig, dat men ze eigenlijk slechts kan herkennen aan hetgeen er ingesloten is; daarentegen was men in Engeland, Noord-Amerika en Rusland in staat, twee tijdperken zeer duidelijk van elkaar te onderscheiden; men



Leidende Schelpen van den bovensten Grauwak.

heeft ze het Devonische, het Silurische en eindelijk nog eene lager liggende laag, waarvoor de kenmerken reeds vroeger zijn opgegeven, het Cambrische

stelsel genoemd en heeft diezelfde formatie ook in Noorwegen, Frankrijk, Spanje, Zuid-Afrika en Indië gevonden.

Het Devonische stelsel, overeenkomende met den *oppergrauwak*, heeft zijn naam van het graafschap Devon, waar het 't eerst waargenomen is en zijne lagen werden nagespoord. In Noord-Amerika en de overige vroeger genoemde landen is het ongemeen verspreid, bestaat meestal uit zandsteen van leiachtige samenstelling (in Engeland zelfs als daklei in gebruik) en bevat slechts zeedieren, schelpen, ammonieten enz. Eene nieuwe periode in de ontwikkeling der aarde wijst de devonische vooral daardoor aan, dat hier voor het eerst echte landplanten voorkwamen en dat hier zich het rijk der gewervelde dieren begon uit te breiden, eerst vertegenwoordigd door de laagste visschen, de gepantserde Ganoïden, wier huid met groote beenplaten is bedekt, welke vaak een pantser vormen en die reeds vroeger beschreven zijn. Andere soorten kreeften komen er voor dan in het oudere silurische stelsel en een karakteristieke, *Arges armatus* is reeds vroeger afgebeeld.

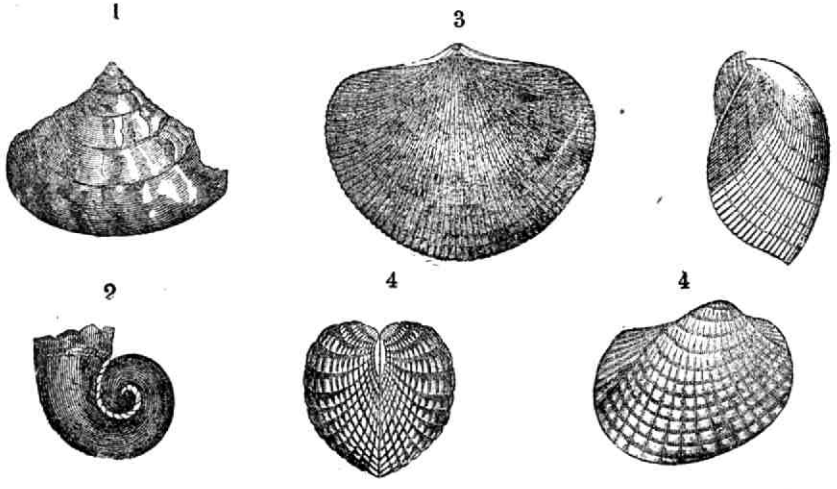
Uit de klasse der weekdieren zijn de *Spiriferen*, behoorende tot de orde der Brachiopoden, kenmerkend (zie figuur 1 op de vorige bladzijde). Deze schelp, die den lezer aan de rechterzijde onbeschadigd, aan de linkerzijde afgebroken is voorgesteld, heeft onder deze, hier opzettelijk weggelaten schaal twee lange armen, welke spiraalvormig opgerold zijn en uit eene opening van de schaal uitgestoken kunnen worden, zoowel om buit te vangen, als om zich door middel daarvan voort te bewegen. Fig. 2 is de zonderling gevormde *Terebratula*; 2^a vertoont deze geopend, om de gebogene insnijding te doen zien. Verwant aan de Spiriferen en in vorm met de Terebratula's overeenkomende is het geslacht *Spirigera* (fig. 3). De spiraalvormige armen der eerste zijn hier tot spitse kegels vervormd. Uitsluitend aan het Devonische stelsel eigen is *Stringocephalus Burtini* (fig. 4), de knobbel van de grootere schaal bedekt den golfvormigen slotrand. Van de echte schelpen noemen wij *Megalodon cucullatus* met 2 even groote gewelfde, bij den snavel gekromde schelpen, die van voren hartvormig lijkt (fig. 5) en van echte slakken *Euomphalus planorbis* en *Murchisonia bigranulosa* (fig. 6 en 7). *Nautilus Koninkii* (fig. 8) komt ook wel in het Devonisch voor, maar behoort eigenlijk meer tot de steenkolenformatie.

Dat het in het graafschap Elgin gevonden skelet van een salamanderachtig dier, dat vroeger is afgebeeld, niet zooals men vroeger meende tot het devonische stelsel, maar tot de triasformatie behoort, is toen ook reeds medegedeeld.

De onderste grauwak komt overeen met dat stelsel van lagen, dat in Engeland het Silurische genoemd wordt. De voornaamste leidende schelpen daarvan zijn op volgende bladz. afgebeeld.

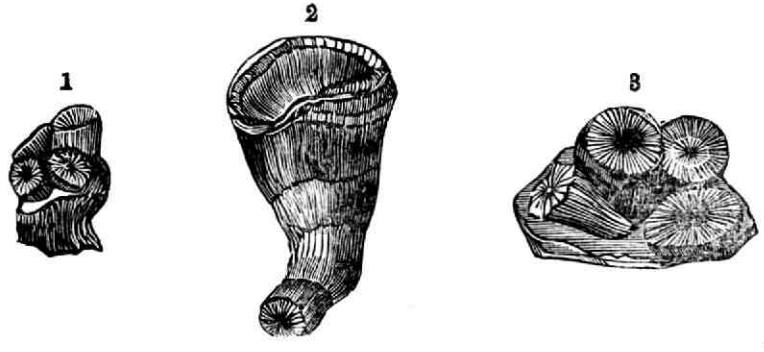
Fig. 1 is *Trochus agglutinans*, een kegel- of tolvormige slak, die het bijzondere heeft dat de rug der windingen vlak, niet gewelfd is, zoodat de naad, die de eene winding met de volgende verbindt, ook niet verdiept is,

zooals bij andere slakken, maar geheel glad, als 't ware afgeslepen. Fig. 2 is een *Bellerophon cornu arietis* (ramshoorn), die echter geenszins, zooals men uit den bijnaam zou opmaken, tot de ammonshorens behoort, daar deze eene veel lichtere schaal hebben (als 't ware eene zwemblaas), waardoor zij zich boven water houden, terwijl de schaal van den Bellerophon zoo dik is, dat zij zelfs, geheel ledig, zou zinken. Karakteristiek voor de bovenste



Leidende schelpen van den ondersten Grauwak.

silurische lagen, maar toch ook in het Devonisch voorkomend is *Spirigerina reticularis* (fig 3), met kleine gaatjes in den snavel der grootste schelp, is



Leidende schelpen van den ondersten Grauwak.

verwant aan Spiriferen en Terebratula's; verder uit de familie der hartschelpen *Cardiola interrupta* (fig. 4) met gelijkkleppige schelpen, wier oppervlakte van concentrische groeven is voorzien.

Nog eene andere groep van dieren, welke tot deze laag behooren, is de volgende (zie de bovenstaande afbeelding).

Fig. 1, 2 en 3 zijn koralen uit het onder-silurische stelsel of den middelsten grauwak, behoorende tot het geslacht *Cyathophyllum*. In N°. 1 zien wij jonge exemplaren, die, bij 3 reeds sterker ontwikkeld, den straalsgewijzen bouw zeer duidelijk vertoonen. In het zwarte middelpunt woont het diertje, dat het koraal bouwt. Fig. 2 vertoont een volwassen tak. Iedere tak breidt zich, zooals in Fig. 2 steeds meer naar boven uit en vormt een volkomen beker, in welks binnenste het koraaldier zijne woonplaats heeft. Sterk ontwikkeld zijn vooral in het Silurische stelsel de Trilobieten, waarvan er reeds vroeger eenige zijn afgebeeld, zij zijn in zulk een groot aantal aanwezig, dat zij het eigenlijke leven in den silurischen tijd vertegenwoordigen en men die periode daarnaar wel die der Trilobieten noemt.

De daaronder liggende sedimentlaag, is bijzonder in het Cambrische stelsel van Engeland ontwikkeld. In Duitschland schijnt zij te ontbreken, zoowel als in het algemeen in Midden-Europa, tenzij de onderste vorming der overgangsformatie, de blauwe klei, zonder eenig organisch overblijfsel, er toe behoort. De naam Cambrische formatie heeft zij in Engeland gekregen, omdat zij in de oorspronkelijke woonplaats der oude Cambriërs, in het Noordwesten van Wales, in groote massa's voorkomt. De leitoppen in de provincie Carnarvon en onder deze de ruim 1000 meter hooge Snowdon bestaan er uit. Zij bestaat uit conglomeraten, zandgesteenten, quarziten en leisteen en is de eerste sedimentlaag, waarin met zekerheid organisch leven geconstateerd is. Het zijn echter slechts geringe overblijfselen van wieren, ringwormen en haarsterren en met deze begint het palaeozoïsche tijdperk.

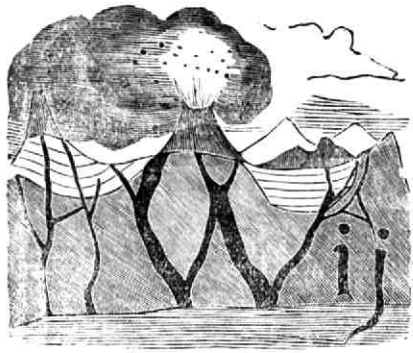
In de onmiddellijk daaronder liggende lagen, de oorspronkelijke leiformatie, vooral uit glimmerlei en leisteen bestaande, zijn geene organische overblijfselen meer aanwezig. Deze stoffen zijn echter anthraciet- of graphietachtig en hieruit heeft men tot het bestaan van planten in dien tijd meenen te moeten besluiten. Toch is dit niet noodzakelijk, want alle koolachtige vormingen behoeven niet van planten afkomstig te zijn, het kan zeer goed zijn, dat de koolstof als zoodanig voorkwam of uit scheikundige verbindingen is afgezet. Zoolang geene fossiele resten van organismen aangewezen kunnen worden, kan men niet uitmaken, waarvan die koolmassa afkomstig is. De oorspronkelijke leisteen, van eene bruine, groene of zwarte kleur, is een dik, ver verbreid gesteente, gedeeltelijk zwak kristallijn en rust onmiddellijk op het gneis, de oudste sedimentlaag. Ook deze zoog. laurentische formatie, zoogenoemd naar de St. Laurensrivier in Canada, waar zij, den loop der rivier tot aan zee volgend, voorkomt en die naast gneis vooral uit graniet, glimmerlei, hoorn-

blendelei en kwarziet bestaat, bevat anthraciet, bitumen en graphiet, terwijl men geene organische overblijfselen heeft aangetroffen.

Bestonden er toen planten, dan zullen het alleen geleiachtige wieren geweest zijn, welke nu ook nog in de warme zeeën groeien en zoo zou het te verklaren zijn, dat de koolachtige overblijfselen, zelfs wanneer zij van organischen oorsprong zijn, toch geene organische structuur vertoonen. In de kalksteenen der laurentische formatie van Canada vond men knolvormige stukken, welke eene grootte hadden tot 100 dM^3., die bestaan uit onregelmatig concentrische strooken van korrelige kalk en afwisselen met serpentijn. Daarin meende men de versteening van een organisch wezen en wel van een foraminifeer te zien. Men noemde dit oudste dier, het Canadeesche morgenrooddiertje, *Eozoon canadense*; later heeft men dergelijke knollen ook in Schotland, in de Alpen, in het Erts- en Fichtelgebergte gevonden, maar men twijfelt zeer aan de organische natuur er van.

Wij hebben reeds medegedeeld, dat het beter is de beide laatstgenoemde formaties samen te vatten onder den naam archaeische dan azoïsche. Want in het begin van het paleozoïsche tijdperk der silurische formatie is het dierlijk leven reeds zoo sterk, dat men wel mag veronderstellen, dat ook reeds in het voorgaande tijdperk leven aanwezig was. Met zekerheid kan men echter zeggen, dat er in den tijd, die aan de oorspronkelijke gneisformatie voorafging nog geen leven bestond, de natuur der gesteenten wijst daarop. Zij bevatten geene organische overblijfselen en kunnen er ook geene bevatten, want zij zijn afkomstig van de gloeiend vloeibare aardmassa, zij zijn eruptiefgesteenten, welke wij nu nader moeten behandelen.

De Plutonische en de Vulkanische werkzaamheid.



hebben tot dusverre alleen gesproken over de afzetting uit zout en zoet water; nu moet de werkzaamheid van het vuur beschouwd worden en wel in zooverre daardoor de laagsgewijs liggende gesteenten verschoven en veranderd zijn en in zooverre daardoor nieuwe gesteenten zijn ontstaan of in de geopende spleten zijn gedrongen.

Wij zullen in één hoofdstuk de eruptief-gesteenten en in een ander de ganggesteenten en gebergten moeten beschouwen, en dan eerst zullen wij een beeld van het geheel hebben, dat de grondlaag is voor wat op aarde voorkomt.

Wat wij tot dusver beschouwd hebben, was van buiten af op de aarde afgezet, wel niet uit de hemel- of wereldruimte, maar uit den dampkring of was van de reeds bestaande oppervlakte van de aarde afgespoeld; wat wij in het volgende als gesteente zullen beschouwen, komt uit het binnenste van aarde. Het eerste was steeds een product van de vernieling van het bestaande; zand, klei, of het werk van vlijtige bouwlieden, koralen, sponzen, of eindelijk eene opeenhooping van verwonderlijk kleine organismen, zooals kalkschalen (in het krijt), kiezelpantsers (in den vuursteen), van trillioenen en quadrillioenen teere diertjes, die alle eenmaal leefden en zich bewogen en welker omkleedsels, thans opeengehoopt, geheele gebergten vormen.

Wat wij thans zullen beschouwen, vertoont geen spoor van eenig organisme, werd niet door organismen geschapen, bevat ook geene overblijfselen van iets bewerktuigds, het is kristallijn of glasachtig, vroeger gesmolten gesteente. De macht van het vuur alleen heeft op de elementen gewerkt, die door de scheikundige verwantschap verbonden waren, heeft ze vervormd en na die vervorming in verschillende vermengingen gesmolten en hieruit zijn de plutonische en vulkanische gesteenten, de *eruptiefgesteenten* ontstaan, welke men vroeger *oorspronkelijke gesteenten* noemde.

Wanneer wij vragen: welke gedaante heeft de aarde onder den invloed van de zwaarte en de draaiing om hare as moeten aannemen? dan is het antwoord zeer eenvoudig, in de veronderstelling, dat men recht heeft aan te nemen, dat onze planeet eenmaal vloeibaar geweest is; die gedaante moest zijn: rond en bolvormig met afgeplatte polen, uitgezet aan den aequator, maar overigens volkomen rond, als met een beitel afgedraaid.

Wij kunnen echter niet ontkennen, dat een beitel, die rondom de aarde liep, als deze op een draaibank geplaatst was, toch in Alpen en Pyreneeën, in de Andes en de gebergten van Indië op belangrijke bulten zou stooten, en moeten toegeven, dat de aarde niet door een meester, ter nauwernood door een leerling, maar veeleer door een dilettant en knoeier schijnt gedraaid te zijn. Uit den niet volkomen ronden vorm volgt, dat er nog andere dan centraal-krachten bij de vorming er van moeten gewerkt hebben. Humboldt noemt «*de reactie van het inwendige der aarde tegen de vaste korst aan hare oppervlakte*,» als die werking, waaraan de aarde hare onregelmatige gedaante te danken heeft, en het resultaat van deze werking noemen wij *bergen*. Dit zijn slechts plaatselijke opzwellingen, uitwassen in de huid der aarde; evenals deze laatste de gladde huid van het menschelijk lichaam door opheffingen van binnen uit oneffen maken, zoo doen het ook de bergen; evenals de eerste bij het openbreken aan de oppervlakte een vocht uitstorten, dat uit hun binnenste vloeit, zoo doen het de vulkanen nog thans voor onze oogen; zoo deden het de plutonische werkingen in de vroegste tijdperken van de aardvorming of liever bij het *stollen* van de aarde.

Maar, hoeveel overeenkomst zij ook mogen hebben, toch bestaat er een groot onderscheid tusschen het plutonisme en het vulkanisme. Niet alleen is het eerste veel ouder, maar het strekt zich ook veel verder uit, want het beheerscht ieder deel van de massa der aarde; vooral heeft het optreden daarvan aan hare oppervlakte geheel andere oorzaken en zijn de verschijnselen, die het gevolg daarvan waren, veel meer verspreid, zoodat het onderscheid, dat de geologen tusschen vulkanische en plutonische werking maken, volkomen gerechtvaardigd is.

De aardkorst is zoover verhard, dat zij door de vloeden in het gesmolten inwendige niet meer veranderd of verbrokkeld kan worden; het vat, waarin de gesmolten metalen en aarden besloten zijn, is sterk genoeg, om niet door

de schommelingen van den inhoud te bezwijken, evenals het okshoofd ook het transport verdraagt, ofschoon het met wijn of een ander vocht gevuld is. Maar nu doet zich eene andere omstandigheid voor, die wij ook reeds vermeld hebben. Indien wij eene gesmolten hoeveelheid lood in een *glazen kogel* konden brengen, die hol was, evenals een bom en die, goed gesloten, van buiten afgekoeld werd, terwijl men moet veronderstellen, dat het inwendige weinig of niet afkoelde, dus vloeibaar bleef, dan zou het zich samentrekkend omhulsel geene ruimte genoeg meer bieden aan de ingesloten vloeistof, deze zou het vat doen springen en er zou zooveel metaal door de spleet naar buiten vloeien, als de *verkleinde* inwendige ruimte in den hollen kogel te veel bevatte.

Wij kunnen zulke proeven niet nemen, maar toevallig geeft ons de natuur een middel aan om met eene en dezelfde kracht bij twee verschillende lichamen *verkleining* en *vergrooting* teweeg te brengen.

Alle lichamen worden door bekoeling kleiner; zij trekken zich samen en worden steeds dichter, naarmate de temperatuur, waaraan men ze blootstelt, láger wordt. Water maakt hierop echter eene uitzondering, wel wordt ook zijn volumen door afkoeling kleiner, maar slechts tot eene zekere grens. Die temperatuur, bij welke het water zich begint *uit te zetten*, onverschillig of men het verwarmt of afkoelt, noemt men de temperatuur van zijne grootste dichtheid; zij ligt 4 graden boven het vriespunt.

Brengt men nu water van 4° in eene bom, die goed gesloten kan worden door goed passende schroeven en vult haar er mede, zoodat er nergens een luchtblaasje overblijft en stelt dan de dichtgeschroefde bom aan eene lagere temperatuur bloot, dan springt zij met een sterken slag uiteen en het overvloedige water dringt door de spleet naar buiten.

Wordt de proef niet met de bovenvermelde voorzorgen uitgevoerd, dan gelukt zij ook wel, maar eerst, nadat de temperatuur reeds aanmerkelijk onder het vriespunt gedaald is en dan zal *niet* meer het vloeibare water, maar het vaste *ijs* de bom doen springen, iets, wat aan de meeste menschen bekend is, en dus geene verwondering baart, maar geheel op hetzelfde neerkomt en zijn grond hierin heeft, dat een lichaam, dat niet meegeeft en door verlaging van temperatuur te klein is geworden, om het daarin bevatte grootere lichaam te kunnen ontspannen, splijt en zijn inhoud naar buiten perst.

Het is deze naar buiten getreden inhoud van de groote bom, welke wij aarde noemen, dien wij in de plutonische, in de oorspronkelijke gesteenten aanschouwen, en in de plutonische werkzaamheid zelve zien wij de oorzaak, die de bergen en gebergten van de aarde deed ontstaan.

Eer wij echter van deze spreken, moeten wij ons duidelijk trachten te maken, wat eigenlijk een gebergte is. Het is niet te ontkennen, dat, hoezeer ieder meent te weten wat een berg of een gebergte is, de begrippen daarom-

trent even verward als oppervlakkig zijn. Volgens de gewone beschouwingswijze is eigenlijk elke molshoop een berg en zes daarvan aan elkander geschakeld vormen een gebergte. Maar niet elke verhooging van den bodem is een berg en niet elke vereeniging van bergen een gebergte. De geoloog verstaat onder bergen altijd slechts «plaatselijke opzwellingen van de oppervlakte der aarde, wier in- en uitwendige bouw met elkaar in eene zekere harmonie staan», zooals C o t t a zich zeer juist uitdrukt. Hierom zijn hoopen boven den grond geene bergen, maar slechts aardhoopen. Een klompje klei, aan de hand vastgedroogd, zou voor dezen geen berg zijn, maar wel de ontstokene, verhevene plaats, die eene zweer vormt. Hier vindt de anatoom al de vliezen en vliesjes, het celweefsel, de vetlaag en eindelijk de spierlaag, die tot onderlaag van deze huidjes dient, en in een berg vindt de geoloog, die den mijnwerker volgt, zoowel op zijn top als aan zijn voet, eerst zand, leem of vruchtbare aarde, daaronder de jongste afzettingen uit zoete of ook wel uit zoute wateren, onder deze de krijt- en juraformatie en zoo voort, tot hij op de meest massieve lagen van de aarde, de kristallijne, en de half gesmolten gesteenten, graniet en dergelijke komt.

In dezen zin opgevat is een op zich zelf staande berg zeer zeldzaam. Het komt niet vaak voor, dat een zeer klein deel der aarde door een inwendige kracht opgeheven, van alle zijden vrij staat; de inwendige krachten van de aarde werken *niet* over *kleine* uitgestrektheden. Waar dit het geval schijnt te zijn, bij eilanden, die ver van eenig vast land of van andere eilanden in de wereldzee liggen, kan men toch door het dieplood zeer goed nagaan, dat het land, dat wij eiland noemen en slechts een onderzeesche berg is, die weinig boven het vlak van de zee verheven is, eene menigte andere bergen rondom zich heeft, die echter de oppervlakte van de zee niet bereiken, maar in verhouding tot het dal, waaruit zij zich verhieven, namelijk den bodem der zee, wellicht even hoog en hooger zijn dan de Montblanc en Dhawalaghiri, want hun voet ligt ongeveer 7000 meter onder hun top; dit is namelijk de grootste diepte, welke de nieuwste dieploodmetingen der Challenger expeditie in den Atlantischen oceaan opgeleverd hebben; de oudere metingen, die eene diepte van meer dan 10000 meter gaven, zijn gebleken onjuist te zijn en het gevolg van de onvolkomenheid der vroegere methode van meting.

Daar de geoloog vele van zijne bepalingen, en zelfs de meeste, naar het uiterlijk aanzien van de zaak moet maken, zoo geeft hij aan de voorwerpen, die hij beschouwt, ook namen naar die uiterlijke gedaante, van het kleinste *kristal* tot de grootste bergmassa, en zoo noemt hij dan een *centraal-* of massa-gebergte een zoodanig, waarvan de basis naar alle richtingen tamelijk gelijkmatig ontwikkeld is en eenigermate tot den vorm van een cirkel of ellips nadert; de grootste berg van zulk een berggroep wordt dan het *centraalpunt* genoemd. Zulk een centraalgebergte is de Brocken met de omgevende bergen, Corsica met den Monte Rotondo, de Olympus met den top van den-

zelfden naam, de Etna en vele andere grootere en kleinere, maar altijd is het eene opeenhooping van bergen, een gebergte, niet een op zich zelf staande berg.

Wanneer de groepen in de lengte zijn uitgestrekt, zoodat de lengte veel meer bedraagt dan de breedte, dan ontstaat hieruit een *bergketen*, en de reeks van bergen, welke men als de hoogste in deze groep aanwijst, heeten de *bergrug*. Daarbij komen ook zijdelingsche bergen of gebergten voor, en men onderscheidt dan het *hoofdgebergte* van den *gebergtetak*. De Pyreneën, de Alpen geven ons hiervan een grootsch voorbeeld, maar ook reeds in het Thüringerwoud, vooral in het Noordwestelijk gedeelte, en nog veel duidelijker in het Ertsgebergte, op de grens van Saksen en Bohemen, in het Reuzengebergte, tusschen Pruisen en Bohemen, verder in de Moravische terrassen of in het Bohemer Woud, dat met de beide straks genoemde Bohemen als een trapezium begrenst, in het Zwarte Woud, de Vogezen enz. vindt men bergketens of ruggen, even goed ontwikkeld als in de Apennijnen van Italië.

Eene derde afdeeling van opheffingen van de oppervlakte der aarde zou men met den naam van *plateaugebergten* kunnen aanduiden. Dit zijn ver uitgestrekte vlakten, die op alle punten gelijkmatig verheven zijn, daarop staan geene bergen, maar er komen wel dalen in voor. Zuid-Duitschland geeft ons in de Wurtembergsche Alp (bergweide) een duidelijk voorbeeld van een goed ontwikkeld plateaugebergte. Dit is eene *vlakte* van ongeveer 2000 vierkante kilometer, waarop honderden dorpen en eenige kleine stadjes liggen, waar overal akkerbouw en veeteelt beoefend wordt, en wier bewoners volstrekt niet zouden weten, dat zij op een gebergte leven, indien het hun niet was gezegd, en indien de bewoners, die de Noordelijke helft van de Alp bewonen niet op de lager liggende velden nederzagen en ook niet somtijds in het zoogenaamde Onder-land afdaalden, om de producten van hunnen landbouw te verkoopen.

De Alp is vlak en slechts in zooverre oneffen, dat er golfvormige plooien van den bodem, 16 tot 30 meter hooge heuvelen op voorkomen; slechts *een* berg, de Sterberg, is bijna 130 meter hoog. Men zou de lieden daar zeer beleedigen, wanneer men met minachting van hunne bergen sprak, want mijnheer de predikant weet nog heel goed uit zijn studententijd, dat de Sterberg 1100 meter hoog is, maar hij vergeet, dat hij zelf 1000 meter hoog woont, en dat derhalve de Sterberg, niettegenstaande eene absolute hoogte van ruim 1000 meter, zich toch slechts 130 meter boven de vlakte van de Alp verheft. Deze eigenaardige gedaante heeft de geheele vlakte ongetwijfeld verkregen, door eene gedeeltelijke opheffing van de rotsmassa's, die haar vormen, en deze opheffing was een weinig ongelijk, zoodat zij naar het Noordelijk gedeelte (naar Wurtemberg toe) het steilst en hoogst is, naar het Zuidelijk gedeelte daarentegen (naar Zwitserland) daalt; hierom loopen alle beken en riviertjes er in naar den Donau toe in zuidelijke richting, en niet naar den Neckar, die ten Noorden daarvan voorbijstroomt.

Maar in deze noordwaarts gerichte, steile helling van de Alp, waar de rotsen 260 tot 320 meter, gedeeltelijk bijna loodrecht, uit de vlakte van de zoogenaamde «Fielde» opstijgen, zijn tal van dalen, die bijna horizontaal zijn, waar steile, puntige hoogten boven uitsteken, en die, door een beekje besproeid, uitmuntende weiden, en aan de randen der dalen soms ook boomgaarden bezitten. Gewoonlijk liggen een paar dorpen in het bovenste gedeelte en een stadje aan den ingang van zulk een dal, zooals Kirchheim, Urach, Reuffen, enz.

Wie onbevooroordeeld de verdeeling van de gebergten over de aarde nagaat komt tot het besluit, dat ook door de wijze van ontstaan bevestigd wordt, dat er geene regelmatigheid in de ligging is waar te nemen. Voordat men nauwkeurige kaarten van de verschillende deelen van de aarde had, heeft de phantasie van vele aardrijkskundigen er behagen in geschept, ten koste van de waarheid een stelsel te scheppen; zelfs de jongste tijd is hiervan niet vrij gebleven, en Elie de Beaumont is niet beter dan Gatterer; maar eindelijk dringt toch de waarheid door, al is het eerst na een zwaren strijd met de ongelukkige stelselmakers.

Het is duidelijk, dat al de droomerijen, welke op slechte kaarten en op de zucht om stelsels te smeden, berusten, in het niet vervielen, zoodra mannen van de wetenschap zich met de zaak begonnen bezig te houden en men niet meer met de voeten onder de schrijftafel een groot geograaf of geoloog kon zijn. L. von Buch en von Humboldt hebben de baan gebroken, die Werner had aangeduid, en de Zwitsersche, de Fransche en de Engelsche geognosten hebben het voorbeeld, dat de Duitsche gegeven hebben, met prijzenswaardigen ijver gevolgd en de waarneming in plaats van de theorie, het feit in plaats van de hypothese gesteld. Een werkelijken teruggang kan men in dit opzicht de bemoeiingen van den anders zoo verdienstelijken Elie de Beaumont noemen, die de meening tracht te bewijzen, dat alle gebergten in een aantal groote kringen liggen, terwijl de opheffing in elk van deze kringen in een bijzonder tijdperk van den ouderdom van de aarde geschiedde. Dit wordt reeds hierdoor wederlegd, dat men de steenen en de versteeningen van *alle* perioden van de omwentelingen der aarde over de geheele aarde verspreid vindt en geen mineraal uitsluitend aan eene streek eigen is.

Humboldt zegt hierover in zijnen Kosmos: «Ofschoon vele natuurprocessen, zooals die van het licht, de warmte en het electromagnetisme (hij had er bij kunnen voegen: van het geluid, de veerkracht enz.) tot beweging teruggebracht, voor eene mathematische behandeling geschikt geworden zijn, zoo blijven toch nog de dikwijls vermelde, wellicht niet te beantwoorden vraagstukken naar de oorzaak van het scheikundig verschil in stoffen, de schijnbaar willekeurige opeenvolging in de grootte, de dichtheid, de richting van de as en de uitmiddelpuntigheid van de banen der planeten, het aantal en den afstand van hare satellieten, en de gedaante der vaste landen en de plaatsing van hunne hoogste bergketenen onverklaard».

Daar tegen deze uitspraak des te minder te zeggen valt, hoe beter men den waren stand van zaken kent, moeten in plaats van slechte vergelijkingen omtrent gebergte-meridianen en parallellen niet nog slechtere omtrent driehoeken of andere figuren van gebergten gesteld worden, maar de zaken eenvoudig zóó worden beschouwd, als zij zijn. Wie er behagen in schept met dergelijke zaken te spelen, kan (om bij de driehoeken te blijven) zich zelven het genoegen verschaffen, elke drie gebergten, wanneer zij slechts niet in eene rechte lijn liggen, tot een schoonen driehoek te vereenigen, b. v. het Thüringer woud, den Harts en het Ertsgebergte, of, naar eenen grooteren maatstaf, de Atlas, het Abessinisch hoogland en het Drakengebergte in Afrika, en dit zal hij met goeden uitslag zonder eenige handleiding kunnen doen en hierdoor wellicht tot de prachtigste geologische, ja kosmographische uitkomsten komen.

Eene vlakte van eenige uitgestektheid is moeilijk te overzien. De vlakte, waarop de slag bij Leipzig plaats had, heeft eene uitgestrektheid, waarvan men zich volstrekt geen begrip kan vormen, ofschoon men haar van den top van de Pleissenburg bijna geheel overzien en welk eene kleine uitgestrektheid heeft zij in vergelijking met die van Lüneburg, Hannover, Oldenburg, Nederland, wat is zij in vergelijking met Polen en Europeesch Rusland, wat vergeleken met de vlakten van Zuid-Amerika of Noord-Azië!

Anders is het met de bergen: deze vallen in het oog, en hoe vlakker een land is, des te eerder is de bewoner geneigd, eenen molshoop met den trotschen titel «berg» te vereeren. De Wurtemberger noemt zijn laagland en zijne «Fielder» een vlak land; de Oost-Fries en de Nederlander zouden het voor zeer bergachtig houden en volstrekt niet voor vlak willen erkennen, maar voor den Wurtemberger zijn naast zijne Alpen de heuvels in zijne velden geene verhevenheden, en voor den bewoner van die Alpen zelve, den «Bovenlander», zijn de heuvels van zijn gebied niets naast de Zwitsersche Alpen, die hij steeds van verre ziet.

Maar terwijl men de grootte der vlakten steeds te klein schat, heeft bij de bergen het omgekeerde plaats, wat de hoogte betreft en hoewel men de geheele hoogte van de meeste bergen niet overziet, omdat men reeds duizenden voeten gestegen is, eer men aan den voet komt, ja zelfs somtijds zooals in Amerika op vele plaatsen het geval is, veel hooger boven de zee staat, dan de berg boven den waarnemer (de Pichincha is 4500 meter hoog, maar in Quito bevindt men zich aan zijnen voet reeds meer dan 2900 meter hoog en overziet derhalve niet veel meer dan een derde gedeelte van zijne hoogte, van den Cotopayi nauwelijks de helft en van den Chimborazo niet veel meer), komt toch bij elkeen de neiging op om den berg, dien hij voor oogen heeft, veel hooger te schatten, dan hij werkelijk is. De beschouwer vergelijkt den berg niet met de aarde, maar met zich zelven.

Dolomieu zegt: de bergen van de aarde vormen zelfs niet eens zulke

oneffenheden, als in den schil van een sinaas-appel of de schaal van een ei zijn waar te nemen. Deze vergelijkingen geven echter nog lang geen zuiver beeld, want de oneffenheden der genoemde lichamen zijn veel grooter in vergelijking tot die op het aardoppervlak door de bergen teweeggebracht. De schrijver van dit werk bezit de schoone, nieuwe globe van Adami, van 35 cM. middellijn. Indien de hoogste bergen van de aarde op het papier van die kaart in relief voorgesteld hadden kunnen worden, zouden zij zelfs niet buiten de laag vernis uitsteken, waarmede de globe overtrokken is. De krassen in het glazuur van een pot zijn in verhouding tot den pot veel dieper dan de diepste kloven in de aardkorst. Een kogel van 4 Meter middellijn, met de grootste zorg uit klei gedraaid, zou bij het drogen, alleen door het uitsteken van de zandkorrels uit de klei, veel meer oneffen worden dan de aarde is, en een zandkorrel ter dikte van een halven mM. zou tot dezen kogel (die in onze meeste kamers, omdat ze niet hoog genoeg zijn, niet geplaatst zou kunnen worden) in dezelfde verhouding staan, als de Montblanc tot de aarde.

Uit deze aanwijzingen zien wij, dat, hoe oneffen de aarde ook schijne, zij dit inderdaad en als *geheel* beschouwd niet is. Wij meten slechts de deelen van de aarde naar een deel van onze lichaamslengte, dat is ongeveer zóó, als wanneer wij onze grootte wilden afmeten naar de breedte van den poot eener mug. Met ons zelven vergeleken, is de lengte van het eerste lid van den duim ongeveer $^1/_{65}$ van onze geheele lichaamslengte, maar in vergelijking met de breedte van een muggepoot, zouden wij moeten zeggen, dat het 78000 muggenvoeten groot is. Beschouwen wij echter een berg als een deel van de aarde, dan is de hoogte van den hoogsten berg, den Kantsjindsjoenga slechts $^1/_{1400}$, de Dhawalaghiri $^1/_{1540}$, de Nevado de Sorata (Zuid-Amerika) $^1/_{1742}$ en de Mont-blanc $^1/_{2642}$ van de middellijn der aarde.

Bergen en vlakten zijn zoo onregelmatig over de aarde verdeeld, dat men bij de vele wetten, die hieromtrent gevonden zijn, misschien met het grootste recht de wet kan voegen: *dat hiervoor geene wet bestaat.*

Bergen vallen overal duidelijk genoeg in het oog, maar vlakten moet men in hoog- en laaglanden onderscheiden. Zoo worden de deelen van het land, die uit de zee uitsteken, het natuurlijkst in drie onderafdeelingen verdeeld: laagland, hoogland en gebergte.

De laaglanden, welke daardoor gekenmerkt zijn, dat zij slechts weinig boven de oppervlakte der zee uitsteken, ja zelfs op sommige plaatsen daaronder liggen, b. v. in ons land, treft men het meest aan de zeekusten aan, en wanneer zij zich ook al ver in het land uitstrekken, zal men toch hun begin altijd aan de zee moeten zoeken. Een laagland is b. v. in Europa niet enkel Nederland of Lombardije, ofschoon deze het in zeer hooge mate zijn, maar laagland is de geheele streek van Noordelijk Europa, van Nederland door Oldenburg, Hannover, Mecklenburg, Pruisen, Rusland, Finland tot aan de Noordzee, de Oostzee en de Witte zee aan de eene zijde, tot

aan den Oeral aan de andere zijde, tot aan de Kaspische en de Zwarte Zee aan de derde zijde en eindelijk tot aan de Karpaten, het Reuzen-, Erts-, Harts-, Thüringer-, Rhön-, en Ardennengebergte aan de vierde zijde.

Lombardije staat, zonder samenhang met andere laaglanden, op zich zelf, wordt door de Apennijnen en de Alpen ingesloten, en is slechts naar de Adriatische zee open. Het is nochtans, trots de omringende gebergten, zoo volkomen laagland, dat het zich slechts weinig boven de zee verheft. Evenzoo is het gelegen met het laagland van den Donau en den Theis, met geheel Hongarije van Pest tot aan de Turksche grenzen en verder zijn ook Walachije en Moldavië zulke laaglanden.

Andere laaglanden van zulk eene groote uitgestrektheid bezit Europa niet; want de Landes in het Zuiden van Frankrijk, de Maremmen en de Pontijnsche moerassen in Italië en enkele, of zelfs *vele* afzonderlijke streken laag liggend land, kunnen toch niet zoo op eene lijn gesteld worden met de beide genoemde hoofdmassa's, dat men daarvan zeggen kan, dat zij het karakter van het werelddeel, of zelfs maar van het rijk, waartoe zij behooren, helpen bepalen.

Anders is het met de laaglanden van Zuid- en Noord-Amerika. Hier zijn zulke ontzaglijke uitgestrektheden, dat daaruit duidelijk blijkt, dat de zichtbare oppervlakte van de aarde veeleer effen dan bergachtig is. Van Patagonië langs Buenos-Aïres, tusschen het hooggebergte van de Andes en het kustgebergte van Brazilië, door het stroomgebied van den La Plata en hoofdzakelijk van zijne zijrivieren, want hij zelf draagt hooger op dien trotschen naam niet, door de gebieden van den Quarto, Terzo, Secundo en Primo, van den Dulce, Salado, Vermejo, Pilcomayo, Otoquis, Juan enz., alle zijrivieren van den Paraguay, die zelf weder een nevenstroom van den La Plata is, door de vlakten van de onmiddellijk daarmede samenhangende zijtakken van den Maranon of Amazonenrivier, door de Llanos, waardoor de Rio Mamore, Guapore, Beni, Madeira, Puru Iritai, Yuvari, Ucayale, Napo, Putumayo, Caqueta, Negro, Branco stroomen, tot aan de vlakten van den Guainia, Casiquiare, Guaviari, Meta, Coringuesa en hoe al die rivieren verder heeten mogen, die in den machtigen Orinoco vloeien, derhalve van Vuurland op 50 graden Zuiderbreedte tot aan de monden van den laatstgenoemden stroom op 10 graden Noorderbreedte, loopt onafgebroken eene ontzaglijk uitgestrekte vlakte, eene met gras begroeide woestenij, door duizend stroomen en stroompjes doorsneden, aan de Westkust door de Cordilleras de los Andos begrensd en aan de Oostkust door een paar op zich zelf staande gebergten, het grootste van Pernambuco en het kleinere van Guyana afgebroken.

Hiermede komt geheel overeen, wat wij in Noord-Amerika waarnemen. Men heeft daar het laagland van den Missisippi en Missouri en van de St. Laurens-rivier of de Canada'sche meren; van Florida tot Texas, langs de geheele lengte van den Mexikaanschen zeeboezem tot aan den 45sten breedtegraad,

ligt het laagland der eerstgenoemde stroomen en van daar (zonder dat er een gebergte, ja zelfs ook maar een heuvelketen tusschen ligt, zonder een wal, zelfs niet zoo hoog als menschenhanden dien zouden kunnen maken), tot aan de Noordelijke IJszee, door het gansche gebied der groote binnenzeeën, tot naar Boöthia Felix, de Melvill-eilanden en Baffinsland, of korter tot aan de Noordelijke IJszee strekt zich onafgebroken laagland uit, dat aan de eene zijde *begrensd* wordt door het Rotsgebergte, aan de andere zijde afgebroken door een gebergte-*eiland*, namelijk de Alleghany's, een gebergte, dat wel den trotschen naam van het van Amerikaansche Zwitserland draagt, maar niet grooter en ook niet veel hooger is dan het Silezische gebergte.

Door de sinds omstreeks 100 jaren bijna onafgebroken ondernomen expeditiën naar Afrika is ons dit groote werelddeel steeds meer bekend geworden, ofschoon er nog veel aan ontbreekt, voor wij die kennis volledig mogen noemen. Want de expeditiën naar het binnenste deel van Afrika loopen veelal ongelukkig af, omdat het doodelijke klimaat, de groote woestijnen en de vijandelijkheden der bewoners tal van offers eischen. Intusschen zijn in den laatsten tijd goed geslaagde reizen ver in en zelfs dwars door Afrika gedaan, b. v. in het zuiden door Livingstone, in het Afrikaansche tropenland van Kameroen (1873—1875), waardoor wij de grondtrekken van de geaardheid van den bodem tusschen Zanzibar en Benguela kennen en weten, dat het tot aan den evenaar een grootendeels vlak hoogland is, door gebergten doorsneden. De expeditie van Stanley, die den Kongo opvoer, heeft onze kennis van de hydrographie van het æquatorale Afrika zeer vergroot.

In het binnenste van Noord-Afrika zijn gelukkige reizen door Barth (1845—1854) en Overweg, door Rohlfs (1864—1867), door Nachtigal enz. gedaan. Ondanks al die reizen kennen wij de laaglanden van Afrika, waartoe wij Egypte ook mogen rekenen nog weinig. Toch hebben zij en andere, waartoe ook het in bezit nemen van Algiers door de Franschen, onze kennis van den Atlas en de Sahara vermeerderd. De laatste is 9 à 10 maal zoo groot als Duitschland en bijna 3 maal zoo groot als de Middellandsche Zee. Zij is, afgezien van het groote aantal depressies, d. z. deelen, die onder het niveau der zee liggen, in haar geheel eene boven den zeespiegel verheven streek. Een rotsachtige en harde bodem treedt sterk ten opzichte van het zand op den voorgrond en in plaats van eene vlakte, vinden wij hier een eene sterke afwisseling van berg en dal. Het aantal oasen en bewoners daarvan is veel grooter dan men vroeger meende, toen men slechts de verschrikkelijke streek tusschen Toeat, Insalah en Timboektoe of tusschen Fessan en Bilma Tirmuta en het meer van Tsad kende. Slechts een klein deel der laaglanden is met zand bedekt. Van groote wilde dieren treft men in de oasen alleen wilde ezels, gazellen en struisvogels aan.

Dat gedeelte van de woestijn, dat sedert het in bezit nemen door de Franschen «le Zahara d'Algérie» wordt genoemd, strekt zich van den voet

van den Atlas tot aan de heuvelketens van Metilli, tot op 31 graden noorderbreedte uit, waar de zeer groote, dadelrijke en tevens noordelijkste van de oasen zich over eene oppervlakte van meer dan 33000 vierk. kilometers uitstrekt. Deze woestijn van Algiers is bijzonder laag en verschrikkelijk warm, omdat de zon, door eene veruitgestrekte krijtlaag teruggekaatst, de lucht als 't ware door dubbele straling verhit. Op vele plaatsen, waar men geen heuvel vóór zich heeft, wordt het woestijn-landschap door een horizon begrensd, even oneindig uitgebreid als de zee. Bij Biskra, dat in eene rechthoekige ombuiging van het zuidelijk gedeelte van den Atlas, aan de grens van de woestijn op 35 graden noorderbreedte ligt, is de Sahara slechts 70 meter boven de zee verheven; van daar daalt zij naar het zuiden en oosten aanmerkelijk, en het is waarschijnlijk, dat de waterspiegels van de meren, waarin de Wad Djedi uit-



De Sahara.

loopt, reeds onder den spiegel der zee liggen. De gemakkelijkheid, waarmede Fournel op den weg van Biskra naar het 225 kilometer zuidelijker gelegene Toeggoert, eene oase, die onder het zeeniveau ligt, eene geheele reeks artesische putten kon laten boren, bewijst op zich zelve reeds, afgezien van het waterpassen (dat bovendien deze opgaven volkomen bevestigde), de buitengewone laagte van den bodem en de nabijheid van de voortzetting van eene vlakte, van den zeespiegel. Dit feit is aan de reizende Arabieren wel bekend en zij weten er op hunne omzwervingen gebruik van te maken. Wanneer zij gebrek aan drinkwater krijgen en zij zich niet juist op een rotsigen bodem, maar op zand bevinden, dan nemen zij hunne toevlucht tot de Bahr toht el erd (zee onder de aarde), die zich voor hen door hunne levendige phantasie in een werkelijk waterreservoir van de grootte van de geheele woestijn

verandert, waarop de Sahara als een deksel drijft, terwijl de natuurkundigen daarin slechts gefiltreerde waterlagen zien, die, door hydrostatische drukking gespannen, boven de kleilagen staan en het daarop liggende zand zóó doordringen, dat er zich bij het graven tot op eene diepte, waar de zonnestralen niet meer verwarmend werken, water vertoont. Wanneer de doorboorde lagen krijt of kalk en geen los zand zijn, dan verkrijgt men echte springbronnen.

Ook de verbazende rijkdom aan zout wijst op een zee. Het zuidelijkste (derhalve het hoogste) gedeelte van de woestijn is daaraan zoo rijk, dat men daar uit de blokken steenzout huizen bouwt, zooals op andere plaatsen uit quaderzandsteen. F. Hoffman gelooft, dat deze lagen steenzout met die van Sicilië en Palestina in verbinding staan, en dat de Middellandsche Zee en de Sahara slechts eene trogvormige verdieping zijn (de laatste niet zoo diep als de eerste), waaronder de zoutlaag onafgebroken doorloopt.

De geheele oppervlakte van de Sahara wijst ten duidelijkste op eene diluviale en tertiaire vorming. Verzakkingen van den grond, die vooral in de laatste voorkomen, vindt men nergens menigvuldiger dan in de Sahara; zij hebben soms eene uitgestrektheid van vele vierkante kilometers. De bodem er van is altijd vochtig en gunstig voor de kultuur van dadels; hierop, alsmede op den rijkdom aan zout, berust het geheele verkeer tusschen de bewoners van de woestijn (n. l. van de oasen) en het groote land Soedan, dat zich in het midden van Afrika uitbreidt en waar de Sahara ophoudt. (De naam Soedan is van de oudste aardrijkskundigen afkomstig en nog altijd in gebruik. Daar het land dwars door de grootste breedte van Afrika gaat, verdeelen de aardrijkskundigen de ruimte van 7000 kilometer in een West-, een Centraal- en een Oost-Soedan. Hieronder moet men zich echter niet één land, één rijk, of wel drie rijken voorstellen; de kring van bewoonbare landen, die de woestijn ten zuiden begrenzen, omvat, volgens onze slechts oppervlakkige bekendheid met deze streken, reeds vijftien volken en rijken, verschillend in zeden en taal en wanneer het gelukt, deze streken nader te leeren kennen, zal dit aantal waarschijnlijk nog aanzienlijk vermeerderen).

In de woestijn loopen slechts zeer weinige stroomen. Van de zuidelijke helling van den Atlas stroomen eene menigte kleine beekjes naar de vlakte, de meeste drogen echter in het droge jaargetijde uit, evenals het grootste aantal van die, welke naar de nader te vermelden Wad Djedi stroomen, en van die, welke door de vroeger vermelde groote oase in zuidelijk Algiers vloeien, daar de meren van Warega en Ngoesa van water voorzien en daarin uitloopen, zonder dat, wegens de buitengewoon sterke uitdamping, eene vergrooting daarvan plaats heeft, ja zonder dat zij zelfs altijd gevuld blijven, want de watervoorraad van de riviertjes wordt ook juist veel geringer als de verdamping toeneemt.

Nog een stroom ontvangt de meest westelijke rand van de Sahara uit den Marokaanschen Atlas; deze heet Widi Draa en men zegt, dat de stroom een

vierde langer is dan de grootste stroom van westelijk Europa, de Rijn, maar hij bestaat slechts gedurende en na den regentijd; overigens is hij zoowel voor het grootste gedeelte van zijn gebied als het grootste gedeelte van het jaar zonder water, behalve aan de Westkust van Afrika. De Wadi Draa stroomt aanvankelijk van het Noorden naar het Zuiden, maar maakt op 9 graden lengte van Ferro en 29 graden breedte eene bijna rechthoekige bocht, waarna hij tamelijk evenwijdig aan de uitloopers van den Atlas het meer Debaid doorstroomt, om op 5 graden lengte zuidelijk van kaap Noe in zee uit te loopen.

Deze streek is tegenwoordig een weinig meer bekend dan vroeger, toen zij, na de Portugeesche ontdekking (wellicht opzettelijk) in een ondoordringbaar duister gehuld was. De streek aan de kust van Afrika tegenover de Kanarische eilanden is onafhankelijk van den beheerscher van Marokko, zij heet het land van den Scheik Beirouk en werd door graaf Bouet Villaumez op bevel van Louis Philippe in den zomer van het jaar 1840 zeer zorgvuldig onderzocht. De officieele berichten kwamen Humboldt, toen zij nog onuitgegeven waren, als handschrift onder het oog en daaruit bleek, dat de monding van den Wadi Draa, welke al het water van de Zuidelijke hellingen van den halven Atlas naar zee voert, zóó verzand is, dat zij in het droge jaargetijde slechts 60 meter breedte heeft; dit zal nu in den regentijd wel anders zijn, maar in dezen tijd kan men daar geene reizen doen.

In dezelfde golf en bijna in dezelfde riviermonding stort zich ook de van het zuiden komende Saguiel el Hamra uit; deze heet 1100 kilometer lang te zijn, maar is toch nog zeer onbekend, zoodat men er niet veel meer van weet, dan van de overige Afrikaansche stroomen, namelijk, dat hij bestaat en dat hij het grootste gedeelte van het jaar geen water bevat.

Men zou over de ongewone uitgebreidheid van zulke, meerendeels toch droge stroombeddingen verbaasd zijn, wanneer niet Humboldt had aangetoond, dat het oude diepe kloven in den ongelijk opgeheven bodem zijn, zooals hij ze ook in de woestijnen van Peru aan den voet der Cordilleros vond en zooals (wel is waar in veel kleiner maatstaf) ook reeds in in Europa bij de beddingen van bergrivieren voorkomt. In heuvelachtige landen ziet men stroombeddingen van een half uur breedte, geheel met kies bedekt, slechts aan de oevers met wilgen bezet, terwijl in het midden een dertig meter breed, helder water vloeit, waardoor knapen van 5 à 10 jaren zonder wezenlijk levensgevaar (tot aan de enkels en op sommige plaatsen tot aan de knieën) waden. Nu komt er een regen die twee dagen duurt, en zie, het geheele dal is tot aan de kruinen der wilgen met wild golvend, rood gekleurd kleiwater gevuld. Zoo is het met den Neckar bij Esslingen, Canstadt, Heilbronn, enz., en evenzoo met de rivieren van de woestijn.

Een zeer belangrijk bestanddeel der woestijnen vormen de Oasen, waarvan men zich in den regel geheel valsche begrippen vormt, zoowel ten opzichte

van hare grootte als van haar aantal, den aard van den grond, de vruchtbaarheid, enz.

«De oasen zijn vruchtbare eilanden in de onvruchtbare zandzee» pleegt de leeraar gewoonlijk te zeggen, maar deze uitdrukking is slechts als beeldspraak te beschouwen en is geene wetenschappelijke bepaling. De Arabier noemt wel is waar de Sahara eene zee zonder water en ongetwijfeld was de woestijn eens zeebodem, maar eilanden zijn *verhoogingen* van den bodem der zee en de oasen zijn even dikwijls verdiepingen en zelden of nimmer verhoogingen, maar slechts *dalen*, door verhoogingen ingesloten.

Men noemt de oasen verder «kleine vruchtbare plekken in de woestijn,» en de meeste lezers, welke zelfs de kaart ter hand nemen en zien, dat zij de grootste oase met een klein geldstuk bedekken kunnen, zijn volkomen tevreden met de verzekering, dat het *kleine* vlekken zijn en wanneer zij eene zeer sterke verbeeldingskracht hebben, dan denken zij zich deze vlekken toch nog wel zoo groot als eene kleine stad. Maar deze kleine oasen zijn zoo groot als de grootere vorstendommen van Duitschland, vele grooter dan de kleine koninkrijken er van, en zij zien er op de kaart slechts klein uit voor hen, die in de aardrijkskunde *onkundig* zijn. Wie echter ziet, dat de kleine oase van Wad Afallesseles (eene rivier), welke hij met het laatste lid van zijn pink bedekken kan, toch 300 kilometer lang en 100 kilometer breed is, zegt tot zich zelven: deze kleine oase is dubbel zoo groot als het koninkrijk Wurtemberg.

Nu zijn de oasen wel zeer verschillend van grootte, maar er zijn er slechts weinige, die niet een paar dagreizen lang en even zoo breed zijn, en al is eene dagreis, in de heete luchtstreek en op kameelen afgelegd, niet veel verder dan eene dagmarsch van onze infanterie, namelijk 30 kilometer, zoo heeft toch eene oase, die slechts twee dagreizen lang en breed is, reeds eene grootte van 3600 vierkante kilometer, wat alleen in vergelijking met de grootte van Afrika klein kan genoemd worden, maar overigens altijd een niet onaanzienlijk landje is. De grootere oasen zijn echter talrijker dan de kleine, daar de eerste meer weerstand kunnen bieden aan het zand uit de woestijn en er niet zoo licht mede bedekt worden.

Geheele rijken, welke in de woestijn liggen, zijn eigenlijk zulke oasen; hiertoe behooren in het Zuiden Dar el for (Darfor), in het Noorden Fessan.

Men moet zich nu deze oasen niet juist als paradijzen voorstellen, die in de woestijn neergedaald zijn. Fessan, dat tot Tripoli behoort, heeft eene lengte van 450, eene breedte van 300 kilometer, is bergachtig, maar bezit ook groote zandige streken, die groote overeenkomst met de eigenlijke woestijn hebben. Langs de heuvels, die door geheel Fessan in de lengte loopen en tusschen welke de lange dalen liggen, vindt men een zeer vruchtbaren, maar slechts matig vochtigen bodem. De vochtigheid schijnt echter geen water te zijn, dat van de bergen afloopt, maar stijgt integendeel uit den aardbodem op. Daar, waar dit het geval is, vertoont de barometer zulk een hoogen stand, dat men

met recht gemeend heeft, dat de bergen van Fessan grootendeels geene opheffingen boven de oppervlakte der aarde waren, maar dat de dalen inzakkingen onder deze zijn. Dit water is dikwijls zeer zoutachtig (er zijn echter ook vele bronnen met goed drinkwater) zoodat de plantengroei tamelijk schraal is, er groeien echter vrij veel watermeloenen en eenige andere vruchten, die evenals de pompoen eene zeer korte ontwikkelingsperiode hebben. Verder groeien er vijgen, amandels, katoen, tabak en er worden dadels, het voornaamste voedingsmiddel dezer landen gekweekt en ook, zooals Belzoni bericht, rijst, tarwe, gerst en druiven verbouwd; van koren worden zelfs ieder jaar verscheiden oogsten gewonnen.

Ook het dierenrijk is niet sterk vertegenwoordigd; van huisdieren zijn alleen hoenderen, duiven, kameelen en paarden, en als meer zeldzaam het rund te noemen; groote wilde zoogdieren komen er niet voor en de vroegere aanname dat leeuwen en hyena's er in groot aantal voorkomen, is onjuist, daar zelfs de laatstgenoemde er zeldzaam zijn. Struisvogels komen in menigte voor, alsmede gevaarlijke slangen en vooral vele giftige gelede dieren, onder welke de schorpioen en de duizendpoot (Scolopendra) bovenaan staan. Het trage, slechts tot schacheren en stelen geschikte gespuis, dat deze oase bewoont, leeft in erbarmelijke leemen hutten, evenals de negers in Midden-Afrika.

Slechts weinig beter ziet het er in het rijk Dar-for uit, dat in de streek van de bronnen van den Nijl, ten westen van Senaar ligt en dat hoewel het aan den grens der tropische regens ligt, toch slechts nu en dan hiervan wat bekomt. In deze eeuw werd Dar-for slechts door één Europeaan, door Nachtigall in 1874 bereisd.

De beste oudere berichten omtrent de oasen in het algemeen hebben wij van den reeds hierboven genoemden Belzoni, een jongen, Italiaanschen monnik, ongemeen bekwaam in taalkennis en oudheidkunde, van eene zeldzame mannelijke schoonheid en eenen krachtigen lichaamsbouw, welke hem het leven in het klooster onverdragelijk maakte, zoodat hij ook, toen de Franschen in het jaar 1803 Italië bezetten, het klooster verliet en eene jonge en schoone vrouw nam, waarmede hij echter zulk eene verschrikkelijke armoede leed, dat hij, om zich zelve en haar in het leven te houden, als «sterke man» rondtrok, hoefijzers op zijne borst liet smeden en die dan verbrak, als waren het houtsplinters. Zoo kwam hij naar Engeland, waar hij ook in het eerst rondzwierf en later in het Asthley-theater voorstellingen gaf, zich als Apollo en Herkules liet bewonderen, tot hij gelegenheid vond van zijne taalkennis gebruik te maken. Nu ging hij naar Egypte, drong in de groote pyramide van Gizeh en in eenige andere, die hij het eerst liet openen, drong in den tempel van Ypsambul in Nubië, deed een groot aantal hoogst belangrijke oudheidkundige ontdekkingen en — wat voor ons het meest van belang is — bereisde de Libysche woestijn en bereikte de oase El Kassar, die door

hem voor de reeds in den grijzen voortijd beroemde oase van Jupiter Ammon gehouden werd.

Belangwekkend is een kort uittreksel uit zijne reisbeschrijving, omdat dit geschikt is om een juist denkbeeld der woestijn te verkrijgen, die wij ons in regel geheel verkeerd en veel te eentonig voorstellen, namelijk als eene onafgebrokene zandvlakte; maar evenmin als de uitgedroogde bedding van een stroom *vlak* is, is een verlaten zeebodem eene vlakte.

Belzoni trok met eenige weinige Bedouinen als begeleiders van El Soff aan den Nijl naar het westen en vond reeds den eersten dag de ruïnen van Raweje Toton, een groote, Egyptische stad met eenige fundamenten van graniet, doch overigens geheel van baksteenen gebouwd. Zeer goed bewaard gebleven, in kalksteen geteekende hiëroglyphen duidden de oudheid aan van de ruïnen, waaruit een dorp, op een uur afstands van de stad, gebouwd scheen. Belzoni bleef des nachts in een ander dorp, waar hij een tamelijk vruchtbaren bodem en uitgebreiden *klaverbouw* vond. Hier werd het land nog bespoeld door een arm van den Bahr Yussuf (rivier van Jozef, een tak van den Nijl, welke van boven Hermopolis af tot aan de lagune van Alexandrië voortdurend evenwijdig met den Nijl loopt en door ontelbare kleine stroomen of kanalen daarmede onafgebroken samenhangt, maar reeds den volgenden dag, toen Belzoni de woestijn betrad, veranderde het karakter van het landschap en zag hij zich door lage rotsen en zandheuvels omringd.

Den derden dag leidde de weg door een uitgestrekt dal, over rotsen en zand. Des avonds bereikte hij Rejen el Cassar, nagenoeg onder den parallel van 29 graden gelegen, vroeger goed bevolkt, maar thans geheel vervallen, dewijl de woestijn alle velden met stof bedekt had. Hooge rotsen omgaven de reizigers van alle kanten. Dadelboomen staan daar in groote menigte, maar zij zijn onvruchtbaar, omdat de noodige kultuur ontbreekt. (De palmen zijn boomen met *gescheidene* geslachten; de boom met vrouwelijke bloemen draagt niet, wanneer niet het stuifmeel van een mannelijk individu door insecten, door den wind of door kunstmatige bevruchting daarheen wordt gebracht.)

Overal vindt men onder den bodem op geringe diepte water, maar het is meestal ziltig of brak.

Den vierden dag trok Belzoni over eene zeer breede bank door een diep dal en over eene uitgestrekte vlakte, waarin hij vele hoopen beenderen aantrof «waarschijnlijk de overblijfselen van het leger van Cambyzes» (of liever zeer *onwaarschijnlijk*, want de verovering van Egypte had 525 jaren vóór Chr. geboorte plaats, en spoedig daarop de onzinnige tocht door de woestijn, en dus zouden de beenderen, toen Belzoni die zag, reeds 2300 jaren *aan de open lucht en de zon blootgesteld hebben gelegen*; daar zij hierdoor den dierlijken lijm verliezen, vallen zij in kalkpoeder uiteen, dus in stof; daarom kunnen de beenderen, die daar gevonden worden, niet zoo oud zijn.)

Den vijfden dag liep de weg over eene ruime vlakte, met zwarte en bruine

kiezelsteenen bedekt, den zesden bereikte hij Bahr Selame, een geheel droog rivierbed, waarin een aanzienlijk aantal groote en kleine verhevenheden de eilanden aanwees. Aan eene zeer duidelijk gekleurde streep langs de beide oevers en de eilanden kon men duidelijk de hoogte herkennen, tot welke het water geklommen was. Ongelukkig weet Belzoni niet, of deze droge rivier jaarlijks met water gevuld wordt, zooals de Nijl, of dat zij geheel zonder water blijft. De Arabieren verzekerden, dat deze droge rivier, of liever dit stroombed tot ver Noordwaarts naar de natronmeeren voortliep. Volgens opgave van den reiziger lagen in het dal verscheiden versteende boomstammen. Op den ochtend van den zevenden dag leidde de weg voorbij vele op zich zelf staande zandbanken, des namiddags zag men achter een hoogen heuvel de rotsen van El Wah (Wah of Oah noemen de Arabieren nog thans, even als 1000 jaren vóór Chr. geboorte de Egyptenaren, zulke bewoonbare plaatsen in de woestijn, waarvan het grieksche oasis en ons oase afkomstig is).

Bij de verdere reis in de oase, vond hij op vele plaatsen den bodem geheel onvruchtbaar en met zout bedekt, waardoor beken van zoet water stroomden. De bodem, de bedding der beken, was allengs uitgeloogd, zoodat het zoete, uit de bronnen stroomende water niets meer vond om zich mede te verbinden. Daar trof men duidelijk overblijfselen aan van eene oude stad, niet ver van daar uitgeholde rotsen, overeenkomende met de Egyptische graven en ook werkelijke kisten van klei met ruw bewerkte figuren, die beenderen enz. bevatten. De bewoners gelooven, dat deze holen woningen van den duivel zijn, en zijn door niets te bewegen ze te naderen. Bebouwbare, maar onbebouwde streken land zouden hier vele duizenden menschen kunnen voeden; maar de onverschilligheid dier volken is zóó groot, dat zij zelfs niet hun eenig voedingsmiddel, de rijst, behoorlijk verbouwen, zoodat die slecht is en zoo weinig waarde heeft, dat zelfs de doortrekkende karavanen hun voorraad daar niet van nemen.

Tempels, catacomben, sarcophagen en mummiën toonden onwederlegbaar, dat hier voorheen eene bevolking gewoond had, welke eene wellicht niet onbeduidende kunstvaardigheid had. Het zand van de woestijn heeft de overhand gekregen, zich van het terrein meester gemaakt en de bewoners verdreven.

Bij El Kasr (Bacharieh), een dorp in dit gedeelte van de oase, bevindt zich eene bron van 20 meter diepte, die de eigenschap heeft van des nachts warm, maar des daags koud water te leveren. Daar Herodotus vermeldt, dat bij den tempel van Jupiter Ammon eene dergelijke bron geweest is, houdt Belzoni deze plaats voor die, waar de beroemde tempel gestaan heeft, eene vooronderstelling, die echter, even als het aannemen van de verschillende temperatuur der bron zelve, onjuist is gebleken. Het is hier namelijk met de bron hetzelfde geval als met onze kelders, waarvan nog thans de onkundige beweert, dat zij in den zomer koud en in den winter warm zijn,

wat men hem te vergeefs tracht op te helderen, daar zijn gevoel voor hem een beter bewijs is, dan «het domme geraaskal van zulk een kamergeleerde», of zulk een breekbaar ding als een thermometer.

De nachten van de keerkringslanden zijn opvallend koud; bij volkomen windstilte en een helderen hemel kan de temperatuur van de lucht tot dicht bij het vriespunt dalen, bijna altijd daalt zij althans tot + 8 graden; over dag is zij + 36 en zelfs + 40 graden en daarboven. Wanneer nu de bron eene temperatuur heeft van 20—22 graden, dan schijnt zij natuurlijk des nachts warm, maar bij dag 20 graden kouder dan de lucht, derhalve «koud.»

Onder de vroegere reizigers, die ons, naast Belzoni, berichten omtrent deze en andere oasen gegeven hebben hebben, staat Browne bovenaan. Over het geheel stemmen zijne opgaven met het straks medegedeelde overeen, maar belangrijk is nog de toevoeging, dat al deze oasen door hem als het ware *als ééne oase*, of, zoo men liever wil, als een groote, aaneengeschakelde keten van oasen worden beschouwd, die zich van het Noord-Oosten naar het Zuid-Westen door de woestijn tot aan de bewoonde negerstaten voortzet. Dit is slechts hierom zoo onbekend, omdat de bewoners van de oasen de gemeenschap met de bedouinen, door welke zij altijd geplunderd worden, vreezen en de bedouinen zelf hun alle gemeenschap onder elkander moeielijk maken en afsnijden.

Aan den noordelijken rand van de Sahara bevindt zich eene dergelijke aaneenschakeling van oasen, die, evenals de oostelijke door Browne, maar ook — hetgeen voor de nadere kennis er van van groot belang is — door Ehrenberg en in 1869 door Gerard Rohlfs bezocht zijn.

Het belangrijkste punt in dezen keten is de groote oase Siwah, die men met meer recht dan de zuidelijke, die door Belzoni bezocht werd, voor die van Jupiter Ammon houdt. Van hieruit gaat de heuvelen-keten steeds verder naar het westen en aan de afhelling er van naar de zeekust vindt men een groot aantal aanzienlijke vlakke meren. De bergketen zelve bestaat uit zuivere kalkrotsen zonder eenige bedekking van zand of vruchtbare aarde. De versteeningen zijn zóó menigvuldig, dat de rots bijna alleen daaruit schijnt te bestaan. Ongeveer 270 kilometers van Siwah ligt de oase Audzjila, een belangrijk rustpunt voor de karavanen, die van Kairo naar Fessan trekken en die reeds sedert Herodotus onder denzelfden naam bekend is. Die oase schijnt zeer vruchtbaar, zij is echter slechts eene zandige vlakte, maar rijkelijk van water voorzien, zoodat de bodem wel iets kan voortbrengen en wellicht veel geschikter is voor kultuur, dan hij onder de handen van luie Turken, die slechts van handel en bedrog leven, schijnt. De dadels van deze streek, die wel is waar zeer geringe verpleging noodig hebben, zijn zeer beroemd als de beste en zoetste; zij vormen het eigenlijke handelsartikel van de vier dorpen, die in de vlakte liggen, welke eene dagreis breed en vier dagreizen lang is.

De heuvelketen, die van de natronmeren langs de zee naar Fessan loopt, heeft steeds dezelfde richting van het oosten naar het westen en is aan de zuidzijde overal steil hellend. Nadat zij ongeveer 750 kilometers doorgeloopen heeft, snijdt eene andere reeks van hoogten haar bijna loodrecht, en hier, op het kruispunt, waar beide vereenigd zich hooger verheffen, trekt men er, zonderling genoeg, bijna op de hoogste plaats en langs den moeielijksten weg over. De tweede keten van hoogten loopt ver naar het zuiden in de woestijn, en ook aan haren voet zijn over eene groote uitgestrektheid onder de oppervlakte der aarde, verzamelingen van water, die, naar het schijnt, overal met geringe moeite te bereiken zijn.

Is men de reeks van heuvels (welke hier tot bergen en hoekige rotsen worden, ofschoon nauwelijks 230 meter hoog) langs dezen slechten weg, die echter de eenige bekende is, overgetrokken, dan vindt men aan de andere zijde, in het Westen van de Moraije-keten, die de eerstgenoemde kruist, weder het lage land van de woestijn, dat zich van hier Noordwaarts naar de zee en Westwaarts tot aan de groote oase Fessan uitstrekt. Deze bestaat volgens de berichten van de reizigers, evenals de andere, uit eene groep van diepe plaatsen in de woestijn, is hierdoor rijk aan water en daardoor, aangezien in deze gelukkige hemelstreek de tropische planten slechts een grond en vochtigheid behoeven, om ten weelderigste te groeien, ongemeen vruchtbaar.

De reeks van oasen is verder in verschillende richtingen door Tunis heen tot aan den Atlas en Marokko te volgen, terwijl de stroomen, die van den Atlas naar het zuiden afdalen, in de korte vegetatieperiode van deze landen eene zeer weelderige groeikracht doen ontstaan, ofschoon zij gedurende het droge jaargetijde geheel uitdrogen.

In die streek ligt ook het half fabelachtige rijk Biledulgerid of Bileh al Scherid (Dadelland), dat zulke ver uitgestrekte grenzen heeft, dat niemand eigenlijk weet, waar men het zoeken moet. Het wordt ten Noorden door Tripoli, Tunis en den Atlas en ten Zuiden door de woestijn begrensd, eene opgave, welke zoo goed is als geene, daar men ook van Tunis, Tripoli enz. niet weet, hoe ver zij zich uitstrekken. Men beweert van dit land, dat vele van de stroomen, die van den Atlas naar beneden vloeien, in het zand verdwijnen en later op andere plaatsen weder te voorschijn komen, wat niet anders zeggen wil, dan dat het bergwater in het droge zand en in de heete lucht verdwijnen, maar dat er ook vele lagere plaatsen zijn, waar het grondwater weder te voorschijn komt. Die meening is voor de Arabieren voldoende, maar voor ons niet, daar wij wel weten, dat het zand, wanneer het eene beek of eene rivier opneemt, deze niet in *eene* richting voortleidt, maar dat het water zich rondom de plaats van opname naar alle zijden verspreidt. Het water, dat weder te voorschijn komt in de woestijn, kan derhalve wel zeewater zijn, dat aan drie zijden de woestijn omgeeft, maar niet dat van een rivier, die op een punt verdwijnt.

Het is waar, eene volledige oplossing van de vraag door de geographen dikwijls opgeworpen: «Van waar de oasen midden in de woestijn het water bekomen?» is niet gegeven; daarvoor zou eene meer nauwkeurige kennis noodig zijn dan wij tot nog toe bezitten. Zooveel is echter zeker, dat de tropische regens in Afrika slechts zelden verder dan tot den 16den graad Noorderbreedte reiken en dat de bliksembuizen, die Delham in de woestijn gevonden heeft, niets anders bewijzen, dan dat het daar nu en dan onweert.

Of de zeebodem of liever het water dat dezen doordringt met den Nijl in verbinding staat, is moeielijk te beslissen. Kamtz houdt het voor niet onwaarschijnlijk, dat er zulk een verbinding bestaat. Beneden Assuan (het oude Berenice, juist onder den keerkring gelegen) begint een dal, dat de woestijn in de richting naar de groote oase doorsnijdt, en het zou hier door nauwkeurig waterpassen uitgemaakt kunnen worden of het Nijlwater werkelijk hoog genoeg staat om door hydrostatische drukking tot daar te komen. Ook de droge rivier, die door Belzoni gevonden werd, schijnt aan te duiden, dat soms, wanneer er in den regentijd op het hoogland eens bijzonder veel regen valt, belangrijke massa's water in deze richting stroomen. Bovendien vindt men juist in den omtrek van den Nijl zulke onderaardsche wateren door geheel Egypte, zoodat men ze ook op tamelijk groote afstanden daarvan door graven ten allen tijde kan bereiken, zelfs het water in de natronmeeren, die 60 tot 75 kilometer van den Nijl verwijderd liggen, rijst en daalt te gelijk met dezen, zonder dat zij er zichtbaar mede in verbinding staan. Het is dan ook wel mogelijk, dat de drukking van het water nog verder reikt, en dat het grondwater, dat overal, ook in het midden van de woestijn, door boren bereikt kan worden, alleen door de drukking van het water, zoowel van den Nijl als van de zee veroorzaakt wordt en niet van atmospherischen oorsprong is.

Veel nauwkeuriger dan Afrika is Azië ons tegenwoordig bekend. Daar hebben de Engelschen door hunne veroveringen ons de ontzaglijke laaglanden van den Indus, den Ganges, den Brahmapoetra, den Irawaddi, den Menam en den Kambodja, d. i. geheel Voor- en Achter-Indië, van de golf van Perzië tot aan de grenzen van China, ontsloten. Ook van het Hemelsche rijk van het Midden — zooals de Chinezen hun land noemen, — weten wij, dat het naar de zee gekeerde gedeelte bijna geheel laagland is. Eindelijk is het Noordelijk gedeelte van Azië, dat onder Russische heerschappij staat, ook aangeslibd of laagland, dat van den Oeral tot aan Kamtsjatka geheel vlak is, en aan niets anders zijn ontstaan te danken heeft dan aan de rolsteenen en het zand, de leem en kalkmengsels, welke door tal van groote en kleine stroomen van het zuidelijk liggende gebergte naar beneden gevoerd en aan de oppervlakte grootendeels in vruchtbare bouwaarde veranderd zijn.

Van het binnenste gedeelte van Nieuw-Holland weten wij nog minder dan van Afrika. De reizen, die hier en daar naar het midden ondernomen zijn, geven overigens reden om te vermoeden, dat het een uitgestrekt laagland is,

dat slechts aan zijne randen bergen heeft, een land van paradoxen, met zwarte zwanen en witte raven, met vogels zonder vederen en boomen zonder bladeren, viervoetige dieren met vogelsnavels en vischschubben, met zoogdieren, welke hunne jongen twee malen baren en meer dergelijke wonderen, waartoe ook behoort, dat er stroomen zijn, die van de kust naar het binnenste van het land vloeien en dat in het algemeen het geheele land voor zoover men het kent, zijne hoogten niet in het midden, maar aan de randen heeft (daarin vertoont het evenwel eenige overeenkomst met Zuid-Amerika).

Uit het medegedeelde zal de lezer terstond opmaken, dat er voor de verdeeling der laaglanden geen regel te stellen is. Wel wijst de *oppervlakkige* beschouwing aan, dat de laaglanden aan de monden der rivieren te zoeken zijn (Nederland, Neder-Saksen, Hannover enz.), eene nauwkeurigere beschouwing van dit punt toont intusschen terstond, dat het onjuist zou zijn dit te beweren, zelfs indien men het door de voorbeelden van Indië en Egypte schijnbaar zou kunnen ondersteunen; want reeds Europa weerlegt zulk eene meening, daar het laagland van de Zwarte zee door het breedste gedeelte van het vaste land tot naar de Witte Zee reikt. In nog hoogere mate vertoont ons Noord- en Zuid-Amerika geheel hetzelfde.

Wij zullen bij de beschouwing van de hooglanden en hunne verdeeling geheel hetzelfde vinden, ook deze en hunne plaatsing kan men, evenmin als de gebergten in een stelsel brengen, want evenzeer als de mensch van het maken van stelsels houdt, even weinig houdt de natuur er zich aan.

De Hooglanden.

De hooglanden (niet te verwarren met gebergten) zijn grootendeels ook vlakten, evenals de laaglanden, maar niet zoo vlak als deze; zij onderscheiden er zich echter van door hunne verheffing boven de oppervlakte der zee. Wanneer men zich de eerste over het algemeen als uit afzettingen van de stroomen ontstaan, moet denken, hierdoor ontstaan, dat regen, sneeuw en storm de door verwering losgescheurde deelen van de opheffingen van de aarde naar de diepte hebben gevoerd en deze hebben opgevuld, dan zal men de hooglanden (hoogvlakten, plateau's) als overblijfselen van die afspoelingen moeten beschouwen, en hierom vallen er ook steeds twee bijzonderheden duidelijk bij op te merken. De rivieren, welke er doorheen stroomen, hebben eene veel dieper ingesneden bedding dan in de laaglanden (waar zelfs hun waterspiegel dikwijls aanmerkelijk *hooger* staat dan de vlakte van het omliggende land, zoodat kostbare kunst- en dijkwerken noodzakelijk zijn) en de bouwaarde, de vruchtbare grond, is veel minder dik dan in de lagere landen. Hier komt men met een diepgaande ploeg nog niet door de teelaarde; dikwijls heeft die laag zelfs eene dikte van 6 tot 16 meter, ginds, op de hoogvlakten is hij niet dikker dan 15 c.M. Zeer knappe landbouwers uit het Badensche hoogland hebben den schrijver verzekerd dat zij geen duim dieper zouden kunnen laten ploegen dan zij doen, omdat zij dan volkomen onvruchtbaren grond boven zouden brengen en deze zou voor hun zaaisel zóó nadeelig zijn, dat zij wellicht nauwelijks het vierde gedeelte van den gewonen oogst zouden verkrijgen. Wel kon door vele jaren achtereen mesten en vaak ploegen, d. i. door het dooreenwerken van den onder- met den bovengrond, de eerste *ook* vruchtbaar gemaakt worden en zoo zou er een diepere laag bouwgrond ontstaan, wat zeker

aanwinst zou zijn, die echter geenszins opweegt tegen het nadeel, dat men zou lijden door drie jaar te arbeiden zonder te kunnen oogsten.

Zoo iets kent men in het laagland niet. Wanneer de bouwgrond is uitgeput, ploegt men dieper en brengt beteren, nieuwen en vruchtbaren, humusrijken grond naar boven; men gebruikt den diepploeg en ploegt een geheelen voet dieper, ja men graaft den akker twee tot drie voet diep om en heeft altijd uitmuntenden grond onder zich. In de dalen (in het laagland van het laagland) zou men een en zelfs vele meters diep kunnen graven, eer men op onvruchtbare lagen kwam. Het Weichsel- en het Rijndal toonen dit reeds in hun benedenloop, maar de Ganges, Orinoco en Mississippi leveren daarvoor de meest in het oog vallende bewijzen; men kan nergens tot op den ondergrond, op den rotsgrond komen. Boringen tot op verscheiden honderden meters diepte, gingen nog altijd door het slib, dat door de rivieren van de hoogten aangevoerd is, zonder dat men op weerstandbiedende lagen stuitte.

De bewoners van de hooglanden hebben voortdurend te kampen met het streven van de stroomen om alles te nivelleeren. In de wijnbergen tracht ieder zoo laag mogelijk een greppel te graven, om het regenwater op te vangen, dat zijne heuvels afspoelt; het voert de vruchtbare aarde met zich naar beneden, en laat die, terwijl het zelf verdampt, daarin achter, van waar de wijnbouwer de aarde weder op den berg draagt, een nimmer eindigende Sisyphusarbeid. Veel meer dan zoo verzameld wordt, stroomt echter in het dal en in de beken, en door deze in de stroombeddingen, die hierdoor na elken regen een troebel, dikwijls chocoladekleurig dik kleiwater bevatten, wat met de stroomen in de laaglanden, zoolang zij slechts daarin loopen, het geval niet is; de Spree b. v., de Netze, de Brahe en vele andere hebben altijd helder water, bij den Rijn en den Weichsel daarentegen, die beide uit het gebergte door het hoogland naar laagland stroomen, is het altijd troebel; hetzelfde is met den Missouri het geval, terwijl de Missisippi tot aan zijne vereeniging met den Missouri volkomen helder blijft. Deze laatste komt uit het gebergte, en gaat door het hoogland, terwijl de Missisippi een stroom in eigenlijk laagland is; zijn oorsprong in de nabijheid der Canadasche meren, die zelf tot het laagland van Noord-Amerika behooren, bewijst dit voldoende.

Uit den bodem, van de hooglanden afgeslibd, ontstaan de delta-afzettingen: hierdoor worden de laaglanden aan het einde eener rivier steeds rijker aan aarde, terwijl de hooglanden steeds armer worden.

Een afdoend bewijs voor de geringe hoeveelheid voedsel, dat de bodem van het hoogland bevat, levert ons de omtrek van München. Toen de overste Thomson, later graaf Rumford, die zich voor Beieren zeer verdienstelijk heeft gemaakt, de residentie met een park wilde versieren, ontbrak de noodige aarde, om de boomen daarin voldoende steun en voedsel te geven. Tot op eene diepte van verscheiden honderden voeten liggen daar rolsteenen, welke

de onstuimige Isar van de bergen naar beneden voert, maar die rolsteenen kunnen, wegens de geringe hoeveelheid leem, die in de tusschenruimten ligt, aan geen boom voldoenden steun en voedsel geven. Het park (dat den naam van Engelschen tuin draagt), door hertog Karl Theodoor aangelegd en door zijn opvolger Maximiliaan, later koning van Beieren, vergroot, zou hierom een ziekelijk kind gebleven zijn, zoo niet de uitnemend practische Rumford had aangeraden er aarde naar toe te brengen, en daarvoor gezorgd had. Vele duizenden bunders land moesten echter aangekocht worden, om aan den Engelschen tuin een voet bouwaarde te verschaffen. De 7 of 10 cM. die men op de vlakte om München vond, werden er afgenomen en op vele plaatsen in den Engelschen tuin, waar het noodig scheen, zelfs verscheidene voeten hoog aangebracht; de afgeschilde, nu na meer dan 60 jaren nog niet bebouwbare vlakte, was meer dan zesmaal zoo groot als de vlakte van het park, die met de daarvan afgenomen aarde belegd werd. Dit park is thans werkelijk fraai, en mag wegens de smaakvolle groepeeringen, weiden en boompartijen ver boven den Prater van Weenen, of het park van Stuttgart en dat van Londen gesteld worden, ofschoon het als in het niet verdwijnt naast den dierentuin van Berlijn, die zoowel in uitgebreidheid, aantrekkelijkheid en afwisseling als in weelderigen plantengroei alles overtreft, wat er op dat gebied gevonden wordt, begunstigd als hij is door zijne ligging in den vetten leemgrond van het laagland.

Deze bewering zal zeker hen verbazen, die gewoon zijn het Noorden van Duitschland als eene Europeesche Sahara te beschouwen, zooals dit b. v. in het Zuiden van Duitschland algemeen het geval is, waar men meent, dat in Pruisen, Saksen en Mecklenburg niets dan haver en aardappelen kunnen groeien; wel is de bodem er met de prachtigste tarwe getooid en strekken de fijnste ooftsoorten en groenten de tallooze tuinen ten sieraad, doch het is te vergeefs tegen ingewortelde vooroordeelen te strijden; veel liever gelooven de Zuidelijke Duitschers, dat zij, die dit verhalen, leugenaars zijn, dan dat zij zouden willen toegeven, dat Noordelijk Duitschland iets anders is dan een koude, onvruchtbare zandwoestijn en zoo zal het blijven, totdat deze en gene eens eene reis herwaarts onderneemt en ondervindt, dat de duivel toch zoo zwart niet is, als men hem gewoonlijk afschildert.

Een hoogland in onze nabijheid is Midden-Duitschland. Langzaam stijgt de bodem van de Oost- en Noordzee daarheen omhoog. Alle rivieren van Duitschland, behalve de Donau, gaan van het Zuiden naar het Noorden, de bodem moet dus van het Noorden naar het Zuiden rijzen. Vaart men den Rijn, de Weser, de Elbe op, dan komt men allengs in streken, die 300—500 meter boven den spiegel der zee liggen, en toch geheel vlak en effen zijn, evenals de streek rondom München, of slechts een weinig heuvelachtig, zooals het onderland van Wurtemberg: het is opmerkelijk, dat men bij deze reis eene niet onaanzienlijke bergketen, die van de Vogezen tot aan het Ertsgebergte loopt, vele malen kruist.

Dit is de onderste trap van het hoogland. Door de middelste deelen en de uitgestrekte vertakkingen van het Schwarzwald komt men, evenals in Beieren door de vertakkingen van de Wurtembergsche Alpen, op den middelsten trap van dit hoogland, en het Beiersche en Wurtembergsche Bovenland met de bronnen van den Donau vormen den hoogsten trap er van, waartoe men te recht ook de vlakten van den rauhen Alp en van het Schwarzwald rekent, welke naar den Donau toe hellen.

Een dergelijk hoogland is dat van Kastilië. Madrid ligt nog 160 meter hooger dan München, namelijk 654 meter boven de zee. Toledo ligt 570, Guadalaxara 720 en Molina 1050 meter boven de zee in *vlak land*. Nog veel uitgebreider en hooger zijn echter de plateau's van Mexiko, van Zuid-Amerika (Quito) en het uitgestrekst en hoogst zijn die van Midden-Azië, waar zij millioenen vierkante kilometers omvatten, en over deze groote uitgestrektheid de toppen der Alpen (4000 meter) in hoogte evenaren.

Deze hoog- en tafellanden zijn altijd slechts te beschouwen als de voet, de grondvesten van de gebergten, die zich eerst hieruit verheffen. Zoo stijgen uit het Duitsche hoogland de Alpen, uit het Amerikaansche de Andes, uit het Aziatische de ketens van Tibet omhoog, en wel des te hooger, naarmate het tafelland hooger is. Het Europeesche, gemiddeld 650 meter hoog, draagt de Alpen van 4000 meter, het Mexikaansche van 2000 steunt hoogten van 6000, op het Zuid-Amerikaansche van 3000 verheffen zich bergen van 7000, en op het Aziatische van 9000 meter. Overigens is het merkwaardig, dat, niettegenstaande de steeds toenemende hoogte der bergen, de verhouding van de bergen tot het plateau toch eene omgekeerde is, namelijk hoe *lager* het plateau, des te hooger de bergen, in *vergelijking* met de hoogte van het plateau: zoo draagt het Duitsche hoogland bergen, die zes malen zoo hoog zijn als dit; op het Mexikaansche zijn zij slechts drie malen zoo hoog, op dat van Peru en Quito twee en een halfmaal, en op dat van Azië, nog slechts tweemaal zoo hoog. De bergen van 8—9000 meter staan op hoogvlakten van 4000 meter.

Dit is echter slechts bij benadering aan te geven en is geen vaststaande regel. Ofschoon het dikwijls het geval is, moeten wij er ons toch zeer voor wachten het algemeen te maken, anders stuiten wij op gevallen, waarin de eigenzinnige natuur onze schoonste, schitterendste theoriën omverwerpt.

De verheffing van bergketens heeft overal op zeer eigenaardige wijze, niet symmetrisch plaats gevonden, zoodat de vorm van een gebergte bijna nimmer aan beide zijden gelijk is. De Karpaten hellen zeer geleidelijk naar het gebied van de bronnen van den Weichsel en den Oder af, maar hebben steile hellingen zuidwaarts naar het laagland van den Theis en den Donau.

Zevenbergen, waar omheen het zuidelijkste gedeelte van hetzelfde gebergte in een grooten halven cirkel loopt, vertoont juist het tegenovergestelde van wat wij zooeven zagen. Terwijl de buitenhelling aan de *oost*zijde glooiend afloopt, eindigt zij aan de zuidzijde *steil* in het dal, dat door het slijk en het

leem van den Donau opgevuld is en dat wij Walachije noemen. Dit land ligt evenzeer besloten tusschen den Balkan en de Karpaten als Lombardije tusschen de Alpen en de Apennijnen. Ook ontbreekt de verbinding tusschen deze beide bergketens niet, zij wordt tusschen Servië en de Banater militaire grens gevonden, en de Donau was genoodzaakt door een stevige bergmassa heen te breken, om zich eenen weg te verschaffen, evenals dit met den Rijn bij Bingen het geval is. Om de overeenkomst met Lombardije volkomen te maken, leert een blik op de kaart, hoe bij gelijken vorm en gelijke ligging, de geheele ruimte, die het driemaal zoo groote Walachije inneemt, niets anders dan een diepe boezem van de Zwarte Zee was, evenals Lombardije dat was van de Adriatische Zee. De delta van de Po strekt zich steeds verder in zee uit, evenals de delta van den Donau in de Zwarte Zee, en wat de Donau van de Alpen en het Schwarzwald naar omlaag voert, dat bevrucht en vergroot jaarlijks de Dobroedsja en Bessarabië.

Het omgekeerde is met de binnenzijde van den halven cirkel, dien de Karpaten vormen, het geval. Het noordelijk en westelijk einde er van helt steil naar de laagvlakte van den Theis, die zich tot aan zijn voet uitstrekt; daarentegen gaat het zuidelijk gedeelte langzaam in de hooglanden van Zevenbergen over, en wel van het zuiden naar het noorden.

De Alpen geven hetzelfde beeld te aanschouwen. Aan de eene, noordelijke zijde loopen zij in het zoogenaamde lage of vlakke Zwitserland (Bazel, Constanz, Neuchâtel, Zürich) en gaan van daar, steeds langzaam naar het noorden hellende, in het hoogland van Wurtemburg, Beieren en Baden over: aan de zuidzijde hellen zij steil en plotseling naar Lombardije, van waaruit men derhalve ook een veel verhevener en prachtiger gezicht op de Alpen heeft dan van het Noorden, waar men eerst tot 1000 meter hoog moet stijgen, voor men het volle gezicht er op heeft.

Een veel uitgebreider bergketen, de Skandinavische, van kaap Lindesnäs tot aan de Noordkaap die zich over eene lengte van meer dan 1500 kilometers en 13 meridiaan-graden uitstrekt, helt plotseling en steil naar de westelijk en noordwestelijk gerichte zijde, waarbij hij niets dan Fjorden met daar tusschen geschoven rotsmassa's en voorgebergten vormt, terwijl juist dit gebergte naar het oosten en zuid-oosten zeer langzaam tot aan de zee daalt.

Op nog grooter schaal heeft dit in Amerika plaats. De Andes, met hunne voortzetting door de landengte van Panama en door het Rotsgebergte tot aan de Behringstraat loopend, worden oostwaarts langzaam vlakker en vormen daar ver uitgestrekte hooglanden, die allengs in vlak- en laagland overgaan. Aan de geheele westzijde daarentegen vallen zij van eene hoogte van 7000 meter over de korte uitgestrektheid van 110 kilometer en *minder* in zee, die zij met loodrechte rotsen begrenzen. De kam van het gebergte staat hier *een* graad, ginds 45 aequatoriaalgraden van den Oceaan af.

Op volkomen dezelfde wijze verloopt ook het Himalajagebergte.

Met zijne geheele hoogte steekt het boven het zuidelijk en zuidwestelijk gelegen Indië uit: Indus, Ganges en Brahmapoetra vormen een groot samenhangend laagland, waarboven de hoogste toppen van de bergketen van Tibet zich 8000 meter verheffen. Ten Noorden van deze keten ligt eerst het hoogland van Tibet gemiddeld 4000 meter hoog, echter over duizenden vierkante mijlen meer dan 4000 meter hoog (het plateau van Tibet is meer dan 130.000 vierkante kilometers groot).

Een bergrug scheidt dit land van Thian-Schan-Nau-Lu of hoog Tartarijë, een tweede terras van de bergketen, vanwaar men naar een derde terras, dat van Dzoengarije en Mongolië afdaalt; nu eerst komt men op het laagste terras, naar Siberië. Elk van deze vlakten ligt gemiddeld 1000 meter lager dan die, welke nader bij den bergrug ligt; in het geheel is de lengte van het hoogland en vlakland van den Himalaja noordwaarts 5600 kilometers, dan eerst bereikt men de hoogte der zee; zuidwaarts daarentegen bedraagt de lengte der helling van het gebergte slechts ongeveer 225 kilometer.

Hier echter, gelijk overal, moet er opmerkzaam op gemaakt worden, dat er volstrekt geen bepaalde norm gevonden is en dat het gezegde geenszins in een alles omvattend stelsel gebracht kan worden. De Pyreneën hellen naar den Ebro niet veel meer dan naar de Garonne; de Kaukasus is naar den Terek even steil als naar den Koeban en de Alleghanys zijn naar de Atlantische zee toe in het minst niet steiler van helling dan naar den Ohio.

Van dit gebergte heeft men bovendien een geheel verkeerd begrip. Men meent gewoonlijk, dat het van Florida tot aan Nieuw-Brunswijk dicht langs de zee loopt, omdat smaakvolle kaartenteekenaars, zooals Vollrath Hoffman, voor wien een witte vlek op de kaart iets hinderlijks, iets niet fraais was, het goed dachten tusschen elke twee beken of stroompjes, die in zee uitliepen, een bergketen te schuiven, wat inderdaad aan de kaart relief geeft, al geschiedt dit dan ook op plaatsen, waar dit in de natuur *niet* is. Florida, Georgië, Zuid- en Noord-Carolina, Virginië en Pennsylvanië zijn slechts *in het hart* van het land bergachtig, maar aan de zee zelve, over eene breedte van 300 tot 460 kilometer geheel vlak, derhalve laagland, hetgeen reeds (met uitzondering van Pennsylvanië) uit den sterk bloeienden rijstbouw in deze staten blijkt.

Ten zuiden van dit gebied ligt Alabama en het land van den Mississippi, ten oosten Tennessee en Kentucky, de staat Ohio en de Canadasche meren. Ook hier is slechts dat gedeelte van den staat, dat naar het gebergte gericht is, bergachtig, verreweg het grootste gedeelte is het ver uitgestrekte vlak- of laagland van den Mississippi en den Ohio, en het Alleghanygebergte helt naar beide zijden, naar het zuidoosten en het noordwesten, even steil of zacht glooiend.

Wij hebben nog een voorbeeld in den Atlas. De groote (naar de woestijn

gerichte) en de kleine Atlas 1) die het dichtst bij de kust is gelegen, loopen vrijwel evenwijdig en sluiten een hoogland in, dat door gedeeltelijk nog niet onderworpen stammen bewoond is. De hoogten, die tusschen deze bergketenen liggen, zijn, ofschoon zij door den aardrijkskundige Carette bereisd zijn, tot nog toe nog weinig bekend. De geheele ruimte is opgevuld met stroombedden en meren, die in den regentijd onderling schijnen verbonden te zijn en zoo een waterwoestijn vormen, terwijl het land in het droge jaargetijde een zandwoestijn is. Slechts op eene enkele plaats is de noordelijke Atlas door den Wad Schelif, welke bij Mostaganem in zee valt, afgebroken; dit is onder het plateau van Sersus, bij het plaatsje Bu Kar, het geval. Door deze spleet voert de Wad Schelif een gedeelte van het water van de binnenzijden der beide ketenen naar de Middellandsche zee, het overige stijgt als damp op, en wordt door den grooten luchtstroom, die altijd uit de woestijn opstijgt, voortgestuwd, zoodat het niet als regen aan het land ten goede komt. Deze valt slechts in het jaargetijde, waarin de westenwind heerscht, die van den Atlantischen Oceaan er overheen trekt.

De beide bergketenen hebben nu naar het noorden en naar het zuiden eene bijna even steile helling, want de Falat- of Centraalwoestijn ten zuiden van den grooten Atlas heeft zulk eene lage ligging, dat men het er voor houdt, dat zij op vele plaatsen beneden den spiegel der zee ligt, en de Wad Djedi, die, ofschoon hij al de bronnen van de zuidelijke helling ontvangt, en in den regentijd een machtige stroom is, toch meestal droog ligt, heeft in het midden van zijn loop nauwelijks 16 meter hoogte boven den spiegel der zee; het Sebka Milrir (meer Milrir) dat 460 kilometer lang is en half in Algiers, half in Tunis ligt, aan het onderste einde van den bedoelden stroom en al het water daarvan opneemt, heeft toch geene uitwatering naar de Middellandsche zee; deze zou in den omtrek van Gabes gevonden moeten worden. De zeer weinig beteekenende beek Wad el Akareith, die, nauwelijks 30 kilometer lang bij Tafalamah in zee valt, komt niet tot aan het meer of de moeras van Melrir.

Wij zien uit al deze voorbeelden, hoe weinig de natuur geneigd is den mensch ter wille te zijn en zich naar zijn stelsels te richten. Hierom zullen wij ook geene zoogenaamde profielen van doorsneden van een gedeelte der aarde van de eene zee tot de andere geven, omdat hierdoor niets bewezen wordt (daar, naarmate men de richting van de snede anders maakt, het profiel anders wordt), maar vooral, omdat eene voorstelling, die met de waarheid overeenkomt, volstrekt onmogelijk is, en een karikatuur van eene doorsnede van dit of dat gedeelte der aarde, zooals men ze dikwijls in leerboeken vindt, in plaats van juiste, slechts verwarde begrippen geeft.

---

1) Deze benamingen zijn van fransche geographen afkomstig. Beter is het den Atlas te verdeelen in den hoogen van het Zuidwesten, in den kleinen aan de Noordkust en in de berglandschappen van den grooten Atlas.

Maar ook, bij al de vorderingen der kunst en de ontwikkeling der techniek, zou het onmogelijk zijn van de betrekking tusschen de hoogte en lengte eene voorstelling te geven, daar deze laatste duizend maal grooter is dan de eerste. Gesteld, wij hadden eene doorsnede van Azië, van het zuiden naar het noorden, welke zoo lang was als de breedte dezer pagina, dan moet de hoogte van den Himalaja met $^1/_{10}$ millimeter, van Tibet met $^1/_{20}$ millimeter en van Mongolië met $^1/_{50}$ millimeter worden aangeduid. Een *geheele millimeter* is echter slechts half zoo lang als eene *n* van dezen druk, want de *n* heeft eene hoogte, die met de lengte van twee millimeters overeenkomt.

Nu behelpt men er zich wel mede, dat men de hoogte tien malen zoo groot maakt als de lengte, maar ook dit zou nauwelijks geteekend kunnen worden, en niet slechts geen aanschouwelijk beeld, maar zelfs reeds eene misvorming geven, en hoe zou men het moeten maken, wanneer men de hoogte honderd of tweehonderd malen zoo lang maakt als zij werkelijk is, d. i. een Himalaja teekende, die 1500 kilometer hoog is? Juist omdat dit middel geen *hulp-* maar een *verwarrings*middel is, zullen wij ons op een andere wijze trachten te helpen.

Keeren wij tot de nadere beschouwing van de drie groote afdeelingen van dat gedeelte van de oppervlakte onzer aarde, dat boven het water uitsteekt, terug, dan vinden wij, dat «het geraamte der aarde» zoo als Buache, een fransch natuuronderzoeker van de vorige eeuw, de bergen noemt, niet vast samenhangt, zooals bij een organisch wezen (waarvoor men de aarde in dien tijd niet zelden hield) en dat hier geen schouderbladen en heupbeenderen en evenmin een wervelkolom te onderscheiden zijn. Men vindt, dat de gebergten geene regelmatig geplaatste centraalpunten zijn, en ook niet door lijnen te verbinden zijn, welke niet te gelijk door ver uitgestrekte laaglanden en zeeën loopen; zelfs geene zandheuvels of duinen van een vroeger aanwezig zeestrand geven getuigenis van eenige verbinding tusschen de Alpen en den Oeral en den Himalaja. Wat men ontwaart, is, dat de opheffende krachten, het plutonisch geweld in het binnenste van onze planeet, de drooglegging van de werelddeelen in het algemeen bewerkt hebben, dat die krachten op hetzelfde oogenblik of later en wel op zeer verschillende tijden, de plateau's en de gebergten opgeheven hebben, en dat van een regelmatigen samenhang, juist om deze reden, geen sprake zijn kan.

Eene met de natuur overeenkomstige voorstelling van dit belangrijk gedeelte der aardkunde gaven het eerst de twee beroemde geognosten, A. von Humboldt en L. v. Buch, waarbij hen C. Ritter, de grootste aardrijkskundige van onzen tijd, waardiglijk ter zijde stond. De eersten waren door eigen aanschouwing van verschillende landen en werelddeelen, de laatste door eene belezenheid, zooals wellicht niemand vóór hem gehad heeft, bijzonder toegerust, om eene omwenteling in de physische geographie te veroorzaken, en deze op natuurlijke oorzaken te grondvesten. De beide eerstgenoemde geleerden bezaten

eene diepe, grondige natuurkundige kennis, en eene degelijke kennis van de nieuwe Werner'sche leer van de geognosie, welke zij aan hunne studie ten grondslag legden, zoodat zij dit wetenschappelijk gebouw op hunne vele reizen door aanschouwing konden voltooien. Ritter, niet zoo rijk als de beide andere geleerden, kon, als gouverneur zijne leerlingen vergezellende, slechts Frankrijk, Duitschland, Zwitserland, Tyrol en Italië bereizen; doch wat hem aan eigen aanschouwing ontbrak, dat vergoedde hij door de meest omvattende kennis van alle slechts eenigszins belangrijke reisbeschrijvingen, zeker de beste grondslag voor eene kennis van de aarde, zooals die werkelijk is (en niet, zooals zij had kunnen zijn of zoo als Buache of Buffon en hunne lezers die zich zelven verbeeldden te zijn).

Wat vóór den arbeid van deze groote mannen niet geschied was, het letten op den *inwendigen* bouw der gebergten, den *aard van hunne gesteenten*, *de richting van hunne lagen*, dat begonnen deze mannen, omdat, zooals te begrijpen is, de eigenaardige vorm der bergmassa's met den inwendigen bouw en de hoedanigheid en rangschikking der deelen in een bepaalden samenhang moet staan, een feit, dat, hoe duidelijk het ook zij, toch aan alle vroegere onderzoekers ontsnapt was, en dat toch de grootste vooruitgang op het gebied der geographische wetenschap beteekent.

Ging men van dit beginsel uit, dan zou men geen gevaar meer loopen van te scheiden, wat bij elkander behoort, en te vereenigen, wat geen punt van overeenkomst aanbiedt. Hoe moeielijk het echter is, zich werkelijk tot eene *algemeene* beschouwing te verheffen; hoe gemakkelijk men zich laat verleiden, om regelmaat te zien, waar er geene is, bewees ook de groote von Humboldt; want steunende op zijne nasporingen in de Alpen en in de Andes van Zuid-Amerika, verklaarde hij, dat alle gebergten volgens hunne hoofdrichtingen in evenwijdige strooken verdeeld zijn, en een hoek van 45 tot 47 graden met de as der aarde maken, en hij gaf zich veel onnutte moeite, om de oorzaak van dit verschijnsel in de onderlinge aantrekkingskracht van alle stof en de snelheid van de wenteling der aarde bij hare vorming aan te toonen. *Onnutte* moeite! want verder voortgezette nasporingen, mede van zijn vriend L. v. Buch, toonden aan, dat deze gewaande wet niet doorging, evenmin als die, welke door Saussure was opgesteld: dat de hoofdrichtingslijnen der gebergten in zeer nauw verband stonden met de lijnen van gelijke magnetische kracht.

Het laagland, dat uit de zee werd opgeheven, omgeeft, met enkele uitzonderingen, de vaste landen van alle zijden. Zeer scherp komt de tegenstelling hiervan slechts in Noorwegen en in Zuid-Amerika aan het licht, overigens vindt men meestal zelfs dáár, waar de bergen tamelijk dicht bij de kust liggen deze bergen toch door een laag voorland omgeven; op andere plaatsen daarentegen heeft dit lage voorland weder eene breedte van duizende kilometers, zooals van de Oostzeekusten tot de Karpaten en tot den Oeral, of van den La Plata tot aan de Andes.

De verschillende afstanden van de gebergten tot de zeekust geven aan het land zijn uitwendig aanzien en gedaante, en hoe meer de bergen gebogen zijn, dus dan weer dichter bij de zee komen, dan weer verder er zich van verwijderen, des te rijker is het werelddeel aan bochten en boezems, des te langer is zijn kustlijn, des te geschikter is die streek van de aarde voor beschaving.

Alle kusten van Europa zijn diep ingesneden, zoodat het eigenlijk beschouwd kan worden als een groot schiereiland, waaraan vele schiereilanden gehecht zijn. Slechts door den Oeral hangt het met het groote vastland van Azië zamen, maar overigens heeft het aan alle zijden de zee, die er indringt, tot nabuur, en wel over eene verbazingwekkende uitgestrektheid. De Noord-Poolzee omspoelt het, van de noordelijke uitloopers van den Oeral of van den mond der Petsjora af, over eene lengte van 6000 kilometer, de Atlantische Oceaan met de Oostzee en de Finsche en Botnische golf over eene lengte van 13600 en de Middellandsche zee over eene lengte van 13000 kilometer, derhalve in het geheel 33000 kilometers.

Nu heeft Europa eene oppervlakte van 8470000 vierkante kilometers, Afrika is echter bijna 4 malen zoo groot, dit beslaat 30360000 vierk. kilometers. Wanneer men nu verneemt, dat dit werelddeel aan den Atlantischen Oceaan 11000, aan de Middellandsche zee 4500, aan de Roode zee 2550 en aan de Indische zee 8250, in het geheel derhalve 26300 kilometer kustlengte heeft, dan ziet men daaruit, dat het 4 maal zoo kleine werelddeel een derde meer kustlengte heeft dan het groote, en juist hiervan hangt de geschiktheid voor handel, ruiling van voortbrengselen en rijkdom van het land af. Aan deze gunstige ligging aan zee dankte eerst Griekenland, daarna Italië zijne ontwikkeling, welke die van alle andere volkeren overtrof; aan deze ligging dankt Engeland zijn rijkdom en het geheele Noordelijk gedeelte van Europa zijne ver gevorderde kennis, zijne hoog ontwikkelde industrie. Van hoe groote beteekenis de invloed van zulk eene ligging is, ziet men reeds uit voorbeelden aan onze nabijheid ontleend. De boer in het midden van Duitschland, de van de zee verwijderde Hongaar, steekt zeer ongunstig af bij de Hannoversche en Hollandsche boeren, of bij den Walachijer, op welke de trotsche Magyaar gaarne met geringschatting neerziet, hoewel hij in handigheid, vlugheid en kunstvaardigheid ver door hem overtroffen wordt.

Azië heeft 45200000 vierkante kilometers, Amerika 43400000, maar Azië heeft slechts 57700 kilometer, Amerika daarentegen 70500 kilometer kustlengte, (namelijk Azië aan de Middellandsche zee en de Zwarte zee 4875 kilometer, aan den Indischen oceaan 25500, aan den Grooten Oceaan 15750 en aan de Noordelijke IJszee 11600; Amerika daarentegen heeft aan deze zelfde IJszee 5600 kilometer, aan den Grooten Oceaan 26300 en aan den Atlantischen Oceaan, door zijne uitspringende hoeken, de golf van Mexico en vele schiereilanden en inhammen aan de noordelijke helft, 38300 kilometer) en deze grootere kustlengte bij kleinere oppervlakte heeft op den handel en het ver-

keer in alle richtingen zoo gunstig gewerkt, dat Azië door Amerika verre wordt overtroffen. Veel langer is het Portugeesche, Nederlandsche, Fransche en Britsche Zuid-Amerika met de Europeesche beschaving in aanraking, en en toch is het voor den handel beter gelegene Noord-Amerika zijnen zuidelijken broeder ver vooruitgesneld.

Bij deze kustverdeeling is het vaste land van Nieuw-Holland er het slechtst aan toe. Het heeft bij eene oppervlakte van 8000000 vierkante kilometers (derhalve bijna zooveel als Europa) toch nog lang niet de helft van de kustlengte, namelijk slechts 14300 kilometers.

Zooals wij reeds hebben opgemerkt, hebben de meeste kusten in hare onmiddellijke nabijheid laagland, dat zich dikwijls vrij ver in het binnenste van het vaste land uitstrekt (het zij hier echter nogmaals herhaald, dat in eene opgave, die de natuurkundige aardrijkskunde betreft, geen vaste regel gesteld kan worden, waarop geene uitzondering zou bestaan, en zoo kan ook dit niet algemeen toegepast en tot wet verheven worden). Het heeft, daar er nergens bepaalde grenzen te trekken zijn, eene zeer verschillende hoogte boven, en zelfs onder den spiegel der zee; het laatste is b. v. in Nederland het geval en daarom zijn de bewoners genoodzaakt door aanhoudenden arbeid hunnen grond eerst zooveel mogelijk vrij van water te maken en dan het water op dat peil te houden.

Hieruit blijkt dat er geen bepaalde grens te trekken is. Ieder weet, wat een groote en wat een kleine man is, maar ieder wordt verlegen als hij bij een regiment, waarbij alle manschappen in eene rechte lijn geplaatst waren, zeggen moest waar *klein* ophoudt en *groot* begint, en wanneer hij aan Jan gekomen was, dien hij nog groot wil noemen, zou Piet, zijn nevenman, zeggen: waarom rekent gij mij ook niet bij de grooten? ik ben maar een centimeter kleiner dan mijn buurman.

Even onmerkbaar gaat, wat de hoogte betreft, hoogland in laagland over. Men heeft tamelijk willekeurig aangenomen: laagland reikt tot 300 meter boven den spiegel der zee, maar het is zeker, dat er uitgestrekte deelen op aarde zijn, die nog lang geen 300 meter boven den spiegel der zee liggen en die toch iedereen voor hoogland zal houden, omdat zij zich in uiterlijk zeer in het oog loopend van het naburige laagland onderscheiden. Een Noord-Amerikaansche Swamp, een moeras, rijk aan slangen, krokodillen en slijkvampyrs, die in de nabijheid van den Mississippi bijna op dezelfde hoogte als de zee ligt, behoort ongetwijfeld tot het laagland. De nabij gelegene oevers van de Roode rivier zijn slechts 100 meter hooger, maar zij stijgen snel uit het laagland op, hebben een geheel anderen ondergrond, vast gesteente, geen rivierslib, hebben eene geheel andere vegetatie, eene bevolking geheel van die der Swamps verschillende, een geheel ander, niet *gezonder*, maar *bepaald gezond* klimaat, en niemand van hen, die ze bezoekt, zal aarzelen ze tot het hoogland te rekenen, terwijl laagland daardoor gekenmerkt is, dat het òf eens

zeebodem was òf eene afzetting uit zoet water is, dat van meer of minder ver verwijderde gebergten is afgespoeld.

De uitgebreidheid der laaglanden is veel grooter dan die der hooglanden. Zij vormen, zooals wij reeds vermeldden, halve werelddeelen en het is er nog verre af, dat alle voor kultuur geschikte grond, waaruit zij grootendeels bestaan, werkelijk bebouwd zou zijn. Wij behoeven niet naar Azië of Amerika te gaan, om ons van de waarheid daarvan te overtuigen; reeds Hongarije, Polen en Rusland bezitten streken van honderden, ja van duizenden vierkante kilometers, die wellicht nog honderden, ja duizenden van jaren op ploeg en spade moeten wachten. Maar er zijn ook even groote en nog grootere streken, die voor kultuur ongeschikt zijn: de rots- en zandwoestijnen van Afrika, de graswoestijnen van Amerika en de ijswoestijnen van Noord-Azië. Van de eerste en laatstgenoemde gelooft men dit gaarne, van de graswoestijnen (Llanos) van de Amazone en de Orinoco-rivier is dit niet zoo duidelijk; toch geldt het daarvoor evengoed als voor de rots- en stofwoestijnen van Afrika. In Amerika, onder eene schijnbaar gelukkige hemelstreek gelegen, en door de stroomen van de beide genoemde machtige rivieren en van honderd andere kleinere doorsneden en van water voorzien, brengen zij rijkelijk verscheidene goed smakende grassoorten voort en ten gevolge daarvan voeden zij tallooze kudden van runderen, paarden en muildieren en verder groote katten, grimmige alligators, fraai gevlekte slangen, vampyrs van de grootte van eene volwassene kat, enz. Dit alles echter slechts gedurende een zekeren tijd van het jaar; want zoodra het branden van de loodrecht opstijgende en neerdalende zon eenigen tijd geduurd heeft, sterven de grassoorten, de kudden zoeken de lage streken van de rivieren en moerassen op, maar ook deze worden in het droge jaargetijde door de steeds schaarscher vloeiende bronnen niet meer gespijsd en het van honger en dorst gekwelde gedierte leidt een armzalig, verschrikkelijk leven, en wordt bij zijne aankomst op de lager gelegene plaatsen, gemakkelijk ten prooi aan de roofdieren, die zich eindelijk zelve voor de stralen van de verzengende zon in het slijk verbergen, zooals de boa's en alligators dit plegen te doen.

Nu wordt de toestand juist tegenovergesteld. Het vochtige, natte jaargetijde komt, de grassen enz. kiemen opnieuw, groeien, verschaffen het gedierte rijkelijk voedsel; maar spoedig stijgen de gevulde rivieren weder uit hare kort te voren nog droog liggende beddingen en vloeien over hunne oevers; nu groeit het gras, onder het steeds hooger komende, bruisende water, niet zoo snel als de vloed, en spoedig is, zoover het oog reikt, honderden mijlen ver naar alle richtingen niets te zien dan lucht en water, en de kudden vee loopen thans gevaar van te verdrinken, gelijk weinige maanden te voren om van dorst te sterven. Door beide gevaren verliezen vele duizenden hun kommervol leven, en het is inderdaad wonderlijk, hoe de dieren zich onder deze opeenstapeling van gevaren nog vermeerderen, ja tot tallooze scharen aangroeien kunnen.

Dit is echter ook het eenige, dat die graswoestijnen opleveren; door de genoemde oorzaken is een ander gebruik er van onmogelijk. De droogte van het eene jaargetijde werkt op den groei van de edele grassoorten, de graanvruchten, de wortelgewassen, de tabaksplanten, de katoen even nadeelig, even storend als het natte, en zoo zijn zij dan werkelijk voor kultuur niet geschikt, tenzij men in staat ware, den Maranon en den Orinoco door dijken te begrenzen, hetgeen bij de ontzaglijke massa's water, die door de tropische regens neervallen, onmogelijk schijnt. Wat zouden het voor dijken moeten zijn, die eene zee van tien en meer meter diep (hier en daar echter ook minder) tot een stroom van eenige mijlen samendrongen; zij zouden wel twee honderd meter hoog mogen zijn. Welk werk van menschenhanden zou in staat zijn, weerstand te bieden aan de drukking, die zulk eene watermassa uitoefent. De dijken van den Weichsel, die 10 meter hoog en aan de kruin 6 meter breed zijn, worden dikwijls weggeslagen, en wat is dat nog ten opzichte van eene samengedrongene Amazonenrivier, die bij den laagsten waterstand eene stroomende zee mag genoemd worden, waarop men, als men in het midden vaart, de beide oevers niet meer ziet.

De Sahara, die wij om hare verheffing boven den zeespiegel een hoogland hebben genoemd, is om andere redenen ongeschikt voor kultuur. Het land is namelijk regenloos, omdat er geen planten op groeien. Kon men door eeuwen lang voortgezette pogingen van de talrijke bevolking van den Atlas, van den roofstaat Marokko, wellicht ook van Tunis uit, met eene bezaaiing van den nog half voor kultuur geschikten bodem beginnen en dezen langzamerhand verder in de woestijn uitbreiden, dan zou zich de zone, langs den Noordelijken rand van Afrika, die twee malen in het jaar een regentijd heeft, allengs uitbreiden; de regenlooze zone zou steeds meer terrein verliezen, en alles wat zandig en stoffig in deze woestijn is, zou allengs bebouwbaar gemaakt kunnen worden. De Atlas, even zandig als de woestijn, draagt dáár, waar de Kabylen hem doelmatig van water voorzien, de heerlijkste zomertarwe. Het zou dus mogelijk zijn haar voor kultuur geschikt te maken, natuurlijk met uitzondering van die plaatsen, waar de bodem uit rotsmassa bestaat. Met deze bezaaiing zou het opstijgen van den heeten luchtstroom ophouden, de zeewinden zouden hunne vochtigheid op het land afzetten en hiermede zou het spel voor den mensch gewonnen zijn. De kaarten zijn echter zoo gemengd, dat alle troeven op de vijandelijke zijde liggen en dat de mensch dezen Titanenarbeid terecht in het geheel niet begint. Welk gevolg zou er te verwachten zijn, al werkten er ook 100,000 menschen aan? De Sahara is 8000000 vierkante kilometers groot, elke man zou dus 80 vierkante kilometers d. i. 8000 H. A. moeten kultiveeren; daarvoor zou een arbeid noodig zijn van minstens 12,000 jaren! Wij zullen er liever de proef niet van nemen.

In het hartje van Europa is het zelfs niet mogelijk geweest, eigenlijke steppen, zooals de Lüneburger heide, te bebouwen; door de onvermoeide vlijt

van Noord-Duitsche boeren en door groote krachtsinspanning zijn daarin wel dorpen van eene tamelijke uitgestrektheid ontstaan, die zich ook in een zeldzaam welvarenden toestand verheugen, maar niet, omdat zij de steppen in bouwland herschiepen, maar omdat zij de steppen als zoodanig gebruiken. Het rood bloeiende heidekruid voedt millioenen bijenkorven, die een ruime opbrengst leveren, en onder het dicht opeenstaand heidekruid is nog gras genoeg, om tallooze kudden schapen jaar uit, jaar in van het noodige voedsel te voorzien.

In het zuid-oosten van Europa, het meest gekultiveerde gedeelte der aarde, onmiddellijk naast het schoonste en rijkste gedeelte er van, liggen de vlakten van Hongarije tusschen en aan beide zijden van den Donau en den Theis. Grasvelden, zooals die van Zuid-Amerika, hebben hun ontstaan te danken aan afzettingen uit het water, zooals blijkt uit de volkomen horizontale ligging bij eene ontzaglijke uitgestrektheid. Eens vulde eene groote zoetwaterzee van 100,000 vierkante kilometer oppervlakte het wijde dal tusschen de half cirkelvormige Karpaten, het gebergte van Moravië en Stiermarken en de Slavonische uitloopers der Alpen, tot het zich met geweld door de IJzeren Poort een uitweg baande, en thans wordt die geheele ruimte tusschen de zoo even genoemde gebergten door *laag* land ingenomen, zooals hieruit blijkt, dat men overal bij het graven op eenige voeten diepte water vindt, en dat de hoogste verheffing van deze vlakte op 750 kilometer afstand van de zee (waarmede zij door den Donau in onafgebroken samenhang staat) toch niet meer dan 60 meter bedraagt.

Deze graszee in het midden van het land, welks heeren de meest trotsche der aarde zijn, wordt niet bebouwd, noch door de trage Slaven, noch door de arbeidzame en nederige Duitschers. Nog altijd, evenals ten tijde van Attila en zijne Hunnen, is dit ware Mesopotamië, dit vruchtbare land, door rivieren omringd, eene steppe, eene weideplaats voor de kudden van wilde paarden en runderen. Op de plaatsen waar het geringe aantal, met lage wallen omringde legerplaatsen der Hunnen eens waren, zijn kleine en groote dorpen verrezen, de beweegbare legerplaatsen zijn in vaste veranderd, dit is het geheele onderscheid. Ook het volk is zich gelijk gebleven; het versmaadt elken arbeid en elken vooruitgang en houdt het werken voor een schande, zoodat slechts de lijfeigene gedwongen en slecht arbeidt. Maar al had ook dit alles niet plaats, dan zou de bevolking zich minstens moeten verdrievoudigen, en toch zouden er nog eeuwen voorbijgaan, eer de steppen met eene uitgestrektheid evengroot als die van de drie koningrijken Beieren, Wurtemberg en Saksen in een korenland zouden herschapen zijn. Thans reist men nog vele uren ver zonder een dorp aan te treffen, zonder iets anders dan in de verte een herder met zijn kudde te zien, zonder een ander uitzicht, dan dat naar den verren horizon, die, bij gunstigen stand der zon, door luchtspiegelingen veel hooger schijnt te rijzen dan werkelijk het geval is, zoodat in het oog loopend

het karakter van eene woestijn ontstaat; want dezelfde luchtspiegeling ziet men in de grasvelden van den Maranon, en evenzoo in de Sahara, waar zij eene Tantaluskwelling voor de Fransche soldaten was.

Door klimaat zeer afwijkend, maar overigens aan deze streken zeer gelijk, zijn de laaglanden van Noord-Azië en van het eigenlijke Noordelijke Europa: Zweden, Lapland, Finland en Rusland. Hier gaat onmerkbaar, althans zonder eene merkbare grens het gematigde klimaat in het koude over; de verhouding van zomer tot winter keert allengs om en hiermede gaat het karakter van den plantengroei hand aan hand, zoodat ten laatste in het hoogste Noorden van Azië evenmin iets groeit, wegens de koude, als in Afrika wegens de hitte. Overigens is de hoogte boven den spiegel der zee, de toestand der vlakte en de samenstelling van den bodem overal in alle laaglanden dezelfde, dat wil zeggen, het is altijd verweerd gesteente, van de hoogte naar beneden gespoeld, kiezel, kalk, klei, afzonderlijk of tot leem of mergel vermengd, en door eene aanvankelijk schaarsche, later rijkere vegetatie ook nog met humus voorzien, waardoor bouwland ontstaat, welks weelderige plantengroei kenmerk voor laagland is.

Met de hooglanden is het in vele opzichten anders gesteld. Wanneer men op het plateau van München staat en niet juist de Tyroler Alpen in het oog heeft, dan meent men deze of gene Noord-Duitsche vlakte voor zich te hebben. Wanneer men echter verneemt, dat de gewone vruchten slechts op beschutte plaatsen, in de tuinen, nabij de steden gelegen, eetbaar worden, dat zelfs kersen en pruimen uit de warme dalen van het ten zuiden van München gelegene Tyrol komen (door jonge knapen in groote manden op de schouders naar beneden gedragen), dat druiven nimmer rijp worden (en dat daarom wijnstokken, evenals in Stokholm, slechts voor priëeltjes of tot bedekking van muren geplant worden); wanneer men verneemt, dat de gemiddelde temperatuur van München 7 graden van den honderddeeligen thermometer is, terwijl die in Swinemünde aan de Oostzee $9^3/_4$ graden bedraagt, dan vraagt men verbaasd: hoe komt dit, terwijl toch Munchen 6 graden zuidelijker ligt? en men verneemt dan: München ligt op eene hoogvlakte 525 meter boven de zee, 495 meter hooger dan Berlijn, dat bij een ligging van slechts 5 graden meer naar het noorden eene gemiddelde temperatuur van 2 graden hooger dan München heeft.

Plateau's of hoog gelegene tafellanden zijn volgens Ritter's bepaling (die men thans algemeen volgt), «*opheffingen van bepaalde stukken der aarde*». Wanneer deze zóó hoog liggen, dat hun klimaat den nadeeligen invloed van die hooge ligging ondervindt, dan verliezen zij in aantrekkelijkheid, doordat zij de weelderigheid en den rijkdom van den plantengroei missen, die de laagliggende vlakte kenmerkt. De Flora van eene hoog liggende vlakte verschilt in het algemeen weinig van die, welke de nabij liggende laaglanden vertoonen, maar zij is minder weelderig en minder talrijk. Men verbouwt op het plateau van Reutlingen ook wel druiven, maar toen prins Eugenius met Marlborough

de Franschen onder Villars verslagen had, schonk hem de burgemeester een eeredronk; toen nu de prins opgehouden had zuur te zien en weder bij machte was om te spreken, zeide hij: — Brr! liever Belgrado nog eens bestormd, dan nogmaals zulk een beker te ledigen. — Het is vooral opmerkelijk, dat dit in 1704 zou geschied zijn, terwijl Belgrado eerst in 1717 veroverd werd. Overtuigd van de voortreffelijkheid (?) van hun wijn, hebben de Reutlingers dit sprookje zelve verzonnen.

In de nauwe dalklove van Stutgart groeit op de zuidwaarts gekeerde zijde een zeer voortreffelijke wijn (in de zoogenaamde «Kriegsbergen») waaraan niets ontbreekt dan eene goede behandeling, om hem aan den besten Rijnwijn gelijk te maken. Aan de heuvels van Ofen, verder van Oedenburg, Erlau, Tokay, op dezelfde breedte als München en Stuttgart, tusschen 48 en 49 graden, groeit daarentegen een wijn, waarmede geen andere wijn op aarde in vuur en kracht (Madera en Kaapsche wijn niet uitgezonderd) gelijk staat. De genoemde plaatsen liggen op de grens van het laagland, 65 meter boven de zee. Stuttgart ligt wel is waar 260 meter hierboven, maar het ligt ook in een vallei, die geheel door de plaats wordt ingenomen en omgeven is door bergen van 260 meter hoogte. Zoodoende kan door de bijzonder beschutte ligging een plantengroei ontstaan, die ten opzichte van de hoogte boven de zee, op deze breedte anders niet tot zulk een volkomenheid zou kunnen komen. Reutlingen ligt meer dan 500 meter hoog en geheel vrij; hierom verbouwt men daar met voordeel tarwe en, wat vruchten betreft, voortreffelijke kersen; maar wijn en fijne tuinvruchten kan men daar niet meer aankweeken.

Nog veel grooter armoede vertoonen de Aziatische hooglanden. Terwijl in het kleinste werelddeel, in Europa, *een* hoogland zich als tusschentrap tusschen laagland en gebergte verheft zijn daar *twee* zulke terrassen zeer duidelijk en van elkander gescheiden waar te nemen, beiden te zamen twee maal zoo groot als Europa. Zij beginnen wel niet, zooals Dr. J. Meyer in zijn «Lehrbuch der Geographie» opgeeft, bij de Zwarte zee, (dáár is integendeel bepaald laagland, dat zich van daar en van de Kaspische zee tot aan de Poolzee uitstrekt) maar zij hebben toch altijd eene lengte van 6750 en eene afwisselende breedte van 1500 tot 3000 kilometer.

Het groote hoogland, of, zooals men gewoonlijk zegt, het gebergteplateau van Azië, dat klein Boecharije, Dzjoengarije, Tibet, Jangut en het Mongolenland van de Khalka's en Oloten omvat, ligt, volgens Humboldt's opgaven, tusschen 36 en 48 graden breedte en tusschen den 79en en 116en graad lengte van den meridiaan van Ferro. Onjuist is de meening, dat men zich dit gedeelte van het binnenste van Azië als een eenigen onverdeelden berg, een bochelvormige verheffing moet voorstellen. Men karakteriseerde dit plateau altijd nog zooals het voor 2000 jaren door Hippocrates geschilderd was: als de hooge en naakte vlakten van het land der Scythen, die, zonder door bergen gekroond te zijn, zich verlengen en zich tot onder het sterrenbeeld van den beer uit-

strekken, maar Humboldt was, na zijne onderzoekingen omtrent de geographische verspreiding der planten, zeer in twijfel geraakt, of daar een *aaneengesloten* plateau tusschen den Himalaja en de Altaïketen lag. De jongere Klapproth heeft echter de onsterfelijke verdienste, dat hij ons het eerst in een gedeelte van Azië, dat meer dan Kasjmir, Baltistan en de heilige meren van Tibet (Manasa en Ravanahrada) in het centrum ligt, de ware ligging van twee groote en geheel gescheidene bergketens, Kuen-Lun en Tien-Sjan, leerde kennen. Wel had reeds Pallas de belangrijkheid van de laatste (het Hemelgebergte) vermoed, zonder dat hij den vulkanischen aard er van kende; maar geketend door de hypothesen van eene phantastische geologie, die in zijnen tijd heerschte, in het vaste geloof aan straalvormig zich uitbreidende ketenen, zag deze hoogst begaafde natuuronderzoeker in Bagdo Oola (de hoogste top van het Tien-Sjangebergte, in eeuwige sneeuw begraven) zulk een centraalknoop, vanwaar alle ketenen van Azië als stralen uitgaan.

De onjuiste meening omtrent het bestaan van eene enkele onmetelijke hoogvlakte, welke door geheel Centraal-Azië liep, is in de laatste helft van de vorige eeuw in Frankrijk ontstaan. Zij was het resultaat van historische combinaties en van eene niet genoeg nauwkeurige studie van den beroemden Venetiaanschen reiziger Marco Polo, alsmede van de naïve verhalen van die diplomatieke monniken, die in de 13e en 14e eeuw (dank zij de toenmalige eenheid en uitbreiding van het Mongolenrijk) bijna het geheele binnenste gedeelte van het vasteland, van de havens van Syrië en van de Kaspische zee tot aan den door den grooten Oceaan bespoelden oever van China, konden doorreizen. Wanneer de meer juiste kennis van de oud-Indische taal- en letterkunde bij ons ouder dan eene halve eeuw ware, dan zou die hypothese van een centraalplateau over de groote uitgestrektheid tusschen den Himalaja en het zuiden van Siberië ook op eene zeer oude en eerwaardige autoriteit gesteund hebben. Het gedicht Mahabharata schijnt in het geographische fragment Bhischmukanda den «Meru» niet zoo zeer een berg als wel eene ontzaglijke aanzwelling van den bodem te noemen, waardoor de bronnen van den Ganges, van den Bhadrasoma (Irtisch) en van den gaffelvormig verdeelden Oxus hun water ontvangen. Met deze physisch-geographische meeningen vermengden zich in Europa denkbeelden uit een ander gebied, mythische droomen over den oorsprong van het menschelijk geslacht. De hooge streken, vanwaar zich de wateren het eerst teruggetrokken zouden hebben (van de *opheffingstheorieën* waren de meeste geologen lang afkeerig), moesten ook de eerste kiemen der beschaving ontvangen hebben. Stelsels van een zondvloed-geologie, naar de Hebreeuwsche sagen gevormd, gegrond op lokale overleveringen, begunstigden deze meeningen.

Thans echter worden de bergvlakten van Midden-Azië niet meer als de wieg der menschelijke beschaving en den oorspronkelijke zetel van alle kunsten en wetenschappen aangezien. Het is verdwenen, dat oude volk van Bailly's At-

lassen, waarvan d'Alembert ons mededeelde: « dat het ons alles geleerd heeft, behalve zijn naam en zijn bestaan. »

Een zeer hoog, ofschoon niet overal even hoog plateau, loopt, terwijl het slechts over kleine afstanden wordt afgebroken, van het zuid-zuid-westen naar het noord-noord-oosten, van het oosten van Tibet naar den bergknoop Kentei, ten zuiden van het Baïkalmeer, onder de namen Gobi, Sjamo (zandwoestijn, Sjamo, zandvloed) en Han-hai. Deze verheffing van den bodem, waarschijnlijk ouder dan de bergketen, die haar doorsnijdt, ligt tusschen 100 en 136 graden Oosterlengte van Ferro. Zij is, rechthoekig op hare lengte-as, in het zuiden tusschen Ladak, Gertop en Lhasa, den zetel van den Groot-Lama, 1350, tusschen Hami in het Hemelgebergte en de groote bocht van den Hoangho, aan de In-sjan-keten, 900, maar in het noorden, tusschen den Khanggai, waar eens de wereldstad Karakhorum lag, en de meridiaanketen Khinggan Petsja (in dat gedeelte van den Gobi, dat men doortrekt, om van Kjachta over Oerga naar Peking te reizen) 1400 kilometer lang. Men kan de oppervlakte der geheele verheffing, die men zorgvuldig van de naburige, veel hooger gelegene plateau's moet onderscheiden, ongeveer drie maal zoo groot als Frankrijk schatten.

De kaart van de bergketens en vulkanen van Centraal-Azië, die Humboldt in het jaar 1839 ontwierp en die in het jaar 1843 verschenen is, geeft de betrekkelijke hoogte van het plateau van Gobi en de bergketen ten duidelijkste weer. Deze kaart is gegrond op het kritisch gebruik door den beroemden geleerde gemaakt van al de astronomische waarnemingen en de onmetelijk rijke geographische beschrijvingen, welke de Chineesche literatuur aanbiedt en die Klapproth en Stanislaus Julien op aansporing van Humboldt hebben onderzocht. Deze kaart stelt het binnenste van het vasteland van Azië voor, van 30 tot 60 graden breedte, tusschen de meridianen van Peking en Cherson, en geeft de gemiddelde richting en de hoogte der bergketens in groote trekken aan.

Tot het laagland behooren bijna geheel Noordelijk Azië ten noordwesten van het vulkanische Hemelgebergte (Tien-Sjan), de steppen in het noorden van den Altaï en de Sajanische bergketen, de landen, die van het meridiaangebergte Bolor of Bulyttagh (Wolkgebergte) en van den boven Oxus (welks bronnen de Boeddhistische pelgrims, Marco Paolo en eindelijk Luitenant Wood (1838) in het bergmeer Sir-i-koi gevonden hebben), zich naar de Kaspische zee en van het Tenghiz- of Balkasj-meer door de Kirghizen-steppen naar het Aral-meer en het zuidelijke einde van den Oeral uitstrekken.

Naast bergvlakten, die tot 2000 à 3000 meter stijgen, zal het wel geoorloofd zijn de uitdrukking laagland te gebruiken voor vlakten, die zich slechts 70 tot 400 meter boven de oppervlakte der zee verheffen.

Het eerste van deze getallen duidt de hoogte van de stad Mannheim, het tweede die van Genève en Tubingen aan. Wij hebben hier een zeer in het oog

vallend voorbeeld, hoe betrekkelijk de benamingen hoog- en laagland zijn. De ontzaglijke uitgestrektheden, waarvan Humboldt in het voorgaande spreekt, zijn blijkbaar laagland. Niemand zal het er voor houden, dat Tubingen in het laagland ligt, ofschoon het op dezelfde hoogte ligt als de hoogste punten van het laagland van Azië; maar een klimaat en een plantengroei, welke van die van Nederland of zelfs van die van het Rijndal zeer verschillen, geven recht om aan te nemen, dat 400 meter hoogte boven de zee in Europa reeds tot het tafelland behoort, terwijl dit in Azië en Zuid-Amerika het geval niet is. Wil men het woord plateau, waarvan in den laatsten tijd zooveel misbruik gemaakt wordt, tot opheffingen van den bodem beperken, die een nauwelijks merkbaar onderscheid in klimaat of vegetatie opleveren, dan geraakt de physische geographie, bij de onbepaaldheid en de slechts betrekkelijk juiste benamingen van hoog- en laagland, buiten staat om hare denkbeelden te ontwikkelen omtrent het verband tusschen hoogte en klimaat, tusschen het relief van den grond en het afnemen van de temperatuur.

Toen Humboldt zich in Chineesch Dzjoengarije, tusschen de grenzen van Siberië en het Saisan-meer bevond, op even grooten afstand van de IJszee als van de monden van den Ganges, kon hij wel aannemen, dat hij zich in eigenlijk Centraal-Azië, op het groote *hoogland* bevond. Een paar barometerwaarnemingen leerden hem echter terstond, dat de vlakte, door welke het bovenste gedeelte van den Irtisch stroomt, nauwelijks 250 tot 350 meter boven den spiegel der zee ligt; zelfs verder in het oosten ligt het Baikalmeer (dat de Selenga vormt, die het onder den naam Angara bij Irkutsk verlaat) dat men voor zeer hoog gelegen houdt, slechts 433 meter boven de zee.

Om het begrip van het *betrekkelijke* van hoog- en laagland vast te stellen; de trapsgewijze opeenvolging van de opheffingen van den bodem aan werkelijke voorbeelden te laten zien, die op nauwkeurige metingen berusten, geeft Humboldt eene reeks van *gemeten* hoogten van plateau's, zoowel in Europa als in Afrika en Amerika op.

Het plateau van Auvergne in het zuiden van Frankrijk is	400	meter	hoog.
het plateau van Beieren, waarop Munchen ligt	520	»	»
dat van Kastilië, in het midden van Spanje	700	»	»
het plateau van Meisore in Voor-Indië	920	»	»
dat van Caracas (Zuid-Amerika)	960	»	»
dat van Papayan (Zuid-Amerika)	1800	»	»
Abessinië, aan het meer Tsan	1900	»	»
het plateau van de Oranjerivier in Zuid-Afrika	2000	»	»
dat van Aroen in Abessinië	2200	»	»
dat van Mexico	2340	»	»
dat van Quito onder den aequator	2980	»	»
het plateau van de provincie Pastos	3200	»	»

en de omtrek van het Titicaca-meer in Zuid-Amerika, tusschen de hoogste Cordillèras . . . . . 4020 meter hoog.

Hiermede vergelijke men, wat in het onmiddelijk voorafgaande over de laagvlakten van Noord- en Midden-Azië gezegd is.

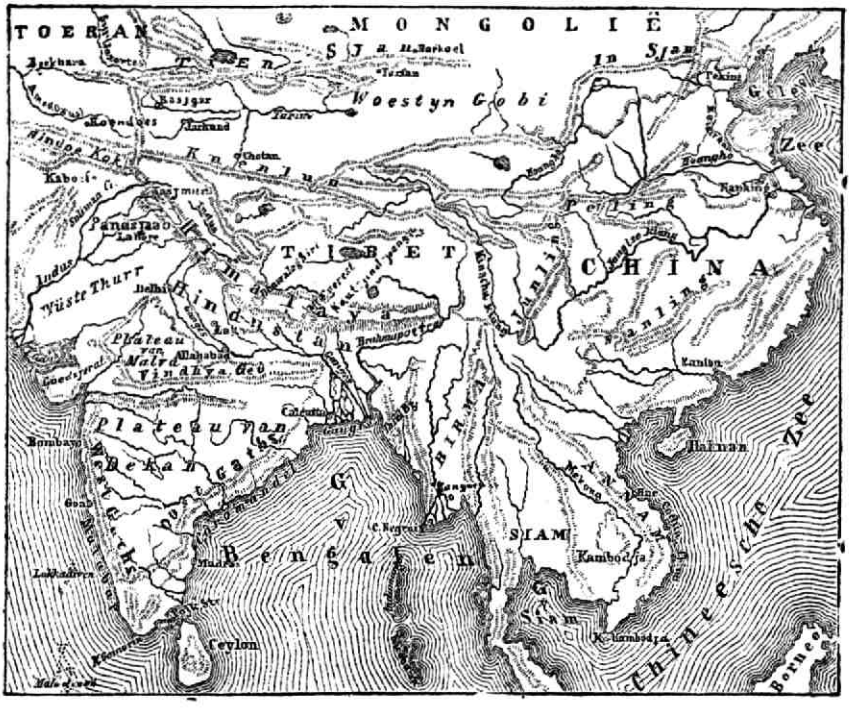
De streek van de woestijn Gobi, die de schoonste weiden bevat en slechts in zooverre eene woestijn kan genoemd worden, dat er weinige dorpen en steden in liggen, is in de geographische zone van 1100 kilometer breedte, tusschen de bronnen van de Selenga en den Chineeschen muur, zeer nauwkeurig onderzocht. In het jaar 1832 werd er eene missie Grieksche monniken



Een gezicht uit de woestijn Gobi.

naar Peking gezonden. De Akademie van Petersburg bewerkte, dat twee uitstekende geleerden, de sterrenkundige Georg Fuss en de plantkundige Bunge, dit gezantschap begeleidden, om in Peking een van de magnetische stations op te richten, waartoe Humboldt den stoot had gegeven. Op den weg daarheen namen deze geleerden met behulp van den barometer de betrekkelijke hoogte van de streken, die zij doortrokken, waar. De gemiddelde hoogte van dit deel van den Gobi bedraagt niet 2300 meter (zooals men uit de metingen van eenige bergtoppen overijld had opgemaakt), maar nauwelijks 1300 meter, en tusschen Erghi en Doerma (op 45 graden 31′ noorderbreedte en 109 graden oosterlengte van Parijs) heeft de bodem zelfs niet meer dan 800 meter hoogte, hetgeen nauwelijks 100 meter hooger is dan het plateau van Madrid.

Dit lage gedeelte van het plateau is echter slechts eene inzakking van ongeveer 450 kilometer breedte, eene laagte in de hooge vlakte. Eene oude Mongoolsche sage wijst haar aan als den bodem van eene voormalige groote binnenzee; men vindt daar rietsoorten en zoutplanten, meestal van dezelfde soort als aan de lage kusten van de Kaspische zee. In dit middelpunt van de woestijn liggen kleine zoutmeren, waarvan het zout een handelsartikel is voor het naburige China. De Mongolen vullen de genoemde sage hierdoor aan, dat



zij beweren en zelf schijnen te gelooven, dat de zee eenmaal zal wederkeeren, en haar rijk op nieuw in Gobi zal opslaan, zoodat zij zich zelven ook slechts als gasten van den grond beschouwen, een afkeer hebben van vaste woonplaatsen en bij hunne zwerflust klaar staan, terstond hunne woon- en weideplaats te ontruimen.

Het schoone, door sommigen al te zeer geprezene, door anderen onverdiend geringgeschatte dal van Kasjmier heeft, ten opzichte van zijne hooge ligging, evenzeer tot groote dwalingen en overdrijvingen aanleiding gegeven, en even verschillend zijn ook de schilderingen van zijne aantrekkelijkheden, wat trouwens ook natuurlijk is, daar het òf van het bloeiende Indië, òf van het armoedige, droge, aan planten arme Turkestan of Perzië uit bezocht wordt, en de indruk

van zijnen plantengroei op den reiziger zeer verschillend moet zijn, naarmate van de herinneringen, die deze mede brengt uit de streken, waar hij van daan komt.

Volgens de opmetingen van Jacquemont, door middel van den barometer, is de hoogte van het meer Woeloer in het dal van Kasjmier, niet ver van de hoofdstad Srinagore, iets meer dan 1700 meter; de metingen van den baron v. Hügel, die door middel van het kookpunt van water verricht werden, gaven 1800 meter.

Dit schoone bergland ligt derhalve niet, zooals men gewoonlijk aanneemt, op den *rug*, maar aan den *voet* van den Himalaja. Het is eene echte door hooge bergen als door muren ingesloten vallei, doch het ligt ook aan de grens van Lahore, het schoone land van den Indus en wordt ook door de bocht van Indus aan drie zijden bespoeld. De onbeschrijfelijke aantrekkelijkheid van dit dal wordt overigens verbazend verminderd, wanneer men hoort, dat de sneeuw niet zelden vier maanden lang in de hoofdstad op de straten ligt.

Even onjuiste begippen als over Gobi en Kasjmier had men ook over Tibet, daar de aanschouwing overal ontbrak. Men verwarde de hoogte der plateau's met de hoogte der bergtoppen, maakte van Tibet een bergplateau, terwijl het toch een dal is, ingesloten tusschen de beide machtige bergketens Himalaja en Kuen-Lun, de eerste in het zuiden van Tibet, de andere in het noorden. Het is op zeer groote schaal dat, wat het plateau van Quito in Zuid-Amerika in het klein is, eene opheffing van den grond, waarop zich bergketens verheffen. Zijne hoofdrichting is van het oosten naar het westen, maar de zuidelijke bergketen maakt een zoo sterken boog, dat het in het midden meer dan vier maal zoo breed is als aan het westelijk einde. Het geheele plateau wordt tamelijk natuurlijk in drie deelen verdeeld, welke indeeling ook zoowel door de inboorlingen als door de Chineesche geographen gemaakt wordt. Boven-Tibet is het grootste gedeelte, het omvat het geheele gebied van de bronnen van den Brahmapoetra, die naar Indië loopt en van de Blauwe rivier, aan wier mond Nanking ligt (deze rivier draagt echter niet dezen naam, haar door de Portugeezen gegeven, maar heet boven Nanking Jang-Tse-Kiang, hooger op King-Kiang, dáár, waar zij het gebergte in het zuiden van Tibet doorbreekt, Kinsje-Kiang, in Boven-Tibet zelve Kin-Sju-Kiang, nog verder opwaarts Murni-Oessoe, in de nabijheid van het noordelijk gebergte echter Katsi-Oelam. De lettergreep «Kiang» die bij de vier eerste benamingen wederkeert, beteekent *stroom* en de woorden King, Kinsje, King-Sju zijn blijkbaar slechts verschillen in dialekt van hetzelfde woord: *groot* — de groote vloed). Ongeveer 110 kilometer ten noorden van de Boven-Brahmapoetra ligt ook de heilige stad Lhasa, de zetel van den Dalaï-Lama. De bedoelde stroom krijgt echter eerst, nadat hij de Himalajaketen doorgebroken heeft, den Indischen naam: in Tibet, waar zijn bovenloop met al de rivieren, die hem voeden, ligt, heet hij Yaroe-Tzang-

Botsoe. Dit Boven Tibet loopt ongeveer tot 108 graden oosterlengte van Ferro, of tot 88 graden van Parijs. Het groote meer Tengri-Nor behoort reeds tot het lagere gedeelte, dat overigens van het vorige niet veel in hoogte verschilt, en zelfs hooger is; men weet dat Lhasa 3000 meter boven de zee gelegen is. De hoofdstad van Midden-Tibet, namelijk Leh of Ladak, zou 3100 meter hoog liggen. Beide plaatsen, Leh en Lhasa, liggen overigens meer dan 1500 kilometer van elkander verwijderd en daartusschen ligt het lagere gebied van de meren. De stad Leh ligt op 95 graden oosterlengte van Ferro aan den Boven-Indus.

Het westelijke, spits toeloopende gedeelte van dit hoogland heet Klein-Tibet of Baltistan, ook wel het Tibet der abrikozen genaamd. De hoofdstad Iskardin ligt twee graden verder westelijk dan Leh en aan zuidzijde van den Boven-Indus; het land zelf ligt zeer hoog; het plateau Deotsuh, door V i g n e gemeten, ligt 3740 meter boven de zee.

Door de reizen in den nieuweren tijd herhaaldelijk naar Tibet en wel naar zeer verschillende deelen er van ondernomen en door de grensbepalingen, die op kosten van de Oostindische Compagnie plaats hadden, heeft men Tibet eindelijk nader leeren kennen. Men weet, dat het geene onafgebroken vlakte is, zooals men vroeger meende, maar dat er eene menigte bergketens doorheen loopen, die tot geheel verschillende opheffingsstelsels behooren; eigenlijke vlakten zijn er in dit land der fabelen en wonderen zelfs weinig. De voornaamste zijn die tusschen Gertop en Sjepke (men zou meenen een platduitschen westfaalschen of oldenburgschen dorpsnaam te hooren), in den omtrek van de hoogste bronnen van den Indus gelegen, verder die van Ladak, welke 4200 meter hoog zou zijn en niet moet worden verward met de diepte, in welke de stad Ladak ligt; eindelijk de vlakten van de heilige meren Manasa-hrada en Ramana-hrada, die men voor 4600 meter hoog houdt, bedevaartsoorden voor de Boeddisten in Indië en de belijders van den Lama-godsdienst, plaatsen, die als veel heiliger worden beschouwd, dan Mekka en Medina voor de Mohamedanen.

Het overige deel van Tibet is zoo met dicht opeengedrongen bergmassa's bedekt, «dat zij» zooals een Engelschman het uitdrukt, «daarheen rollen of vloeien evenals de machtige golven van een grooten oceaan.»

Nadat de wateren van de stroomen, zoo geweldig in hunnen verderen loop hunne eerste hoogten meestal in onafgebroken watervallen verlaten en een meer rustigen loop aangenomen hebben, doorstroomen zij aan de noordelijke helling van hetzelfde gebergte, aan welks zuidelijk gedeelte zij eerst hunne volle grootte ontwikkelen zullen, streken, die slechts 2700, 2400 en 2000 meter hoog zijn. H u m b o l d t meent uit vele, zorgvuldig verzamelde hoogtebepalingen te mogen opmaken, dat het plateau van Tibet gemiddeld niet hooger dan 3700 meter ligt, hetgeen nauwelijks de hoogte is van het zoo buitengewoon heerlijke vruchtbare dal van Caxamarca in Peru en nog 400

meter minder dan de hoogte van het dal van Titicaca en 700 meter minder dan het plaveisel van de straten der stad Potosi.

Buiten Tibet en buiten de woestijn Gobi, daar, waar de fabel in vroegeren tijd van een onmetelijk hoogland sprak, komen nergens zulke opheffingen voor. Wel is de volstrekte hoogte dier streken niet overal door rechtstreeksche metingen vastgesteld, maar de groei van planten, die voor hunnen wasdom bepaalde warmtegraden noodig hebben, leert, dat op de plaats van die gewaande hooglanden inderdaad aanzienlijke laagten, en zelfs eigenlijke laaglanden liggen. Reeds in de reisbeschrijving van Marco Polo wordt de wijn- en katoenbouw in die streken vermeld, en Klapproth vond in een chineesch werk: «Nachrichten über die neuerdings unterworfenen Barbaren» opgeteekend dat het land Aksu, een weinig ten zuiden van het Hemelgebergte, dicht bij de stroomen, die den grooten Tarim-Go vormen, wijndruiven, granaatappels en andere vruchten van uitnemende hoedanigheid voortbrengt, dat ook katoen als gele wol de velden bedekt, dat verder in den zomer de hitte ontzaglijk groot is en dat ook de winter zacht is en noch strenge koude, noch veel sneeuw aanbrengt.

De omstreken van Khokhand, Kasjgar en Jarkand, oostelijk van Imaus, voldoen nog thans, even als ten tijde van Marco Polo, hare schatting in katoen, die daar gekweekt wordt, en in de schoone oase Khamil, op 35 graden noorderbreedte, aan den meest oostelijken uitlooper van het Tien-Sjan gebergte groeien oranje- en granaatappels en kostelijke druiven.

Wat omtrent de verdeeling van de planten over de oppervlakte der aarde bekend geworden is, leert ons dat in het uitgestrekte gebied, waarvan hier sprake is, eene *geringe* hoogte van den bodem de overhand heeft. Bij zulk een grooten afstand van de zee en eene zoo zeer oostelijke ligging, die de koude winters bevordert, kon een plateau, dat de hoogte van Madrid, of ook slechts van München bereikte, wel zeer heete zomers, maar moeielijk ongemeen zachte winters hebben. Khamil ligt namelijk niet, zooals de vroeger aangehaalde plaatsen, op 35 maar op 43 graden noorderbreedte. Er zijn intusschen uitzonderingen, die alle theoriën logenstraffen. Zoo ligt tusschen 46 en 47 graden noorderbreedte Bellinzona 480 meter en Meran 600 meter hoog, en uit deze beide plaatsen krijgt geheel Duitschland zijne citroenen, oranjeappelen en sinaasappelen, welke over het gebergte gedragen worden. Het noorden van Europa bekomt deze vruchten langs een veel grooteren weg, maar veel goedkooper, namelijk uit Sicilie en Corsica. Maar toch, zij groeien en worden bij slechts eenigszins goede verzorging rijp op zulk eene aanzienlijke hoogte als de opgegevene, zonder broeikas, en zonder eenige andere beschutting dan een planken dak van boven. De boomen zijn niet van ter zijde beschut, ingesloten in een huis, maar zij staan in den vrijen grond; doch het geheele dal van Meran is een broeikas, naar het zuiden voor de warme

Italiaansche lucht open, naar de drie andere hemelstreken door muren van 2000 en meer meter hoogte beschut.

Nu zou het de vraag zijn, of dergelijke omstandigheden ook bij en om Khamil voorkomen, want alleen dan zou het feit, dat daar oranje- en granaatappelen groeien, verklaarbaar worden. Zelfs is het niet voldoende, eene zeer lage ligging aan te nemen, want Humboldt heeft aan de Kaspische zee, bij Astrakan, in eene *laagvlakte*, die 27 meter *onder* den spiegel der zee ligt, wel eene zomertemperatuur waargenomen, die voor de kultuur van den wijnstok zóó gunstig is, dat hij meent, nergens zulke voortreffelijke druiven gevonden te hebben als daar, maar juist daar, op 46 graden noorderbreedte daalt de temperatuur gedurende den winter tot 20 en 25 graden onder nul. Daarom stopt men ook reeds in November de druivenstokken een voet diep onder den grond. Dit kan echter alleen geschieden met planten, die slechts des zomers leven, zoodat men op eene breedte van 40 tot 44 graden op hoogvlakten van 1000 meter met goed gevolg b. v. meloenen kan telen, maar granaatboomen en zoete oranjes zouden daar niet kunnen groeien, veel minder, zooals reizigers van vroegeren en lateren tijd verzekeren, uitmuntende vruchten opleveren.

De noordelijke deelen van de steppen, welke reeds veel van den winter te lijden hebben en veel lager liggen dan de tot nu toe besprokene, onderscheiden zich zeer gunstig van de Zuid-Amerikaansche door hunnen heuvelachtigen aard en de veel rijkere verscheidenheid van planten. De gelijkvormigheid van het steppenland wordt door pijnboomwouden afgebroken, die met onze dennen en sparren deels overeenkomen, deels er nauw aan verwant zijn, maar deels ook tot eene bijzondere soort behooren, zooals de zoogenaamde ceder (Pinus cembra), die aan de tafels der Russen de Siberische amandelen (Kedrowe-Orechi), de cedernoten, voor het dessert leveren. Met deze dikwijls groote wouden wisselen uitgestrekte vlakten af, met struiken van weelderig bloeiende roosachtige gewassen, met keizerskronen, tulpen en Cypripediën [eene soort van Orchidee] bedekt, die hier de eigenaardigheid hebben, dat zij verwonderlijk lang worden. Humboldt zegt, dat, wanneer men in de lage Tartaarsche wagens door ongebaande streken van deze uitgestrekte vlakten reist, men de dicht op elkaar groeiende kruiden bij elken stap voor de breede wielen ziet buigen of uitwijken en men slechts dan in staat is, zich eenigszins te oriënteeren, wanneer men rechtop in den wagen gaat staan. Eenige van deze Aziatische steppen zijn ook grasvlakten, en dit zijn vooral de rustpunten voor de nomadische volken, hunne weideplaatsen. Andere dragen altijd groene kaliplanten, nog andere ziet men midden in den zomer, als door versch gevallen sneeuw, in de verte blinken; deze zijn met zout bedekt, dat, in zeer verschillende hoeveelheid, uit den leemrijken bodem te voorschijn komt. De Mongoolsche en Tartaarsche steppen, door een groot aantal gebergten doorsneden, scheiden de overoude, reeds sedert lang beschaafde menschheid in

Tibet en Indië van de ruwe Noord-Aziatische volkeren. Hun bestaan is ook van grooten invloed op de wisselende lotgevallen van het menschelijk geslacht geweest. Meer dan de Himalaja hebben zij de bevolking naar het zuiden te zamen gedrongen; meer dan de sneeuwgebergten van Sirinagar en Gorka hebben zij het verkeer der volkeren onderling gestoord en in het noorden van Azië aan de verspreiding van zachtere zeden en scheppende kunstvlijt onwrikbare grenzen gesteld.

De hooglanden van Amerika hebben niet het honderdste gedeelte van de uitgestrektheid van die van Azië. Hier heeft zich een derde gedeelte van een werelddeel uit de diepte opgeheven en daarop hebben zich de bergruggen opgericht. De verhouding tot de bergen is derhalve geheel anders dan in Azië, waar het plateau de hoofdzaak is, terwijl de bergen hierop in betrekkelijk veel kleinere uitgestrektheden staan. In Amerika is omgekeerd het gebergte de hoofdzaak, waarin de vlakten, als groote tuinen, slechts een ondergeschikt deel van de vlakte-uitgebreidheid uitmaken. Toch zijn zij op zich zelf tamelijk groot en sommige overtreffen zelfs Europeesche rijken, die juist niet van de kleinste zijn, in uitgestrektheid.

Nog in een ander opzicht onderscheiden zij zich van de hoogvlakten der overige werelddeelen. In Azië bepaalt zich de graanbouw, de land- en tuinbouw, voor zooverre hij bestaat, tot de beschutte, ingeslotene plaatsen, doch in het algemeen zijn de hoogvlakten daar onvruchtbaar; de hoogvlakten van Europa, ofschoon noch in uitgestrektheid, noch in hoogte met de Amerikaansche te vergelijken, zijn toch, wat het klimaat betreft, zoo onderscheiden van de laaglanden, dat zij, zooals wij reeds opmerkten, een veel minder weelderigen plantengroei hebben dan deze. De hoogvlakten van de Andes leveren echter den rijksten oogst op van alle Europeesche graansoorten en daarop liggen vele volkrijke steden, die met alle geriefelijkheden des levens, met hoogescholen, burgerlijke en geestelijke stichtingen zijn voorzien. Op hoogten, gelijk aan die van den piek van Teneriffe en op die, welke de hoogte van den Montblanc bereiken en overtreffen, liggen dorpen en zijn bergwerken. De beroemde zilvermijnen van Potosi werden vroeger 5000 meter boven de oppervlakte der zee bewerkt. De hier opgegevene gelukkige toestand is echter niet de tegenwoordige; integendeel hij is tegenwoordig minder goed dan vroeger. Deze hoogvlakten waren eens het middelpunt van de beschaving van een zoo ontwikkelden volksstam, dat zijne kennis, kunstvaardigheid en godsdienstige en staatkundige inrichtingen de goeden onder de Spanjaarden in bewondering brachten en slechts het uitschot van hen (de conquistadores met Pizarro, bloeddorstiger nagedachtenis, aan de spits) tot de gruwelen konden aansporen, waartoe gouddorst hen dreef.

Eene van de schoonste onder deze hoogvlakten is het dal Puno met het Titicacameer. Het heeft gemiddeld eene hoogte van 4000 meter en breidt zich over eene uitgestrektheid van 900 tot 1050 kilometer en eene breedte van

190 tot 300 kilometer tusschen de parallellen van 22 en 14 graden zuiderbreedte uit; het omvat derhalve eene vlakte van 250000 vierkante kilometers, dat is meer dan tweemaal zoo veel, als de drie kleinere koninkrijken van Duitschland: Saksen, Beieren en Wurtemberg samen.

Aan de randen van dit hooge dal verheffen zich plotseling, zoodat de geheele ruimte tusschen beide bergketens vrij blijft, de grootste bergen tot eene hoogte van 2300 tot 3000 meter.

De westelijke keten, die dit rijk insluit, is volgens Humboldt's en Pentland's onderzoekingen de eigenlijke voortzetting van de verder zuidelijk en noordelijk onafgebroken voortloopende Cordilleras en heet hier de Cordillera de Bolivia, meer noordelijk de Cordillera-real. De toppen van deze keten reiken alle tot in de streek van de eeuwige sneeuw en zijn *alle* werkzame of schijnbaar uitgebrande *vulkanen*. De oostelijke keten is die van Potosi; deze is over het algemeen lager dan de westelijke en bereikt de sneeuwgrens niet, maar in haar noordelijkst gedeelte, het heerlijkst juweel van den geheelen Andesketen, liggen de Illimani met 7500 meter, de Supaiwasi met 6300 en de Nevado de Sorata met 6900 meter absolute hoogte (hoogte boven den spiegel der zee).

Van het noorden af daalt deze tweede bergketen allengs, zoodat zij slechts 700 tot 1000 meter boven het dal uitsteekt. De laatste gletscher, die van den Illimani neerdaalt, houdt 5000 meter boven de zee op, verder omlaag is er geen sneeuw meer en nu beginnen de bergbouw-districten. Daar ligt ook de hoogste stad van de wereld, Potosi, 4000 meter boven de zee, aan den voet van een berg, die door zijne buitengewoon rijke zilvermijnen beroemd is.

Het hoogland, door deze ketenen ingesloten, is verschillend in hoogte en vertoont ook belangrijke verschillen in klimaat. Het noordelijkste gedeelte van het dal nabij Puno en La Paz (tusschen welke beide steden het Titicaca-meer ligt) is zeer bevolkt, goed bebouwd, levert alle graansoorten op, van de bergrijst en turksche tarwe af tot aan de gerst. Het meer, dat wegens zijne hooge ligging beroemd is en bijna 20 maal zoo groot is als het meer van Geneve, dus bijna zoo groot als het koningrijk Saksen, laat nog heden aan zijne oevers en op eenige eilanden ruïnen van tempels en paleizen zien van eene grootte, die onze verbazing opwekt en die aan een volk behoord zouden hebben, dat daar lang voor de Inca's gewoond heeft. De stad La Paz, die reeds in het jaar 1867 bijna 80000 inwoners had, heeft misschien de schoonste ligging van de aarde, zelfs Rio de Janeiro en Napels niet uitgezonderd; vóór zich in het westen ligt het prachtige meer en achter haren rug ziet men de met sneeuw bedekte hooge bergen, onder welke de top van den Illimani slechts 37 kilometer verwijderd is.

Ten noorden van de bergketen, die de hoogvlakte van Titicaca (die men ook wel naar den Desaguadero noemt, welke in haar gansche lengte er doorstroomt) vormt, ligt het plateau van Cuzco, ook een voormalige hoofdstad

van het rijk der Inca's en die, door de ruïnen van prachtige paleizen en vestingwerken uit cyclopische 1) muren gebouwd, de macht en grootte van het rijk bewijzen, terwijl zeer schoon gebouwde kunstwegen, van honderden kilometers lengte, die in breedte en duurzaamheid naast de beroemdste werken van de Romeinen gesteld kunnen worden, getuigenis afleggen van de juistheid, waarmede de regeering toonde te begrijpen, hoe zij het doelmatigst en nuttigst voor het volk werkzaam kon zijn. Deze kunstwegen, die naar verschillende richtingen in het rijk loopen, gaan alle over bergpassen, wier hoogten die van den piek van Teneriffe duizenden voeten overtreffen.

Nog verder noordwaarts verdeelt zich de bergmassa der Cordillera's nogmaals, en men heeft nu eene westelijke, eene middelste en eene oostelijke Cordillera. Tusschen deze liggen weder prachtige hoogvlakten, en wel tusschen de beide eerstgenoemden, van 11 tot 5 graden zuider breedte, die van den Maranon, welke zich bij St. Borga naar het oosten opent, om den kleinen bergstroom den ingang in het oostelijke landschap mogelijk te maken, waardoor hij verder op als de grootste stroom van de aarde loopt. Deze Maranon zou uit het Lauricocha-meer ontspringen, zooals men gaarne alle groote rivieren uit meren laat ontstaan; intusschen is het volstrekt niet uitgemaakt of deze rivier, op de nieuwe, fraaie kaart van Ziegler als Maranon aangegeven, werkelijk de verstliggende oorsprong van de Amazonenrivier is; de langere en breedere Ucayale, aan welke de Peruaansche hoofdstad Cuzco ligt, heeft althans even veel, zoo niet meer recht op dezen naam.

Aan het zuidelijkste einde van dit dal liggen de rijke zilvermijnen van Pasco op eene hoogte van ruim 4000 meter boven de zee. In dit hooge dal treft men evenals in vele andere in de hooge streken van de Andes, vele kleine meren aan, welke alle een buitengemeen doorschijnend water hebben, zoodat men duizenden voeten diep daarin meent te kunnen zien; vele daarvan houdt men voor onpeilbaar diep. Daar zij door de eeuwige sneeuw der bergen gevoed worden, is hun water ijs-koud.

Door het dichtstbij gelegene van deze hoogdalen, tusschen de middelste en de westelijke van de drie ketens, loopt de rivier Huallaga, die, gelijk al hare zusters, honderden mijlen noordelijk, oostelijk en zuidelijk, in de Amazonen-

1) Cyclopische muren noemt men zulke, die uit onbehouwen, ruwe, veelhoekige steenen zijn gebouwd, welke men zoo zorgvuldig heeft uitgezocht, dat de holten van den eenen steen door uitsteeksels van een anderen worden opgevuld. De omheiningen van de tuinen in Oost-Pruisen, Lithauen en Polen zijn meestal cyclopische muren. Deze manier van bouwen werd in Etrurië in de oudste tijden voor de grootsche werken gebezigd en het is die wijze van bouwen, welke alle volken, die geen ijzer hebben, zooals het goudrijke Peru, en het half fabelachtige oude zuidelijk Europa (de zwaarden der Grieken in den Trojaanschen oorlog, alsmede de wapenen van de oude Romeinen waren van metaal) ontbrak, genoodzaakt waren te volgen: want zonder ijzer en het hieruit vervaardigde staal kan men geene steenen vormen en afhouwen.

rivier uitloopt en een van de rivieren is, waaruit deze hare water ontvangt (evenzeer 4000 meter hoog).

Dit meest oostelijke van de beide dalen is nog schooner, rijker en romantischer dan het daar naast gelegene. Het bezit alle schoonheden van een tropischen plantengroei, want het ligt, evenals de onmiddellijk daar naast gelegene geheel en al in de aequatoriaalzone, en wat de *hoogte* de temperatuur zou doen verminderen, als het *vrij lag*, dat wordt opgeheven door de beschutte ligging tusschen de beide gebergten.

Verder naar het oosten toe ligt nu verder nog het waarlijk tropische dal van den Ucayale. Het is nog niet zeker genoeg uitgemaakt of dit een hoogplateau is of niet. Daar het naar het oosten toe naar de ontzaglijke vlakte van Brazilië geopend is (derhalve niet door de twee bergketens beschut wordt) en toch prachtige cacaobosschen en vanille in groot aantal bevat, mag men vermoeden, dat het reeds tot het laagland behoort, waaraan het ten oosten grenst. Deze heerlijke streken zijn de laatste toevluchtsoorden voor de Amerikanen, die door de Portugeezen steeds verder werden teruggedrongen. Hier wonen de Piros-, de Remos-, de Mayorunas-, de Maynos- en de Abyras-*Indianen* (zooals men ze ten onrechte noemt); daarom worden de schatten der tropische vegetatie, waartusschen zij leven, nog niet door de Europeanen gezocht en wij krijgen onze vanille en onzen cacao niet zuidelijk, maar noordelijk van den aequator, uit Caracas en Suriname. Van de drie bergketens, die de twee eerstgenoemde hoogvlakten insluiten, bereikt alleen de westelijke de grens van de eeuwige sneeuw, terwijl slechts enkele punten hooger uitsteken. De drie bergketenen, die wij verlaten hebben, vereenigen zich eigenlijk niet tot een, maar de beide oostelijke houden geheel op en alleen de westelijke zet zich voort en verdeelt zich op nieuw op 5 graden zuiderbreedte.

Op die plaats ligt de bergknoop van Loja, en op eene van de hoogste vlakten, die tusschen twee berg- en vulkaanketens ligt, welke nog even hoog (3000 meter) daarboven uitsteken, liggen de steden Loja, Cuenca, Riobamba, Ambuto, Tacunoa, Quito, Ibaqua en Pasto.

Dit is inderdaad een zeer merkwaardig verschijnsel; het komt nergens zoo sterk weer op aarde voor. Op al de tot nog toe beschouwde hoogvlakten, alsmede op die, welke meer noordwaarts tot aan de andere zijde van Mexico liggen, treft men rijke en goed bevolkte steden bijna in rijen achter elkander gebouwd aan.

De oorzaak van dezen zonderlingen stedenbouw, die zich van 36 graden zuiderbreedte tot bijna even ver noordelijk uitstrekt, heeft ongetwijfeld een physischen grond, die ook blijkt, zoodra men er op let, dat de hoogten, waarop de steden liggen, steeds stijgen, hoe meer men den aequator nadert (met enkele uitzonderingen, zooals Potosi, dat hooger ligt dan Quito, waar dan ook weder eene andere oorzaak was: de rijkdom der bergen).

Deze steden en de rijken, welke van daaruit geregeerd worden, zijn door

verhuizing van ontwikkelde bergvolken gegrondvest. Deze vermijden altijd de heete, dicht bij zee gelegen vlakten te betreden, waar zij weten, dat nadeelige klimatische invloeden heerschen, dat zij schadelijke insecten, amphibiën en verscheurende dieren zouden vinden, dat zij zich met andere planten zouden moeten behelpen, dan hun lief zijn, en in het algemeen hunne geheele levenswijze zouden moeten veranderen.

Uit verre streken naar den aequator gaande, uit hoogere zuider- of noorderbreedte dezen naderende, brachten zij de graansoorten mede, die zij in hunne vroegere woonplaatsen verbouwden en zochten voor deze geschikte landstreken en klimaten, en deze konden zij onder geene andere omstandigheden vinden dan te hooger, naarmate zij nader bij den evenaar kwamen.

De Spaansche veroveraars hebben in hunnen barbaarschen gouddorst en de Spaansche monniken in hunne onchristelijke bekeeringswoede, twee groote, edele volksstammen bijna geheel vernietigd, zoodat alleen nog sporen van hun bestaan zijn overgebleven. Hun vroeger bestaan wordt nog slechts gekend uit de schatten van wetenschap en kunst, die men den ongelukkigen ontroofde en als tropeeën en rariteiten naar Europa zond, waar zij onder ouden rommel in vergetelheid geraakten, onder stof bedolven werden en vermolmden, omdat zij niet uit goud bestonden, de eenige stof, die men verlangde, totdat Humboldt's wetenschappelijke ijver op deze voorwerpen de aandacht vestigde en men uit stof en slijk nog een klein gedeelte van de oude manuscripten, schilderijen en beeldhouwwerken redde.

De Spaansche conquistadores volgden de kunstwegen en de sporen der beschaving van stad tot stad, ontvolkten deze eerst en bevolkten ze dan weder met nieuw aangekomen gelukzoekers en hunne echte en onechte afstammelingen, daar de vrouwen der Peruanen en Mexicanen, wegens hare schoonheid, niet zoo bij duizenden neergesabeld of verbrand werden als de mannen.

Die prachtige bergstreken, het eerst bekend en beroemd geworden door de kina-boomen, die in zoo grooten getale in hare wouden voorkomen en van wier takken de bast als koortsdrijvend middel onder den naam van kina tot ons komt, sluiten, zooals wij reeds opmerkten, eene langwerpige hoogvlakte in, die zich over eene uitgestrektheid van ongeveer zeshonderd kilometer door de republiek Ecuador uitbreidt. Dwarsruggen, die de evenwijdig loopende gebergten met elkander verbinden, verdeelen deze plateau's in groote, langwerpige vierhoeken waarvan de meest zuidelijke, die van Cuenca, het minst belangwekkend, die van Riobamba en Ambuto door den Cotopayi het meest grootsche, die van Quito evenzeer met den Cotopayi, den Pichincha, den Chimborazo, Antisana en Cimbo-Ciambe het schilderachtigst is. Door den laatstgenoemden berg loopt de aequator van de aarde.

Hier op deze «eilanden in de vrije luchtzee» ligt als 't ware eene wereld op zich zelve, een rijk, bijna met het half fabelachtige Amhara in Afrika te vergelijken, met bergen en dalen, met meren en stroomen, met schoone en

groote steden, wier bewoners zich in alle genietingen van den geest, van de kunst, van het gezellige leven verheugen, de gemakken van een verfijnd leven genieten, een land bewonen, dat in grootschheid en schoonheid met geen ander te vergelijken is, en dat bij al deze aantrekkelijkheden toch een stuk van eene vreemde wereld lijkt, op een deel van de oppervlakte der aarde nedergevallen. Wanneer het 3000 meter lager gelegen ware, dan zou het er onophoudelijk regenen, de wouden zouden moerassen zijn, de bodem zou van krokodillen en slangen, de lucht van muskieten wemelen, giftige planten met verleidelijke vruchten zouden den onvoorzichtige een pijnlijken dood veroorzaken, in plaats van de koele, heldere lucht, zou eene verstikkende, vochtige hitte hem traag en onbeholpen maken, en hij zou de edelste neigingen van den geest, die voor kunsten en wetenschappen, in het geheel niet in zijn hart hebben opgenomen.

De bergketens, welke deze gelukkige dalen insluiten, blijven nog een tijd lang evenwijdig, maar dan verdeelen zij zich zóó, dat de westelijke in de nabijheid van de kust blijft en naar de landengte van Panama loopt, waar zij allengs zóó laag wordt, dat er zelfs geene hoogvlakte overblijft, maar integendeel volkomen laagland, dat in den regentijd een moeras wordt, hetwelk de landengte van Panama met Zuid-Amerika verbindt. Hier is ook de plaats, waarop Humboldt dikwijls gewezen heeft, wanneer men hem naar zijne meening vroeg omtrent de meest geschikte ligging voor een geprojecteerd kanaal tusschen den Grooten en den Atlantischen Oceaan; hier en op geene andere plaats houdt hij zulk een kanaal voor mogelijk, en dit spreekt hij in verscheidene van zijne geschriften duidelijk en zelfs in de nieuwste uitgave van zijne «Natuurtafereelen» met eene zekere ergernis uit, omdat zijn raad niet opgevolgd wordt, «dat men na alle mogelijke *mislukte* proeven, om een gunstig punt van overgang te vinden, dáár zal eindigen, waar men, naar den herhaaldelijk en van verschillende zijden van hem verlangden raad, had moeten beginnen». En dit schijnt zich nu te bevestigen; de lang geprojecteerde onderneming begint onder de handen van den beroemden maker van het Suezkanaal, de Lesseps, een vasten grond te krijgen.

Een van de schoonste hooglanden van de aarde opent zich voor hem, die de oostelijkste van de beide ketens der Andes volgt, de streek van Santa Fé de Bogota.

De Llanura de Bogota is volgens Humboldt's opgaven 2710 meter boven den spiegel der zee verheven, geheel vlak (zoodat de oorspronkelijke bewoners als sage verhalen, dat hier een meer zou gelegen hebben, welks bodem de tegenwoordige 890 tot 1900 vierkante kilometer groote vlakte uitmaakte), en levert verscheidene hoogst merkwaardige verschijnselen op, waarom wij niet kunnen nalaten, het voornaamste er van, volgens de mededeelingen van den grooten natuuronderzoeker hier te vermelden.

«Uit het dal van de groote Magdalenarivier, (welke van de Cordilleras uit

in bijna noordelijke richting naar de golf van Mexico stroomt, in welks binnensten hoek zij bij Cartagena uitmondt), met de heerlijkste keerkringvegetatie versierd, komt men, als men aan de tallooze krokodillen en, waar men zich nog meer over verheugt, aan de dichte zwermen der muskieten ontkomen is, in twee dagen uit de Terra calienta in de Terra fria (brandend en verkoelend land) van de hoogvlakte van Bogota. Men verlaat een klimaat van 27° gemiddelde temperatuur en komt in eene zone van 14°. De weg was tot het jaar 1816 bijna een zuivere watergeul, eene kloof, waarin soms twee muildieren niet voor elkander konden uitwijken, en toch leidde deze naar de *hoofdstad* van het land, die 28000 tot 30000 inwoners telt. Toen de Spanjaarden weder eenigen tijd in het bezit van Nieuw-Granada (Columbia) kwamen, lieten zij, om de militaire communicatie gemakkelijker te maken en ten gevolge van eene staatkundige reactie, den weg van Honda naar Bogota door veroordeelden uit de republikeinsche partij verwijden en verbeteren. Sedert dien tijd verkreeg hij eene andere gedaante en, wat de vice-koningen gedurende een vreedzaam bezit van bijna drie honderd jaren niet hadden willen ondernemen, werd nu gedurende een burgeroorlog spoedig tot stand gebracht.

« Het stadje Honda ligt bij de vereeniging van den Rio Guali met den Rio Magdalena. Boussingault meent dat het stadje (welks inwoners veelal kropgezwellen hebben) eene hoogte van 212 meter boven de zee heeft; diensvolgens zou de Magdalena, bij eene lengte van 850 kilometer, een verval hebben van 25 centimeter per kilometer.

Door de beide aantrekkelijke en gematigde dalen van Guaduas en Vitetta stijgt men onafgebroken door een dicht woud naar de hoogvlakte. Bij het dorp Facatativa komt men op het plateau in eene nagenoeg boomlooze, onafzienbare vlakte, waarop aardappelen, tarwe enz. verbouwd worden. Dáár ligt het dorp Funzha, dat onder Spaansche heerschappij vroeger Bogota heette. Sedert de omwenteling heeft men de namen veranderd, die van het dorp Bogota is op de hoofdstad overgebracht en het land kreeg den oud indischen naam Cundinamarca.

Bogota, de stad, door lanen van reusachtige datura's omgeven, ligt dicht bij een bijna loodrecht neerdalenden rotswand, waartegen op eene hoogte van 700 meter, twee kapellen evenals vogelnesten liggen, van waaruit men een heerlijk uitzicht heeft op de geheele bergvlakte en op de sneeuwbergen van de daartegenover liggende middelste Andesketen. In het zuid-westen ziet men bijna onafgebroken een dampkolom opstijgen; deze wijst het punt aan, waar de ontzaglijke waterval van den Tequendama ligt. Het karakter van het geheele landschap is grootsch, maar melancholisch en woest.

De gemiddelde jaarlijksche temperatuur van Bogota is $\frac{7}{10}$ graad lager dan die van Quito, ofschoon het laatste 280 meter hooger ligt, dus eigenlijk kouder moest zijn. Of het nu de beschutte ligging in een eng dal aan den voet van een vulkaan, boven een grooten vulkanischen haard is, waaraan Quito

eene hoogere, gemiddelde temperatuur te danken heeft, is niet te beslissen.

Het klimaat van Bogota heeft gewoonlijk in *elk* jaargetijde eene dagtemperatuur van 15 tot 18 graden C. en eene nachttemperatuur van 10 tot 12 graden C. Lager dan $3^1/_2$ graad *boven* nul is de thermometer nimmer gezien (ook in Quito, bij eene hoogte van bijna 3000 meter, daalt hij, zelfs 3 meter boven den grond, nimmer tot het nulpunt).

Volgens scherpzinnige onderzoekingen van Dove wordt het klimaat van eenige plaats niet door de gemiddelde temperatuur, maar door die van de *jaargetijden* bepaald. Bogota, op $^1/_2$ graad noorderbreedte, heeft dezelfde gemiddelde temperatuur als Rome op 42 graden. In Bogota is de afwisseling van temperatuur tusschen zomer en winter slechts $2^1/_4$ graad, in Rome $16^1/_2$ graden. De warmste maand in Bogota heeft 17, de koudste 15 graden; in Rome heeft de warmste $24^1/_2$, de koudste 8 graden (alle graden berekend naar de schaal, volgens Celsius). Derhalve is eigenlijk het klimaat van Bogota veel minder aangenaam, dan men zou vermoeden, althans voor menschen is dit ongetwijfeld het geval; voor planten is het iets anders, want de menigvuldige nevels, die over de hoogvlakten trekken, bevochtigen de gewassen en geven daaraan een frischheid, zooals men die in de tropische landen gewoonlijk niet vindt. Toch ontbreken, doordat de zomerwarmte niet hoog genoeg is, de edelste producten der tropische luchtstreek.

De hemelhooge rots, waarop de kapellen liggen, wordt in tweeën gedeeld door eene geweldige kloof, waarin een riviertje, San Francisco, naar beneden stort, door de stad stroomt en na zich met twee andere beken vereenigd te hebben, uitloopt in den Rio de Funzha of de Bogota, die in het midden van de vlakte stroomt en deze in de lengte verdeelt. De stroom, die al het water van deze met bergen omkranste vlakte opneemt, loopt nu door een nauwe opening in de bergmassa naar beneden en vormt daarin den beroemden en prachtigen waterval van Tequendama, waarna hij door de kloof, die zich allengs tot een dal verwijdt, naar de Magdalenenarivier stroomt.

De lagen in deze rotspoort liggen horizontaal: de spleet schijnt van jonger datum dan de verharding en opheffing van deze kalklagen: het is geen spleet, welke die lagen, die onder ongelijke hoeken tegen elkaar hellen, tusschen hare deelen overlieten, maar een dwarsdal, door dezelfde geheimzinnige krachten ontstaan, die zich bij elke terugwerking van het binnenste der aarde ten opzichte der oppervlakte openbaren.

Heeft de opening van eene aanvankelijk nauwe spleet zich door de kracht van het water allengs tot hare tegenwoordige afmeting van 12 meter breedte verwijd, zooals sommige wetenschappelijke mannen in Bogota meenen? Humboldt betwijfelt deze werkingen van het water. De zaak komt in elk Alpendal voor; de thans stroomende wateren hebben nauwe kloven tot breede dalen uitgegraven en kronkelen zich door de wijde ruimte van deze. Het zijn *kleine* natuurverschijnselen, die niets te maken hebben met de groote en machtige

oorzaken, door welke het algemeen relief van de aarde veranderd en verstoord wordt.

Die zwakke, kleine krachten, waardoor langzaam landen vervormd worden, waardoor landen ontstaan door aanslibbing van de delta's van groote rivieren of door het opheffen van koraaleilanden uit de zee, geven geen voldoende verklaring voor de grootsche natuurverschijnselen, voor de leer van het ontstaan van die deelen van de aarde, die ons thans tot woonplaats strekken. De regendroppel doorboort wel door herhaald vallen een steen, maar hij geeft aan de korst van onze planeet hare tegenwoordige gedaante niet.

Zelfs de ruwe oude volkeren, die voor duizenden jaren deze streken bewoonden, hebben dit gevoeld en er heeft zich daarnaar een sage gevormd, welke, daar ze een zuiver geologische is, wellicht niet onbelangrijk is te leeren kennen.

De groote geleerde, dien wij hier volgen, zegt als inleiding tot de sage:

«De hoogvlakte van Bogota vormt, evenals die van Mexico, een gesloten bekken, waaruit het water slechts op een enkel punt een uitgang vindt. Beide bevatten in hun vergruisden bodem de fossiele beenderen van olifantachtige dieren van de voorwereld. Uit het bekken van Mexico, dat bijna 400 meter minder hoog en ringvormig door trachyt- en porfierketens omgeven is, stroomt het water slechts door eene *kunstmatige* doorbraak bij Huehuetuca, die in het jaar 1607 gemaakt is en waardoor het water in den Rio de Tula en zoo in de Zuidzee stroomt. Daarentegen is de pas, waarin de watervallen van Tequendama liggen, eene natuurlijke; het is eene gangachtige rotsspleet, die òf met de opheffing van den ganschen bergketen in verband staat òf in voorwereldlijken tijd door latere, nog thans hier niet ongewone aardschuddingen ontstaan is.

Indien de bergpas van Tequendama gesloten werd, dan zou zeker, niettegenstaande de verdamping (die overigens in het zeer vochtige dal met eene niet bovenmatig hooge temperatuur, niet zeer groot kan zijn) het kleine moeras van Funzha in een Alpenmeer veranderen.

Zoo was het, naar luid van de overlevering in den aanvang der dingen. Eer de maan de begeleidster van onze planeet werd, leefde daar het volk der Muyscas met ruwe zeden, zonder landbouw en godsdienst. Daar verscheen, van het gebergte neergedaald, een man met een langen baard van een ander geslacht dan de Muyscas. Hij had drie namen, waaronder de naam Botschica de meest gevierde was. De heilige man kwam even als Manco Capac, uit de grasvelden van den Rio Meta uit het oosten; wellicht uit de boschstreek van den Orinoco, waar hooge rotswanden tot aan den Rapanure en Essequibo met symbolische teekens en afbeeldingen bedekt zijn. Evenals Manca Capac leerde Botschica de bergbewoners zich te kleeden, maïs en kina te zaaien en zich te vereenigen tot een volk, dat een gemeenschappelijken eeredienst bezat en tevens vereenigd was door het geloof aan de heiligheid van zekere plaatsen.

Botschica was vergezeld door eene vrouw, die boosaardig alles verstoorde,

wat de heilige man tot het geluk der menschen had uitgedacht. Door hare tooverkunsten liet zij het water in de rivier Funzha rijzen; de geheele hoogvlakte werd een zee en slechts weinige menschen redden zich op het naburige gebergte. Toen werd de man toornig en verjoeg de ongeluk aanbrengende vrouw, die nu de aarde verliet en tot maan werd (welke voor de oudste Muyscas niet had geschenen, zoomin als voor de oudste Arkadiërs, de *proselenieten*).

Botschica, die zich over het menschelijke geslacht erbarmde, opende nu met een sterke hand een rotswand bij Cunoas, liet de Funzha zich daar naar beneden storten en maakte zoo de geheele vlakte droog. De watervallen, het natuurwonder van die streek, zijn derhalve zijn werk. Deze daad herinnert aan die van den Indischen Kasyapa, die aan het gesloten Alpendal van Kasjmier zijn ouden naam Kasyapur gaf en voor het afvloeien van het water uit het dal den bergmuur Buramaulsch opende.

Botschica vereenigde de menschen, die door den vloed verspreid waren, leerde hen steden bouwen, voerde den dienst der zon in, maakte eene grondwet voor den staat, volgens welke de opperheerschappij tusschen een wereldlijken en een geestelijken beheerscher verdeeld werd, en trok zich toen, daar zijne zending gelukt was, in het dal van Iraca terug, waar hij in beschouwingen verdiept bleef, tot hij eindelijk verdween.

« Deze mythe, een *geognostische roman*, zooals de oudste heilige boeken van vele volkeren, dikwijls van een historischen vergezeld er een aanbieden,» zoo gaat Humboldt voort, « is deels door de plaatselijke omstandigheden van het hooge dal van Bogota en de overstroomingen van het riviertje Funzha, deels door de neiging tot symboliseeren van de vroegere menschheid ontstaan. Onder alle luchtstreken, in Voor-Azië, in de hoogvlakten en dalen van Hellas, zelfs op kleine eilanden van de Zuidzee, vinden wij dezelfde geognostische en en moreel-politische mythen terug. Botschica en Huythaca (de vrouw) zijn het goede en het kwade beginsel, zij strijden tegen elkander. Botschica is een Heliade, een zoon van de zon, even als Manco Capac, misschien de mensch-geworden zon zelve. Huythaca, het *vochtige* beginsel, doet den vloed ontstaan en wordt tot maan. Botschica, het verwarmende, droge beginsel, verjaagt het water en laat dit afvloeien door eene spleet in de rots te openen.

Deze oude geognostische sage heeft, van eene physische zijde beschouwd, dit voor, dat zij de opening van het dal en het wegvloeien van het Alpenmeer aan eene plotseling geweldig werkende kracht toeschrijft. Deze meening sluit zich aan bij de gedaante van de poort in de rots. Er is hier blijkbaar niets, dat langzaam, dat allengs ontstaan is; door ééne scheur, door het een of ander geweldig natuurverschijnsel, moet de rots van den top tot aan den voet gespleten zijn.

De prachtige waterval, die zich in deze spleet vormt, heeft zijn indrukwekkend uiterlijk te danken aan de verhouding van de hoogte tot de watermassa, die in twee phasen naar beneden stort. De Rio de Funzha trekt zich,

nadat hij zich bij Facatativa en Fontibon in een moeras, met schoone waterplanten bedekt, heeft uitgebreid, bij Cunoas weder tot een nauwer bed samen. Humboldt vondt hem daar 43 meter breed en de watermassa in den Salto zelven scheen bij groote droogte gemiddeld eene doorsnede van 70 tot 78 vierkante meters te hebben (d. i. als men zich haar 43 meter breed denkt, eene diepte van 1,8 meter).

De groote rotswand, die tegenover den Salto staat en door zijne witte kleur en de regelmatigheid van de lagen aan den Jurakalksteen herinnert, het afwisselende spel van het regenboogachtig gebroken licht in de dampwolk, die steeds boven den waterval zweeft, de parelachtige verdeeling van de naar beneden stortende watermassa, het achterlaten van een komeetachtigen staart, het donderende, in de bergen weerkaatste gedruisch, het duister van de diepe rotskloof, het contrast tusschen de bovenste noordelijke eikenvegetatie en de tropische vormen, aan den voet van den Salto: dit alles geeft aan dit onbeschrijfelijk tooneel een eigenaardig grootsch karakter.

Slechts bij een zeer hoogen waterstand stort het water op eens loodrecht en van den rotswand afgebogen in den afgrond, maar wanneer daarentegen de rivier ondieper is, dan is het schouwspel grootscher en minder woest. De rotswand heeft namelijk twee uitsteeksels, het eene op ongeveer 10 en het andere op 60 meter diepte. Deze veroorzaken een waterval met verdiepingen, terwijl beneden alles in eene schuim- en dampzee is veranderd.

Humboldt mat de hoogte van den val door middel van den barometer, waartoe hij een drie uur langen, moeielijken weg van Cunoas naar het dal van Povosa aflegde, en toen, daar de stroom niettegenstaande sterk waterverlies nog zeer snel was, zijn barometer eerst op een grooten afstand van den voet van den waterval plaatste, waardoor, zooals hij zelf aangeeft, de uitkomst van zijne meting tot eene bloote schatting wordt. Volgens zijne berekening heeft de Tequendamaval eene loodrechte hoogte van 177 meter. Twintig jaren later werd door den begeleider van Boussingault, den Heer Roulin, de barometrische meting herhaald, volgens hem heeft de waterval de ontzaglijke hoogte van 290 meter, welk getal echter waarschijnlijk overdreven is.

Op de hoogvlakte van Bogota, zeer dicht bij de heerlijke graanvelden van Cunoas, ligt een steenkolenlaag wellicht de hoogste op aarde. Eenige mijlen van daar, in noordoostelijke richting, dáár, waar de dalen van Usme en Futscha zich in de hoogvlakte openen, komen door de ploegschaar uit zeer geringe diepte reusachtige fossiele beenderen van olifantachtige dieren naar boven. Het is het «Campo de Gigantes,» zooals reeds de eerste afstammelingen van de Spanjaarden het genoemd hebben. Aan het tegenovergestelde einde van de vlakte, in het noorden bij Zipaquira, wordt het zout uit eene machtige steenzoutbedding verkregen. Uit algemeene beschouwingen omtrent den samenhang van deze grootsche geognostische verschijnselen volgt, dat de steenzout-

en kolenlagen hier geene plaatselijke vormingen, overblijfselen van een uitgedroogd Alpenmeer zijn, maar dat deze vormingen met grootere, meer algemeene verschijnselen in verband staan, want zij komen in het diepe stroombed van de Magdalenarivier, evenals in de vlakten van den Meta en Orinoco, streken derhalve, die zoowel westelijk als oostelijk van den grooten Amerikaanschen bergketen liggen voor, en de zandsteen, die bij Bogota als voornaamste formatie voorkomt, strekt zich over de geheele oostelijke Cordillera uit tot aan den Orinoco, terwijl de kalksteen slechts in kleinere hoeveelheid voorkomt. De zandsteen vormt zulke dikke lagen en is zoo verbreid, dat Humboldt dien tot begeleider had, van de hoogvlakte af door het gansche Magdalenadal over Pandi en de beroemde natuurlijke brug van Fusagasuga (die uit drie stukken bestaat, welke gelukkig te gelijkertijd in de zeer breede rotskloof gestort zijn, zoodat zij een zwaar gewelf vormen), waarvan de derde sluitsteen zoo goed sluit, dat het is alsof hij door menschenhanden daar is aangebracht. Een weinig meer noordelijk rust deze zandsteenlaag op leisteen, met kopererts in de gangen, die rijk aan versteeningen is.

De verbreiding van deze eene formatie over eene zoo ontzaglijke uitgestrektheid en over een gebergte en gebergteplateau van minstens 4000 meter hoogte, dat hiermede aan beide zijden geheel bedekt is, is een zeer belangrijk feit, waardoor de vorming van de Andesketen vrij voldoende opgehelderd wordt. Al is men nog zoo weinig geneigd zich met de opheffingstheorie te vereenigen, toch moet men toegeven, dat dit sedimentgesteente zich onmogelijk over zulk eene uitgestrektheid en op zulk een verschillende hoogte kon afzetten en dat de Cordillera derhalve eerst *na* het afzetten van deze zandsteenlagen door eene onderaardsche kracht is opgeheven.

Wij zijn van den oever der zee door de laaglanden naar de hoogvlakten opgestegen en kunnen ons nu gevoeglijk tot de oorspronkelijke gebergten, tot de opheffingen van de aardkorst, den derden, hoogsten trap, wenden.

Deze nemen het kleinste gedeelte van de geheele oppervlakte der aarde in, en daar wij boven gezien hebben, dat men reeds vlakten licht, en nog veel gemakkelijker gebergten te hoog schat, zullen wij met eenige getallen bewijzen, hoe sterk dit het geval is.

Het behoeft nauwelijks vooraf gezegd te worden, dat, wanneer men al het land vlak maakte en de diepten opvulde, de aarde dan geheel met water bedekt zou zijn. De zee toch neemt driemaal zooveel ruimte in als het land, de laagvlakten verheffen zich weinig boven het niveau der zee De diepten, de dalen in den oceaan echter zijn evenveel duizenden meters diep, als de hoogvlakten honderden meters hoog. In den Atlantischen Oceaan (om van den Grooten Oceaan nog in het geheel niet te spreken) vindt men dalen van bijna 15000 meter diepte, terwijl de hoogten van de vaste aardkorst nauwelijks gemiddeld het vierde deel en slechts op enkele punten iets meer dan de helft van die hoogte bereiken. Werd dus zooveel grond van het vaste land afge-

nomen, dat daarmede de zee opgevuld werd, dan zou het eerste diep onder het niveau der zee moeten worden afgegraven.

Om tot zulk eene vergelijking te komen moet men de massa van het gebergte van zijn voet, op de hoogte van de oppervlakte der zee, tot aan zijn top, zoo nauwkeurig mogelijk kennen, en de oppervlakte van het terrein trachten te bepalen, waarover deze massa verdeeld zou moeten worden.

Nemen wij als voorbeeld, om te doen zien, hoe gemakkelijk verkeerde denkbeelden zich vastwortelen, hoe men gemakkelijk door eene wellicht onjuiste uitdrukking in de war geraakt, de maat van paardenkracht van een stoomwerktuig aan. Men zegt: «eene paardenkracht heft 4500 KG. in eene minuut een meter hoog op.» Onzin, antwoordt de leek op deze verklaring, ik heb een paar prachtige, goed gevoede en sterke paarden, maar beide te zamen kunnen geen 4500 KG. in een minuut 1 Meter opheffen.

Wanneer in plaats van den eenen factor 1, de factor 100, en in plaats van den anderen 4500 de kleinere 45 gesteld werd, *wat volkomen hetzelfde is*, (want 100 maal 45 is even veel als 1 maal 4500) dan zou niemand de zaak ontkennen en ieder zou een *bevattelijk* beeld krijgen. Dat een paard 45 K.G. in eene minuut 100 meter kan opheffen (zonder takelwerk, alleen met een eenvoudige katrol), zal men niet de moeite waard vinden te bestrijden.

Beschouwen wij nu de Pyreneeën, een 3300 meter hoog gebergte, tusschen de Middellandsche zee en den Atlantischen Oceaan, de scheiding van Frankrijk en Spanje uitmakende, dan meenen wij iets grootsch, iets dat in het oog valt, te zien en wij kunnen ons haast geen denkbeeld vormen van de geweldige massa's, welke daar aanwezig zijn, spreidt men ze echter uit over geheel Europa, dan wordt de vlakte hiervan *nauwelijks twee meter verhoogd.*

Wanneer men het aanzienlijkste gebergte van ons vasteland, de Alpen, van de Ligurische en Zeealpen af, met de Zwitsersche, Tiroler, Stiermarker, Carnische tot aan de Dinarische Alpen, die in den Balkan aan de Zwarte zee eindigen, over de geheele breedte van 110 tot 225 kilometer in de vlakte uitbreidt en over geheel Europa uitspreidt, dan wordt dit nauwelijks 7 meter verhoogd.

Nemen wij nu alle gebergten te zamen, voegen wij daarbij alle hoogvlakten, vergeten wij ook niet de veel grootere massa's van de laaglanden en breiden wij dit alles netjes, effen en gelijkmatig over Europa uit, dan bedraagt de vergrooting der hoogte er van toch nog niet meer dan 200 meter, dat is slechts even de hoogte der laaglanden, en de plateau's en bergruggen zullen slechts juist voldoende zijn om de lagere plaatsen van deze laaglanden zóó aan te vullen, dat zij alle even hoog worden.

Nog veel meer in het oog loopend is deze verhouding voor Zuid-Amerika. De Andesketen, zorgvuldig berekend van de straat van Magelhaens tot aan de landengte van Panama, neemt eene vlakte van 1.760.000 vierkante kilometers in. Zij is namelijk 8200 kilometers lang en heeft gemiddeld eene breedte van on-

geveer 225 kilometer, hetgeen wel veel schijnt, wanneer men bedenkt, dat zij op vele plaatsen nog geene 75 kilometer breed is, maar wat geheel vergoed wordt door de zeer breede gebergten van Peru (560), Nieuw-Granada (675) en Bolivia (900 kilometer).

Spreidt men deze geweldige aardmassa, die Humboldt als een driezijdig prisma van de opgegevene grondvlakte en van ongeveer 2700 meter hoogte schat, over geheel Zuid-Amerika uit, dan zou dit eene horizontale verhooging van 128 meter hoogte geven. Zuid-Amerika toch heeft eene uitgestrektheid van 17.700.000 vierkante kilometer, verdeelt men daarop het driezijdige prisma van 2700 meter hoogte, dat gelijk is aan een rechthoek van dezelfde grondvlakte en slechts de *halve* hoogte, dan blijkt de genoemde uitkomst geheel juist te zijn, want 1350 meter op eene tien maal zoo groote vlakte uitgespreid, geven 135 meter en de 100.000 vierkante kilometers, die nog over zijn, nemen zooveel van de 135 meter weg, dat er slechts 128 meter overblijven.

Noord-Amerika heeft eene oppervlakte, die 1.650.000 vierkante kilometer grooter is dan die van Zuid-Amerika, en de helft hiervan is laagland. Op de verhooging daarvan zouden, volgens Humboldt's scherpzinnige onderzoekingen het bergachtige gedeelte van Mexico, de rotsgebergten en de Alleghanys invloed hebben. De eigenlijke gebergten omvatten eene vlakte van nagenoeg 1540000 vierkante kilometer.

De Noord-Amerikaansche Andesketen daalt, volgens de barometrische metingen van Humboldt, den opperbergraad Buckart en Dr. Wislicenus, van de parallellen van den 18en en 19en graad af — dat is van de groep van den vulkaan van Orizaba en den Popocatepetl tot Santa Fé en Toas in Nieuw-Mexico — zoo naar beneden, dat hij verder nergens tot de sneeuwgrens reikt, die toch ook naar het Noorden toe snel daalt. Bij de expeditien van 1842 en 1844 heeft de koene en verdienstelijke Fremont in de groep der Windvloedbergen, op eene breedte van 43 graden, een enkelen top van 4240 meter bestegen. Tusschen de parallellen van 43° en 47° is de hoogte van 400 punten bepaald, zoodat een streek lands, welke met de krommingen van den weg bijna 6750 kilometer bedraagt, van de uitmonding van de Kansas-rivier in den Missouri tot aan het fort Vancouver en de kusten der Zuidzee — bijna 2100 kilometer meer dan de afstand van Madrid tot Moskau — ten opzichte van haar hoogte-profiel geheel bekend is. Onder de gemiddelde breedte van 37° tot 43° vindt men in het rotsgebergte, behalve groote sneeuwtoppen, welke de hoogte van den piek van Teneriffe hebben, hoogvlakten van eene uitgestrektheid, zooals men elders nauwelijks op aarde vindt. In de richting van het oosten naar het westen overtreffen zij de Mexikaansche tropische hoogvlakten bijna twee maal.

Van het gebergte, dat ten westen van het fort Laramie een aanvang neemt, tot aan gene zijde van het Wahsatch-gebergte, verheft zich onafgebroken eene

verhooging van den bodem van 1700 tot 2300 meter boven den oppervlakte der zee. Deze ruimte, the great bassin, eene soort van breed, langwerpig dal tusschen de Rocky-mountains en de westelijke sneeuwketen van de kust van Californië, is vol zoutmeren, waarvan het grootste, vroeger als Laguna de Timpanogos bekend, 1310 meter hoog ligt. In het kleine Utah- of Mormonenmeer, dat met het great salt lake in verbinding staat, mondt de rivier Timpan Ogo uit, dat is in de taal der naburige volksstammen de *rotsvloed.*

Alle bergketens te zamen genomen, welker gemiddelde hoogte op 1600 meter geschat kan worden, met de Apalachen-gebergten (waarvan een gedeelte de Alleghanys heet, waarnaar thans het geheele gebergte zoo wordt genoemd), dat over eene uitgestrektheid van 82500 vierkante kilometer eene gemiddelde hoogte van 800 meter heeft, zouden de hoogte van het vlakkeland van Noord-Amerika nauwelijks 80 meter verhoogen.

Het grootste werelddeel is het ontzaglijke Azië, dat een vierkante oppervlakte van 41,600,000 vierkante kilometer heeft, waarvan de vlakten van Siberië alleen meer dan 11,000,000 bedragen.

De verheffing tusschen den Himalaja en den Kuen-Lun, tusschen de parallellen van 28 en 36 graden, heeft, wanneer men de beide hooge bergketens mederekent, eene oppervlakte van 1265000 vierkante kilometer. De lengte van de gansche bergketen, van Gilgit tot Brahma Kunn, schat Hodgson op 3370 kilometer, de gemiddelde breedte op 187, afwisselend tusschen 135 en 225 kilometer. De gemiddelde hoogte van den kam schat Hodgson slechts tusschen 3100 en 5000 meter.

Dit ontzaglijk hoogland, over geheel Azië verdeeld, zou niet meer dan eene verhooging van het laagland van ongeveer 100 meter te weeg brengen.

Uit al deze onderzoekingen, welke door Humboldt met de grootste scherpzinnigheid zijn gedaan en die wij hier slechts broksgewijze konden mededeelingen (onderzoekingen, welke hij slechts als een begin beschouwt), volgt ten duidelijkste, dat de gebergten, die op ons menschen den indruk van zulke groote massa's maken, toch slechts onbeteekende verheffingen zijn, als men ze met de geheele massa der aarde vergelijkt. Verder blijkt hieruit tevens, dat de massa der plateau's veel grooter is dan die der gebergten.

Verheffingen der Aardkorst.

Alle verheffingen van de aardkorst boven een algemeen niveau zijn ten slotte het werk van eene inwendige kracht in de aarde, en die kracht kan geene andere zijn dan de warmte, in het geheele lichaam der aarde aanwezig.

De oorspronkelijke gesteenten van de aarde hadden eene *kristallijne* structuur. Uitwendige krachten, de in beweging zijnde dampkring, het in beweging zijnde water, knaagden onophoudelijk aan de nauwelijks gestolde oppervlakte, vermengden de afgewreven deelen met elkander en voerden die naar lagere plaatsen, waar zij volgens de wetten der zwaarte nederzonken en groote horizontale lagen vormden, waarop weer andere zich afzetten, en zoo ontstonden uit de gestolde *gekristalliseerde* gesteenten, die oorspronkelijk gloeiend vloeibaar waren, de *laaggesteenten*, die in groote, uitgestrekten lagen van zeer verschillende dikte de oppervlakte van de aarde bedekken.

Maar dit rustige, langzame vormingsproces van de aardkorst werd door de geweldige krachten in het binnenste der aarde gestoord en gestuit of op in allen gevalle niet rustige wijze veranderd. Het hoofdlichaam van de aarde, de kern, moeten wij ons nog thans millioenen jaren na deze periode, als gloeiend vloeibaar voorstellen. Nog thans, nu de oppervlakte der aarde door afkoeling veel verder naar binnen vastgeworden is, kan zij aan de geweldige plutonische massa's geen weerstand bieden, hoe veel te minder vroeger, toen de dikte der gestolde korst wellicht nog niet het vijftigste gedeelte van tegenwoordig bedroeg! De massa's op de oppervlakte van de aarde gelegen, verhieven zich, door de inwendige kracht gedreven, en wel het sterkst dáár, waar de geringste weerstand geboden werd, zoodat er eene helling naar twee verschillende zijden ontstond, maar die verheffing had, zooals uit den aard der zaak volgt,

niet gelijkmatig plaats, juist omdat de weerstand ongelijk was. Zoo ontstond er hier slechts een bochel op de oppervlakte van de aarde, zonder haar te scheuren, elders ontstond een groot, ver uitgestrekt plateau, daar verhief zich weder in het plateau zelf of aan de grens daarvan een nieuwe hoogte, of de oppervlakte der aarde scheurde en uit de spleet borrelden de gesmolten massa's naar boven, die de spleet opvulden en er weinig boven uitstaken, maar die voor ons, kleine insecten op dezen grooten mierenhoop, toch altijd ontzaglijk groot zijn.

Zoo kon niet slechts de vlakke oppervlakte van de aarde oneffen worden, maar ook de bestanddeelen er van werden veranderd of er kwamen andere bij. De afgezette lagen strekten zich in plaats van horizontaal schuin, steil of opgericht uit, de stof waaruit zij bestonden, werd door de hooge temperatuur van het naburige gesmoltene binnenste veranderd, zij werd half gesmolten en en stolde daarna. Zoo ontstond ook met behulp van groote drukking uit kalkafzettingen het kristallijne marmer, uit aardachtig lei het kristallijne lei; zoo ontstonden in de aardachtige massa's spleten en sprongen en deze werden door ander gesteente opgevuld, en deze gangen met hunne ganggesteenten dienden tot werkplaatsen voor de vorming van de metalen en hunne ertsen.

Het is duidelijk, dat deze vervormingen van de aardkorst geleidelijk en in vele verschillende tijdperken, door lange tijdruimten van elkaar gescheiden, plaats hadden en deze tijdperken, zoowel als de vormingen, die er toe behooren, onderscheidt men naar hunnen ouderdom in vroegere en latere, primaire, secundaire, tertiaire enz.; of wel, naar de stoffen, waaruit zij bestaan, in kalk-, lei-, zandsteen; of naar de beide hoofdkrachten, waardoor zij ontstonden, in neptunische (water-) of plutonische en vulkanische (vuur-) vormingen. De geheele uitwendige massa der aarde bestaat uit deze vormingen, maar het relief, de gedaante van het oppervlak er van, is alleen het gevolg van de beide laatstgenoemde omstandigheden. Of het was het vuur òf het water, dat hierbij zijne werking uitoefende en overal blijkt, dat het het vuur is, dat *gevormd* en *vervormd* heeft, terwijl het water niets heeft gedaan dan *vervormen*.

In den loop van dit werk is menigmaal op de verschillende laaggesteenten gewezen, waaruit de aardkorst bestaat. De oorspronkelijke massa werd, nadat zij uitwendig gestold en zoover afgekoeld was, dat er vloeibaar water op kon bestaan, hierdoor van alle kanten afgeknaagd, het afgeknaagde bezonk, zoo het hiertoe den noodigen tijd en rust genoot, in ver uitgestrekte lagen en vormde de eerste neptunische formatie.

Het is te begrijpen, dat deze werking telkens weer plaats had en de tegenwoordige toestand en de uitwendige gedaante van de aarde is alleen het resultaat van de laatste werking der scheppende krachten, die over de aarde geheerscht hebben, waarbij opheffingen en dalingen plaats hadden, die wij nu als vastland of eilanden, plateau's en hooggebergten of als het bed van de zee leerden kennen.

Dat de hoogvlakten door langzame opheffing ontstaan zijn, is evenmin te betwijfelen, als dat de gebergten, althans ten deele door geweldige uitbarstingen gevormd werden; ook thans nog spreken er genoeg feiten voor beide verschijnselen. De kusten van Skandinavië en Chili rijzen ook thans nog voortdurend en van het snel te voorschijn komen van bergen zullen wij later bij het vulkanisme de meest overtuigende voorbeelden aanvoeren. De vorm van de aarde is dus nog volstrekt niet onveranderlijk; haar weerstandsvermogen hangt af, zoowel van de dikte van hare gestolde oppervlakte, als van de taaiheid van de bouwstof, waaruit zij bestaat. Gaf de aardkorst in vroegere



Geweldige opheffing.



Rotsbrok.

tijdperken gemakkelijker mede, in den loop van de duizenden duizendtallen van jaren is zij steeds meer naar binnen toe gestold en door den overgang van sterk samengeperste vloeibare massa's tot vaste lichamen, door het steeds dikker worden van de schaal van den kogel, is eene terugwerkende kracht ontstaan, die met den duur van het stollingsproces steeds in grootte toenam.

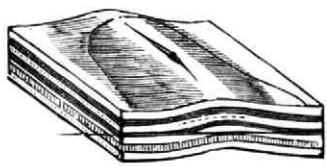
In bovenstaande figuur zien wij zulk eene gewelddadige opheffing van den grond voorgesteld, zooals die door Murchison aan de rivier Wye in Wales werd waargenomen. De stormachtige krachten, die hier gewoed hebben, troffen in de opgeheven lagen nog niet zulk eenen krachtigen weerstand, dat zij niet verschoven en geplooid konden worden. Het inwendige, plutonische gesteente dreef de hierboven liggende, wellicht nog niet hard gewordene sedimentaire lagen, zóó hoog dom- of koepelvormig omhoog, dat hieruit die verwonderlijke vorm ontstond, die aan een kunstmatig gewelf herinnert. De massa's, die men rechts op de helling en geheel beneden ziet en die men wellicht voor blokken naar beneden gerolden steen zou kunnen houden, zijn slechts struiken, die

Murchison bij het opnemen van deze streek medeteekende, maar die tot het wezen der zaak niets afdoen.

Naarmate de opgeheven steenlagen nu geheel vast, of door de hooge temperatuur van het opwaarts gedrongen, gesmolten binnenste van de aarde in kristallijn gesteente veranderd waren of niet, kon het vloeibare hoofdbestanddeel van de aarde hen verder wijzigen en vervormen. Dr. Mac. Culloch geeft in zijne beschrijving van het eiland Lewis de bovenstaande afbeelding van een sterken rots, die door de zee werd uitgespoeld, die vroeger een natuurlijk gewelf vormde, gelijk aan dat, wat wij in de vorige afbeelding zagen. Al het gesteente, dat gemakkelijk oplosbaar of aan verwering onderworpen was: lei, zandsteen, krijt, is weggewasschen en misschien te gelijk hiermede de eene helft van den boog, die, van zijn grondslag beroofd, nu ineen stortte. Wij zien dan ook aan den voet van den trotsch gevormden rots stukken liggen, die vroeger wel de andere helft gevormd kunnen hebben; het vaster staande stuk bleef echter staan, door golven, vorst noch regen aangetast, als een gedenksteen van de geweldige, scheppende krachten der natuur.

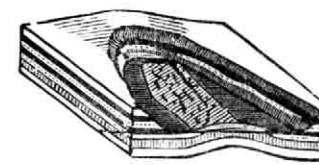
Zijn de bewegingen minder geweldig en stormachtig geweest, dan is de opheffing ook van minder beteekenis en nevensgaande figuur (1) geeft een beeld

1



Splijting.

2

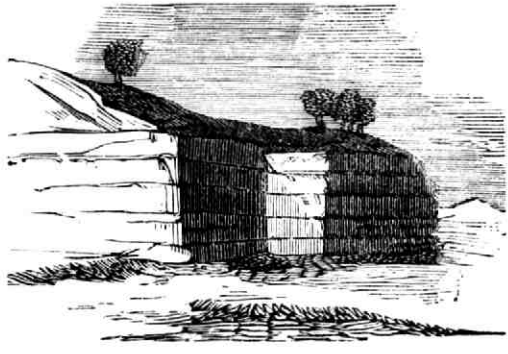


Uitwassching.

van de wijze, waarop de lagen gebogen en opgeheven werden. In dit geval vertoont de oppervlakte niets dan eene golving, zooals wij die zeer dikwijls in vlakke landen zien; doch is de opheffing van meer beteekenis, dan ontstaat er wel eens eene scheur in de bovenste laag. Hiermede is te gelijk eene voorwaarde tot vorming van een dal aanwezig; wat uit de wolken nedervalt, vindt in de aardkorst, waar die door de spleet geopend is, eene gemakkelijk oplosbare stof, die het in zich opnemen en naar omlaag voeren kan. Weldra zal dan eene uitwassching plaats hebben, zooals bovenstaande Fig. 2 doet zien, waarin de bovenste lagen, voor zoover ze gemakkelijker aangetast konden worden, weggenomen en blootgelegd zijn.

Dergelijke dalen noemt men erosiedalen (Erosionsthäler), omdat zij als het ware uitgeknaagd, uitgevreten zijn. De doorsnede, in beide laatste figuren

gegeven, vertoont eene buiging van de *lagen* door onderaardsche krachten. Men zou meenen, dat dit bij een vast geworden gesteente onmogelijk zou kunnen plaats grijpen, daar dit zou moeten barsten en breken; doch deze meening is geheel onjuist. Vooreerst kan immers de opheffing plaats gegrepen hebben, toen de lagen nog in gloeienden of althans in weeken toestand verkeerden, maar ten andere ziet men, dat zelfs het meest brooze gesteente eene zekere buiging kan verdragen, niet zooals een glazen plaat, die *veerkrachtig* is, ook niet zooals de Itakolumiet, de buigzame zandsteen, die Humboldt uit Mexico medebracht, maar zooals het nagenoeg volkomen onveerkrachtige lei, waarvan eene stift, hoe gemakkelijk die ook breekt, toch duidelijk zichtbaar gebogen kan worden, als zij maar lang genoeg is. In de Engelsche kolenmijnen heeft men dit verschijnsel eerst goed in het groot waargenomen en er eene technische benaming aan gegeven. De «Creeps» zijn krommingen van den grond, die ontstaan, wanneer men de kolenlagen wegneemt, en van de geheele, kilometers ver uitgestrekte laag slechts zooveel laat staan, als noodig is om te voorkomen, dat het hangende (de bedekking van de kolen) ineen stort. Men ziet dan, dat het vaste lei binnen de gangen, die door het uithalen van de kolen leeg geworden zijn, stijgt en zich naar boven kromt, en dat eerst dan die laag barst, wanneer die welving zeer aanzienlijk geworden is, maar dat eindelijk de ledig geworden plaatsen door de drukking, die met alle kracht op de peilers werkt, terwijl zij op de uitgegraven plekken geheel heeft opgehouden, geheel door het liggende gevuld worden, waarop men tot



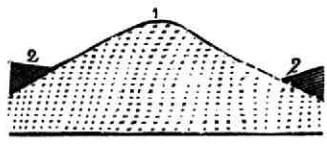
Quaderzandsteen.

het wegruimen van de koolpeilers kan overgaan, omdat nu door de Creeps, de opgeschoven onderlaag van de kolen, het dek gesteund wordt. Zulk eene opheffing heeft verwonderlijk schielijk plaats; drie of vier weken na het weghalen der steenkolen zijn de ledige ruimten gewoonlijk aangevuld, tenzij de

bodem uit eene zeer vaste en sterke rotssoort besta, zooals quaderzandsteen en dergelijke.

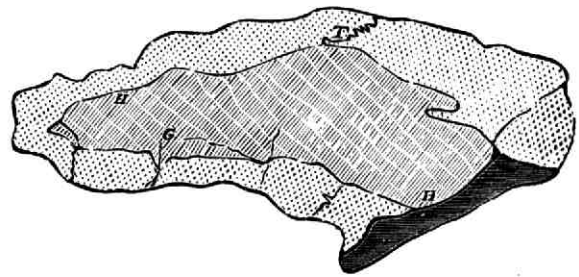
Wordt *zulk* een bodem door eene uitgestrekte inwendige drukking opgeheven, zoo verkrijgt hij het voorkomen, dat wij getracht hebben in de voorgaande figuur voor te stellen; er rijzen dan lagen, dikwijls van groote uitgestrektheid, met steile wanden, alsof zij gemetseld waren, uit den vlakken bodem op. Is de opheffing gering, slechts een paar voet, dan noemt men ze *banken*; zulke banken van groote uitgestrektheid treft men in de steppen van Zuid-Amerika aan; vormen zij hooge lagen, dan zien zij er dikwijls zeer eigenaardig uit en des te zonderlinger, naarmate regen, vorst en wind er meer aan knagen, de meer weeke zelfstandigheden wegspoelen en de hardere in groteske vormen laten staan.

Als de opheffingen gelijkmatig waren, ontstonden er plateau's; grepen zij daarentegen ongelijkmatig plaats, dan ontstonden dommen, koepels, en, indien zij bij herhaling plaats grepen, samengestelde gebergten. Eene eenvoudige opheffing en golving van den bodem zou uit een luchtballon gezien niet waar te nemen zijn, maar zoo de opheffing van een onderste laag tot eene scheiding van de hooger liggende (zie 2. 2. in nevensstaande figuur) aanleiding gegeven had, dan zou men een beeld verkrijgen, dat eenigermate met de volgende figuur overeenstemt; de opgeheven plaats, die de doorbraak teweeg bracht, zou men als een eiland buiten het overige terrein zien uitsteken.



Eenvoudige opheffing.

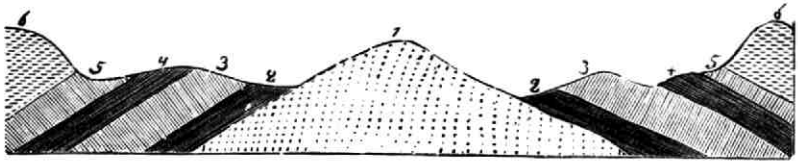
Wanneer men zich nu eene latere, eene nieuwe opheffing denkt, die nu ook



Eenvoudige opheffing bij vogelvluchtperspectief.

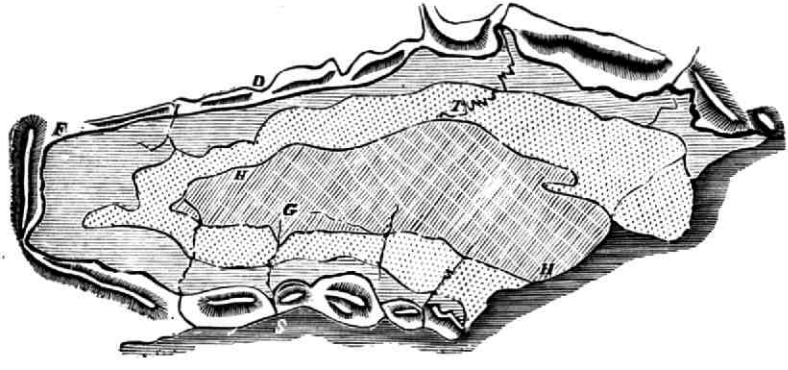
daar plaats had, waar vroeger de oppervlakte reeds gebarsten was, dan zou men meer dergelijke lagen waarnemen. In doorsnede ziet men dan twee of drie lagen, (ook wel meer, naarmate van het aantal bezinkingen, die zich op dezelfde plaats hebben afgezet) schuin staand, omdat eene onderaardsche kracht

ze omhoog dreef en hare oorspronkelijke, horizontale ligging in eene schuine veranderde en wanneer men nu deze lagen van boven af beziet, dan zal men weder een ander beeld waarnemen en wel een, overeenkomstig bijgaande teekening, die aan de natuur ontleend is. Bij het marktvlek Tunbridge, in



Doorbraak van meerdere lagen.

het graafschap Kent in Engeland, door zijne mineraalbronnen beroemd, bevindt zich een berg van Hastings-zandsteen, waarin veel kolen en overblijfselen van planten (een lid van de Engelsche Wealden-formatie, welke het midden van de bovenstaande figuur inneemt); deze is rondom omgeven door

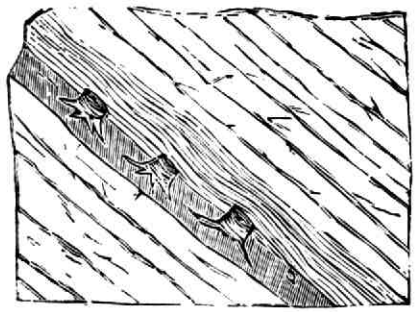


Doorbraak van meerdere lagen uit de hoogte gezien.

de wealdenklei, waarmede zij bijna altijd tegelijk voorkomt (2. 2. in de vorige figuur); daarna volgt het groenzand (3. 3.) en geheel naar buiten de kalk, die het sterkst is opgeheven en een ringgebergte om den afzonderlijk staanden berg vormt; deze formatie kan men in de teekening duidelijk onderscheiden.

Met *behulp* van eenige phantasie zal ieder lezer zich dit spoedig verder en duidelijker voor kunnen stellen; maar opdat het woord phantasie niemand zou doen meenen, dat dit geheele stelsel van opheffingen enz. slechts daarin zijn oorsprong zou hebben, zoo zij er hier nogmaals op gewezen, dat alle

sedimentaire lagen oorspronkelijk *horizontaal moeten geweest zijn*, zooals uit de wijze van hun ontstaan volgt (bezinking kan ten gevolge van de wetten der zwaartekracht wel niet anders dan horizontaal plaats grijpen) en dat derhalve al die lagen, welke *niet horizontaal* worden aangetroffen, uit hunnen natuurlijken stand geraakt zijn. Verder zij hierbij opgemerkt, dat er uit dit op zich zelf geheel voldoende indirecte bewijs, nog tallooze directe volgen. Nevensgaand schetsje stelt eene doorsnede van eene dikke laag van zeer verschillende sedimentgesteenten voor, waarvan er een vruchtbaar genoeg was, om een flink ontwikkeld woud te dragen, waarvan de wortels, ofschoon in fossielen toestand, nog bewaard gebleven zijn. Deze boomen hebben eenmaal overeind gestaan en zijn vervolgens telkens door nieuw bezonken lagen bedekt; thans staan zij alle met een helling van 45° ten opzichte van de vertikaal, terwijl de bodem een hoek van 45° met den horizon maakt. Op onze bergen staan ook boomen, doch deze vormen met hun standplaats *geene rechte*, maar meer of min *scherpe* hoeken, omdat zij zelf rechtop gegroeid zijn; daar dit hier het geval niet is, zoo volgt daaruit onmiddellijk, dat de lagen, waarop zij staan, uit hunnen natuurlijken (horizontalen) stand geraakt moeten zijn.



Gezonken wouden.

Hoe sterk zulk een oprichten plaats kan hebben, blijkt uit het nevensgaande plaatje, dat de rotsen doet zien, waarop het eens zoo beroemde en sterke Powis-Castle gebouwd werd. Hier ziet men de geheele reeks van gesteenten, die niet ver van daar nagenoeg horizontaal, of slechts zwak hellend liggen.



Rechtop staande lagen.

Het zal ieder nadenkend lezer terstond duidelijk zijn, dat, wanneer zulke op zich zelf staande verheffingen een berg vormen, de opheffingen over grootere uitgestrektheid *bergketens* zullen voortbrengen. En zoo is het ook. Heeft zich door het samentrekken van de gestolde aardkorst eene langgerekte spleet geopend, dan treedt het nog gesmolten inwendige van de aarde door deze te voorschijn en er verheft zich een *bergketen*, een gebergte van eene groote, somtijds ontzaglijke lengte, zooals de Andes van Zuid- en het Rotsgebergte van Noord-Amerika. In dit geval komt het oorspronkelijk gesteente bloot te liggen. Heeft er echter slechts eene *opheffing* over eene aanzienlijke lengte plaats gegrepen, dan zullen wij evenals zooeven een gebergte waarnemen,

waarvan echter de zijvlakken nergens steil dalen, maar zachte hellingen vormen, en wier lager liggende lagen een helling vertoonen, evenwijdig aan die der hoogere, b. v. in den Oeral.

1



Bergketen.

2



Evenwijdige bergketens.

Is zulk eene opheffing van den grond op verscheidene plaatsen geschied, dan ontstaat wat bovenstaande teekening Fig. 2 ons doet zien; twee of meer bergketens, die onderling evenwijdig zijn, vormen een bergstelsel, waartusschen in de lengte uitgestrekte dalen liggen, terwijl er tusschen de zijdelingsche uitloopers dwarsdalen liggen, waarvan er verscheidene aan de rechterzijde van de teekening zijn aangegeven. Zoo zien b. v. de Alleghany's in Noord-Amerika er uit. Had de opheffing echter niet langs eene lange lijn, maar over eene groote vlakte plaats of ontstonden er om den grooten berg, die het eerst werd opgeheven, vele andere straalvormig, of in steeds wijdere kringen er omheen, dan vormde zich een centraal gebergte.

De Harts is zulk een centraalgebergte, welks bergruggen, bergrijen enz. kringvormig om den hoofdberg, den van alle het hoogst opgeheven Brocken, liggen. Een nog sprekender voorbeeld van een centraalgebergte (of zooals men dit in later tijd ook wel noemt, een massa-gebergte) levert de Etna. De even-

wijdige geleding der gebergten (zie Fig. 2 op de vorige bladzijde) treft men meer bij lang uitgestrekte bergreeksen aan, b. v. bij de Andes, de Pyreneën, de Alpen; de straalvormige geleding is vooral, aan de massa-gebergten eigen; een eigenlijk centraalgebergte kan echter bovendien evenwijdige geledingen hebben, indien namelijk de bergrijen kringsgewijze om den hoofdberg gelegen zijn.

Deze meeningen zijn geene ijdele droomerijen, het zijn feiten, waarvan wij hier spreken; er is hier niet alleen sprake van zaken, die wellicht voor honderden en duizenden millioenen jaren geschied zijn, waarvan wij niets *weten*, waarover wij slechts vermoedens kunnen uiten; er is sprake van zaken, die voor onze oogen plaats hebben; want nog thans openen zich niet slechts spleten en spleetjes, nog thans zijn het geen kleine heuvels, die ontstaan; het zijn afgronden, die geheele provinciën verslinden, gebergte-opheffingen, waardoor geheele landen vervormd worden en die wij voor onze oogen zien plaats hebben.

Reeds uit zeer oude tijden hebben wij berichten omtrent het ontstaan van nieuwe eilanden en de opheffing van den bodem der zee tot banken. Plinius, Strabo en andere vertrouwbare getuigen deelen ons hiervan wat mede, en het eiland Santorin met de kleinere Kaimeni, Therasia, Aspronisi, enz. die eene cirkelvormige haven van geringen omvang, blijkbaar een half uitgebranden krater omsluiten, zijn de nog aanwezige getuigen van zulke gebeurtenissen, tot wier opheldering zij ook in het jaar 1866 niet weinig hebben bijgedragen. Reeds sinds het begin dezer eeuw nam men met behulp van op verschillende tijdstippen herhaalde dieptemetingen der zee waar, dat de zeebodem langzaam rees tusschen de eilanden Neo-Kaimeni en Santorin. Dit was de voorbode van de nieuwste veranderingen in deze vulkanische streek. Den 27sten Januari 1866 begon namelijk de zee in de kleine haven Vulcano, aan de zuidzijde van het eiland Neo-Kaimeni te golven; men hoorde diep uit het inwendige der aarde een dof geraas en de vaste bodem begon zoo hevig te sidderen, dat in de nabijheid gelegen huizen instortten. Reeds den volgenden dag stegen groote gasblazen naar de oppervlakte van de sterk verhitte zee en zij weken langzamerhand voor in de verte zichtbare lichtgevende vlammen; de bodem begon snel te dalen, zoodat men reeds in den namiddag van den 1sten Februari met de schepen in de huizen kon komen, die nog weinige dagen vroeger drie meter boven den zeespiegel lagen. Tegelijkertijd bemerkte men in het midden van de kleine haven Vulcano een rotsrif, dat reeds den 4en tot een eiland was geworden en naar den regeerenden koning van Griekenland Georgios genoemd werd. De blokken, die eerst koud waren en de oppervlakte van het eiland bedekten, werden voortdurend naar de randen geslingerd, waardoor het eiland steeds in grootte toenam. Nieuwe altijd warmere blokken namen dadelijk de plaats van deze weer in en eindelijk waren het gloeiende, in het donker sterk lichtgevende massa's, die te voorschijn kwamen en den omvang

van het eiland voortdurend grooter maakten, zoodat het reeds den 11den bij eene hoogte van 30 en eene breedte van 70 meter eene lengte van circa 150 meter bezat. Toen begon men ook westelijk van het voorgebergte Phleva, in de richting van Palaeo-Kaimeni, eenige verschijnselen waar te nemen, die op eene spoedige uitbarsting aan die zijde wezen. De zee in de nabijheid werd warmer, kreeg eene groenachtig gele kleur en werd ook met een groot aantal gasblazen bedekt. Intusschen werden er van den 20sten tot den 28sten Februari op het nieuwe eiland onder hevigen donder groote stukken steen en asch uitgeworpen; de damp steeg tot eene hoogte van 2000—3000 meter en Santorin werd voor een groot gedeelte bedekt met zwartachtig grijze asch. Zoo geweldig was de uitbarsting op den 20sten Februari, dat door de gloeiende steenen, een schip, waarvan de kapitein reeds gedood was, in brand geraakte. Steeds werd de omvang van het eiland grooter, aan de noordzijde ontstond een verbinding met de zuidelijke helling van den kegel van Neo-Kaimeni, terwijl het aan de andere zijde als een voorgebergte ver in zee uitstak en hier diepten van 50—70 meter geheel opvulde. De ontploffingen bleven steeds aanhouden en waren soms zeer sterk. De breede wolk aan den top was soms slechts 30—60 meter hoog, maar bereikte ook vaak eene hoogte van 1000—2000 meter en helde bij sterken wind over. Zij was dan vaak 500—1000 kilometer lang.

De niet zeer sterke zwavellucht was toch op Milos, Jos en Amorgos waar te nemen. Des nachts was het onderste gedeelte der dampwolkmassa rood lichtgevend, maar die roode weerschijn kwam nooit hooger dan 300 meter; slechts bij de sterkste uitbarstingen kon men op een afstand van 4 kilometer door een 20-maal vergrootenden kijker vlammen met blauw- en groenachtige toppen duidelijk waarnemen.

Terwijl zich op deze wijze het Georgseiland ontwikkelde, ontstond westelijk van den Phlevatop eene 40 meter diepe plaats op geheel dezelfde wijze een tweede rotseiland, dat den naam Aphroëssa (naar eene kanonneerboot van denzelfden naam, die door de uitbarsting van Georgios in gevaar geraakte) verkreeg. Tusschen dit eiland en Palaeo-Kaimini rees de zeebodem, want terwijl deze in 1848 eene diepte van 200 meter bezat, bereikte men hem nu reeds op 80 à 140 meter. Reeds midden in Maart vormde Aphroëssa geen eiland meer, maar had het zich met kaap Phleva vereenigd, terwijl er voortdurend zwakke uitbarstingen van dampen en steen plaats hadden.

Sedert het midden van Februari nam ook het onderste deel van de zuidelijke helling van den ouden uitbarstingskrater op Neo-Kaimeni aan deze vulkanische verschijnselen deel. Sterke zwavelfumarolen kwamen er uit en naderden immer meer den top. Tegen het einde van Maart kwamen zij ook reeds uit den krater van den ouden, door groote nieuwe spleten uiteengescheurden kegel van Neo-Kaimeni, terwijl het water aan de noordelijke helling tot 55° in temperatuur rees.

Van dat oogenblik af nam de spleet, aan wier beide uiteinden Georgseiland

en Aphroëssa liggen, niet meer in grootte toe en concentreerde zich de geheele vulkanische werkzaamheid meer tot het midden, zoodat zij in uitgestrektheid scheen af te nemen; toch bleef zij nog steeds zeer krachtig en werd tot het midden van Mei tegen alle verwachting nog niets minder. Let men op de kracht en het aantal der uitbarstingen, dan was er eerder eene vermeerdering te bespeuren, vooral toen op 23 April de verschijnselen zich verdubbelden, wat tot het midden van Mei duurde en de bewoners van Santorin op nieuw in angst bracht. Het voormalige Georgseiland bleef nog verscheidene maanden in dezen toestand, maar ziet er nu geheel anders uit. De vorm en lengte veranderde iets, doordat de top zich een weinig verplaatste naar het zuidoosten en daardoor 50 meter dichter bij de zee kwam, ook bezit hij een veel regelmatiger vorm dan vroeger. Het is een steile, ongeveer 65 meter hooge kegel, van boven afgeknot met eene doorsnede van 100 meter. Hij bestaat geheel uit onregelmatige lavablokken, waarvan enkele een zeer aanzienlijk gewicht hebben en die grootendeels door waterdamp en zure uitwasemingen sterk veranderd zijn. De top van den berg zelf bezit een grooten krater, die echter gevuld is met eene aanzienlijke hoeveelheid gestolde lava. Tusschen deze lava en den binnenwand van den krater is eene smalle, hoogstens een tot $1^1/_2$ meter breede ruimte, als het ware een naar onderen loopend kanaal, waaruit tot 1870 bijna voortdurend groote dampmassa's naar boven stegen, die op het oogenblik van de uitbarstingen groote wolken van waterdamp vormden, welke tot eene aanzienlijke hoogte in de lucht stegen en door de inwoners kunipidi (bloemkool) genoemd werden, naar hunne groote gelijkenis met die plant. Des nachts gloeiden die paddenstoelvormige wolken, hoewel men aan den top van den berg geene vlammen meer kon waarnemen.

Aan den voet van het Georgseiland treft men verschillende lavastroomen aan, die allen naar het zuiden gericht zijn, waartoe zij gedwongen werden door den noordelijk gelegen ouden kegel van Neo-Kaimeni. Zij strekken zich ongeveer drie honderd meter ver in zee uit en het water bezit in de onmiddellijke nabijheid er van overal eene temperatuur van 50 à 80°; 30 meter daarvan af is zij wel is waar nog slechts 40°, maar blijft toch zelfs op een afstand van 300 meter in de richting der stroomen vrij hoog. Aphroëssa heeft zich wel met een derde nieuw eiland, dat den 10^{den} Maart, slechts door een kanaal van 8 meter breedte er van gescheiden, ontstond en dat naar de tot waarneming van dit verschijnsel afgezonden Oostenrijksche kanonneerboot Reka genoemd werd, vereenigd, maar bezit toch nog een afzonderlijken top, waaruit steeds dichte roodachtig gekleurde dampen opstijgen. Intusschen zijn de ontploffingen bijna opgehouden, er hebben nog slechts 1 of 2 per dag plaats en die zijn dan zeer zwak. Ook schijnt de temperatuur daar sterk gedaald te zijn; vlammen zijn er niet meer te zien, terwijl de hoeveelheid uitgeworpen lava in tegenstelling daarmede, nog steeds zeer aanzienlijk is en duidelijke stroomen vormt, in zuidelijke en noordelijke richting. Deze laatste, dus die naar het

noorden gevloeid zijn, hebben niet slechts den ingang van de kleine haven Vulcano of St. Georg bereikt, maar hebben zich zelfs nog 200 meter verder uitgestrekt; gelukkig keerden zij zich toen westelijk, wat voor Neo-Kaimeni van groot belang is; want in plaats dat zij, waarvoor men beducht was, den toegang tot de haven Vulcano versperden, een haven, die voor den handel dezer eilanden, vooral voor Santorin, van overwegend belang is, vormden zij eene soort van kade, die zich van de kust af circa 200 meter in zee voortzet en waardoor de vroeger zeer kleine haven niet onaanzienlijk vergroot werd. De lavastroomen van Aphroëssa hebben zoodoende eene lengte van ongeveer een kilometer; bedenkt men echter, dat zij in zee over plaatsen vloeien, die 100—130 meter diep zijn en dat zij ook nog 16—25 meter boven den spiegel uitsteken, dan komt men wel tot de overtuiging, dat de lavamassa, die in den loop van een maand uit die nieuwe vulkanische vorming is gestroomd, niet zoo heel gering is.

Tot op een afstand van 20 meter van den oever van het eiland Aphroëssa hellen de lavastroomen onder een hoek van 45° naar de zee, dan wordt de helling echter zoo steil, dat men zonder overdrijving mag zeggen, dat zij eene bijna loodrechte kloof tot aan den zeebodem vormen. Van groot belang voor de verklaring van vulkanische verschijnselen is ook nog het feit, dat die lavastroomen onder water niet gelijkslachtige, gestolde vloeistoffen blijken te zijn, maar dicht tegen elkaar liggende blokken met scherpe hoeken vormen, want het dieplood raakte daarin soms zoo verward, dat het niet meer kon worden opgetrokken.

Om Aphroëssa bezat de zee dezelfde temperatuur en dezelfde groenachtigroode kleur als bij het voorgebergte van Georgis, terwijl zij in de haven van Vulcano eene melkwitte kleur heeft, tengevolge van de vele er in opgeloste zwavel, die door ontleding van de groote hoeveelheid zwavelwaterstofgas, die vrijgekomen is, ontstaan is.

Terwijl het oude deel van Neo-Kaimeni in het begin van de geheele vulkanische uitbarsting in de richting van het Georgseiland naar Aphroëssa veel van aardbevingen had te lijden, hadden zich in den bodem ten gevolge daarvan vier groote spleten, die zich langzamerhand met water vulden, tot *zoetwatermeren* werden en een lange rij fumarolen die eene zeer hooge temperatuur had, gevormd. Het voortdurend toenemen dezer, reeds van den aanvang af vrij hooge temperatuur wees op nieuwe verschijnselen van vulkanischen aard en werkelijk had op den 27sten April eene uitbarsting in het heetste gedeelte plaats; de bodem werd woest naar alle zijden weggeslingerd en nu bevindt zich daar een krater van misschien 20 meter middellijn en even diep, die echter nog geen lava heeft uitgeworpen; zijne wanden zijn van binnen met prachtige kristallen van grootendeels ontlede ijzerzouten bedekt en in de eerste dagen bevatte hij wat water, dat echter spoedig weer verdween.

De top van den ouden kegel op Neo-Kaimeni is ook vrij sterk veranderd:

de groote spleet, die er vroeger slechts van den oostelijkeu rand tot het midden in te zien was, gaat nu verder door en de aan de zuidzijde aanwezige is dubbel zoo breed geworden; daar zijn ook fumarolen te zien. Overigens zijn de eilanden Kaimeni zelf, zoo als de naam (de verbrande) aanduidt, door vulkanische uitbarstingen ontstaan en wel Palaeo-Karmeni in het jaar 196 voor Chr., Neo-Kaimeni tusschen 1707 en 1709. Het eerste heeft zich bij latere uitbarstingen in 19 voor Chr. en 726 en 1427 na Chr. vergroot.

De andere, in de nabijheid plaats gehad hebbende vulkanische verschijnselen zijn nog te weinig onderzocht of te weinig van beteekenis, om ze hier nader te bespreken.

Even merkwaardig is, wat niet ver van Napels, in het intendantschap Valladolid in Mexico en in de zee tusschen Sicilië en Napels plaats had.

In het jaar 1536 werd de streek om Napels hevig door langdurige aardbevingen geteisterd. Deze waren niet zoo krachtig, dat zij steden vernielden en hare inwoners onder het puin bedolven, maar toch hielden zij de opmerkzaamheid jaren lang gaande, tot in 1538 de streek van Bajae bij Puzzuoli zich duidelijk en zichtbaar begon op te heffen, opzwol en a. h. w. eene groote blaas vormde.

In den nacht van den 28sten September 1538 opende zich de blaas, die tot een 100 meter hoogen en een 2600 meter wijden toren gezwollen was. Een verschrikkelijk gekraak ging met dit verschijnsel gepaard. Er ontstonden, behalve een ontzettende afgrond in het midden, eene reeks spleten, die als stralen van het middelpunt uitliepen, waaruit vuur, rook, asch, kortom alles, wat tot eene vulkanische uitbarsting behoort, zich uitstortte, waardoor een berg «de nieuwe» (de nog tot op dezen tijd zoogenaamde *Monte nuovo*) ontstond. Zijn top is met een krater voorzien, aan welks eene zijde lava-uitstroomingen op te merken zijn; de zee heeft zich over een breede strook van het land teruggetrokken. De berg, welks voet door opzwelling van den bodem was ontstaan, werd gedurende de zes dagen, die op den 28sten September volgden, door ophooping van asch tot 150 meter hoog, evenals de aschkegels van alle vulkanen. Toen werd hij geheel rustig en bleef dit gedurende twee dagen, waarop eene groote menigte menschen er heen stroomde, om het nieuwe wonder te aanschouwen, toen op den 6en October plotseling eene nieuwe uitbarsting zoo geweldig en zoo onverwacht plaats greep, dat hij den dood van honderden menschen, die onvoorzichtig den berg genaderd waren, veroorzaakte.

Sedert deze katastrophe is de *Monte nuovo* onveranderd gebleven en schijnt hij uitgebluscht; hij stoot zelfs geene schadelijke dampen meer uit, want hij is geheel begroeid met heesters en boomen.

Veel jonger is het ontstaan van den vulkaan Jorullo. Zes dagreizen ten westen van Mexico ligt in het intendantschap Valladolid eene zeer vruchtbare streek met de geschenken van Ceres, die daar groeien kunnen: rijst, bananen

en turksche tarwe, bebouwd. De groote liefelijkheid en zachtheid van het klimaat van deze streek, die ongeveer 300 kilometer van de zee verwijderd en 800 meter boven den spiegel er van gelegen is, had reeds sedert eene eeuw en langer eene groote bevolking daarheen getrokken en zoomin eigen ondervinding als overlevering uit oudere tijden wist iets van het vulkanisme dier streek; men had nimmer ook slechts een spoor van eene aardbeving bespeurd, ofschoon de vulkanen in geheele reeksen het rijk van Mexico omspannen. Ofschoon? — of misschien *juist hierom?*

Hoe hevig was de schrik van de onvoorbereide bewoners, toen in Juni 1759



De in 1759 ontstane vulkaan Jorullo.

een geweldig onderaardsch gedruisch werd vernomen, dat dagen en weken achtereen aanhield en eindelijk in verschrikkelijke aardbevingen overging, die twee volle maanden duurden. In het begin van de maand September werd de aarde weder rustig en de verschrikte bewoners grepen nieuwen moed; maar in den nacht van den 28sten op den 29sten van diezelfde maand begonnen de schuddingen van de aarde met vernieuwde woede en eene groote, uitgestrekte streek lands, eene vlakte van meer dan twee maal de oppervlakte van het vorstendom Lichtenstein, begon zich voor aller oogen te veranderen, zij zwol op tot eene koepelvormig gewelf van ongeveer 160 meter hoogte en had eene vlakte-uitgebreidheid van 220 tot 275 vierkante kilometers.

De bewoners der geteisterde streek vluchtten en konden van de nabij gelegen bergen zien, wat er geschiedde; het had op alle gemoederen zulk een verschrikkelijk diepen indruk gemaakt, dat Humboldt ruim 30 jaren na de uitbarsting, deze nog door ooggetuigen met eene levendigheid hoorde beschrijven, alsof zij den vorigen dag had plaats gehad.

De oppervlakte van het omhoog geheven land bewoog zich golvend als eene door storm bewogen zee; duizenden heuvels van 3 tot 6 meter hoogte stegen en daalden bij afwisseling, en eindelijk brak het midden van de blaas geheel open en over eene oppervlakte van minstens 50 vierkante kilometer zag men rook, vlammen, gloeiende steenen en asch vele duizenden meters opstijgen; de aarde scheurde wijd open en uit eene spleet, die dwars door de geheele opgeheven blaas liep, traden zes bergen in ééne rij te voorschijn; onder deze verhief zich *langzamerhand* de vulkaan, die thans Jorullo genoemd wordt, allengs het hoogst en wel tot 400 meter boven de vroeger opgeheven aardmassa, derhalve tot ongeveer 500 tot 600 meter boven de vlakte, welke het volk Malpays (slecht land) noemt.

Van den tijd van zijn ontstaan af tot aan het einde van het volgende jaar (1760) bleef de nieuwe vulkaan voortdurend in werking. Hij slingerde basaltstukken, slakken en lavamassa's uit, vormde zoo een kegel uit het uitgeworpene en kwam langzamerhand tot rust, maar in 1826 stiet hij toch nog altijd rook en damp uit; eerst in 1845 vond Schleiden hem geheel tot rust gekomen. Maar dit openblijven van den dampschoorsteen was ongetwijfeld een geluk voor de streek, want, wanneer de dampen en gassen geen uitweg hadden kunnen vinden, zooals vóór het ontstaan van den vulkaan het geval moet geweest zijn, dan zouden zij allengs eene spanning verkregen hebben, die op nieuw aardbevingen zou hebben kunnen veroorzaken.

De vulkaan heeft eene ver uitgestrekte werkzaamheid. Niet alleen rookt zijn eigenlijke krater, maar duizenden zoogenaamde hornitos (ovens), over de kegelvormige verhevenheid verspreid, stooten ook voortdurend dampen uit. De kleine ovens bestaan uit eene gebrande, kleiachtige massa, die in vele wonderlijke gedaanten gespleten, pyramiden van een zeer onregelmatigen vorm doen ontstaan. Zij zijn alle hol, hebben òf eene opening, die rechtstreeks tot het inwendige voert, òf eene groote menigte spleten, die te zamen deze opening vervangen en den heeten rook, den heeten waterdamp laten uitstroomen. Het kleiachtige deeg, waaruit zij bestaan, moet zeer diep uit het binnenste opgeheven zijn, want het bevat stukken basalt en lava in groote menigte.

Toen de opheffing van den bodem begon, traden het eerst de beide kleine stroomen, Rio di Cuitimba en Rio San Pedro, die de vlakte, welke thans den Jorullo draagt, doorstroomden, buiten hunne oevers en vormden een meer; maar spoedig opende zich in den omhoog stijgenden wand eene spleet, een afgrond, waarin beide stroomen zich nu uitstortten. Zij zijn door de holte, die vermoedelijk onder de opgezwollen plaats ligt, gestroomd en zijn ten westen

van hunnen vroegeren loop op eene geheel andere plaats dan vroeger doorgebroken en ontspringen nu aan den nieuwen berg als de sterkste mineraalbronnen der aarde in een dubbelen stroom van 8 meter breedte; zij hebben eene temperatuur van 53 graden. Het bovenstaande deelt A. von Humboldt mede; latere bezoekers van deze streek, Burkart en Henri de Saussure zijn de meening niet toegedaan, dat het malpays als eene blaasvormige verhevenheid van den bodem moet beschouwd worden, maar zij meenen, dat het gewelfde plateau door lava, die uit den krater stroomde, gevormd is.

Een dergelijke zaak, als die zooeven beschreven werd, is door den geognost Fr. Hoffmann als ooggetuige beschreven; het is de opheffing van een nieuw eiland aan de zuid-west-zijde van Sicilië. Ruim 100 kilometer van de kust, dicht bij eene der meest noordelijke punten van Afrika, Capo Bon of Ras Adair, ligt het tamelijk groote en geheel door voor-historische vulkanische uitbarstingen gevormde eiland Pantellaria. Hier tegenover, aan de Zuidkust van Sicilië, bij Sciacca, komen uit een kalksteenrots, die meer dan 300 meter hoog is, heete dampen in groote hoeveelheid te voorschijn; heete zwavelbronnen ontspringen aan zijn voet en juist op de verbindingslijn tusschen beide punten, die op eene vulkanische werking wijzen, ongeveer 60 kilometer van Sciacca, verscheen het vermelde nieuwe eiland midden in de zee. Aan de verschijning er van gingen van den 28sten Juni tot den 5en Juli 1831 eenige vrij sterke aardstooten vooraf, die, omdat zij zich telkens herhaalden, de bewoners van Sciacca niet weinig verontrustten en waarvan er zelfs twee tot in Palermo werden gevoeld.

Men vermoedde toen nergens, ook in Sciacca niet de beteekenis van deze aardschudding. Na de laatste schudding begon intusschen waarschijnlijk de uitbarsting, die het nieuwe eiland deed ontstaan, op den bodem der zee op eene plaats, welke, volgens de vertrouwbare opgaven van Prevot in het Bulleletin de la science geologique, ongeveer 200 meter diep was. Het eerste onrustig worden van de oppervlakte van de zee was reeds den 8sten Juli door een voorbijzeilend schip waargenomen (il Gustavo, kapitein Trefiletti). Men beschreef het verschijnsel als de opheffing van eene groote watermassa, die, onder een gedruisch als van den donder, ongeveer tien minuten lang naar boven spoot en daarbij eene hoogte van ongeveer 30 meter bereikte; zij zonk toen en verhief zich herhaaldelijk weer op dezelfde plaats na onregelmatige tusschenpoozen van 15, 20 tot 30 minuten, terwijl hieruit een dikke rookwolk ontstond, die den ganschen horizon onzichtbaar maakte. De onstuimigheid van de zee in den geheelen omtrek was zeer groot, vele groote, doode visschen dreven in het rond.

Aan de kust van Sicilië vermoedde men nog niets van deze zonderlinge en onverwachte gebeurtenis. Terwijl een buitengewoon nevelachtige horizon alle uitzicht in de verte verhinderde, zag men den 12den Juli des morgens eerst een groot aantal kleine, poreuze stukjes slakkenmassa op de zee ronddrijven,

welke door een frisschen zuid-westenwind naar de kust gedreven werden. Tegelijkertijd bespeurde men te Sciacca en in den omtrek duidelijk den onaangenamen reuk van zwavelwaterstof. De kleine steenbrokjes, welker oorsprong een raadsel was, vormden op het land dikwijls een laag van verscheidene centimeters dikte en de visschers, die in zee gingen, vonden op geringen afstand van de kust de zee zoodanig hiermede bedekt, dat zij soms genoodzaakt waren, zich met de roeispanen plaats te maken. Tevens zag men op zee aan de oppervlakte zeer vele pas gedoode visschen drijven, die gedeeltelijk verzameld en verkocht werden. Den 13den Juli zag men met het aanbreken van den dag aan den horizon der zee eene hoog opstijgende rookkolom en aan den avond een vuurverschijnsel er in, zoodat de bewoners van Sciacca niet meer twijfelden of er had eene vulkanische uitbarsting plaats. De zuil vertoonde zich onafgebroken, haar afstand van de kust was echter te groot dan dat men iets meer nauwkeurig omtrent haar zou hebben kunnen uitmaken. Den geheelen dag zag men de gelijkmatig bijna loodrecht omhoog stijgende rookkolom, van tijd tot tijd hoorde men zeer duidelijk een op den donder gelijkend gedruisch en des avonds schoten zeer dikwijls heldere vuurstralen op, evenals het weerlichten in heldere zomernachten.

Deze reeks van sterke uitbarstingen deden het hier bedoelde eiland in korten tijd tot eene hoogte van ongeveer 30 meter boven de zee ontstaan. Het had een omvang van zeker een vol kwartier en nadat die uitbarstingen steeds zwakker en zwakker geworden waren, eindigden zij den 12den Augustus, ongeveer een maand, nadat zij waren begonnen.

Het nieuwe eiland, Ferdinandea of Julia geheeten, bestond geheel uit eene losse poedervormige massa en deze werd dan ook door de zee langzamerhand weggespoeld, zoodat op het laatst van 1831 het niet meer boven den zeespiegel uitstak.

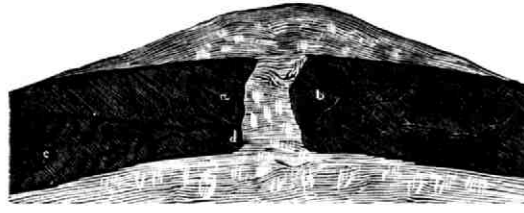
De uitbarstingen, die op dezelfde plaats twee jaren later (16 Mei 1833) weder plaats gehad hebben, zijn wel zonder sporen achter te laten voorbijgegaan, zij hebben geene nieuwe eilanden doen ontstaan, maar zij bewijzen toch dat de vulkanische werkzaamheid geenszins was verdwenen.

Zulke voorbeelden zou men in groot aantal kunnen aanvoeren, maar de medegedeelde zijn voldoende om onwederlegbaar aan te toonen, dat grootere en kleinere streken van de aarde, door eene werking in het binnenste aanwezig, kunnen worden opgeheven en dat deze werking tot in den tegenwoordigen tijd reikt, zoodat de vervorming van de aarde nog geenszins voltooid is, maar dat zij integendeel nog altijd veranderingen ondergaat, waarvan niemand den omvang kan nagaan.

Wanneer echter nog thans, nu de verharde aardkorst toch reeds eene aanzienlijke dikte (welke de geognosten op circa 45 kilometer schatten) heeft verkregen, zulke opheffingen en verscheuringen van de korst der aarde kunnen ontstaan, hoe veel sterker en grootscher zullen dan de verschijnselen geweest zijn, waarvan

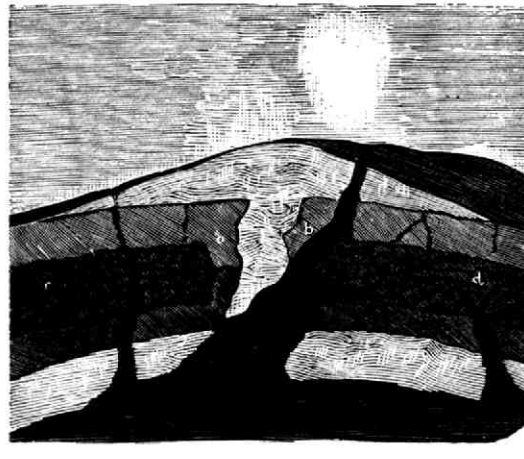
de voorwereld getuige was en waarvan wij de uitkomsten in onze gebergten zien.

De onderstaande figuur vertoont een stuk van de gestolde aardkorst, dat door het een of ander natuurverschijnsel gebarsten is. Wij zullen het eenvou-



Eenvoudige opheffing van het inwendige der aarde.

digste geval nemen, dat de samentrekking van de korst door vermindering der temperatuur veroorzaakt wordt. Het natuurlijk gevolg van deze samentrekking zal een sterkere drukking op het gesmolten binnenste zijn. Deze drukking werkt naar buiten terug, bevordert het scheuren op eene zwakke plaats, en, zoodra dit heeft plaats gehad, treedt het gesmolten inwendige noodzakelijk in de spleet en ingeval de opvulling daarvan nog niet voldoende



Doordringing van de eerst uitgeworpen laag bij eene nieuwe uitbarsting.

is om het gesmolten materiaal te bergen, spreidt het zich over de gestolde oppervlakte heen, en er ontstaat een berg; of, zoo er meer spleten zijn ont-

staan en dus het opborrelen uit het binnenste der aarde gelijktijdig op meerdere bij elkander gelegene plaatsen geschiedde, een gebergte.

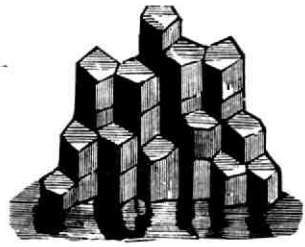
De berg, het gebergte, geeft ons inlichtingen omtrent het binnenste van de aarde. Het gesteente, dat wij daar vinden, het eruptiefgesteente, is uit het binnenste naar boven gekomen en zegt ons: «met deze stof, in gesmolten toestand, is de bol gevuld, waarvan gij de buitenste korst bewoont.»

Tot dusverre is dit gesteente nog niet door ons beschouwd; het is geen sedimentgesteente, maar dit is er slechts *een* van en wij vinden zeer *vele* gesteenten op de oppervlakte der aarde, welke geene sedimentgesteenten zijn: Hoe dit te verklaren? Wij vinden het antwoord direct: dergelijke verschijnselen hebben zich *na elkander* herhaald (niet gelijktijdig, maar vele duizenden jaren na elkander).

De voorgaande figuur kan dit wellicht duidelijk maken. De vorige figuur ligt daaraan ten grondslag. Door de oorspronkelijke spleet tusschen *a* en *b* is het vloeibare inwendige opgestegen, en heeft een berg gevormd. Intusschen heeft de stolling van de korst verder naar beneden plaats gehad; veel dieper ligt nu de nog vloeibare laag, zij vult de nieuwe spleet door de voortgaande afkoeling ontstaan en borrelt daaruit te voorschijn en bedekt zelfs den vroeger gevormden berg met nieuwe massa's.

De afkoeling gaat in den loop van duizenden jaren (of millioenen jaren, dat doet er niet toe) tot onder *a b c d* voort, de daarliggende tot nog toe vloeibare lagen worden ook vast. Op dezelfde of op eene andere plaats, of dwars door de reeds met het uitbarstingsgesteente gevulde spleet ontstaat eene nieuwe spleet in de aardkorst en natuurlijk wordt deze door de nog vloeibare massa opgevuld en wij krijgen op de oppervlakte een nieuwen berg, uit andere stoffen bestaande.

De gesteenten, die op dergelijke wijze naar boven komen, zijn phonolith (klanksteen), trachiet, basalt en meer andere, onder deze is het laatstgenoemde wegens zijne kristalachtige, echter nooit kristallijne vorm vooral van belang, het komt in vijf- of zeszijdige zuilen voor, zooals nevensgaande figuur dit vertoont en deze staan òf *rechtop* naast elkaar en dan altijd zóó, dat van de zijvlakken het eene hol en het andere bol is, zoodat zij zeer goed in elkander passen, òf in zeer lange zuilen, zooals in de Fingalsgrot op Staffa op de Hebriden bij Schotland, waarvan de hier volgende teekening een klein stukje vertoont. Dit stukje doet wel is waar niet de geheele wereldberoemde grot, maar toch zeer duidelijk de doorloopende zuilenreeks, die hoog uit den schoot der aarde oprijst zien; òf wel, de basaltzuilen komen *liggende* voor. Dat het basalt *nooit* werke-



Een basaltstok.

lijk gekristalliseerd is, volgt reeds hieruit, dat het in andere gevallen groote, vaste massa's vormt zonder bepaalden vorm, zooals b. v. in de tweede teekening op blz. 429, die eene juiste afbeelding van de basaltvormingen bij Marksuhl, in de buurt van Eisenach geeft. Daar vond men op de bonte zandsteen (hier door het donker geschaduwde aangeduid) een afzonderlijken kegelberg van basalt (in de teekening licht gestreept); het zeer harde materiaal, uitmuntend tot het bouwen van fundamenten, plaveisel en straatwegen geschikt, werd ver-



Staffa.

bruikt, tot de kleine berg van de oppervlakte verdwenen was. Hier had men het einde van het basalt echter nog niet bereikt; een smalle strook ging verder naar de diepte. Men groef door deze cylindervormige ruimte heen tot 30 meter diepte en het bleek dat daardoor de lava uit het inwendige der aarde naar boven was gekomen. Wat vroeger gezegd werd, zien wij hier onwederlegbaar bewezen; de berg (bij Marksuhl, evenals alle andere uit dezelfde stof bestaande) is ontstaan, doordien het gesmoltene uit het inwendige van de aarde door eene spleet, eene buis opborrelde, waarop de gesmolten massa over de naaste omgeving heenvloeide.

Had men die 30 meter diepe buis bij Eisenach (die daarna weer met ander materiaal uit de omgeving gevuld is) dieper uitgegraven, dan zou men, steeds dieper gaande, nog altijd basalt gevonden hebben, en zoo het mogelijk ware, mijlen ver te dalen, dan zou men eindelijk op eene breedere basaltmassa gestuit zijn (zooals de figuur dit aanwijst), die wellicht nog in gloeienden toestand verkeerde en stellig in onafgebroken samenhang moest staan met den berg op het oppervlak der aarde.

Men bestempelt deze verschijnselen gewoonlijk gezamenlijk met den naam plutonische en stelt daarnevens de vulkanische, die ook wel gesmolten stoffen uit het binnenste der aarde omhoog voeren maar zoo, dat zij nu nog op het oppervlak der aarde waargenomen kunnen worden.

Men heeft gevraagd: of de afkoeling der aarde nog voortgaat? en men heeft bij oppervlakkige beschouwing zich genoopt gevonden, deze vraag met *neen* te beantwoorden, omdat de afkoeling reeds zoo ver is gevorderd, dat de

verwarming door de zon een zeer merkbaren invloed heeft. Zeker is er nog altijd uitstraling van de aarde naar de koude wereldruimte en deze uitstraling is niet zonder invloed op de temperatuur. Daar echter de zon warmte naar de aarde zendt, vergoedt de ontvangen warmte wellicht het door uitstraling geleden verlies, wij zien althans den bodem der aarde, die in den winter bevroren is door de zomerwarmte weder ontdooien.

Dat «wellicht» is nu echter tot «zeker» geworden door de onderzoekingen van Arago, omtrent de gemiddelde temperatuur van verschillende landen op verschillende tijden. Wij zullen het een en ander, wat hierop betrekking heeft, mededeelen.

Bij de vroegere onderzoekingen omtrent den metereologischen toestand der aarde werd niet gelet op de vermoedelijke temperatuur van de wereldruimte. Als wij echter bedenken, dat de aarde met haar dampkring een afstand van meer dan 1000 millioen kilometer in ieder jaar in deze aflegt, kan het niet onverschillig zijn, welke temperatuur deze heeft.

Het zal wel onmogelijk zijn, deze te bepalen, toch wijzen vele verschijnselen er op, dat zij absoluut koud is, dat zij niet vatbaar is voor eene grootere verlaging van temperatuur en dat zij misschien vele honderden graden onder nul is.

Het is hier echter niet te doen om de temperatuur van de wereldruimte vast te stellen, maar meer om te weten of hare temperatuur verandert.

Arago zegt nu zeer juist: «De warmte der wereldruimte, hoe sterk zij ook zijn moge, ontstaat waarschijnlijk door de uitstraling van *alle* hemellichamen, wier licht ook tot ons komt. Verscheidene dier hemellichamen zijn wel is waar verdwenen, verscheidene zijn aan het afnemen, andere nemen langzaam toe in lichtsterkte —, dit zijn echter alle uitzonderingen. Wanneer echter het gezamenlijk aantal sterren en nevelvlekken vele milliarden bedraagt, wijst dit er op, dat de wereldruimte geene verandering in temperatuur kan ondergaan en dus van die zijde de aarde evenmin.»

Uit het gebied der wereldruimte dreigt ons echter iets anders. De as der aarde behoudt niet steeds denzelfden stand. Ten gevolge daarvan zou het kunnen voorkomen, dat de zon minder hoog boven den horizon kwam dan anders. Is de helling van de as der aarde ten opzichte van de aardbaan $66^1/_2°$ groot, dan verwijdert zich de zon $23^1/_2°$ van den evenaar. Staat echter de aardas loodrecht op hare baan, dan zal de zon altijd in den evenaar blijven d. i. de bewoner van den equator ziet haar steeds vertikaal uit den horizon opstijgen, loodrecht over zijn hoofd heengaan, terwijl zij bij het dalen ook weder vertikaal onder den horizon verdwijnt.

In dat geval zou de bewoner van den noordpool de zon steeds in den horizon zien rondloopen, zonder dat hij haar — afgezien van spiegeling en straalbreking — ooit een halven graad er boven zou waarnemen.

Het is duidelijk, dat, als de hoek der aardas ten opzichte harer baan meer dan $66^1/_2°$ gaat bedragen, zij al meer en meer tot den loodrechten stand

nadert. Nu is het bewezen dat de helling eens kleiner was, dan zij nu is, dat dus de hellingshoek in grootte toeneemt, zoodat het werkelijk eenmaal tot een loodrechten stand zou komen, als — — het grooter worden van den hoek bleef voortduren; *dit is echter niet het geval* — het grooter worden verandert in stilstand, dan volgt een kleiner worden, dan weer een grooter worden enz., de aardas schommelt, die schommeling heet *nutatie* en zij is aan eene periode van 19 jaar gebonden. De schommeling bedraagt bovendien zeer weinig en is daarom in de temperaturen op de aardoppervlakte bijna niet merkbaar en zoo zij al merkbaar was, zou dit mettertijd toch weer terecht komen. Evenals het met de helling der aarde is, is het ook met de excentriciteit der aardbaan. De aarde loopt in een ellips om de zon, die zoozeer tot een cirkel nadert, dat het verschil tusschen de grootste en kleinste middellijn slechts een dertigste bedraagt. De excentriciteit wordt minder, d. i. de kleine as wordt grooter (de groote as blijft bij alle planetenbanen geheel onveranderd). Hoeveel kan zij dan grooter worden, hoeveel kan zij dan aangroeien? Hoogstens een dertigste deel harer lengte; als deze grens is bereikt dan is de aardbaan een cirkel en het gevolg zou zijn, dat de zon dan altijd even ver van ons aardbewoners stond.

De aarde zou dan, als zij anders in het punt stond, waar de afstand tot de zon het gemiddelde was, iets verder van de zon staan; des winters zou zij ook verder verwijderd zijn, maar in den zomer evenveel dichterbij en daar de lichtsterkte omgekeerd evenredig is met het vierkant van den afstand van het lichtgevende tot het licht ontvangende punt zou zich de nu in den winter ontvangen warmte verhouden als 841 tot 900, daarentegen zou de aarde in den zomer meer ontvangen, namelijk 900 in plaats van 841. Ook door eene verandering van de excentriciteit der aardbaan is dus per jaar geene verandering in de hoeveelheid ontvangen warmte te wachten.

In het algemeen geven de astronomische verschijnselen geen recht om te meenen, dat daardoor de temperatuur der aarde lager zou kunnen worden.

Toch komt onwillekeurig de vraag op, of er misschien geene oorzaken zijn, *welke wij niet kennen*, waardoor eene verlaging (of verandering in het algemeen, want vele geleerden uit vroegere tijden namen het tegengestelde, namelijk eene verhooging der temperatuur aan) der temperatuur heeft plaats gegrepen. Zoo zou een verminderde uitstraling der zon dien invloed gehad kunnen hebben.

Over dit onderwerp heeft Arago zeer nauwkeurige historische onderzoekingen gedaan en om onzen lezers duidelijk te maken, hoe het mogelijk is dat uit een tijd van 3000 en meer jaren geleden na te gaan, zullen wij die onderzoekingen zelve hier vermelden.

«De stad Jericho heette de stad der Palmen» (zoo wordt zij in het laatste hoofdstuk van het 5e boek van Mozes en in het eerste hoofdstuk van het boek der Richteren genoemd). De Heilige Schrift spreekt van de palmboomen tusschen Rama en Bethel (Richteren 4. 4. 5). In dien tijd leefde in Israël de

profetes Debora, de vrouw van Lapidoth, en *zij woonden onder de palmen* tusschen Rama en Bethel, op het gebergte Ephraïm «en van die welke langs den Jordaan stonden». Dadels werden door de Joden gegeten, de vruchten werden gedroogd bewaard, ook werd er een soort van honig uit bereid en uit het sap werd door gisting een drank verkregen.

«Op de hebreeuwsche munten ziet men duidelijk palmen met vruchten er aan; Plinius, Theophrastus, Tacitus, Josephus, Strabo enz. spreken alle van palmbosschen in Palestina. Er mag dus niet aan getwijfeld worden, dat de Joden dezen boom aankweekten en gebruikten.

«Evenveel bewijzen zijn er voor aan te voeren, dat zij zich toelegden op den druiventeelt, niet om de druiven te eten, maar om er wijn uit te bereiden. Op meer dan twintig plaatsen wordt van wijnbergen in Palestina gesproken; het loofhuttenfeest vierde men ten tijde van den wijnoogst. In Genesis wordt van de wijnen van Juda gesproken en de druif wordt niet alleen in de noordelijke en bergachtige streken verbouwd, want de bijbel noemt ook de wijnbergen van Engeddi, en Strabo, zoowel als Diodorius, roemen de wijnbergen van Juda zeer. Ook komt op de hebreeuwsche munten de druif even vaak als de palm voor.

«Vat men dit alles samen, dan blijkt dat in lang vervlogen tijden de palmboom te gelijk met den wijnstok in Palestina groeide.

«Wij zullen zien, bij welken warmtegraad de dadels en de druiven rijp worden.

«Te Palermo is de gemiddelde temperatuur + 17° C. De palm groeit daar wel, maar de vruchten rijpen niet. In Catania zijn de dadels, hoewel daar de gemiddelde temperatuur 18 à 19° is, nog niet eetbaar.

«In Algiers is de gemiddelde temperatuur 21°, daar worden de dadels geheel rijp (in het binnenste van het land zijn de vruchten beter).

«Gaan wij van deze feiten uit, dan kunnen wij met zekerheid zeggen, dat in Jeruzalem, waar in het groot dadels werden aangekweekt, zoodat die vrucht geen lekkernij, maar het algemeene *voedsel* was, de gemiddelde temperatuur niet *minder* kon bedragen dan nu in Algiers, waar zij juist rijp kunnen worden. De gemiddelde temperatuur van Jeruzalem moet dus *minstens* 21 *graden* geweest zijn.

«L. v. Buch geeft voor de meest zuidelijke ligging, waarop de wijnstok nog groeit, het eiland Ferro, een der Kanarische eilanden op, waar de gemiddelde temperatuur tusschen 21° en 22° bedraagt. In Caïro, waar die temperatuur 22° is, vindt men geen eigenlijke wijnbergen meer.

«In de Perzische stad Abuscher, met eene gemiddelde temperatuur van 32° groeit de druif niet meer, tenzij beschut tegen de zonnestralen, dus door haar niet tegen heuvels, maar in kuilen te laten groeien, waar de zonnestralen haar minder treffen.

«Nu werd echter de druiventeelt in Palestina in het groot uitgeoefend, de temperatuur kon alzoo gemiddeld niet *boven* 22 graden geweest zijn; de dadels

werden er nog geheel rijp, de temperatuur kan daar dus niet *onder* 21 graden geweest zijn.

Zoo brengen ons de beschouwingen over de temperatuur van Palestina ten tijde van Mozes tot het besluit dat de gemiddelde temperatuur daar $21^1/_2°$ C. moet zijn geweest, waarbij de fout nog niet eens $^1/_2$ graad kan bedragen. En welke is nu daar de gemiddelde temperatuur? Directe waarnemingen hebben wij helaas niet, maar door vergelijking kunnen wij er wel toe komen, want daar de gemiddelde temperatuur van Caïro 22° is en Jeruzalem slechts 2 breedtegraden noordelijker ligt, zal daar de gemiddelde temperatuur $^1/_2$—$^3/_4°$ C. minder zijn, dus $21^1/_2$—$21^1/_4°$ C. bedragen. In een tijdsverloop van 3300 jaar is dus de temperatuur niet zooveel verminderd, dat de grootte daarvan te meten is.

« Ook uit landbouwkundige feiten is de onveranderlijkheid van het klimaat te bewijzen, hoewel niet zoo nauwkeurig. De graanbouw bewijst b. v., dat de temperatuur niet hooger dan 24—25 graden is. De balsemboomen te Jericho wijzen op een onderste grens van 21—22 graden. De Joden vierden vroeger het loofhuttenfeest of de wijnoogst begin October. Tegenwoordig worden de druiven te Jeruzalem tegen het einde van September of het begin van October geplukt.

« Vroeger viel de maaitijd van de gerst tusschen het midden van April en dat van Mei. De reizigers van den nieuweren tijd hebben in de zuidelijke deelen van dit land de gerst in het midden van April reeds geel aangetroffen, om Acre is ze eerst in het midden van Mei rijp. In Egypte, waar de temperatuur hooger is, wordt zij begin Mei gemaaid.

« Het zal duidelijk zijn, waarom ik (Arago) voor eene enkele streek land zoo veel resultaten heb verzameld, als men bedenkt, dat Palestina een der punten van het oude vastland is, dat het minst de invloeden van den arbeid van den mensch heeft ondervonden, wat verandering in het klimaat betreft (geschikt maken van den bodem voor kultuur, opdrogen van moerassen, verwijderen van bosschen).

« Des te meer bewijst het gelijkblijven der temperatuur, dat wij recht hebben aan te nemen, dat de zon gedurende 33 eeuwen niet in kracht is verminderd. Deze bewering is niet overbodig, omdat wij sterren, d. w. z. ver verwijderde zonnen, kennen, die werkelijk aanzienlijk minder licht uitstralen en wel zoo veel, dat zij voor ons als sterren niet meer bestaan. »

Nadat wij Arago in dit eene voorbeeld geheel op den voet hebben gevolgd, om aan te toonen, langs welken weg en met welke zekerheid men tot de beantwoording van zulke vragen geraakt, vragen, welke men op den eersten blik voor onoplosbare raadsels zou houden, kunnen wij volstaan, dat hetwelk verder nog van belang is, weer te geven.

Daines Barington, de abt van Mana en andere natuurkundigen beweren, dat het klimaat van Europa en van eenige plaatsen in Azië zachter is geworden;

want Diodorius van Sicilië zegt dat de rivieren in Gallië vroeger des winters menigmaal met ijs bedekt zijn geweest; Herodianus spreekt van soldaten, die, in plaats van het water in kruiken uit den Rijn te halen, bijlen medenamen om het ijs stuk te breken en dit mede te dragen. Hieruit mag men besluiten, dat ten tijde der Romeinen in Gallië de rivieren, zooals de Rijn en de Donau, *soms* dichtgevroren waren.

Het zal wel niet noodig zijn voor onze lezers de 4 pagina's lange lijst van jaren af te doen drukken, waarin Rijn en Donau dicht gevroren zijn geweest; maar niet zonder belang is de eene of andere uit die lange reeks van winters; zoo b. v. was in het jaar 860 de Adriatische Zee dichtgevroren, evenzoo in het jaar 1709, toen er reeds thermometerwaarnemingen bestonden; zij toonden aan dat in de stad Venetië zich het in die streken ongehoorde geval had voorgedaan, dat de thermometer tot 20 graden onder nul was gedaald. In 1133 was het zuidelijk deel der Rhone en de Po bevroren. In 1468 bevroor de wijn in de kelders en werden om die reden in Vlaanderen de vaten uit elkaar geslagen, terwijl de soldaten hunne porties wijn in stukken kregen; in 1493 was de haven van Genua, in 1507 die van Marseille dicht gevroren; in 1544 was in geheel Frankrijk de wijn in de kelders bevroren; in 1594 bevroor de zee te Marseille en Venetië, van 1621 op 1622 vroor de Venetiaansche vloot in de haven in; van 1657 op 1658 vorst zonder ophouden van 24 December tot 18 Februari in geheel Frankrijk, de temperatuur was ongelooflijk laag en Karel X van Zweden trok met zijn geheele leger, cavallerie, artillerie, enz. over den kleinen Belt; in 1684 was de ijslaag in de Theems bij Londen zoo dik, dat zwaar beladen wagens er over gingen; in 1709 bevroor de geheele noordkust der Middellandsche Zee; in 1726 reed men met sleden van Kopenhagen naar Zweden; in 1767 vroor de Seine bij Parijs dicht, de koude hield maanden aan en de thermometer daalde tot — 16°. Van het jaar 1829 op 1830 evenzoo.

Wie de opgegeven getallen overziet, bemerkt dat in een tijdperk van duizend jaren de strenge winters telkens terug keeren, dat dus vroeger het klimaat niet strenger was dan tegenwoordig.

Omdat Vigilius in zijne Georgica aanbeveelt, in de schapenstallen stroo te strooien, opdat deze teere dieren door de koude niet gedeerd worden, beweert men, dat de temperatuur in zijn tijd zoo laag is geweest, dat men daarvan geen begrip heeft. Virgilius was in Mantua geboren; daar viel in 1604 zooveel sneeuw, dat de daken van vele huizen er door instortten, omdat zij op het dragen van zulk een last niet waren ingericht; de wijn bevroor toen in de kelders. Wat beteekent daartegen het beetje stroo in de schapenstallen van Virgilius! Dezelfde dichter deelt mede, dat de rivieren in Calabrië wel eens bevriezen. Ook dit wordt aangehaald, om te bewijzen, dat vroeger Italië een kouder klimaat had als tegenwoordig.

Eene uitzondering mag echter nooit gebruikt worden om een klimaat te

kenmerken. Reizigers die in het jaar 1834 Stuttgart bezochten, bewonderden het liefelijke klimaat, dat de druiven reeds in September deed rijpen, — nu, in dat jaar waren ze overal een maand vroeger rijp dan anders; waren deze personen in den winter van 1829 op 1830 daar geweest, dan zou het oordeel geheel anders geweest zijn, want na een kouden en natten zomer, zoo koud dat in Juli de kamers nog kunstmatig verwarmd moesten worden, na een mistigen en kouden herfst, zoo koud dat *nergens* een rijpe druif werd aangetroffen, volgde een winter, die van midden October tot midden Maart 1830 aanhield zonder een enkelen dag dooi of regen en de thermometer daalde tot — 36° C. Toen zij begin Maart plotseling minder werd en de temperatuur rees tot — 17° C. *hield men het reeds voor tamelijk warm*, want in vergelijking met de grimmige koude die er geweest was, maakte deze temperatuur een aangenamen indruk. Maar noch de temperatuur van den straks genoemden warmen zomer van 1834, noch die van den zooeven beschreven winter karakteriseert het klimaat van het land, dit waren uitzonderingen; het klimaat wordt niet daardoor, maar door den regel bepaald.

Die regel nu zegt, dat het klimaat in het algemeen *niet verandert.*

Wij willen hiervoor nog de waarnemingen van D o v e aanhalen, die vond dat de temperatuur van Berlijn van 1848 tot 1865 tot op $\frac{1}{100}$ graad Celsius dezelfde is, als die, welke uit de waarnemingen volgt over eene tijdruimte van 137 jaren gedaan.

Sedert 2000 jaren is de gemiddelde temperatuur van Palestina, Egypte, Sicilië, enz. geen halven graad gedaald; ware dit het geval geweest, dan moest de middellijn der aarde eenige kilometers minder geworden zijn, en de aarde dientengevolge sneller om hare as draaien. Daar echter de duur der aswenteling sedert 2000 jaren zelfs niet $^1/_{10}$ van eene seconde verminderd is, kan de massa der aarde in dien tijd nog geen $^1/_{1000}$ graad zijn afgekoeld.

Zoowel de waarneming als de nauwkeurigheid der berekening schijnen volkomen vertrouwen te verdienen, maar toch heeft de geognost B e r n h a r d v o n C o t t a aangetoond, dat eene afkoeling van het binnenste der aarde noodzakelijk plaats moet hebben, niet zoo zeer door uitstraling naar de wereldruimte, als wel door de vulkanische werkingen.

Elke lavastroom voert namelijk uit het binnenste van de aarde eene hoeveelheid warmte weg, het gloeiende gesteente komt uit het binnenste van de aarde en bekoelt aan de oppervlakte er van, zoo wordt misschien niet veel warmte weggevoerd, want slechts hier en daar heeft dit plaats; maar zeker is toch de hoeveelheid warmte, die door de warme bronnen, welke over de geheele aarde verspreid zijn, verdwijnt, aanzienlijk. Zij toch voeren onafgebroken gedurende duizenden jaren achtereen vrij wat warmte uit het inwendige der aarde naar de oppervlakte.

Dit zijn feiten, waartegen volstrekt niets te zeggen is, en aan een vergoeding van buiten af is volstrekt niet te denken, want de zonnestralen dringen niet zoo diep door, immers op 2 meter onder de oppervlakte is elk spoor van den invloed, dien zomer en winter hebben, geheel verdwenen.

De warmte van het binnenste der aarde moet derhalve noodzakelijk verminderen, maar deze vermindering is in verhouding tot de grootte van de aarde zoo uiterst gering, dat zij zonder twijfel gelijk nul gesteld kan worden; want, wanneer zij ook al werkelijk zoo groot was, dat in 2000 jaren de wenteling om de as $\frac{1}{100}$ sekonde sneller geschiedde (hetgeen $\frac{1}{170}$ graad vermindering in temperatuur vooronderstelt), dan zou de afkoeling tot 0 graden toch eerst in 170 millioenen jaren plaats hebben, zonder nog er op te letten, dat bij de toeneming van de dikte der aardkorst vulkanische uitbarstingen onmogelijk zouden worden. Daartoe kan het echter nimmer komen, daar het binnenste van een lichaam nooit kouder kan worden dan zijn buitenste, en het buitenste van de aarde door de zon ver boven de gemiddelde temperatuur van 0 graden gehouden wordt.

Nemen wij nu aan, dat de stolling van de aardkorst reeds zoo ver gevorderd was, dat eene samentrekking er van en ten gevolge hiervan een barsten en scheuren niet meer plaats kon hebben, dan zien wij toch nog dagelijks de vulkanen op de meest verschillende deelen van de aarde, zoowel als in de zee, lava, gesmolten gesteente, asch en dergelijke uitwerpen, en wij moeten dus naar eene andere oorzaak voor deze opheffing van het vloeibare binnenste der aarde omzien en wij vinden deze in de *veerkracht* van gasvormige lichamen.

Men verhaalt, dat Salomon de Caus, (dien de Franschen tot hunnen landsgenoot maken, omdat hij aan den koning van Frankrijk een werk heeft opgedragen en zich daarin zijnen «onderdanigsten dienaar» noemt, wat toch niet mogelijk zou zijn, zoo hij des konings onderdaan niet was) het gebruik van den stoom als beweegkracht heeft uitgevonden en dit geheim aan den kardinaal Richelieu heeft bekend gemaakt, die hem, daar hij telkens terugkwam en zijn afgekeurd plan steeds op nieuw aanbood, eindelijk voor krankzinnig verklaard en in het krankzinnigenhuis opgesloten heeft. Hierop gronden nu de Franschen de bewering, dat aan Frankrijk de eer van de uitvinding van de stoomkracht toekomt, en eene zeer treffende schilderij stelt de Caus, bedelende aan de tralies van het krankzinnigengesticht voor.

Dat de Franschen bij hunne bekende ijdelheid, dat gaarne zouden wenschen, kan ons niet verwonderen; hoe smartelijk moet het hun zijn, wanneer zij vernemen, dat reeds Hero van Alexandrië, 200 jaren vóór Chr. juist dezelfde soort van toepassing van den stoom beschrijft, als hun beroemde landsman uit de Pfaltz, ja dat de Egyptische priesters 500 jaren vroeger de stoomkracht ook reeds hebben gekend.

Het is de veerkracht, de spanning van in gas veranderde vloeistoffen, die den Papiniaanschen metalen pot doet springen, stoommachines en locomotieven in beweging brengt, lavamassa's over de randen van de kraters der vulkanen werpt en bergen en groote stukken land opheft, want er is op aarde niets, dat in staat is weerstand te bieden aan de kracht van de door warmte nog vergroote spanning der dampen. Wanneer in het middelpunt van de aarde

slechts eene kern van 75 kilometer middellijn uit water bestond en dit bij die temperatuur, welke vermoedelijk het binnenste van de aarde heeft, in damp veranderd werd, dan zou dit voldoende zijn, om de aarde, evenals het kruit een granaat, te doen springen, en wellicht staat de aarde werkelijk eenmaal iets dergelijks te wachten. Waarschijnlijk toch zijn ook de 300 planetoïden 1) (asteroïden) op eene dergelijke wijze ontstaan, doch hoe dit ook zij, zeker is het, dat door deze kracht voortdurend verandering van de oppervlakte der aarde wordt veroorzaakt. Zij is tevens *noodzakelijk* voor de bewoonbaarheid, want zonder die altijd nieuwe opheffing van deelen, zou het voortdurend streven van het vloeibare op aarde om alles te nivelleeren, binnen een zekeren tijd alle oneffenheden gelijkmaken, en daardoor zouden eerst onafzienbare, woeste vlakten ontstaan en daarna zou zich alles gelijkmatig met zeewater bedekken.

De vulkanen zijn de verbindingsgangen van het heete en gedeeltelijk vloeibare binnenste van de aarde met hare oppervlakte, en wanneer het veranderen van de oppervlakte door de spanning der opgesloten dampen eene noodzakelijkheid is, zoo is het bestaan der vulkanen een oneindige weldaad voor de aarde, want zij verwoesten niet, zij *beletten* de verwoesting. Zoo lang de vulkaan rookt, is de veiligheidsklep van den grooten stoomketel open, zoodra die gesloten is en de damp geen uitweg meer heeft, hoopt hij zich op, krijgt voortdurend grootere spanning, en daar de veerkracht der gassen *niet*, zooals die van een stalen veer, door verhooging der temperatuur *afneemt*, maar integendeel juist *daardoor grooter* wordt, zoo zal er een tijdstip komen, waarop het deksel van den ketel niet sterk genoeg meer is, om den noodigen weerstand te bieden; de ketel zal barsten en dat is de aardbeving.

Hierom zien de bewoners van Napels den zoogenaamden pijnboom steeds met bezorgdheid *verdwijnen*. Eene rookkolom, welke met veel water bezwangerd door de zwaardere lucht geheel rechtop in de hoogte stijgt, evenals de stam van een pijnboom, en dáár, waar zij in eene luchtlaag treedt, die even zwaar is als hare massa, zich horizontaal uitbreidt als de kroon van genoemden boom, is hun een teeken, dat de gassoorten in voldoende hoeveelheid uitstroomen, en dat er derhalve geene ophooping van kan plaats hebben. Het verdwijnen is een teeken van het tegendeel, waarna vroeger of later ook altijd aardbevingen volgen, opzwellingen die eene vreeselijke uitwerking hebben en soms zulke groote streken van de oppervlakte in beweging brengen, dat daarbij de uitgestrektheid van onze koninkrijken zeer onbeduidend is, want zij zijn vaak over een honderste, ja een twintigste gedeelte van de geheele oppervlakte van de aarde waar te nemen.

1) Toen de schrijver het bovenstaande schreef, waren er 15 planetoiden; toen hij later het geschrevene herlas 24, toen hij de drukproef nazag, was dat getal tot 31 geklommen, bij het afdrukken van den 10den druk was hun getal tot 38 gestegen, bij den 34sten druk tot 86 en nu zijn er reeds 300 ontdekt. Welk een tijd, waarin de natuurwetenschappen zulke reuzenschreden doen!

Het is vreemd, dat de opheffing van uitgebreide landstreken gewoonlijk niet met aardschuddingen verbonden is. Aan de kusten van Chili, in het Zuid-Westen van Amerika, heeft men in de laatste 50 jaren meermalen de opheffing van uitgestrekte streken waargenomen en gemeten (zoo werd in 1874 in de provincie Talca een 200 morgen groot stuk land meer dan 100 meter geheven) waarbij hunne ligging met betrekking tot de zee en tot elkander bijna in het geheel niet veranderd bleek. Wat horizontaal was, is horizontaal gebleven, geen berg is steiler of minder steil geworden dan hij was, slechts de hoogte boven de oppervlakte der zee is veranderd. Iets dergelijks is over geringere uitgestrektheid in Italië, Zweden en Noorwegen en in Oost-Indië waargenomen en het kan worden aangetoond, dat deze opheffing van den aardbodem geen schijn is, dat het niet de zee is, die gedaald is, want dan moesten de kusten van Noord-Duitschland, Pruisen, Koerland, Lijfland enz. schijnbaar evenveel stijgen als de daar tegenover liggende van Zweden, wat echter niet het geval is; bewijs genoeg, dat niet de oppervlakte van de zee, die aan beide kusten grenst, is gedaald, maar dat alleen het Skandinavische schiereiland is opgeheven, doch zoo langzaam en geleidelijk dat nergens een huis omgevallen of ook slechts merkbaar geschud is. Evenzoo is het in Chili, slechts met dit onderscheid, dat de opheffing daar veel sneller en in korte tijdruimten meetbaar plaats heeft, terwijl zij in Zweden en Noorwegen lange perioden noodig heeft om zichtbaar te worden. Doch ook bij dit veel snellere stijgen van de kusten van Chili zijn geene aardbevingen waargenomen, en wanneer men er al voelde, dan stonden zij toch niet rechtstreeks in verband met dit *langzame* en *algemeene* stijgen, zoodat zij niet met zekerheid als de onmiddellijke oorzaak van het laatste mogen beschouwd worden.

Sir Henry de la Beche zegt met betrekking hierop zeer juist: «wanneer men met behulp van menschelijke werktuigen de opheffing of daling van eene kust nagaat, die zich met betrekking tot het niveau van eene naburige zee heeft opgeheven of gedaald is, dan is het zeer moeielijk, den standvastigen stand van dit niveau der zee te bepalen, vooral waar eb en vloed dit niveau in het algemeen sterk doen veranderen; toch is het gelukt en men heeft de zekerheid gekregen, dat zulke veranderingen in den *historischen* tijd hebben plaats gehad en dat zij aan de veranderlijke temperatuur van de oppervlakte der aarde boven vulkanische streken zijn toe te schrijven.

«Veranderingen in de temperatuur, welke in staat zijn om in korteren tijd een grooten vulkaan, zooals de Cotopaxi in de *warme* en bergen op IJsland in de *koude* luchtstreek plotseling van hunne eeuwige sneeuw te bevrijden, moeten noodzakelijk van eene sterke uitzetting van deze bergmassa's vergezeld gaan.»

Geheel hetzelfde kan echter geschieden, zonder dat daarbij een berg in het spel behoeft te zijn; de vulkanische werkzaamheid toch is niet aan hoogten gebonden, zij kan even goed in vlakten en dalen optreden. Zoo is er een

kleine streek (namelijk een gedeelte van de golf van Bajae bij Napels), die in historischen tijd zulke veranderingen heeft ondergaan, waarvan alleen de eindresultaten zijn waar te nemen en die hoogst waarschijnlijk de bewoners van die streken volstrekt niet gestoord, noch hunne huizen omvergeworpen hebben, maar hen hoogstens er uit hebben verdreven, doordien de zee te dicht bij kwam. De reeds besproken tempel van Serapis bij Puzzuoli geeft ons de middelen aan om den tijd na te gaan, waarop de veranderingen van het niveau hebben plaats gehad. Drie marmeren zuilen van 13 meter lengte, die nog thans, nadat reeds lang de huizen der rijke Romeinen in puin gevallen zijn, rechtop staan als een stellig bewijs, dat geene aardbeving hare opheffing of daling veroorzaakte, zijn tot eene hoogte van 4 meter glad en zuiver, maar van daar af zijn zij over eene lengte van 3 meter door een boorschelp (Lithodomus), die ook nu nog de Middellandsche zee bewoont, sterk beschadigd en diep doorboord. De rest der zuilen ongeveer 6 meter *boven* deze plaats doet verschijnselen zien, die door den dampkring, door vocht, droogte, zonnestralen enz. werden teweeggebracht, overigens zijn zij onveranderd. Op den bodem van den tempel bevinden zich andere gebroken marmeren zuilen, die op verschillende plaatsen, en wel niet alleen uitwendig aan de gladde oppervlakte, maar ook aan de *breukvlakten* boorgaten vertoonen.

Uit deze feiten heeft men het besluit getrokken, dat de zuilen eenmaal diep genoeg onder de oppervlakte van de zee gestaan hebben, om op eene hoogte van 6 meter boven het voetstuk door de Lithodomen bereikt te worden; dat ten tijde, toen dit geschiedde, de tempel reeds was ingestort, daar de nu liggende zuilen reeds toen daar gelegen moeten hebben, daar anders hare *breukvlakten* niet doorboord hadden kunnen worden; dat de rest zich boven den spiegel der zee bevond en de geheele vlakte later weder is opgeheven. De heffing en daling van den bodem van dezen tempel moet derhalve op tusschen 6 en 10 meter worden geschat, daar het niet waarschijnlijk is, dat hij, zooals hij thans staat, $^1/_3$ meter onder het merk van hoog water van den *gewonen* en wel een en meer meters onder denzelfden stand van den *springvloed*, gebouwd is geworden.

Lyell, een beroemd Engelsch geoloog, besluit uit deze en andere omstandigheden, dat de bodem, waarin de grondvesten van den tempel rusten, ten tijde, waarin het mozaïkplaveisel, dat zijn binnenste versierde, gelegd werd, d. i. 80 tot 100 jaren vóór onze tijdrekening, ongeveer 4 meter boven het niveau der zee heeft gelegen; dat hij in den loop der beide volgende eeuwen, d. i. omstreeks het jaar 100 na Christus' geboorte, ongemerkt 2 meter gedaald is; dat dit met een meter per eeuw zoo is voortgegaan, en hij derhalve omstreeks het jaar 800 reeds gelijk met de oppervlakte der zee lag (hetgeen werkelijk door historische berichten wordt bevestigd), dat het dalen in de 9de eeuw is voortgegaan, en hij toen 6 meter onder den spiegel der zee heeft gelegen. Van toen af is hij weder even zoo langzaam gestegen (ofschoon men

de tijdruimte van den stilstand onder den spiegel der zee niet kent), tot hij zich weder na 9 eeuwen $^2/_3$ meter boven het tegenwoordig standpunt bevond, sedert welken tijd hij dan nu weder zooveel is gedaald.

De bewijzen van zulke veranderingen van niveau zijn overigens geenszins tot dit eene beperkt.

Tusschen Puzzuoli en het Lucriner-meer bevindt zich ook een Romeinsche straatweg onder water, evenzoo eene andere in de nabijheid van het slot van Bajae; evenzoo en nog meer in het oog vallend loopt eene straatweg, waarlangs men nog de overblijfselen van Romeinsche gebouwen ziet, aan de zijde van Sorrento van de golf van Napels onder den spiegel der zee, en van de paleizen van keizer Tiberius op het eiland Capri is er een geheel door water bedekt. Ook aan eene klip, tegenover het eiland Nisida, bevindt zich 10 meter boven den tegenwoordigen zeespiegel, eene reeks boorgaten van den Lithodomus.

Al deze feiten, die niet ontkend kunnen worden, bewijzen onwederlegbaar eene sterke en herhaalde verandering van het niveau van de geheele streek, van den Vesuvius tot Puzzuoli en van Napels tot Capri, en Babbage, een ander Engelsch geoloog, die deze feiten te zamenvatte, zegt, dat de aardkorst door de afwisseling in temperatuur voortdurend van gedaante verandert, en dat door deze uitzetting en samentrekking spleten gevormd, bergketens en zelfs vaste landen opgeheven en naar omlaag gevoerd kunnen worden. Als gronden voor deze meening wijst hij op het bekende toenemen van de temperatuur der aardkorst, naarmate men in de diepte dringt; op de uitzetting van de vaste gesteenten door de warmte, alsmede op de volumenvermindering, op het samentrekken van klei door warmte; op de ongelijke warmte-geleiding van verschillende mineralen; op de verschillende warmte-uitstraling van den bodem, naarmate zijne oppervlakte met wouden, woestijnen of met water bedekt is, en eindelijk op de verschillende atmospherische invloeden, welke onophoudelijk van buiten af op de aarde inwerken.

Hieruit leidt Babbage af dat, toen de tempel van Serapis gebouwd werd, de bodem er van eene hoogere temperatuur gehad heeft; dat deze verminderd is en hierdoor de bodem zich heeft samengetrokken; dat, nadat die samentrekking een zekeren graad bereikt had, een nieuwe toevoer van warmte uit een naburigen vulkaan de lagen van deze streek opnieuw heeft doen uitzetten en ze boven het tegenwoordig niveau opgeheven heeft. Dat zij op nieuw aan het dalen zijn, wijst weer op verlaging van temperatuur.

Nu zou men wel kunnen zeggen, dat het even waarschijnlijk is, dat de zee is gerezen, maar bij nadere beschouwing blijkt deze meening onhoudbaar. Indien de zee ongeveer 10 meter gerezen ware, dan zou dit zich niet tot de baai van Napels bepaald hebben, maar dit had minstens in de geheele Middellandsche zee en de Zwarte zee moeten plaats hebben; de verwoestingen, die zulk een verhoogde stand ten gevolge moest hebben, zouden onbeschrijfelijk geweest zijn; 1100000 vierkante kilometer bewoond land (alle vlakke kust-

streken, alle laagland, geheel Lombardije, geheel zuidelijk Frankrijk, het Oosten en Zuiden van Spanje, de geheele Noordkust van Afrika, geheel Egypte tot aan de watervallen van den Nijl toe, het grootste gedeelte van Griekenland om van de vlakke streken, welke de Zwarte zee ten noorden begrenzen, niet te spreken) zouden overstroomd geworden zijn, en de geschiedenis zou zulk eene gebeurtenis toch vermelden. Bovendien zou dit ongeluk toch slechts weken, of hoogstens maanden lang kunnen duren, want een afleidingskanaal van 37 kilometer wijdte, zooals de straat van Gibraltar is, zou het overvloedige water spoedig in den Atlantischen Oceaan gevoerd hebben, maar de gaten der boorschelpen toonen aan dat die waterstand langer heeft geduurd. Hierdoor is ontwijfelbaar bewezen, dat de bedoelde teekenen van een *duurzaam* veranderden waterstand alleen door *rijzing* en *daling* van een gedeelte van den aardbodem zijn te verklaren. Het is moeielijker dalingen dan rijzingen van het vaste land te bepalen. Wanneer de la Marmora aan de kust van Sardinië brokstukken van antiek huisraad onder water vindt, en daaruit wil opmaken, dat de kust gedaald is, dan is dit een te snelle gevolgtrekking; wanneer daarentegen 6 meter boven de zee oesterschalen aan rotsen hangen, dan bewijst dit inderdaad, dat aldaar eenmaal de zee was, en het land derhalve is opheven.

Wanneer men nu niet wil aannemen, dat het vaste deel der aarde steeds dikker wordt (hetwelk door het gelijk blijven van de snelheid van hare omwenteling bovendien reeds wordt wederlegd) dan moet men het er voor houden, dat zij op andere plaatsen evenzeer daalt, als zij hier rijst.

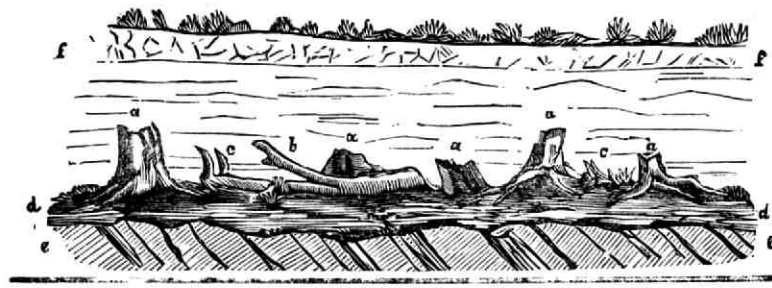
Het schijnt zeer moeielijk, zich hieromtrent zekerheid te verschaffen, het schijnt zelfs bijna onmogelijk zich bewijzen te verschaffen, want waar het land onder de zee daalt, zal de mechanische werkzaamheid van het water zeer spoedig de vroegere kustlijnen uitwisschen. Toch is het aan Darwin, dien wij bij gelegenheid van het ontstaan der koraaleilanden reeds noemden, gelukt, in den Stillen Oceaan groote streken aan te wijzen, die evenzoo langzaam, onvoelbaar, maar toch meetbaar dalen, als andere weder rijzen, hij noemt de eerste *verzakkings-velden*, de laatste *opheffings-velden*. Deze komen overeen met de duizenden kilometers lange rijen van vulkanen, welke men in de Zuidzee aantreft, gene hebben de koraalvormingen doen ontstaan; maar in dit alles is toch nog veel hypothetisch, en het is ons niet te doen om meeningen en vermoedens, maar om *feiten* te geven. Deze zijn nu in voldoend aantal aan de kusten van Europa te vinden, waar geheele uitgestrekte *wouden* met hooge stammen, waarvan de wortels nog in den bodem vast zitten, diep onder den spiegel der zee gevonden worden.

Zoo liggen de vele kolenbeddingen van Engeland, België en Frankrijk grootendeels zeer diep onder den spiegel der zee; in Engeland worden zelfs die mijnen op vele plaatsen onmiddellijk onder de zee ontgonnen, en de hebzucht van de eigenaars der bergwerken heeft, op het gevaar voor het leven der

arbeiders niet lettende, de kostbare bedekking, de hangende kolenlaag, zoo sterk uitgegraven, dat de arbeiders bij stormen de zee boven hunne hoofden hooren en haar dikwijls zoo vreeselijk hooren brullen, dat zij verschrikt hunnen arbeid verlaten en zoo snel mogelijk naar den uitgang vluchten. Daar wij nu de kolen als een product van den *plantengroei* en wel van dien van het *land*, hebben leeren kennen, en dit derhalve in allen gevalle, toen zich die schatten voor de nawereld ophoopten, vastland moet geweest zijn, zoo is door hare tegenwoordige ligging onder den spiegel der zee (tot 100 meter) een dalen van het land veel beter bewezen dan door Darwin's *hypothese* van de koraal-eilanden.

De volgende afbeelding vertoont een gedeelte van een onderaardsch en onderzeesch bosch, zooals dit in het Engelsche graafschap Cornwallis gevonden is, benevens de onderlaag en de bedekking, zooals Henry de la Beche die in zijne geologie afbeeldt.

De boomen *aa* bevinden zich nog op dezelfde plaats, waar zij gegroeid zijn, liggende boomen *bb* en geweien van herten, alsmede schedels en horens van ossen liggen, met loof, takken en deelen van wortels vermengd, op de plaatsen, waar zij neergevallen zijn, zonder, naar het schijnt, eene verandering te hebben



Bosschen onder zee.

ondergaan. Onder de aardlaag, welke de boomen draagt, zijn de rotsmassa's van het zoogenaamd liggende door *ee* aangeduid. Het geheele oorspronkelijke bosch is met klei, zeeslib, verhard zand bedekt en in het bovenste gedeelte ziet men bij *ff* de vruchtbare aarde met planten, de kuststreek, waaronder het woud zich uitstrekt.

Zulke bosschen komen in de nabijheid van de Hebriden en van de Orkney's evenzeer voor, als aan de oevers van het Nauw van Calais en in het graafschap Cambridge of Lincoln. Ja, aan de zuidelijke oevers van de Oostzee komen eiken- en dennenstammen en andere boomen niet slechts met de wortels

in geheel natuurlijke ligging voor, maar zelfs meermalen liggen zij over elkander, terwijl er massa's klei of zand tusschen en de bovenste lagen nog bijna 2 meter onder den spiegel der zee liggen. Zoo is het op verschillende plaatsen in den omtrek van Greifswald, op het eiland Usedom en in de omstreken van Colberg. Deze zijn door zandduinen van de zee gescheiden en rusten soms in eene diepe veenlaag, welke goed bewaarde overblijfselen van allerlei planten en dieren bevat, die uitsluitend op het land en in het zoetwater, maar in het geheel niet in zee gevormd zijn.

Niet zelden heeft men de beenderen, ja zelfs de voetstappen van zoogdieren en ook insecten ontdekt. Dit alles is van veel belang, omdat het ons een beeld geeft van de flora en fauna van den toenmaligen tijd.

In een onderzeesch bosch aan de oevers van den Humber, een rivier aan de Oostkust van Engeland, die bij Spurnhead in de zee uitmondt en daar eene groote golf vormt, vindt men overblijfselen van den eland en het damhert en hetzelfde treft men in een dergelijk woud bij Minehead in het graafschap Somerset aan. De eiken, waaruit dit laatste bosch bestaat, zijn vastgeworteld, evenals toen zij leefden, de beenderen en geweien der herten liggen bij elkander, een zeker bewijs, dat zij niet daarheen gedreven zijn. Zelfs leven er nog herten van dezelfde soort in het wild in het naburige woud van Exmore. De verandering van niveau, het dalen van deze vlakte onder de zee, heeft derhalve plaats gehad in een tijd, toen dezelfde geslachten van dieren als thans de aarde bewoonden, zelfs is aangetoond, dat er toen reeds menschen leefden. De tijd, toen deze verandering van de oppervlakte der aarde plaats had, is derhalve, volgens hetgeen men gewoonlijk omtrent het bestaan van het menschelijk geslacht, den jongsten schakel der dierlijke schepping aanneemt, nog niet zoo lang voorbij.

Het feit, waarop men hier steunt, is het volgende. Het graafschap Cornwallis is zeer rijk aan tinmijnen. Het metaal wordt in korrels, grootendeels gedegen, slechts weinig verertst, in de bouwaarde gevonden en door wasschen daaruit verkregen (Seifenwerk in de mijnwerkerstaal). Daar heeft men tusschen de boomen en andere overblijfselen van planten ook zeer vele schedels van dieren en menschenschedels gevonden. De boomen staan rechtop op de plaats, waar zij gegroeid zijn, met de wortels in de aardlaag, waarin het tin zich bevindt, en de stammen, wier tusschenruimten met zoetwater-bezinksels aangevuld zijn, bevinden zich bijna 17 meter onder het vloedmerk.

Uit deze vondsten, die ook op verschillende andere plaatsen van Engeland in de tinertsmijnen gedaan zijn, volgt, dat, nadat de metalen zich op de plaatsen waar zij nu liggen, hebben afgezet — hetzij dit onder of boven de zee heeft plaats gehad, — er een tijd is gekomen, waarin die bodem zich met planten, met bosschen kon bedekken, welker boomen niet veel van de tegenwoordige verschillen; dat later de grond, waarop zij stonden, zoo gedaald is, dat zij bedekt konden worden door hetgeen de rivieren met zich

voerden, waarmede zij dan vervolgens ver onder de hoogte van den vloed daalden. Hierbij is echter de mogelijkheid niet uitgesloten, dat zij dadelijk zoo diep daalden, als zij nu nog liggen. In dat geval moet er een golf in de zee zijn ontstaan, waarin zich de bestanddeelen, die het zoete water bevatte, afzetten. Dit is ook Egypte vroeger geweest, tot het Nijlslib de zee terugdrong en van de golf een vruchtbaar dal maakte.

Het is zeer belangrijk, dat ook hier op nieuw blijkt dat tegelijk met onze tegenwoordig nog levende herten, elanden, paarden, enz. ook andere geslachten van dieren deze streken bewoond hebben. Ten gevolge van het onophoudelijk doorzoeken van den bodem om op het gebied van het delfstoffenrijk schatten te vinden, is in dit opzicht het meeste in Engeland ontdekt.

In het zuiden van Wallis, waar de onderzeesche wouden vaak voorkomen, strekt zich een uitgestrekt laagland van den mond van de rivier Neath oostelijk voorbij Port Talbot uit. Het is door eene dubbele rij duinen tegen de zee beschut. Dáár zijn op vele plaatsen de wortels van uitgestrekte en dichte bosschen in hunnen natuurlijken stand blootgelegd en tot onder de duinen nagegaan. Op de oppervlakte van de klei, waarin die boomen stonden, ziet men de verschillende dieren, welke de wouden bewoonden, doordien op de paden, waarop zij geloopen hebben, b. v. de voetstappen van het hert zeer duidelijk van die van het rund te onderscheiden zijn. De runderen behoorden intusschen tot eene andere veel grootere soort dan de thans levende, want de afstand tusschen hunne voetstappen bedraagt niet zooals gewoonlijk, tusschen twee derde en 1 meter, maar volle twee meter, hetgeen een viervoetig zoogdier van ontzaglijke grootte aanduidt. Die voetsporen werden overigens niet alleen op deze plaats, maar ook in den bodem van het onderzeesche woud Pembrey in Carmarthenshire gevonden. Men groef te Pembrey een bassin uit; dit geschiedde in de delta, welke de rivier Loughor en de Barry met elkaar vormen. Nadat men hier het zand had weggeruimd, kwam men op een onderzeesch woud, dat geheel met het vorige overeenkomt, waarin ook door herten en runderen vastgetrapte paden en hunne zeer duidelijk zichtbare voetstappen gevonden werden. Daar ontdekte men ook beenderen en horens van dat groote rund, dat men Bos primigenius genoemd heeft, dat horens droeg, die van punt tot punt 4 meter afstand hadden, waarvan voor de breedte van het voorhoofd, ongeveer $^1/_2$ meter afgaat, zoodat er horens van bijna 2 meter lengte overblijven. Hieruit zou men echter, zoo men de voetsporen niet te hulp riep, geen zeker besluit omtrent de grootte van het dier kunnen trekken; de Hongaarsche runderen b. v. hebben horens van 1 meter lengte en meer, terwijl de dieren zelve de gewone grootte hebben, de buffels in Hongarijë en Italië hebben daarentegen horens van nauwelijks $^1/_3$ meter lengte, zonder dat hun lichaam daarom kleiner is.

De hoogten, die langs deze rivieren aangetroffen worden, bevatten vele holen, waarin men de overblijfselen van rhinocerossen, olifanten, hyena's,

reusachtige beren en leeuwen (Felis spelaea, de holenleeuw, veel grooter dan onze tegenwoordige) vindt, en het is moeielijk, den tijd, waarin deze uitgestorven dieren leefden, te onderscheiden van dien, waarin de wouden met de voetstappen en de overblijfselen van uitgestorvene, zoowel als van nog levende dieren te niet gingen; deze ondergang moet derhalve zoo kalm hebben plaats gehad, dat de boomen hunnen stand behielden en de voetstappen der dieren zelfs niet werden uitgewischt.

Uit al deze verschijnselen volgt met zekerheid, dat eene daling van de Britsche eilanden en van het geheele westelijke vastland van Europa heeft plaats gehad, die met de opheffingen op andere plaatsen volkomen evenwicht maakt en dat waarschijnlijk alleen de vermindering van temperatuur de samentrekking en ten gevolge daarvan de daling van de steenmassa's en aardlagen veroorzaakte, schijnt ook nog hieruit te volgen, dat men in Engeland en op veel zuidelijker breedten versteende zeedieren gevonden heeft, die geheel tot noordelijke streken behooren, waaruit volgt, dat ten tijde, dat zij bewoners waren van de klei of van het zand, dat hen thans als *lei* of *zandsteen* insluit, de zone, waarin zij leefden, veel kouder is geweest dan thans. Zoo zien wij dan dat werkelijk de temperatuur der aarde aan afwisseling onderhevig is geweest, evenals ook de hoogte van de oppervlakte boven de zee veranderd is. Dit heeft zoowel in de eene als in de andere richting plaats gehad, dus zoowel een kouder als een warmer worden, een dalen zoowel als een rijzen van de aardkorst en hierin, zoowel als in het ontstaan van gebergten en hooglanden, zien wij eene plutonische werking.

In den laatsten tijd heeft Heinrich Schmick de tegengestelde hypothese opgesteld, dat n. l. niet de landen langzamerhand geheven en gedaald zijn, maar dat het niveau der zee op en neergaat en dit ten gevolge van de aantrekking der zon, waardoor de beweeglijke watermassa's van plaats veranderen binnen eene periode van 21000 jaren (dezelfde periode als voor de precessie). In de eene helft stijgt het water op het noordelijk, in de andere op het zuidelijk halfrond, zoodat binnen deze tijdruimten nu eens het noordelijk deel der aarde en dan weer het zuidelijk deel eenen hoogeren waterstand heeft.

Ook dat, wat wij, afgescheiden van de plutonische werking, gewoon zijn vulkanische te noemen, heeft eene ontzaglijke uitbreiding en behoort tot de meest algemeene oorzaken van de veranderingen van de oppervlakte der aarde.

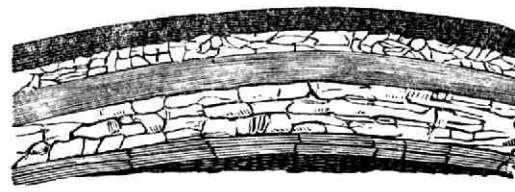
De vulkanen, de verbindingswegen van het vloeibare binnenste der aarde met het gestolde buitenste, geven aan het eerste gelegenheid, om in lange gleuven op te stijgen en als gloeiende, langzaam vloeiende massa uit den krater, over den rand er van zich uit te storten, of, ingeval de drukking van de vloeistof op den wand te groot werd, door dezen heen te breken en ter zijde af te vloeien.

Wanneer de gesmolten massa's op dien weg met water in aanraking komen, hetgeen in den regel het geval zal zijn, dan is hiervan het natuurlijk gevolg,

dat dit water in damp verandert, en dat alles wat zich daarboven bevindt, door de gleuf naar buiten geslingerd wordt met een geweld, waarvan men zich volstrekt geen begrip kan vormen. De Vesuvius, bijna de kleinste van alle vulkanen, die wij kennen, heeft in den regel bij echte uitbarstingen eene vuurkolom van 3000 tot 3300 meter boven zich, en slingert tot deze hoogte, die zijne eigene meer dan drie malen overtreft, rotsbrokken van groote dikte, als waren het vederballen (volans).

Geen schietwerktuig door eene menschelijke hand vervaardigd, al ware het 't voortreffelijkst getrokken kanon, met het allerbeste kruit geladen, zou in staat zijn een kogel van slechts twaalf pond tegen de zwaarte in 25 seconden lang omhoog te voeren; daartoe zou hij eene vertikale snelheid van 270 meter in de eerste seconde gehad moeten hebben en zou dan gedurende eene halve minuut stijgen, terwijl de snelheid voortdurend verminderde, en hij daarna evenveel tijd noodig zou hebben om met eene versnelde beweging den grond weer te bereiken. Dit nu is de menschelijke kracht niet in staat te bewerken en toch doen de natuurkrachten het a. h. w. spelende, dagen, maanden achtereen in nog veel sterkere mate, want de glimmende vonkjes, die uit de gloeiende schoof op de feestdagen van den Vesuvius te voorschijn komen, zijn gloeiende steenklompen van verscheiden kubieke meters inhoud.

Maar ontzaglijk en vreeselijk vernielend zijn zelfs de werkingen van dezen dwerg onder de vulkanen, want de uitgeworpen asch bedekte nog in den historischen tijd (79 jaren na het begin van onze tijdrekening) geheele land-



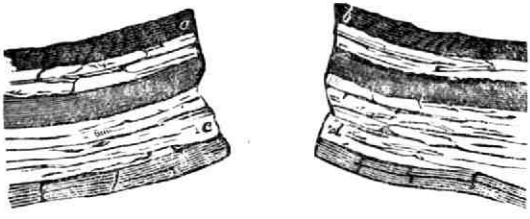
Afronding van de aarde.

schappen met asch en lava, tot eene hoogte van 23 meter en deed vlakten van 2750000 vierkante kilometer trillen, zoodat al, wat er zich op bevond, vernield werd.

De vuurspuwende bergen zelven danken hun ontstaan aan de plutonische kracht, hunne latere vormveranderingen aan zich zelven. Bij den vuurspuwenden berg heeft men namelijk, behalve op den langzaam stijgenden, meestal koepelvormig gewelfden heuvel, ook nog op de verdieping, (gewoonlijk aan den top) te letten, welken men den krater of ketel (Caldera) noemt, en hier meende men zulke wezenlijke verschillen te hebben gevonden, dat men de kraters in

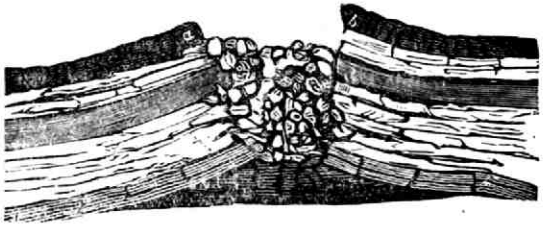
opheffings- en uitbarstingskraters heeft onderscheiden, welke onderscheiding later onjuist is gebleken.

Een opheffingskrater dankt volgens die theorie zijn ontstaan aan de plutonische werkzaamheid. In het een of ander gedeelte van de oorspronkelijke bolvormige oppervlakte der aarde ontstaat door ongelijkmatige drukking van het gesmolten binnenste een scheur. In de voorgaande afbeelding zijn onder de oppervlakte lagen geteekend. Dit is alleen gedaan om gemakkelijker aan te toonen, welke verandering er heeft plaats gehad; natuurlijk behoeft op zulk een plaats de aardschors niet uit lagen te bestaan, maar kan zij evengoed uit gestolde planetenmassa, dus *zonder lagen*, zijn opgebouwd. Door de scheur wordt de vorm als in onderstaande afbeelding, er ontstaat eene opening, deze



Opheffingskrater.

zal naar haren vorm een verschillenden naam ontvangen; nu eens is het eene mijlen lange *spleet* dan weder een tamelijk ronde *ketel*. In dit geval noemt men zulk een ketel of krater *opheffingskrater*. Hierbij heeft dat, wat wij volgens het *tegenwoordige* spraakgebruik «vulkanische werking» noemen, niet mede



Het trapsgewijze vullen van een krater.

gewerkt; de berg en de uitholling er in, de kegel is door een veel ingrijpender, veel geweldiger kracht, door de plutonische kracht gevormd.

Houdt de werkzaamheid hiermede niet op, gaat de uitbarsting voort, dan zal òf het gesmoltene binnenste in dezen krater opwellen en hem allengs vullen, òf er zullen half gesmolten massa's slakken, onsmeltbare steenen met meer of minder geweld omhoog geworpen en geslingerd worden.

In het eerste geval doet wellicht de krater zich zooals in den vorenstaande figuur voor, die de doorsnede er van vertoont; het gesmolten gesteente, dat onder de aardkorst ligt, het vloeibare binnenste der aarde, heeft zich daarin meer of min opgeheven, maar die opheffing is nog niet voldoende geweest om door de vergroote drukking evenwicht te maken met de massa, die zich een weg naar buiten tracht te banen, en de geheele holte is opgevuld ge-

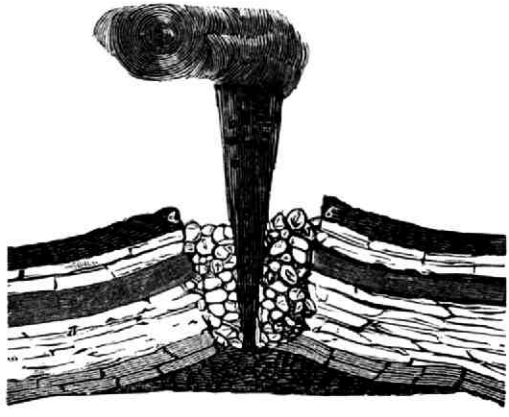


Uitbarstingskrater.

worden, de vloeibare massa is over de randen van den krater naar omlaag geloopen en heeft die in de rondte bedekt. Van af dat oogenblik houdt echter de plutonische werkzaamheid op en begint de vulkanische zich te doen gelden. Het openen van de spleet is het gevolg van plutonische werkzaamheid; het vullen met uitgeworpene stoffen is reeds eene vulkanische, ofschoon het mogelijk is, dat dit overvloeien van den krater slechts eenmaal plaats grijpt, en de ketel voor altijd door een groot deksel van gesmolten lava gesloten wordt. Bevindt zich nu, zooals de voorgaande afbeelding dit aanwijst, in deze overgevloeide massa niet slechts eene verdieping, maar staat zij nog met het gesmolten inwendige van de aarde in verbinding, stijgt er damp, rook, asch uit op en worden er gesteenten uitgeslingerd, dan zal de nieuw ontstane berg ongetwijfeld een vulkaan genoemd worden, de krater is dan echter niet meer een *opheffings-* maar een *uitbarstings*-krater.

Geheel op dezelfde wijze kan nu echter een krater ontstaan, ook zonder dat

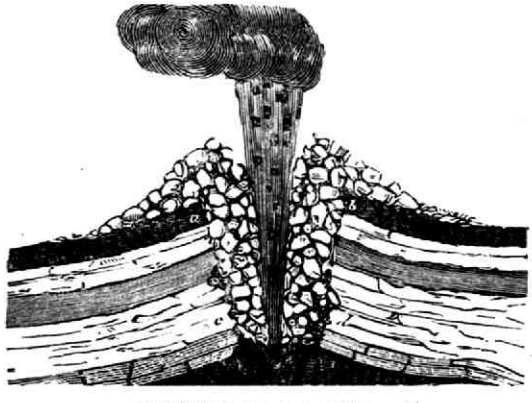
vloeibare zelfstandigheden hem vormen. Gesteld dat de uitgeworpen massa's slakachtig waren, onsmeltbare steenen, vulkanische asch, glasachtige massa's met gassoorten er in opgesloten, zooals de puimsteen, dan zal eene doorsnede nu meer zooals de onderstaande, geene compacte lava, maar losse, op elkander



Een vulkaan in een vulkaan.

gestapelde zelfstandigheden vertoonen; als 't ware een vulkaan in een vulkaan.

Er kan echter nog een ander geval plaats hebben (en dit is bij alle kleine en bij de meeste van gemiddelde grootte het gewone). De ophooping van het

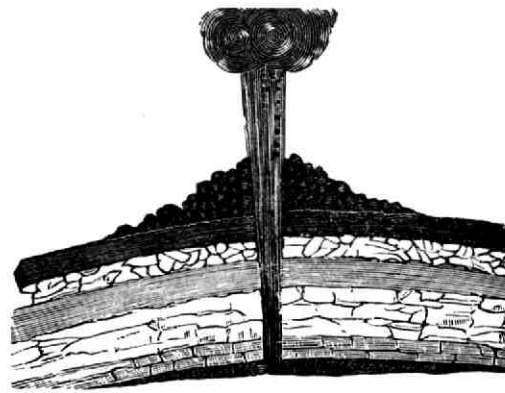


Bedekking van een vulkaan.

droge, brokkelige gesteente van allerlei aard, waarvan wij straks spraken en dat meestal onder den Italiaanschen naam Rapilli bekend is, zal namelijk niet

ophouden, wanneer de krater tot de helft er mede gevuld is, maar de opheffing zal voortduren, tot de geheele ruimte van den kegel niet alleen aangevuld is, maar er nog bovendien een ver daarboven uitstekende berg ontstaan is. Deze berg heet nu de vuurspuwende en zijn ketel is volkomen dat, wat men een uitbarstingskrater noemt (zie de voorgaande figuur).

Nu gebeurt het echter ook wel en niet eens zeldzaam dat de geheele berg uit op elkander gehoopte rapilli bestaat, zoodat derhalve niet eerst een opheffingskrater door het barsten van de oppervlakte der aarde en het omhoogdrijven van hare horizontale lagen ontstaan is, maar dat door de scheur terstond rapilli omhoog zijn gedrongen, zoodat de berg, door ophooping ontstaan, nu eene gedaante heeft, zooals de volgende figuur vertoont, waarin de gebogen lijn de oppervlakte der aarde voorstelt, in welke men zich een scheur moet denken, die aan het gloeiende gesteente van het binnenste der



Uitbarstingskrater zonder opheffingskrater.

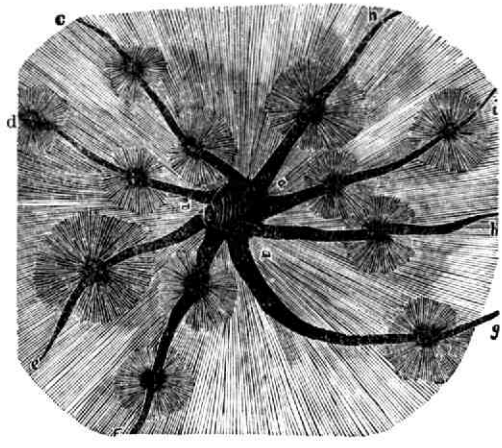
aarde, de droge slakken of puimsteen, de rapilli of de samenhangende vloeibare lava doorgang verleent en er gelegenheid aan geeft, zich om die scheur op te hoopen en daardoor een berg te vormen.

Het is op deze wijze, dat er talrijke heuvels van tamelijk veel omvang aan den Vesuvius ontstaan zijn, van welke Spalanzani er aan den Etna honderd telde, terwijl Fr. Hoffmann er met zekerheid 70 opteekende, toen hij van den top van de Etna uit eene kaart in vogelperspectief van dit vulkanisch centraalgebergte vervaardigde. Tot dit geval worden nu tegenwoordig alle andere teruggebracht, en men spreekt dus niet meer van opheffingskraters.

De vulkanen, die het dichtst bij ons liggen, de Vesuvius, de Etna en de kleinere vulkanen van de Middellandsche zee, alsmede de rustende Vuurberg

van Teneriffe geven ons gelukkig volkomen voldoende opheldering omtrent hun ontstaan en de wijze, waarop zich de krater gevormd heeft.

De vuurhaard van zulk een vulkaan strekt zich soms zeer ver uit en daardoor komt niet zelden uit het einde of het midden van eene mijlen lange spleet lava of verbrokkeld gesteente te voorschijn, wordt ver in de lucht geslingerd en valt, voor zoo verre het niet door den luchtstroom meegevoerd wordt, rondom het punt van de uitbarsting neder waardoor dan een nieuwe vuurberg ontstaat. Op zulk een wijze ontstaan reeksen van bergen en zal er geen vulkaan maar een vulkanisch centraalgebergte ontstaan, zooals de Etna dit werkelijk is, en zooals wij het op verschillende punten van Europa,



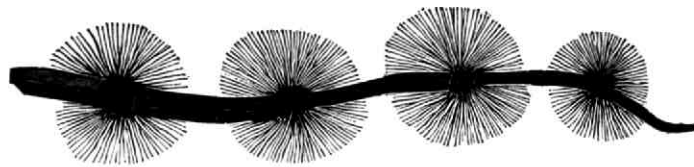
Spleten door de opheffing van den bodem.

ofschoon niet op zoo grootsche schaal aantreffen. De prachtige vulkaangroep, die den Puy de Dome in Auvergne omringt en het centraalplateau van Frankrijk versiert, verder de vulkaangroep van de noordelijke Rijnstreek, welke zich door de grauwaklaag van de hoogvlakte breekt, zijn dichter bij ons dan het ver afgelegen Sicilië. Vooral is het Eifelgebergte, tusschen Bonn, Andernach en Trier, rijk aan uitgebluschte vulkanen en aan producten van hunne vroegere werkzaamheid en die streek is hierom ook zeer dikwijls het doel van de vacantie-reizen van Duitsche geognosten geweest, als hunne middelen hun niet veroorloofden, de natuur te bespieden, waar zij op grootsche schaal arbeidt, zooals b. v. aan den Etna het geval is, waar men omstreeks 70 uitgebluschte en werkende vulkanen bijeen vindt.

Wanneer wij ons op de bovenstaande teekening onder *a b*, *a c*, *a d* enz. een gespleten vuurhaard voorstellen, dan ziet men dadelijk, dat overal, op elk punt van al deze spleten de vulkanische kracht, die in het binnenste van de

opheffing werkzaam is, een gemakkelijker uitweg, geringeren weerstand vindt dan in de bergmassa, welke tusschen de spleten rust. Wanneer wij derhalve om het punt *a* heen bergachtige *ophoopingen* vinden, dan komen wij terecht tot het besluit, dat deze zich boven openingen in de aardkorst bevonden, en wanneer wij op den top van den hoofdberg bij *a* staan, dan zullen wij door de achter elkander liggende heuvels zelfs de richting der spleten kunnen volgen, zelfs wanneer *deze* volstrekt niet meer te zien en reeds geheel opgevuld waren.

Zooals van zelf spreekt, zullen namelijk slechts de wijdste plaatsen van de spleten door de gassen en dampen en hierdoor opgestuwde compacte zelfstan-



Eene spleet met ophoopingen.

digheden als doorgang gebruikt worden; het uitgeworpene valt dan dicht om het punt van uitbarsting neder en zoo hoopt zich om den mond van het kanaal, dat in de aarde doordringt, een berg op, die, zooals te begrijpen is, eerst de spleet vult, voor zoo verre die niet zelven werkzaam is, en nadat dit geschied is als berg daarboven omhoog stijgt.

Wanneer nu in het verloop van zulk een spleet, als de hierboven geschetste, verscheidene wijdere plaatsen voorhanden zijn, waaruit rapilli en lava opstijgen, en meer of min krachtige uitbarstingen van zand, asch, puimsteen plaats hebben, dan kan het wel gebeuren, dat de geheele spleet wordt toegedekt, doordat de ophoopingen zoo in elkander loopen, dat de voet van den eenen berg dien van den anderen bereikt en de voet van dezen over dien van den volgenden reikt, waardoor natuurlijk, als ook de volgende berg met dezelfde kracht gewerkt heeft, de geheele spleet volkomen gesloten zal zijn, en zich slechts hierdoor zal verraden, dat de openingen van de krateis er op liggen.

Dit zijn alle uitbarstingskraters, en wel zoo volkomen, dat zij tot de op blz. 452 beschrevene gerekend worden, en uit hunne rangschikking zou men de richting van de spleet, die zij zelven door hare werkzaamheid gesloten hebben, kunnen herkennen. Zoo kan het gebeuren, dat deze uitbarstingskraters den bodem van den berg bedekken en dit is bij den Etna bijna het geval, want hij is door zijne zeventig vuurbergen van den buitenomtrek van zijnen ver uitgestrekten voet tot aan den top zoo geheel en al eene opeenhooping van groote en kleine kegels, dat de blik van een zeer ervarene noodig is, om te

midden van die steeds hooger en hooger stijgende bergen den oorspronkelijken bodem terug te vinden.

Toch is het mogelijk; men kan zijnen grondslag van de bedekkende laag onderscheiden, maar er is daartoe eene zeer uitgebreide geognostische kennis noodig en omdat deze wetenschap nog vrij jeugdig is, mag het ons geene verwondering baren, dat de berg voor oudere natuurkundigen een raadsel geweest is met zijne vaak onverklaarbare, elkaar tegensprekende verschijnselen en eerst in den nieuweren tijd voldoende bekend is geworden.

De aanblik van den krater is verrassend. Als in een chaos liggen zwarte slakken, stukken basalt en lava in het rond verspreid; asch, puimsteen, vulkanisch glas in den vorm van draden, schilfers en druppels vult de tusschenruimten aan; gekristalliseerde of gesublimeerde zwavel bedekt de mondingen der naar het inwendige voerende gangen en buizen; gevaarlijk is het hierin af te dalen, want aanhoudend stijgen koolzuur en zwaveldampen naar



De Etna.

boven en volkomen onbereikbaar is de middelste ruimte, waaruit zonder ophouden en wel uit vele openingen te gelijk, uitbarstingen van gesmolten gesteente, gloeiende asch en brandende zwavel plaats hebben. Somber is de aanblik van den krater af, gaarne wendt men zijne blikken daarvan af en vestigt ze op de omgeving van den berg.

Wanneer men het (inderdaad zeldzame) geluk heeft, bij het bestijgen van den top helder weder te hebben, dan wordt de studie van dit vulkanisch gebergte hierdoor zeer vergemakkelijkt, want men ziet, evenals op eene kaart, elken heuvel en elk plaatsje voor zich liggen.

Wonderbaar schoon is de aanblik van de zwarte lavastroomen, van de

hoogte van den berg gezien. Zij gaan straalvormig van het midden uit, maar gelijken niet, daar zij zoo donker van kleur zijn, op gesteente- en rotsmassa's maar op diepe, zwarte, schrikbarende afgronden, te midden van de boschachtige en met weelderige tuinen, graan- en wijnstokvelden versierde lagere streek en strekken zich tot aan de zee uit, waarin zij op verscheidene plaatsen een eind ver als groote dammen voortloopen.

In menig opzicht gelijkt de beroemde piek van Teyde op het eiland Teneriffe hierop. Ook deze is eene geweldige, thans geheel uitgedoofde vulkaan van nog grooter hoogte dan de Etna en voor de plantengeographie van even-



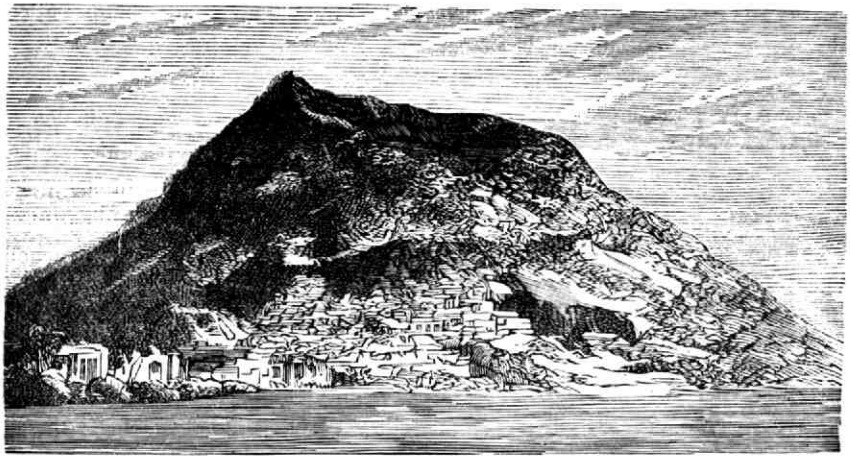
Krater van den Etna.

groot belang als de laatstgenoemde. Maar dit is niet het punt van vergelijking, waarom het ons hier te doen is; elke andere op soortgelijke wijze gelegen berg van dezelfde hoogte zou daarvoor evengoed kunnen dienen, het is hier om de overeenkomst als vulkaan te doen.

De eigenlijke kegelberg, de uitgebluschte vulkaan, die op meer dan 225 kilometer afstand in zee gezien wordt, is omgeven door een ring 2300 meter hoogte, die van zee uit naar het midden opstijgt, om dan plotseling bijna loodrecht naar beneden te dalen.

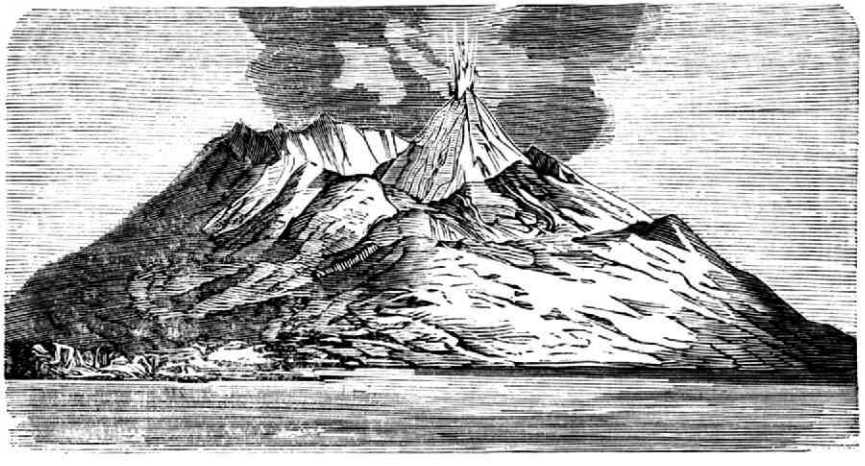
Uit het binnenste van dezen geweldigen berg, die verscheidene kilometers middellijn heeft, stijgt nu de fraaie, regelmatige uitbarstingskrater uit puim-

steen en obsidiaan opgebouwd, omhoog, hij geeft zeer duidelijk de wijze van zijn ontstaan aan. Zeer leerrijk is het daarbij, dat de opheffing van de buitenste



De Vesuvius vóór zijn eerste uitbarsting.

lijn van den krater zoowel de lagen blootgelegd als tallooze spleten geopend heeft, die door het geheele eiland loopen en tot aan de zee neerdalen, zoodat



De Vesuvius in zijn tegenwoordigen vorm.

een opmerkzaam geognost, die de bezwaren en gevaren aan deze onderneming verbonden, niet vreesde, zooals b. v. Leopold von Buch, in staat was,

de aardkorst tot op eene diepte van 2300 meter te onderzoeken, de lagen en beddingen, zooals zij door het stollen van de aardmassa ontstonden, op te teekenen, en ons een sleutel voor de geschiedenis van de vorming der aarde te geven, zooals men dien tot hiertoe niet bezat.

Een andere, dicht bij ons liggende en daarom menigmaal onderzochte vulkaan is de Vesuvius, die ten deele in een niet zeer ver verwijderden tijd is ontstaan, zooals uit de beschrijvingen van oude natuurkundigen (Plinius e. a.) blijkt, die toen slechts de diep uitgeholde Somma kenden, die aan den top een diep en uitgestrekt dal vormde, met kleine meren en boschpartijen getooid, waarin de tegenwoordige Vesuvius als tweede berg nog in het geheel niet was waar te nemen. In dien tijd was ook de Monte Somma bijna tot aan den top bewoond en bebouwd en hij was in staat door zijne groote vruchtbaarheid eene talrijke bevolking te voeden. Vitruvius en Diodorius van Sicilië deelen wel mede, dat deze vulkaan in vroegere tijden, evenals de Etna vuur uitgeworpen heeft, maar zij spreken van dit eertijds als van zulk een lang vervlogen tijd, dat daarover geene berichten meer te vinden zijn en toen in het jaar 79 na Chr. de verschrikkelijke uitbarsting plaats had, die aan den Vesuvius zijnen tegenwoordigen vorm gaf — een berg in een berg — scheen deze zaak zoo iets nieuws en vreemds, dat Plinius de oudere een slachtoffer van zijne weetgierigheid werd, doordat hij zich te dicht bij den berg waagde en waarschijnlijk door het koolzuur verstikt werd.



Doorsnede van den Vesuvius.

In de bijgaande doorsnede van den Vesuvius, zooals die door Dr. Dieffenbach in zijne voortreffelijke bewerking van Sir Henry de la Beche's geologie gegeven wordt, zien wij in 1 den opgehoopten puinsteen, den vulkanischen tuf van de oppervlakte, waarop de omtrek van Napels gebouwd is; 2 is het vroeger opgestegen gesteente: hoofdzakelijk leucietporphyr. Bij *a* is dit over eene groote oppervlakte zichtbaar en deze ophooging, onder den naam van Somma bij de Italianen algemeen bekend, is de eigenlijke oude vulkaan. In het donkerzwart gemaakte gedeelte van de teekening zien wij nu in de eerste plaats beneden de opvulling van den ouden krater met lava en allerlei vulkanische gesteenten; dan nemen wij waar, dat de ophoopingen aanzienlijk hooger zijn gekomen en den ouden krater niet alleen geheel opgevuld, maar, behalve aan eene zijde (de Somma), zelfs overdekt hebben; naar de zijde

van Camalduoli (*f*) en Torre del Annunciata (*g*) bestaat de geheele bebouwde en onbebouwde vlakte van den berg uit de stoffen, welke de Vesuvius omhoog wierp en die, nu verweerd een voortreffelijken vruchtbaren bouwgrond opleveren.

Wanneer deze uitbarstingen hebben plaats gehad — wie kan het zeggen? Zij moeten vreeselijk geweest zijn, zooals blijkt, als wij den vroegeren en den tegenwoordigen toestand van den krater beschouwen. Alles, wat tusschen 2 en 2 zwart geteekend is, is de krater van den berg, door vulkanische krachten opgeheven; *c c* is de krater, die na het dicht worden van dezen eersten daarin open gebleven is, maar thans is *d* de eigenlijke vuurspuwende berg in dezen krater, zoodat de spleet die eerst de breede zwarte ruimte innam, ingekrompen is tot de lichte lijn, welke in den binnensten, tweeden berg *d* hare uitmonding heeft.

Het tegenwoordige terrein van den omtrek van Napels werd door de verschrikkelijke uitbarsting van het 79e jaar onzer tijdrekening gevormd, waardoor, zooals bekend is, Pompeji door een aschregen, Stabiae en Herculanum door zand en gloeiende slakken bedekt werden, terwijl het laatste verder nog door een lavastroom onder gesmolten gesteente begraven werd.

De onderzoekingen, welke Dufrenoy, een beroemd geognost, omtrent de uitwerpselen van den Vesuvius heeft in het werk gesteld, hebben zeer merkwaardige uitkomsten opgeleverd. De vulkanische tufsteen uit den omtrek van Napels bestaat bijna uitsluitend uit trachytgruis en puimsteen. Deze laatste is een vulkanisch tot draden gesponnen en vervolgens gebroken en weder onregelmatig te zamen gebakken glas, derhalve ontwijfelbaar een produkt van het vuur; de trachyt komt hiermede slechts gedeeltelijk overeen. Zooals hij in den omtrek van Napels, d. i. als uitwerpsel van den Vesuvius voorkomt, is hij eene half kristallijne, half fijnkorrelige massa, van een mat, aardachtig uiterlijk, geringe hardheid en poreuzen bouw, waarin kristallen van glasachtigen veldspaat of van witten albiet, dat meer met de grondmassa verbonden is, voorkomen, waarbij ook nog hoornblende, augiet, glimmer, nu en dan kwarts en magneetijzersteen komen, louter stoffen, die op vorming, of althans vervorming door het vuur wijzen.

Nu doet zich echter de merkwaardige bijzonderheid voor, dat het verspreide trachytgruis, dat den bodem in den omtrek van den Vesuvius vormt en aan de oppervlakte verweerd, met vulkanische asch of ontlede lava vermengd, zeer vruchtbaar is, zeer dikwijls versteeningen van zeedieren bevat, en zelfs, dat allerlei schelpen en, wat vooral verwondering baart, nog thans levende zeedieren daarin voorkomen, zooals b. v. Serpulariën (kokerwormen), die men in die streek thans nog in menigte aan de rotsen van Scilly levend aantreft.

Dit zijn geene phantastische vermoedens, maar feiten, door geognosten van onzen tijd gevonden en zij moeten ons tot het besluit brengen, dat de vulkaan de stoffen, die hij uitwerpt, uit streken van de aardkorst wegneemt,

die — welke ook oorspronkelijk hare geaardheid moge geweest zijn — in een niet zeer ver van onzen tijd verwijderd tijdperk *zeebodem* moeten geweest zijn, en wel minstens zoo lang dat er zich sedimentgesteenten hebben kunnen vormen, waarin de bewoners van dien tijd opgesloten, begraven zijn.

De gesteenten van den Monte Somma wijken sterk van die van den Vesuvius af, waaruit blijkt, dat hun oorsprong verschillend is. De uitwerpselen van den ouden krater gelijken zeer op de massa, waaruit hij is opgebouwd en waarschijnlijk zijn het dan ook deelen, stukken der bovenvlakte, die vroeger den krater van den Somma sloot, stukken van dat gedeelte, dat nu aan den Somma ontbreekt en dat nu door den Vesuvius is ingenomen. Deze laatste heeft zijn materiaal echter bepaald uit eene grootere diepte gehaald.

Vesuvius en Etna zijn de twee door de natuurvorschers het langst en het best waargenomen vulkanen, de laatste — de Etna — is ook voor de studie der plantkunde van belang, daar hij een staalkaart van den geheelen Europeeschen plantengroei geeft, zooals er in Europa elders nergens eene te vinden is, aangezien de eenige, met hem te vergelijken bergen in Savoye noch zoo dicht bij de zee, noch zoo zuidelijk (half tropisch) liggen.

Wat de natuur in Europa over een gordel van 35° breedte verdeeld heeft (van 35° tot 70° noorderbreedte) vindt men hier op eene oppervlakte van eenige vierkante kilometers, over eene hoogte van 3000 meter verdeeld. De Etna is niet alleen een zeer groote, maar ook een der verschrikkelijkste vulkanen; men heeft hem langen tijd voor uitgedoofd gehouden en de zeer vruchtbare vulkanische asch had eene nijvere bevolking zich tot woonplaats verkozen, er waren steden op gebouwd, wetenschap en industrie bloeiden, het leven was er rijk aan genietingen en aan middelen om ze te bevredigen, rijk aan glans en macht.

Met het ineenstorten van het groote Romeinsche rijk, waaronder Sicilië zijne zelfstandigheid had verloren, geraakte ook het schitterende Syracuse en het rijk bebouwde oostelijk Sicilië in verval; onder zijne tyrannen Gelo, Hiero, Dionysius had het eene macht gehad, die het in staat stelde de veroveringzuchtige Carthagers te weerstaan; als een deel der groote republiek Rome werd het spoedig een schaduw van zijne vroegere pracht en schoonheid. Zoo ging het ook met de rest van Sicilië en sedert 500 jaren heeft de Etna nog slechts eene bevolking van 190000 — 200000 half verhongerde bedelaars en dieven, die nauwelijks genoeg werkzaamheid toonen, om het rijk betaalde product hunner woonplaats, den geurigen en vurigen Etnawijn te verbouwen en er de voorkeur aan geven, de geen arbeid en inspanning eischende maïs achter hunne antediluviaansche haakploegen in de aarde te brengen.

Onder deze jammerlijke bevolking heeft de vulkaan nog schrikkelijke verwoestingen aangericht; want de uitbarstingen van 1536 en 1537 decimeerden haar. De uitbarsting van 9 Maart 1659 vernielde 49 steden, 700 kerken en doodde 94000 menschen, zoodat de schoone streek nu nog slechts een

100000-tal bewoners telt; in plaats van de fraaie, bloeiende steden zijn ellendige vuile roofnesten gekomen, in plaats van prachtige villa's en sloten treurige hutten, uit aarde opgebouwd. De geognost vraagt echter niet, welke de personen zijn, die daar wonen, hij vraagt slechts op welke steenen zij loopen en zoo is de Etna nog steeds een der belangwekkendste punten der aarde.

Waarschijnlijk staan op denzelfden grooten onderaardschen vuurhaard als Vesuvius en Etna, de kleinere zeer werkzame vulkanen Stromboli en Vulcano, van welke laatste onderstaande teekening eene voorstelling geeft.



Het eiland Vulcano.

Humboldt zegt, dat de werkzaamheid der vulkanen in omgekeerde verhouding schijnt te staan tot hunne grootte. Ten opzichte van de vuurbergen van de Liparische eilanden is deze uitspraak volkomen gerechtvaardigd; ofschoon zij in den historischen tijd geene eigenlijk gezegde groote uitbarsting gehad hebben, zijn zij toch onafgebroken in werking en zenden uit hunne kraters voortdurend vlammen, rook en rapilli omhoog, waarschijnlijk omdat zij bij hunne geringe hoogte, niet zulk eene hooge zuil van gesmolten stoffen te dragen hebben, als die, welke in de 1000 en 3000 meter hooge vulkanen op de daaronder ingesloten gassen drukt; hunne uitmonding bevindt zich 3000 meter dichter bij de vuurhaard en daar zij altijd open zijn, kunnen de gassen daaronder niet zulk eene spanning verkrijgen, dat het tot eene echte uit-

barsting komt. Over het eiland Santorin en zijne vulkanische uitbarstingen hebben wij reeds gesproken.

Tot Europa wordt, zooals bekend is, nog het tamelijk ver daarvan verwijderde IJsland geteld. De oudere leerboeken noemen slechts *éénen* vulkaan er op, den Hekla. Er zijn er echter inderdaad 21, van welke er tegenwoordig 13 uitgedoofd en 8 in werking zijn. De Hekla is daaronder geenszins de grootste en werkzaamste; hij was echter het meest bekend, omdat hij niet ver van de het meest bewoonde, zuidelijke kust en in de nabijheid van twee andere vulkanen ligt, die, van de schepen af gezien, lichtelijk met hem verward kunnen worden, hetgeen werkelijk dikwijls genoeg heeft plaats gehad.



Kaartje van IJsland.

De Hekla, 1700 meter hoog, is op het nevensstaande kaartje met 1 aangeduid, en de witte punten, die nog met de cijfers van 1 tot 8 zijn aangewezen beteekenen de *werkende*, de andere punten de *uitgebluschte* vulkanen. De met een † aangeduide zijn onderzeesche vulkanen, die vreeselijke uitbarstingen hebben gehad, zooals b. v. die, welke het zuidelijkst aan de westkust gelegen is, die in 1831 zulk eene verwoestende uitbarsting had, dat de geheele kust ontvolkt werd en de schepen, die zich in de zee op de walvischvangst bevonden en wegens een storm in de anders uiterst veilige haven gevlucht waren, aan hunne ankers liggende, vernield werden.

De berg (2), die het dichtst bij den Hekla ligt, heet Wester Jökull, is 1890 meter hoog en had zeer sterke uitbarstingen in de jaren 1821 en 1823.

3 duidt den Köttlunga of Kattlagia Jökull aan, die in het jaar 1823 drie uitbarstingen had, welke van sterke aardbevingen vergezeld gingen; in het jaar 1756 hadden er zelfs vijf uitbarstingen plaats.

De Oraefa Jökull (4), 1970 meter hoog, had in 1755 verscheidene, zeer hevige uitbarstingen en is sedert dien tijd in werking gebleven, zoodat hij voortdurend rookt en kleine steenbrokken uitwerpt, welker gloeiende toestand men vooral des nachts zeer duidelijk kan bespeuren.

De Herdubreid Jökull is door het cijfer 5 aangeduid; hij heeft vele uitbarstingen gehad, van welke in het jaar 1818 verscheidene op elkander volgden, terwijl de rook- en vuurkolommen zich 1300 meter boven zijn top verhieven.

De door 6 aangeduide Trölladingjur Jökull had in het jaar 1810 verscheidene, zeer hevige uitbarstingen. Bijzonder merkwaardig zijn echter de Krabla Jökull (7) en de Skapta Jökull (8), die in het jaar 1783 waarschijnlijk een nevel veroorzaakten, die een geheelen zomer duurde. Gedurende zes maanden van dit jaar toch

wierpen zij onafgebroken fijne asch uit, welke, over geheel Europa voortgedreven, een buitengewone kleur aan den dampkring gaf en de zonneschijf vaak verduisterde.

Nu en dan neemt men n. l. in de lucht droge nevels waar, welke in den regel eene branderige reuk bezitten en die ook in ons land bekend zijn onder den naam «heirook, veendamp». Zij worden soms over alle deelen der aarde waargenomen. De wijze waarop de lage venen in die streken bewerkt worden, verklaart ons veelal het ontstaan. De uitgedroogde vlakten worden n. l. in het voorjaar aangestoken. Daarbij ontstaat geen vlam, maar sterke rookwolken stijgen omhoog en verspreiden zich. Ook de prairiebranden in Noord-Amerika veroorzaken heirook.

Dat tusschen Europa en de prairiën van Noord-Amerika een half werelddeel en de Atlantische oceaan ligt, mag ons niet verhinderen, de heirook aan dergelijke branden toe te schrijven; want wij zien ook dat b. v. vulkanische asch ver weg van Zuid Amerika naar Europa gevoerd wordt. Dit schijnt onmogelijk, omdat de passaatwinden eene tegengestelde richting hebben, maar men vergete niet dat deze slechts over eene geringe hoogte waaien en dat b. v. aan den top van den piek van Teneriffe, dus in hoogere luchtlagen de windrichtingen geheel anders zijn.

Al is het nu ook mogelijk dat de rook van Amerika tot ons komt en heirook veroorzaakt, bewezen is het niet. En het is ook zonder twijfel, dat de genoemde oorzaken niet de eenige zijn, welke den heirook veroorzaken. Wij zullen, om dit te bewijzen, den drogen nevel beschrijven, die in het jaar 1783 over bijna geheel Europa werd waargenomen.

De voorafgaande winter was zeer helder geweest, maar op den 24sten Mei vertoonde zich de nevel boven Kopenhagen en trok al verder naar het zuiden, oosten en westen. Begin Juni nam men hem waar in Zuid-Frankrijk, in het midden van die maand in Zwitserland, tegen het einde er van in Griekenland, Klein-Azië, in het oosten van Europa tot Moskau, waarna hij eindelijk over Finland en Lapland naar Zweden kwam en ten slotte Engeland en de zee tusschen dit land en Noorwegen, Nederland en de oceaan tot op een grooten afstand van het land bedekte.

In dien tijd was de nevel niet van de eene plaats naar de andere getrokken, maar had zich over eene grootere uitgestrektheid uitgebreid, hij verliet de plaatsen, waar hij het eerst geweest was, niet het eerst. Eene bijna gelijkmatige laag van eene half doorzichtige, geelachtig bruine kleur bedekte den hemel, zoodat men maanden achtereen zijne blauwe kleur niet zag. De zon zag bruinachtig rood, hare stralen waren mat en zonder glans en men kon het bloote oog gerust naar haar richten. Bij het op- en ondergaan was zij donkerbruinrood.

De hemel was in dien tijd eigenlijk altijd helder, voor zooverre men een gelen hemel helder kan noemen; er waren geene wolken te zien, het regende

niet en wanneer dit al eens het geval was, verdween de nevel; de hygrometers toonden aan, dat er bijna geen vocht in de lucht was. Ook dauwde het zelden en zeer weinig en het van het gras afgestreken water had een onaangenamen smaak. Scheikundig onderzocht is dit water helaas niet; de scheikunde was toen nog niet zoover gevorderd als nu, anders had men op die wijze zeker het gemakkelijkst de bestanddeelen van den nevel op kunnen sporen.

Op eenige plaatsen beweerde men, dat de heirook nadeelig gewerkt had op de planten, hoewel toch ooft en druiven goed rijp werden. Op de gezondheid schijnt die droge nevel geen nadeeligen invloed te hebben gehad, hoewel hij een eigenaardigen zwavelachtigen reuk had. De dauw in de omgeving van Napels wordt beweerd ijzerhoudend geweest te zijn. Op andere plaatsen werd door de katoenfabriekanten waargenomen, dat de pas geverfde katoenstukken aangetast werden door de nachtlucht en den dauw, waardoor men er toe kwam aan te nemen, dat er zich gasvormig zwavelig zuur (het verbrandingsproduct van zwavel) in de lucht bevond. In Nederland en Oost-Friesland meent men te hebben bemerkt dat koper sterk werd aangetast, daar schijnt hij ook nadeelig op de gezondheid te hebben gewerkt en aanleiding te hebben gegeven tot een drogen hoest, terwijl dit op andere plaatsen niet werd waargenomen.

Dit alles brengt ons tot het besluit, dat er in de lucht eene groote hoeveelheid meestal minerale stofdeeltjes aanwezig waren en wij komen tot het vermoeden, dat de asch van sterke vulkanische uitbarstingen, vrij zeker van IJsland, waar een achtal vulkanen zijn, in de lucht heeft gezweefd en de droge nevel heeft veroorzaakt.

Het is zeker, dat het groote aantal wonderlijke hypothesen, dat opgesteld is om zijn ontstaan te verklaren, nog veel wonderlijker en meer onverklaarbaar is dan de nevel zelf.

Zoo waren er geleerden, die electriciteit voor de hoofdoorzaak hielden, omdat de reuk eenigszins overeenkwam met dien der lucht bij electrische ontladingen aan spitsen en omdat tijdens den heirook zoovele onweders voorkwamen of omdat volgens een ander tijdens den heirook in het geheel geene onweders voorkwamen. Daaromtrent was Erman gewoon te zeggen: De arme electriciteit! Die heeft alles gedaan, evenals een ondeugende schooljongen.

Munke zegt: Om de heirook in het jaar 1783 te verklaren, schijnt mij de hypothese, volgens welke deze een gevolg is van vulkanische uitbarstingen op IJsland en van de hierdoor ontstane rook, het meest waarschijnlijk.

De voornaamste vroegere droge nevels vallen met dergelijke vulkanische verschijnselen samen, b. v. die van het jaar 526 met de groote aardbevingen in Syrië (Theophanes en meer schrijvers van dien tijd beschrijven dien drogen nevel, die in het 7e jaar der regeering van Justinianus over een groot deel van Europa en over geheel Klein-Azië werd waargenomen en die ook de zon

verduisterde, hare stralen rood deed schijnen), die van 1721 met de aardbevingen in Tauris en Georgië.

Cotta haalt uit een geschrift van Bertrand aan, dat in het jaar 1755, het jaar van de groote aardbeving van Lissabon en van de uitbarsting van den Katlegaa, ook heirook en stinkende nevels werden waargenomen en in het jaar 1764 rookte niet alleen de Etna zeer sterk, maar nog erger de verschrikkelijke Cotopaxi, die langen tijd de lucht zoo door de uitgeworpen asch verduisterde, dat de bewoners van Hambato en Takoenga den geheelen dag kunstlicht moesten branden. De verschrikkelijkste vulkanische uitbarstingen, die nauwkeuriger bekend zijn, die in Calabrië en op IJsland hadden plaats in 1783, toen ook de straks genoemde nevel optrad.

Het uitstroomen van rook begon tegen het einde van de maand April, was het sterkst in de maanden Juni en Juli en eindigde in Augustus, dus tegelijk met den nevel, die op den 24sten Mei het eerst te Kopenhagen werd waargenomen en in de volgende maanden zich bij noorde- en noordoostewinden over Zuidelijk, en eindelijk bij westewind over geheel Oostelijk Europa tot Klein Azië toe verbreidde. Ja, uitdrukkelijk wordt vermeld, dat de zon op IJsland, door den dikken rook nauwelijks zichtbaar, eene donkerroode kleur had. Op deze wijze is de eigenaardige reuk, de werking op de ademhalingsorganen, de invloed op blank koper en op pas geverfd katoen gemakkelijk te verklaren.

Al de genoemde omstandigheden maken het dus zeer waarschijnlijk dat de hypothese, volgens welke de nevel uit vulkanische asch bestond, juist is en komen wij er toe te vermoeden, dat de er op gelijkende, maar minder dichte en korteren tijd aanhoudende nevels, welke vaak worden waargenomen, op dezelfde wijze ontstaan.

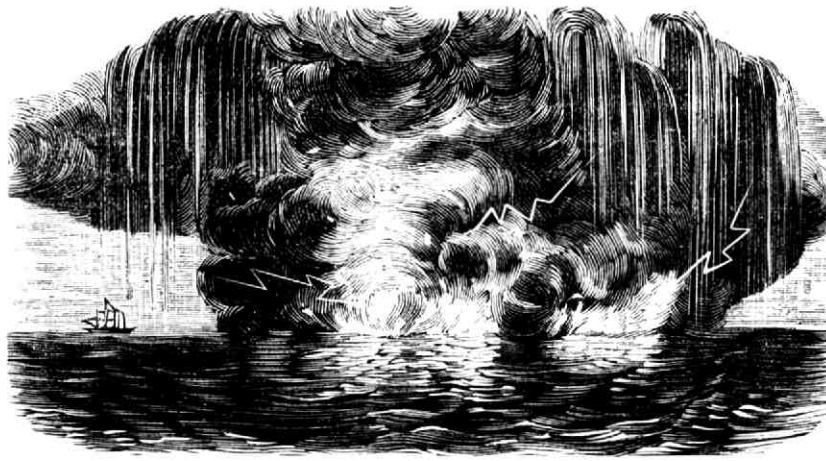
Wel maakt van Mons hiertegen het bezwaar, dat die minder dichte, droge nevels den eigenaardigen reuk van den heirook niet hebben; maar dit is geen bezwaar, omdat niet alle verbrandingsprocessen denzelfden reuk voortbrengen. Ieder onzer lezers weet, dat verhitting met hout, turf en steenkolen niet denzelfden reuk veroorzaakt.

De reuk van den nevel van 1783 werd in Italië voor vulkanisch verklaard en dit moet men daar in allen gevalle het best weten; als andere droge nevels niet zoo ruiken, is dit misschien een bewijs, dat zij niet afstammen van eene *vulkanische verbranding*, maar niet daarvoor, dat zij niet door eene *verbranding* veroorzaakt worden.

Zulk een nevel wordt namelijk vaak in noordwestelijk Duitschland en in Nederland waargenomen, waar men over eene oppervlakte van vele honderden vierkante mijlen de zode des zomers losmaakt en laat uitdrogen om haar dan in het voorjaar aan te steken om asch te verkrijgen, waarin boekweit wordt gezaaid. Hierbij ontstaan sterke rookwolken, die zich over groote afstanden, zelfs bij zachten wind verspreiden.

Zoo blijkt ons dan dat vulkanische oorzaken rook over zeer groote afstanden kunnen doen verspreiden, maar dat dit niet de eenige oorzaken zijn, dat alle mogelijke verbrandingsprocessen hetzelfde kunnen doen, al is het niet over eene zoo groote oppervlakte.

Verscheidene van de IJslandsche vulkanen, die alle 8 door hunne vuur- en rookkolommen eene onafgebroken werkzaamheid aanwijzen, hebben zulke ontzaglijke stroomen lava uitgestort, dat wijde dalen er mede gevuld werden, duizenden menschen omgekomen zijn en drie vierde gedeelte van het eenmaal zoo rijk bebouwde eiland onbewoonbaar is geworden. Eene breede streep, die dwars door het eiland gaat, slechts een klein gedeelte van de zuidelijke kust en een grooter van de noordelijke is van de vernielende werkingen verschoond gebleven.



Ontstaan van het eiland Sabrina. 1811.

Maar ook hier ziet men nog de machtige werking van de plutonische kracht; uitstortingen van lava hebben overal plaats gehad, en waar latere opheffingen deze bloot gelegd en het water ze uitgewasschen heeft, daar ziet men vormen van de vreemdste gedaante, zooals onder andere den trotsche lavaboog, die daar staat als de ruïne van een Titanengebouw of van een triumphboog, zoo als een romeinsch overwinnaar zich dien niet zou kunnen voorstellen. Het gesmolten gesteente heeft dien vorm aangenomen, toen het zich nog in den schoot der aarde bevond en is, zoo verhard, later opgeheven en door water uitgewasschen.

Eenige eilandengroepen in de nabijheid van Afrika zijn door en door vulkanisch, zooals b. v. de Azorische, de Canarische en Kaap Verdische eilanden. Van de Azoren is het eiland Pico met een schoonen, regelmatigen kegelberg,

enkel uit trachyt bestaande, versierd. Deze berg, waaraan het eiland zijn naam ontleend heeft, is de eenige op deze sterk vulkanische eilandengroep, welke eene altijd geopende klep heeft. Men meent daarom, dat de sterke lavastroom, welke in het jaar 1812 een gedeelte van het ten noordoosten van Pico gelegene eiland St. George verwoestte, eene zijdelingsche uitbarsting van den Pico geweest is. Is dit reeds onbewezen, nog minder is er voor te zeggen om het ontstaan van het nieuwe eiland Sabrina bij St. Miguel in het jaar 1811 aan denzelfden vulkaan toe te schrijven. Hij ligt meer dan 225 kilometer van dit nieuw ontstane plekje aarde af, (dat de kapitein van het Engelsche schip terstond in naam van Koning George III in bezit nam) en men breidt een berg toch zeker te ver uit, wanneer men hem een voet van 450 kilometer geven wil. Echter is toch ongetwijfeld de Azorengroep op eene veel grootere vulkanische basis gebouwd en is ieder afzonderlijk eiland de top van een vuurspuwenden berg, die misschien nog niet tot uitbarsting is gekomen, zijn krater nog niet weer op nieuw heeft geopend, maar toch duidelijk een vulkanisch karakter bezit. De voet van elken zoodanigen berg ligt diep onder den spiegel der zee; van den voet van deze groote *eilandengroep* verhief zich het nieuwe eiland en daarheen is het ook weder teruggezonken, zoodat de Engelschen, die ieder eiland als een nieuw steunpunt van hunne macht beschouwen, dezen parel in de kroon van den Atlantischen Oceaan weder verloren hebben, 80 vademen water vindt men op de plaats, waar het in 1811 te voorschijn kwam.

Evenals de Azorengroep, is ook die van de Canarische eilanden zuiver vulkanisch. Al die eilanden zijn, volgens L. v. Buch's nauwkeurige onderzoekingen, het produkt van eene vulkanische werking. In de lagen der delfstoffen, in de laagsgewijze ligging der rotssoorten herkent men ten duidelijkste de op elkander volgende perioden van hare vorming en de opeenvolging van de over elkander liggende uitbarstingsproducten.

Over den piek zelf en zijne vorming hebben wij reeds zooveel gezegd, als de ruimte van dit boek veroorlooft, maar over de groep der Canarische eilanden in het algemeen, moeten wij hier nog bijvoegen, dat het eiland Lancerote het meest verrassende beeld van de gevolgen van eene vulkanische uitbarsting geeft, daar eene werkelijk titanische kracht bij de grootste uitbarsting, die men immer meent beleefd te hebben, zulke massa's lava over den rand van den krater goot, dat zij eene vlakte-uitgebreidheid van verscheidene vierkante kilometer bedekten en die Leopold v. Buch aanleiding gaf tot het opstellen zijner hypothese van de opheffingskraters, volgens welke het terrein dezer eilanden oorspronkelijk gelijk met den zeebodem is geweest en van daar door plutonische krachten zou zijn opgeheven tot boven den zeespiegel, waarna het eiland koepelvormig is blijven staan of door eene uitbarsting tot een opheffingskrater zou zijn geworden. Deze vernuftige hypothese is nu echter verouderd.

De beroemde piek van Teneriffe heeft sedert langen tijd geen vlammen meer

uitgeworpen; zijn krater is in het algemeen een van de kleinste, hij heeft nauwelijks 90 meter middellijn en niet meer dan 30 meter diepte. De werkzaamheid van dezen geenszins uitgebluschten vulkaan schijnt niet groot genoeg, om zulke dikke lagen op te heffen, als in het midden boven zijn vuurhaard liggen; daarentegen schijnen de wanden weder niet sterk genoeg te zijn, om volkomen weerstand te bieden, want in het jaar 1798 (9 Juli) had eene sterke uitbarsting plaats uit den berg Chahorra, geheel ter zijde van den piek gelegen, bij welke aanzienlijke rotsmassa's met zulk een geweld in de lucht werden geslingerd, dat zij eene halve minuut noodig hadden om weder op de aarde te komen, hetgeen (wanneer men den tijd van het stijgen en vallen als gelijk aanneemt, wat men zonder belangrijke fout te maken mag doen) eene hoogte van meer dan 1100 meter veronderstelt.

Hoe interessant en vernuftig de bovengenoemde theorie van de opheffings- en uitbarstingskraters van von Buch ook zij, toch heeft men haar moeten opgeven, nu er zoo oneindig veel meer en juister nagegane feiten zijn, die tot grondslag der verschijnselen kunnen dienen, dan in den tijd van Leopold von Buch. Te meer is dat het geval, nu men allengs meer en meer overtuigd is geworden, dat in het algemeen in de voorwereld dezelfde krachten als tegenwoordig werkten. De op blz. 420 en vlgg. gegeven beschrijving van de nieuwste vulkanische verschijnselen in den Griekschen Archipel, die door de meest bekende nog levende geologen op de plaats zelve zijn nagegaan, pleiten zonder eenigen twijfel zeer tegen die hypothese.

Een harer zwakste punten was van het begin af, dat zij onderstelde, dat in de zoog. voorwereld (en in dien tijd alleen) zulke buitengewoon sterke werkingen plaats hadden, werkingen, die niet door de tegenwoordig geldende natuurkrachten te voorschijn gebracht zouden kunnen worden. Het is vooral de invloed van Lyell geweest, die deze uitwassen van geologische phantaisie ten doode gedoemd heeft en daarmede ook de onhoudbaarheid van tal van andere hypothesen heeft aangetoond. Het grootste aantal der tegenwoordig levende geologen heeft de oudere vulkanische leerstellingen reeds lang opgegeven of er nooit aan geloofd. Wie meent nu nog, dat iedere berg het resultaat van eene op zich zelf staande verheffing, ieder dal het gevolg van een splijting der aardkorst is? Alleen in Frankrijk vindt men nog enkele aanhangers van de vreemde hypothese, dat de aardkorst periodiek zou splijten in de richting van groote cirkels, die elkaar onder bepaalde hoeken snijden volgens kristallographische wetten. Het meerendeel der geologen meent veeleer, dat de *bergketens* wel het resultaat van opheffingen zijn, die meestal bepaalde hoofdrichtingen volgden, zooals reeds v. Buch beweerde, dat echter die opheffingen van geheele bergketenen nooit plotseling, maar zeer geleidelijk plaats hadden en dat hunne richtingen van inwendige toestanden afhingen, die niet in rekening kunnen gebracht worden.

Het meerendeel is verder tot de overtuiging gekomen, dat de zoogenaamde

opheffingskraters, zooals vooral Lyell, Hartung, Junghuhn voor Java en Vogelsang voor den Eifel aantoonden, in werkelijkheid eerder het tegendeel zijn van dat, wat de naam uitdrukt — n. l. het gevolg zijn van *instortingen*, zoodat zij eigenlijk *dalingskraters* zouden moeten heeten. Eindelijk zijn zij overtuigd, dat vele plaatselijke storingen in de oorspronkelijke ligging even goed of nog beter dan door vulkanische verheffingen te verklaren zijn door inwendige uitspoelingen van den bodem, waarvan dalingen het gevolg zijn.

De laagsgewijze afzettingen in bergketenen, zooals in de Alpen, zullen in den regel wel door vulkanische werkzaamheid ontstaan zijn; maar men zou te ver gaan als men iedere eruptiefmassa als het gevolg van dergelijke verschijnselen aanzag en bij elke storing een eruptiefgesteente trachtte te vinden, dat die storing veroorzaakte.

Zelfs de opheffing van de bergketenen is slechts in enkele gevallen het gevolg van de uitbarsting van bepaalde eruptiefgesteenten; meestal is de massa die het geheel naar boven drong, onzichtbaar gebleven. Dat betrekkelijk kleine eruptiefmassa's, zooals de porphyr- en basaltgangen niet de ligging der lagen van geheele streken kunnen veranderen is volgens mechanische wetten op zich zelf duidelijk, daar hunne massa niet in aanmerking komt bij de groote massa, de groote uitgebreidheid en dikte der voor dien tijd reeds aanwezige vaste aardkorst. Hoe zou deze laatste daardoor verschoven en geheven kunnen zijn?

Wat daarentegen van de hypothese van von Buch steeds meer waar is gebleken, hoe grooter deelen der aarde men geologisch heeft onderzocht en heeft leeren kennen, is de verdeeling der vulkanen in *rijvulkanen* en *centraalvulkanen*, tot welke wij terugkeeren.

De Kaap-Verdische eilanden, welke op Teneriffe aan de westkust van Afrika volgen, zijn weinig bekend, maar toch genoeg om met zekerheid te kunnen beweren, dat zij evenals de besprokene van vulkanischen oorsprong zijn. De vulkaan Fuego is de eenige werkzame van deze eilandengroep, de andere schijnen alle uitgebluscht.

Aan dezelfde zijde van Afrika ligt nog een eiland geheel op zich zelf: Ascension, op 8 graden zuiderbreedte, dat ook een vulkaan heeft, maar er is weinig naders van bekend.

Ten oosten van Afrika ligt het eiland Bourbon met een grooten en zeer werkzamen vulkaan. Bij de uitbarsting van den 27sten Februari van het jaar 1812 zijn drie lavastroomen te voorschijn gekomen uit den bovensten rand van den krater (die daarmede geheel scheen gevuld te zijn); opmerkelijk is het, dat de lava zoo taai-vloeibaar (dus niet volkomen gesmolten) was, dat zij den korten afstand van den krater tot aan de zee eerst in tien dagen aflegde; maar de graad van smeltbaarheid van een gesteente is even verschillend als de graad van hitte, die dit smelten teweegbrengt, en zoo is dit langzame vloeien geen vreemder verschijnsel, dan het zeer snelle, dat Leop v. Buch

in het jaar 1805 aan den Vesuvius waarnam, toen de lavastroom $7^1/_2$ kilometer in 3 uren aflegde.

In de Roode zee, tusschen Mokka en Zebul, op 15 graden noorderbreedte, ligt een vulkanisch eiland, Zebul Their, dat door den bekenden Engelschen reiziger Bruce bezocht is; de vulkaan heeft vier openingen, waaruit voortdurend rookkolommen opstijgen.

Dit zijn de vulkanen rondom Afrika; *binnen* het groote vasteland zijn er tegenwoordig nog geene zoo nauwkeurig bekend, als voor eene opsomming er van noodig is. De omtrek van het laatstgenoemde eiland, van Zebul Their, heeft men intusschen toch in zoo ver onderzocht, dat men weet, dat zoowel op het schiereiland Arabië (tusschen de Perzische en de Arabische golf), als op het vasteland van Afrika, nabij den ingang in de Roode zee, een sterk vulkanisch terrein ligt. Ten eerste vindt men in de zeeëngte zelve negen eilanden, die vulkanische verschijnselen doen zien. Op het vaste land van Arabië is een dergelijk punt, de Bir Hut, bekend, dat wegens zijne hoogte van meer dan 3000 meter en zijne nabijheid tot de kust, door de zeevarenden dikwijls in werking gezien is. Verder bevinden zich op het vaste land van Afrika, waarschijnlijk op denzelfden, voor alle vulkanen in deze streek gemeenschappelijken vuurhaard, nog vijf vulkanen, Haik, Abida, Fanlai, Vinzegur en Sabu, maar ongelukkig is van alle niets verder bekend dan de naam en hunne ligging ongeveer. Een weinig meer weet men wellicht van de vulkanen in de Roode zee zelve, omdat daarlangs de weg voor de maildienst naar Indië gaat.

In de rijken Congo en Angola aan de Westzijde van Afrika, wil men twee vulkanen, den Pemba en den Zambi ontdekt hebben.

In den diepsten hoek van de Golf van Guinea, oostelijk van de monden van den Niger, bevinden zich op een schiereiland tusschen den Cross en den Dschonga, drie vulkanen in ééne rij, welke, met den meest noordelijken te beginnen, Qua, Dumbi en Cameron heeten. De laatste heet ruim 4000 meter hoog te zijn, doch reeds Burton heeft aangetoond, dat deze niet van vulkanische natuur is. Deze rij zet zich in een rechte lijn ver in zee voort.

Het naast bij de kust ligt het eiland Fernando Po, dan volgt het Prinseneiland, nog verder naar het zuiden ligt St. Thomé (2160 meter hoog) en ongeveer 2 graden ten zuiden van den aequator ligt Anno Bon (800 meter hoog).

Beter staat het met onze kennis van de Amerikaansche vulkanen. In het noorden vinden wij eerst Wrangell's vulkaan, naar den beroemden Russischen zeevaarder aldus genoemd. Ten westen daarvan, naar het schiereiland Aljaska toe, in de streek, waar het met het vastland samenhangt den meer dan 4000 meter hoogen Iljaminsk en dicht daarbij een bijna even hoogen, nog onbekenden vulkaan. Nu volgt een van de hoogste bergen van de aarde, de Eliasberg, meer dan 6000 meter hoog; verder naar het zuiden de 5000 meter hoogen Buen tempo (Fairweather) en op het eiland Sitka de Edgecumbe, die echter slechts 1000 meter hoog is.

Het Oregon-rotsgebergte, dat van 65 tot 30 graden breedte bijna evenwijdig met de kust loopt, heeft op zijne zuidelijke helft een nabij gelegen gebergte tot begeleider, dat zich tot aan de uiterste punt van het schiereiland Californië uitstrekt. In deze keten ligt eene geheele reeks werkende vulkanen, waarvan wij nu slechts de voornaamste willen noemen, namelijk St. Helena, het noordelijkst gelegen, den vulkaan de las Virgines, en den de la Gigante op het bovengenoemde schiereiland.

De vulkanen van Mexico zijn ons door de bemoeiingen van mannen als Humboldt nauwkeuriger bekend. Op het plateau van Mexico liggen er zes in eene rechte lijn, bijna nauwkeurig van het westen naar het oosten gericht. De reeks begint, van den Stillen Oceaan aanvangende, met den Colima van 4000 meter hoogte, die wel nog slechts rook en asch uitwerpt, maar in allen gevalle tot de meest werkzame vulkanen moet gerekend worden, dewijl hij sedert eeuwen reeds op deze wijze voortgaat.

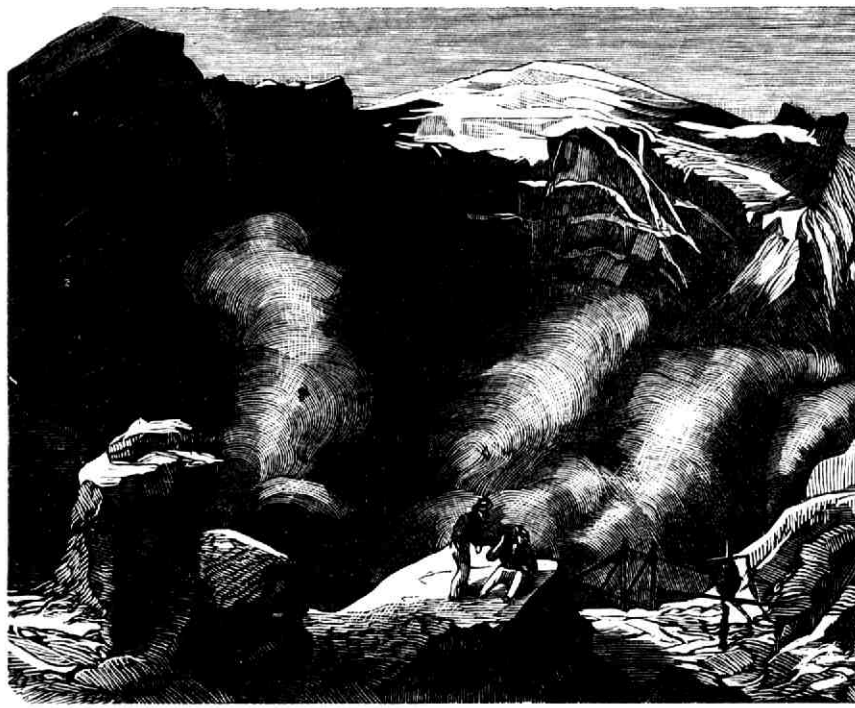
Het naast daarbij ligt de vulkaan Jorullo, die voor eene eeuw ontstaan is, waarvan wij reeds het noodige hebben medegedeeld (Zie blz. 424 en volg.); hier willen wij nog slechts opmerken, dat hij zich nauwkeurig in de lijn van de overige vijf vulkanen, die van het oosten naar het westen loopt, heeft gevoegd, alsof hij, evenals de overige, op eene en dezelfde dwarsspleet stond, die de bergketen van de Cordilleras van Mexico loodrecht doorsnijdt, eene meening, welke Humboldt ook heeft uitgesproken.

De derde is de Toluca, die eene hoogte van 5000 meter heeft en het naast bij den Popocatepetl ligt, welke in de laatste eeuwen geene uitbarstingen gehad heeft. Werkzaam is hij echter tot in den laatsten tijd altijd door; geweldige dampwolken (door onkundigen voor rook gehouden, omdat men ook de witte wolken uit een locomotief daarvoor aanziet, terwijl de rook zich door zijne donkere kleur duidelijk van damp onderscheidt) stijgen voortdurend uit den krater. Het uitwerpen van asch heeft Humboldt zelf gezien (bij zijne trigonometrische metingen op de Popocatepetl) en vaak ziet men met goede verrekijkers puimsteenbrokken over den rand van den krater vallen. Zij zijn duidelijk van de omgevende sneeuw te onderscheiden. De bewoners van het land noemen dit «zand»; het zijn echter korreltjes van eenige voeten middellijn, die zoo over de bevroren sneeuw rollen. Reeds ten tijde van de verovering van Mexico door de Spanjaarden wierp deze vulkaan rook en vlammen uit.

Cortez zond tien van de dapperste van zijne krijgsmakkers af om de oorzaak van de vuurkolommen, welke men onafgebroken zag opstijgen en die men voor een gevaardreigend signaal hield, te onderzoeken. Zij kwamen natuurlijk onverrichter zake terug, want het is zelfs Humboldt niet gelukt hem te bestijgen. Dit is eerst in den laatsten tijd gedaan. De berichten, die de conquistadores 1) omtrent dit onderwerp aan Karel V gezonden hebben,

1) Zoo noemden de Spanjaarden al die officieren, welke aan de verovering van Midden- en Zuid-Amerika deelnamen.

zullen zonderling genoeg geluid hebben. De bestijging werd bij den stouten marsch beproefd, dien Ferdinand Cortez in October van het jaar 1510 over den bergpas van Ahualco, die 3300 meter boven de zee ligt, met 6000 Tlascalteken ondernam, toen hij van Cholula naar Tenochtitlan (Mexico) trok. De Popocatepetl was te dien tijde ongewoon werkzaam en Cortez zelf verhaalt in een van zijne berichten, welke hij aan Keizer Karel V zond,



Krater van den Popocatepetl.

dat, daar hij op zijn marsch gewenscht had te weten te komen wat «het geheim van dien rook was, die uit den berg opsteeg», hij de vroeger vermelde expeditie er heen had gezonden. Barnal Diaz del Castillo, een van de geschiedschrijvers van dien tijd, noemt als den aanvoerder der expeditie den bekenden Diego de Ordaz, die tot aan den krater zou gekomen zijn. Het is waarschijnlijk, dat hij zich daarop beroemd heeft, zegt Humboldt, want de Keizer veroorloofde hem een brandende vulkaan in zijn wapen te voeren; Cortez zelf zegt echter uitdrukkelijk, dat de expeditie door de diepe sneeuw in de uitvoering van haar voornemen werd

verhinderd. Toch zegt men dat Spanjaarden in het jaar 1522 niet slechts tot aan den rand gekomen, maar 140 tot 160 meter diep in den mond van den rookenden berg neergedaald zijn, om zwavel te halen voor het bereiden van kruit, maar dit alles is zeer onwaarschijnlijk. Werkelijk gelukte de beklimming eerst in April van het jaar 1827 aan de gebroeders William en Frederic Glennie. In November van hetzelfde jaar besteeg Samuel Birkbek hem. De vroegere, in den ouderdom van 82 jaren gestorven, Pruisische gezant in Washington, F. v. Gerolt, die in het jaar 1834 Mexico bereisde en eene hoogst belangrijke geognostische kaart van dit land heeft uitgegeven, besteeg den berg evenzeer, later werd die onderneming door Charles Stone en vijf andere Amerikaansche officieren gewaagd en in den laatsten tijd door den ingenieur Frans Majerus, die door den gouverneur van den staat Pueblo don Juan Mugica y Osorio werd aangewezen om den berg te beklimmen en het inwendige er van te onderzoeken en waaraan wij bijgaande afbeelding van het binnenste van den krater te danken hebben.

Aan deze rij sluit zich als vijfde de vulkaan Citlatepetl aan, 5790 meter hoog en de grootste na den Popocatepetl. De Mexicaansche mythe noemt deze beide bergen «man en vrouw». De nieuwere geographie noemt hem den vulkaan Orizaba.

In den oorlog tusschen de Vereenigde Staten en Mexico gaf de aanwezigheid van een klein landleger gelegenheid tot het bestijgen van den Orizaba in Mei 1848; luitenant Reynolds en luitenant Maynard waren de eersten, die hem beklommen.

Aan den bovengenoemden laatsten beklimmer van den Popocatepetl is het ook gelukt den Orizaba te bestijgen.

Nog dichter bij de kust dan de laatstgenoemde vulkaan ligt de Tuxtla, ten zuid-oosten van Vera-Cruz; zijne laatste, zeer belangrijke uitbarsting heeft in het jaar 1793 plaats gehad. Het onderaardsch gekraak was zoo vreeselijk, dat men het in een kring van 450 kilometer middellijn hoorde. De asch werd tot op een afstand van 560 kilometer voortgedreven.

Aan de omstandigheid, dat deze zes vulkanen in eene onafgebroken rij open op eene groote spleet in de aarde liggen, schrijft men het toe, dat die streek minder van aardbevingen te lijden heeft; daar de veiligheidskleppen altijd open zijn, kan zich de damp niet op eene gevaarlijke wijze opeenhoopen.

De landengte, welke Noord- en Zuid-Amerika verbindt, omvat behalve deze rij van vulkanen nog eene andere, veel grootere in Guatemala en Nicaragua (tusschen Mexico en het groote vasteland van Zuid-Amerika). Die groep bevat 21 vulkanen, welke alle op eene afstand van nauwelijks 10 lengtegraden opeengehoopt zijn, zoodat men in deze streek altijd een paar nabij liggende en een paar meer verwijderde vulkanen in het oog heeft.

Hunne namen, te beginnen met dien, welke het dichtst bij Mexico ligt, zijn: de vulkaan van Sosconusco, Sacutepeque, Hamilpas, Atitlan, Fuego de

Guatemala, de vulkaan van Acatinango, Sunil, Toliman, Isalco, Sacatecoluca (dichtbij den Rio del Empa), San Vicente, Traapa, Bisetlen, Concivina of Conseguina (dichtbij de golf van Conchagua), de vulkaan el Biego (bij de haven van Rialexo), die van Momotombo, Talica (nabij San Leon de Nicaragua), de vulkanen van Granada, Bambocho, Papagallo en eindelijk die van Barna.

Al deze vulkanen zijn bij afwisseling werkzaam, de laatste uitbarstingen zijn van den Los Fuegos de Guatemala, den Isalco, Momotombo, Talica, Bambocho en op den 20sten Januari 1835 van den Conseguina geweest. Deze laatste veroorzaakte een schudding van land, berg en zee over eene ontzaglijke uitgestrektheid. Op een afstand van 1100 kilometer in rechte lijn voelde men het beven van de zee, zoowel als van het land, want het strekte zich noordelijk tot Cuba en Jamaica, zuidelijk bijna tot aan den evenaar uit; nog een weinig grooter was de uitgestrektheid van het westen naar het oosten.

Een derde groep vulkanen bevindt zich in de voormalige Spaansche provincie Nieuw-Grenada, thans Columbia. Daar liggen de vulkanen van Popayan, Sotara, Purace, Pasto en van Rio Fragua, verder de Cambal, de Chilles en de Azufrael, dicht genoeg bij elkander om hen in een stelsel te kunnen samen vatten, ja waarschijnlijk behooren zij met de groep van Quito, den Cayambe, Colima, Nevado de Corazon, Ilinissa, Antisana, Pichincha (spreek uit Pitsjintsja) Cotopayi, Tunguragua, Capac-Urcu (tegenwoordig Cerro el Altar genaamd) en Sangai te zamen, want de vulkaan van Pasto had sedert jaren eene dichte, zwarte rookwolk op zijn top gedragen, welke men nu eens hooger en in den vorm van een pijnboom, dan weer als eene dichte nevelkap zijne kruin zag omhullen, tot deze wolk den 4en Februari van het jaar 1797 plotseling verdween en op hetzelfde uur werd de stad Riobamba, dicht bij den Tunguragua, door eene geweldige aardbeving, met hevige uitbarstingen van de nabij gelegene vulkanen vernield. Het plotselinge verdwijnen van dezen rook verwekte zulk een algemeen opzien, dat het oogenblik er van duizendvoudig opgeteekend werd, en later bleek het dat van den ondergang van honderd duizenden menschen te zijn geweest.

De vulkanengroep van Popoyan en los Pastos is niet genoeg bekend, maar die van Quito werd des te nauwkeuriger door Humboldt onderzocht, die daar acht maanden vertoefde en het hoogland van Quito aanduidt als dat, waar men het vulkanisme, d. i. « de reactie van het vloeibare binnenste tegen de gestolde oppervlakte », in den uitgebreidsten zin van het woord kan bestudeeren. De vulkanen van Quito en Papayan zijn in twee bergreeksen, door een smal en lang dal gescheiden, gerangschikt. Dat dal heeft eene lengte van 450 kilometer en gemiddeld eene breedte van nauwelijks 37 kilometer, het is door dwarsruggen weder in kleinere stukken verdeeld, welke hierdoor bijna rechthoekig of vierkant worden, zoodat er eene zeer regelmatige verdeeling ontstaat. De vijf dalen, die zoo ontstaan, zijn in den regel hoogvlakten en wel vlakten in den volsten zin van het woord; waarschijnlijk zijn de hel-

lingen van elke twee bergreeksen, die naar het midden afdalen, met haar eigen gruis opgevuld; het water heeft vervolgens de grovere massa's vergruisd en wat eindelijk naar beneden gevoerd was, heeft zich niet anders dan hori-



De vulkanen bij Quito.

zontaal kunnen afzetten. Zoo bevindt men zich in Cuenca 2700, in Tacunya 2680 en in Quito 2720 meter boven de zee, en in al deze dalen heeft men een volkomen vlakke weg van eenige mijlen tot aan den voet van de bergketens, die dan tamelijk snel en steil stijgen. Het kaartje op deze bladzijde vertoont een paar van deze hoog-dalen. De beide hooge bergreeksen, tusschen

welke de dalen of dalvlakten van Quito en Riobamba liggen, zijn hier verbonden door de bergruggen of knoopen van Catocachi (de bovenste), van Chisinche (de middelste) en van Alausi. In de westelijkste dezer ketens liggen de Catocachi, de Pichincha, de Ilinissa en de Chimborazo; in de hier tegenover liggende, oostelijke rij bevinden zich de Cayambe-Urcu, de Guamani, de vreeselijke Copotayi en de Altar. Midden in het groote dal van Riobamba ligt ook nog geheel afzonderlijk de Tunguragua. Het schijnt, dat *al* deze ontzettende opzwellingen, deze kolossen in de rij der Andes-reuzen, vulkanen geweest zijn, doch tegenwoordig zijn er nog slechts enkele van werkzaam en onder deze vooral de Pichincha, de Cotopayi en de Tunguragua, ofschoon ook deze in den jongsten tijd rusten. Humboldt beleefde de uitbarsting van den Cotopayi in het jaar 1803 en hoorde den donder er van in de Zuidzee.

Zooals uit het kaartje blijkt, loopen de dubbele bergketens op dezelfde wijze verder voort, hier en daar door bergbruggen vereenigd; het vierde van deze dalen, naar het noorden toe, noemt Humboldt het Amerikaansche Tibet; het is dat van Pastos en het stijgt tot bijna 3300 meter hoogte. Het vijfde en meest noordelijke, dat van Almaquer, daalt weder tot 2200 meter.

Boven al deze hoog-dalen, die naar onze begrippen, wanneer zij op zich zelf stonden, reeds zeer belangrijke berghoogten zouden zijn, steken vele van de bergen zoo ver uit, dat men bijv. den Chimborazo uit de Zuidzee kan zien, en zelfs op de veel lagere Pichincha kan men van zijn top over de ondoordringbare wouden van de provincie de las Esmeraldas heen ziende, de Zuidzee waarnemen. Volgens de wet der reciprociteit moet ook omgekeerd de Pichincha uit de zee te zien zijn, ofschoon wellicht nauwelijks genoeg boven den horizon verheven, om met zekerheid herkend te worden.

Humboldt zegt hieromtrent, bij gelegenheid van de beschrijving van zijne reis op den bedoelden vulkaan, dat de kromming van de aarde maakt, dat men op de hoogte van den Pichincha een gezichtskring van 2° 13′ middellijn heeft (het grooter worden er van door de breking der lichtstralen in de lucht niet mede gerekend). Er blijft derhalve geen twijfel of men kan van den vulkaan ver in de zee zien. De horizon van de zee, die zich, zooals bekend is, tot de hoogte van het oog verheft, zoodat alle meer nabijzijnde voorwerpen op het vlak der zee geprojecteerd schijnen, ligt voor den Pichincha nog bijna een geheelen graad (56 minuten of 105 kilometer) aan gene zijde van den zeeoever. De dichte wouden van de Yumbos en van de voormalige provincie de las Esmeraldas, door vele stroomen doorsneden, brengen eene ontzaglijke hoeveelheid waterdamp in de atmospheer, daarom ziet men van den top van den vulkaan naar het binnenste van het land, naar Quito gekeerd, den hemel in het zuiverste blauw met een bijna onbegrensd uitzicht, begunstigd door de ongemeene helderheid van de reeds veel ijlere lucht (de hoogvlakte van Quito ligt bijna 2700 meter boven de zee). Daarentegen rusten boven de westelijke helft van den horizon, boven de weelderige, plantenrijke streek,

dikke wolken, die alle uitzicht belemmeren. Slechts eene enkele opening was in dezen dichten sluier gescheurd en door deze werd Humboldt eene wijde, blauwe vlakte gewaar. Was het een van die dunne wolkenlagen, die hij reeds verscheidene malen van de toppen der Cordilleras en van den piek van Teneriffe in den vroegen morgen gezien had, een stratus, die aan zijne oppervlakte niet zelden geheel effen is, of was het zee zelve, zooals de blauwe kleur scheen aan te duiden, en zooals zijne begeleiders beweerden? De groote natuurkundige vermocht het niet te beslissen, omdat, wanneer de horizon van de zee meer dan 2 graden verwijderd ligt, de hoeveelheid licht, door het water teruggekaatst, zóó gering is, dat op den langen weg tot aan den top van een 5000 meter hoogen berg het grootste gedeelte er van door absorbtie in den dampkring verloren gaat. Dan is de grens van het gezichtsveld niet meer de lucht zelve, op een waterlijn rustende, maar men ziet dan in het ledige, alsof men in een luchtballon ware (waar, volgens de ondervinding van Gay-Lussac, *geluids*golven hooger waargenomen kunnen worden, dan zwak licht van de aarde, door den horizon teruggekaatst).

De Pichincha is (ofschoon hij een van de laagste is), onder de besproken groep van vulkanen nog bijzonder belangrijk, omdat hij eene gedaante heeft, die sterk afwijkt van den eigenlijken vorm der vulkanen. In Europa stond deze gedurende langen tijd in een bijzonderen reuk van heiligheid; thans is deze ook reeds verdwenen, daar de namen, die er aanleiding toe gaven, buiten de geleerde wereld bijna vergeten zijn. In het jaar 1742 hadden namelijk La Condamine en Bouguer drie volle weken dezen berg bewoond, op eene hoogte, welke bijna met die van den top van den Montblanc gelijk is. De hut, die hen bij hunne meteorologische waarnemingen gedurende den nacht beschutte, lag 4860 meter boven den spiegel der zee.

De bijzonderheid, die aan den Pichincha valt op te merken, is dat de richting van zijn krater, geheel van die der vulkanische Cordilleras afwijkt; de lijn, welke men als de as er van moet beschouwen, doorsnijdt de richting, waarin de geheele bergketen ligt, waartoe ook de groote sneeuwbergen, Ilinissa, Corazon en Catocochi behooren, onder een hoek van meer dan 30 graden, wat inderdaad iets zeer zeldzaams is. Daarbij komen nog de vele geheel opene, zeer diepe spleten, die van de stad Quito bijna loodrecht naar den bergketen, waarin de vulkaan ligt, loopen, en welke voortzettingen van de opening van den krater schijnen te zijn. Verscheidene van deze spleten loopen tot onder het plaveisel der stad door, en men hoort bij de aardbevingen, die bijna elke maand plaats hebben, een verschrikkelijk onderaardsch gedruisch, dat hem, die hiermede niet bekend is, veel meer met vrees en angst vervult dan eene eigenlijke aardbeving, die bovendien niet altijd, zelfs in den regel niet van dit onderaardsche brullen vergezeld gaat.

Twee dergelijke spleten hebben eene breedte van 13 meter. Tusschen die gleuven, dáár, waar zij in de nabijheid van Quito zich onder een zeer

scherpen hoek vereenigen, ligt een klooster met een schoonen tuin. Daar waar zij samenkomen is, niet ver van de kerk de la Merced, eene brug geslagen; nog dichter bij het midden van Quito op het plein van den heiligen Franciscus, worden zij geheel onzichtbaar, daar hooge gebouwen ze met sterke gewelven bedekken. Verscheidene van de spleten zijn 27 meter, andere zelfs 160 meter diep. Soms treft men over afstanden van verscheiden honderden meters natuurlijke bruggen aan, waaronder zij onzichtbaar voortloopen.

Aan deze spleten (aldaar Guaycos genaamd), schrijft het volksgeloof de merkwaardige omstandigheid toe, dat Quito, met zijne kolossale openbare gebouwen, zijne majestueuze kerken, met al de pracht van eene sierlijke bouwkunst versierd, en met zijne vele steenen gebouwen, betrekkelijk zeer weinig van aardbevingen te lijden heeft. Volgens de meening van het volk zouden de spleten, die diep in den berg dringen, aan de dampen, die in den berg ontstaan, gelegenheid geven te ontsnappen en daardoor zou eene ophooping daarvan, waardoor aardbevingen ontstaan, worden voorkomen. Eene dergelijke meening hadden reeds de oude Romeinen, welke daarom aanrieden, diepe en zooveel mogelijk wijde bronnen, als beveiligingsmiddel tegen aardbevingen aan te leggen. Ook de beroemde Spaansche geleerde Ulloa deelt deze meening; Humboldt daarentegen niet, hoe aannemelijk zij overigens ook zij.

De bezorgdheid van de inwoners heeft overigens goeden grond: hunne stad ligt zóó dicht bij den krater van den verschrikkelijken vulkaan, als men nooit waagde dorpen te bouwen; de geheele afstand van de kerk de la Merced tot aan den krater bedraagt 9 kilometer.

De geheele berg heeft vier toppen, waarvan er drie namen hebben. Het zuidelijkst ligt de Rucu Pichincha (de vader), die den eigenlijken krater van den vulkaan bevat; meer noordelijk en oostelijk staat de Picacho de los Ladrillos, wiens rotsgesteente zoo eigenaardig gespleten is, dat men het uit de verte voor reusachtig muurwerk houdt. De derde top is de Guagua Pichincha (d. i. het kind van den ouden vulkaan), en de vierde top is de niet afzonderlijk benoemde kegelberg, van waaruit de door Humboldt Condortop genoemd lange rotsrug, waarop de condors in groote scharen te zien zijn, loopt.

Deze eigenaardige vormingen maken van den vulkaan bijna een bergketen, en daar men, al naar het standpunt dat de waarnemer inneemt, de rook- en dampkolommen nu eens uit dezen, dan weder uit genen top meent te zien opstijgen, zoo was het lang twijfelachtig, welke van de vier bergen de eigenlijke vulkaan was. De onverschilligheid der inwoners is zóó groot, dat niemand het de moeite waard achtte, dit te onderzoeken. Ofschoon de berg veel begaan wordt, om er te jagen, had toch noch La Condamine noch Humboldt een gids in de beteekenis, die wij aan dat woord hechten, en de lieden die zich als met den weg bekend tot gidsen opwierpen en als zoodanig duchtig betaald moesten worden, lieten toch het vinden van den weg geheel alleen

aan den reiziger over, en zoo kwam het, dat Humboldt de eerste proefneming moest opgeven en bij de tweede bijna in de vuurzee van den krater gestort was.

Humboldt zelf verhaalt dit op de volgende wijze: «Toen wij (hij en een enkele inboorling, alle overige waren lafhartig achtergebleven) het naakte gesteente hadden bereikt en met moeite, onbekend met den weg, op smalle kanten en kleine uitsteeksels voortdurend hoopvol naar boven klouterden, werden wij in een steeds dichter wordenden, maar nog reukeloozen damp gehuld. De steenplaten namen in breedte toe, de helling werd minder steil, wij troffen tot onze vreugde slechts enkele sneeuwplekken, zij waren drie tot vier meter lang en nauwelijks twintig cM. dik. Wij waren voor niets zoo bevreesd als voor de half bevroren sneeuw, (die spleten kon verbergen, maar door hare geringe dikte de reizigers onmogelijk kon dragen). De nevel veroorloofde ons slechts den bodem der rots te zien, dien wij betraden, geen verder afgelegen voorwerp was zichtbaar, wij wandelden in een wolk. Een prikkelende reuk van zwaveligzuur verkondigde ons nu wel de nabijheid van den krater, maar wij vermoedden toch niet, dat wij er als 't ware reeds boven stonden. Op een klein sneeuwveld gingen wij langzaam in noord-westelijke richting voort, de Indiaan Aldas vooruit, ik achter hem aan, een weinig ter linkerzijde. Wij spraken geen woord met elkander, zooals altijd het geval is, wanneer men door langdurige ondervinding met het beklimmen van een berg langs moeielijke paden bekend is.

Groot was mijne ontzetting, toen toevallig mijn oog dicht voor ons op een rotsblok viel, dat vrij in een kloof hing en er zich tegelijk tusschen dit en den rand van het sneeuwdek, dat ons droeg, op een ontzaglijke diepte een licht vertoonde, als eene kleine, zich voortbewegende vlam. Met geweld trok ik den Indiaan bij zijne poncho achteruit en dwong hem, zich terstond met mij op den grond te werpen; het was op een rotsbrok, vrij van sneeuw, nauwelijks 4 meter lang en 2 tot 3 meter breed. De Indiaan scheen spoedig te raden, waarvoor deze voorzorg noodig was. Wij lagen nu beiden uitgestrekt op eene steenplaat, die als een bordes over den krater uit scheen te steken. Het vreeselijk diepe, zwarte bekken breidde zich voor onze oogen in eene ijzingwekkende nabijheid uit. Een gedeelte van de hier vertikaal neerdalende kom was met dampkolommen gevuld. Omtrent onze ligplaats gerustgesteld, begonnen wij spoedig te onderzoeken, waar wij ons bevonden. Wij bemerkten, dat de steenplaat, die vrij van sneeuw was, waarop wij ons neergeworpen hadden, slechts door eene spleet van nauwelijks $^1/_2$ meter breedte gescheiden was van de met sneeuw bedekte massa, waarover wij gekomen waren. Deze spleet was echter niet geheel tot aan haar einde met eene brug met bevroren sneeuw bedekt; eene sneeuwbrug had ons, zoolang wij in de richting van de spleet liepen, verscheiden schreden ver gedragen. Het licht, dat wij het eerst door een gedeelte van de spleet tusschen het sneeuwkleed

en het vrij hangend rotsblok gezien hadden, was geenszins bedrog; bij een derde bestijging zagen wij het op hetzelfde punt en door dezelfde opening weder. Het is een deel van den krater, waarin toen veel kleine vlammen, wellicht van brandend zwavelgas, uit den donkeren afgrond opflikkerden. Het gelukte ons, door kloppen met een steen op het sneeuwkleed, de kleine opening te verwijden. Er viel eene aanzienlijke hoeveelheid ijs en sneeuw door de spleet naar beneden; de dikte er van scheen op de plaats, waar wij klopten slechts 20 centimeter: waar het ijsdek ons gedragen en ons voor een val behoed had, was zij ongetwijfeld dikker geweest.»

«Den chaos, dien de diepte van den Rucu Pichincha ons te aanschouwen gaf, is niet met woorden te beschrijven» zegt Humboldt. «Het is een ovaal bekken, waarvan de grootste as twee kilometer lang is. De oostelijke rand van den krater vertoont twee zijden van een stomphoekigen driehoek, de tegenovergestelde rand is daarentegen meer afgerond, veel lager en naar de zuidzijde bijna dalvormig geopend. Van de hooge tinne ziet men op de verglaasde, getande toppen van bergen, die zich op den bodem van den krater zelven verheffen. De opgewekte phantasie maakt het zeer onzeker de diepte te schatten. Het was mij toen, als zag ik van de hoogte van het kruis van Pichincha op de stad Quito neder (bijna vier kilometer in de loodrechte richting en toch is het zichtbare gedeelte van den krater wellicht nauwelijks 500 meter diep.

«La Condamine meende in 1742, derhalve 82 jaren na de laatste groote uitbarsting, dat de krater geheel uitgebluscht was; wij daarentegen zagen 60 jaren na de bestijging van La Condamine en 142 jaren na de laatste uitbarsting de duidelijkste sporen van het vuur; blauwachtige lichten bewogen zich heen en weder in de diepte, en ofschoon er toenmaals een oostenwind heerschte, werden wij toch aan den oostelijken rand van den krater (derhalve van den wind af) den reuk van het zwaveligzuur gewaar, die bij afwisseling sterker en zwakker werd. Het punt, waar ik mij bevond, was volgens eene later door mij in het werk gestelde meting 4980 meter boven de zee gelegen. Rucu Pichinca reikt nauwelijks 70 meter boven de grens van de eeuwige sneeuw en eenige malen heb ik hem uit Chillo geheel vrij van sneeuw gezien.

Humboldt besteeg spoedig daarop den vulkaan ten derden male, en wat deze bestijging bijzonder belangrijk maakt en de onophoudelijke werking van den onderaardschen vuurhaard het best kenschetst, was de omstandigheid, dat de rots, waarop de waarnemer stond, hevig door aardbevingen werd geschud Humboldt telde in 36 minuten vijftien stooten. Die aardbeving werd overigens alleen aan den rand van den krater waargenomen, want zij werd, zooals de Pruisische Aristoteles nog den zelfden avond vernam, in Quito niet bespeurd.

De groote geleerde heeft ons ook nog met een werk bekend gemaakt, dat

in de Revue indépendante en met een ander, dat in de Comptes rendus des Séances de l'Institut begraven en voor de Duitsche lezers bijna verloren gegaan was, en het Duitsche, beschaafde publiek moet den beroemden man, die het niet beneden zich heeft geacht uit een vreemd werk een uittreksel te maken, dewijl het hem belangrijk genoeg toescheen, even dankbaar daarvoor zijn, alsof het zijne eigene onderzoekingen waren. Deze arbeid betreft de nauwkeurige kennis van de onderzoekingen omtrent het inwendige van den krater van den Pichincha, door de Heeren Sebastiaan Wisse en Georgia Moreno den 15den Januari en den 13den Augustus van het jaar 1845 ingesteld. Humboldt heeft de vertaling van de in brieven vervatte mededeelingen in het eerste deel van zijne Kleinere Schriften van het jaar 1853 opgenomen, zij luidt als volgt:

Ofschoon de vulkaan zeer dicht bij de stad Quito ligt, heeft men toch, wegens den vorm van de helling en wegens de diepe sleuven en dalen, welke er door heen loopen, eenen geheelen dag noodig, om te voet tot aan den rand des kraters te komen. Ik (Sebastian Wisse) verliet Quito den 14 Januari 1835 des avonds met den uitstekendsten mijner leerlingen, Georgia Moreno, om in eene kleine boerderij dicht aan den voet van den vulkaan te overnachten. Den volgenden dag, des morgens te 7 ure, droegen onze muildieren ons tot aan de onderste grens van den plantengroei (dit zal wel moeten zijn bovenste, want eene onderste grens kennen wij niet). Wij begonnen vandaar onze reis te voet, vergezeld van eenen Indiaan, die zich den gids noemde. De helling van den top is zoo steil, dat men slechts van lieverlede en zigzagswijze kan stijgen. De hellende vlakte is geheel met puimsteen bedekt, waarin men tot 20 centimeter diep zakt, zoodat men op den bewegelijken bodem dikwerf meer teruggaat dan voorwaarts komt. Wij richtten onze schreden naar eene piek, welke wij van tijd tot tijd tusschen de nevellagen herkenden. Eerst te $11^1/_2$ ure hadden wij de hoogte bereikt. Wij konden niets van het inwendige van den krater onderscheiden, hetgeen toch het doel van onze reis was. De nevel omhulde ons zoodanig, dat wij ter nauwernood eenige meters ver konden zien.

Het was middag. Wij besloten ons langs den rechten weg naar beneden in den krater te wagen. De indiaansche gids weigerde te volgen, alleen een groote hond vergezelde ons, doch keerde, door het gedruisch en geratel der naar beneden vallende steenen verschrikt, weldra terug. De losse rotsblokken, welke in grootere en kleinere massa's van de wanden van den berg losraakten, en zelfs over onze hoofden heenvlogen, vermeerderden het gevaar van het afdalen langs de helling. Deze was hier en daar door loodrechte tusschenruimten trapvormig afgebroken; men moest die vermijden, om niet van 25 tot 30 meter hoogte naar beneden te storten. Wij riepen elkander toe, wanneer de hooger staande hem die lager stond eene groote massa van rollende steenen toezond. Geen vast punt was aanwezig, waaraan men zich vast kon houden, dikwerf

was het het veiligst zich plat neer te leggen en den stoot van het rollend gesteente op zijn rug af te wachten.

Gedurende deze gevaarlijke tocht (wij hadden over eenen vertikalen afstand van omstreek 300 meter te dalen) werden wij eensklaps door den aanblik van den nabij zijnden bodem van den krater aangemoedigd; de wind had de nevellagen verstrooid.

Wij begonnen nu den lagen rotsmuur te onderscheiden welke van het noordnoordoosten naar het zuid-zuidwesten gericht, den grooten krater van den vulkaan in twee deelen scheidt; wij zagen zelfs aan gene zijde den tegen ons overstaanden kraterwand. Wij bewerkstelligden nu eene tweede nauwkeurige barometermeting, en vonden de volstrekte hoogte van den bodem, in de oostelijke afdeeling van den krater, 4447 meters, alzoo 328 meter onder de piek van den kraterrand, waar wij ook uit het kookpunt van water bepaald hadden, op welke hoogte wij ons bevonden.

Thans naderden wij den damvormigen rotsrug, welke den oostelijken krater van den westelijken scheidt, om daar, waar hij het laagst is, op eene absolute hoogte van ongeveer 4497 meter, over hem heen te klimmen. Hier begonnen wij het eerst eenen sterken zwavelreuk te bemerken. Wij daalden af in de nog brandende afdeeling, in den westelijken krater; dit geschiedde langs eene zeer steile helling, met veel voorzichtigheid, want wij wisten wederom niet, waar wij zouden aanlanden. De bodem van den westelijken krater heeft de volstrekte hoogte van ongeveer 4172 meters. De westelijke krater ligt alzoo nagenoeg 325 meter lager dan de oostelijke en mijn reisgezel beweerde zelfs, dat wij van den scheidsmuur tot in den westelijken krater nog dieper afgedaald waren, dan van de piek tot in den oostelijken krater.

Reeds van de helling van de rotskom, welke de kraters vaneen scheidt, benedenwaarts, werden wij in den westelijken krater eenen heuvel gewaar, welke tegenwoordig de eigenlijke zetel van de vulkanische werking is. Deze kegelvormige heuvel met vele groepen van fumarolen, is ongeveer 130 meter hooger dan de bodem van den westelijken krater, en 178 meter lager dan het gedeelte van de rotskom, waarover wij heengingen.

«Beide kraters bezitten drooge rivierbedden en diepe sleuven, welke het smeltende sneeuwwater, dat van den hoogen kraterrand nederstort, en het hier veelvuldig vallende regenwater, in zekere tijdperken naar het zuidwesten wegvoeren. De kegel, dien ik zoo even aangeduid heb, staat tusschen twee breede sleuven, die zich verder naar beneden verbinden. Wat wij in den beginne voor nevels gehouden hadden, waren zwaveldampen; lange gele aardstrepen wezen den bodem aan, welke uit een mengsel van stuk gewreven zwavelkristallen en vulkanische asch bestond.

De temperatuur der dampende kloven kon door onze thermometers niet waargenomen worden. De bodem had zelfs aan de oppervlakte op vele plaatsen eene temperatuur van 43° C. Wij vonden zeer dunne stukken grijze, half

verglaasde slakken, welke het voortbrengsel schenen te zijn van kleine, zeer jonge uitbarstingen; zij waren nergens door de anders zoo algemeen verbreide gele asch bedekt. Ook de fumarolen waren nu eens tusschen groote rotsblokken, dan wederom tusschen kleinere rotssteenen uitgebroken; derhalve zeker insgelijks van zeer verschillenden ouderdom. Geheele groepen van deze gasbronnen geven aan den opgeheven bodem den vorm van eene reeks molshoopen. Eenige afzonderlijke fumarolen aan de binnenste helling van den hoogen kraterrand zelven konden wij niet onderzoeken.»

Er begon nu een hevige stortregen te vallen. Wij vluchtten in eene der der diepe sleuven van den westelijken krater om onder eene overhangende rots den barometer waar te nemen; tot onze groote smart vonden wij de buis gebroken. Weldra was het invallen van den nacht te verwachten. Sedert des morgens 6 ure hadden wij niets gegeten; den wijn en de levensmiddelen hadden wij bij de Indianen gelaten. Eene zware hagelbui volgde op den stortregen. Wij bleven lang in de onzekerheid, of wij, voor het naar beneden rollend gesteente slecht beveiligd, in den krater overnachten zouden, in de hoop den volgenden morgen meer krachten te zullen hebben. De vroeger droge sleuven, welke ons in zekere mate het naar beneden gaan in den afgrond gemakkelijker gemaakt hadden, waren nu in snelvlietende beken veranderd; van alle zijden der kraterranden vormden zich watervallen; groote rotsblokken, vele malen terugspringende, stortten van de kraterranden naar beneden, de echo vermeerderde nog het gedruisch. Wij keerden geheel doornat en van koude half verstijfd, in den Oostelijken krater terug, met het oogmerk om door de zuidoostelijke opening, door welke Bouguer en la Condamine hadden willen heendringen, eenen uitgang te vinden, doch waarheen zou bij den invallenden nacht en bij eene volkomene onbekendheid met de streek, ons deze uitgang leiden? Nogtans voelden wij de noodzakelijkheid, ons door gaan en voortgezette spier-inspanning te verwarmen. Wij namen alzoo het besluit in eene schuinsche rigting langs den hoogen kraterrand naar het zuidoosten af te dalen, om onzen gang wederom naar de piek te richten. Het was des avonds 7 ure, alzoo werkelijk nacht, toen wij eindelijk den hoogen kraterrand bereikten. In de hoop van aldaar in de nabijheid onze muildieren en de zoogenaamde gidsen te vinden, zagen wij ons bitter teleurgesteld. De regen was niet verminderd en, na veel dwalen gelukte het ons, nadat wij 12 kilometer afgelegd hadden door het blaffen der honden, des avonds ten 9 ure, eene kleine door Indianen bewoonde hut te vinden, waarin wij bij een weldadig vuur den nacht doorbrachten.»

Wij hadden het tijdstip voor onzen tocht slecht gekozen: het was het einde van het droge jaargetijde. Doch hoe hadden wij kunnen duchten, dat de regentijd juist op den dag van onze onderneming zou beginnen? Niemand is vóór ons in den krater van den Pichincha doorgedrongen. De vulkaan is niets minder dan uitgedoofd, zooals de inwoners van Quito beweerden en zooals

vele geologen hebben doen gelooven, welke den Pichincha waarschijnlijk alleen van verre zagen. Wij namen uit het binnenste van den krater zoovele rotsstukken mede, als onze zakken konden bevatten. Het zijn porfierachtige trachytstukken met roode en gele grondmassa, en witte kristallen. Het roode porfierachtige gesteente heeft de overhand. De bodem is een conglomeraat van zwavel, vulkanische asch en verweerde veldspaatbrokken. De algemeene kleur van de kolk is bruin-zwart. De binnenranden bestaan uit vaste rotsmassa's, die allerlei vreemde vormen doen zien. De tweede, westelijke krater is in omtrek meer afgerond, dan de oostelijke. Ik houd dien ook voor van veel lateren oorsprong. Hij bevat den uitbarstingskegel met zijne fumarolen. Hij is veel dieper, en de scheidende rotskam, waarvan ik melding heb gemaakt, heeft eene zachtere glooiing naar de zijde van den oostelijken krater, die door de dagelijks naar beneden vallende rolsteenen reeds aanmerkelijk opgevuld is, terwijl hij steil, bijna loodrecht afdaalt naar de zijde, welke naar den westelijken krater gekeerd is.»

De beide vroeger genoemde reizigers ondernamen, behalve deze eerste, in hetzelfde jaar nog eene tweede expeditie naar dien krater, welke van den 13den Augustus tot den 16den dierzelfde maand duurde. De beschrijving bevat eenige zoo belangrijke bijzonderheden, dat de schrijver zich niet onthouden kan, die ook, althans in uittreksel, aan zijne lezers mede te deelen.

De reizigers kwamen den 13den Augustus 1845 te paard hooger, dan bij de in Januari ondernomen bestijging, zij wilden trachten den krater langs den weg te bereiken, dien Bouguer en La Condamine hadden willen inslaan, om wellicht langs een vlakken weg, zonder te stijgen of te dalen, aan den vuurhaard te komen. Zij gaven echter spoedig hun plan op, en Sebastiaan Wisse daalde aan den oostelijken kraterrand naar beneden, slechts vergezeld door éénen Indiaan, die eenige levensmiddelen, wijn en ijs droeg, dat in de fumarolen zou worden ontdooid, om zuiver en koud drinkwater te hebben. Hij kwam des middags te $2^1/_2$ uur op den bodem van den oostelijken krater, waarheen hem Garcia Moreno met zijne begeleiders om $4^1/_2$ uur volgde, nadat hij vergeefs een anderen weg had gezocht.

De oostelijke krater heeft op eene diepte van 330 meter, onder den top, de bedding van eene kleine stortbeek, die, wanneer het niet regent, geheel droog is. Daar vonden de reizigers een groote overhangende rots, dien zij tot nachtleger uitkozen. Zij bedekten den grond met mos en kruiden, en sliepen, in hunne ponchos gehuld, *eenen nacht in den vulkaan*, bij eene temperatuur van twee graden onder nul.

Den 14den Augustus brachten zij door met het volledig opnemen van het stroombed in dezen oostelijken krater, en brachten den nacht weder onder dezelfde rots door.

Den 15den klommen zij over den reeds vermelden rotsrug, welke de beide kraters vaneen scheidt, en hadden 2 volle uren noodig, om van het *laagste*

punt van dezen in den westelijken krater af te dalen, ofschoon het verschil in hoogte niet meer dan 420 meter bedroeg. Langs de randen van de kolk gebruikten zij eene *bijna* horizontaal daar rondom loopende smalle vlakte voor hunne hoekmetingen, waarbij Wisse door een eigenaardig gevoel van duizeligheid werd overvallen, hetwelk hij volstrekt niet wist te verklaren, te minder daar de anderen het niet gewaar werden. Eene aardbeving kon de oorzaak niet zijn, dewijl zijne begeleiders niets daarvan waarnamen, de schadelijke gassoorten evenmin, daar Wisse boven de opene spleten van de fumarolen veel meer van deze gassoorten zonder hinder ingeademd had.

De ketel, die den westelijken krater vormt, is cirkelrond, en zijne hellingen zijn zoo steil, dat zij overal van 50 tot 70 graden bedragen. De bodem van den ketel wordt door de twee reeds vermelde, meestal droge stroombedden doorsneden, welke de periodieke regen heeft uitgegraven. De tamelijk ronde uitwerpingskegel staat tusschen deze beide bedden en in den regentijd op een schiereiland. Hij is ongeveer 80 meter hoog, en heeft eene middellijn van 460 meter, maar is niet regelmatig van vorm; en groote rotsblokken, zoowel als sterke uithollingen aan de zijden, toonen duidelijk zijne voortdurende werkzaamheid aan. Het oostelijk gedeelte is met vruchtbare aarde bedekt en voedt vele kruiden, rietachtige grassen en een welig groeiend gewas met ananasbladeren, dat men hier Achupaya noemt. Het is werkelijk eene plant uit de familie der Bromeliaceeën, waarvan de Bromelia ananas eene soort is.

Hoe in zulk een verschrikkelijke kolk van een werkzamen vulkaan zulk eene vegetatie gevonden wordt, is te verklaren doordat de uitwerpselen van den krater niet geheel loodrecht opstijgen, maar eene helling naar het westen vertoonen, zoodat op dat oostelijk gedeelte, waarop de planten groeien, geen slakken, rapilli enz. nedervallen, waarom men daar ook zelfs geene overblijfselen van *vroegere* uitbarstingen vindt, waarmede anders alles bedekt is.

De uitgebluschte, zoowel als de nog brandende openingen, liggen alle in dezen uitbarstingskegel en zijn meestal tot tamelijk ronde groepen van 25 meter middellijn vereenigd.

« Aan den oostelijken voet van den ketel ligt een trechtervormige verdieping, die omstreeks 50 meter middellijn en circa 20 meter diepte heeft. In dezen trechter telden wij drie groepen van dampopeningen, van welke de middelste werkeloos, de beide andere aan den rand brandend waren; dit zijn de eenige, die men van den hoogen oostelijken kraterrand onderscheidt » (d. i. bij heldere, nevelvrije lucht). Lange spleten ziet men voortdurend dampen uitstooten en vreemd genoeg opent zich ook midden in de met eenen weelderigen plantengroei getooide plaats van den uitwerpingskegel eene sterke gasbron, en op drie meter afstand daarvan gedijen de kruiden zoo prachtig mogelijk.

Op de buitenste hoogte van den uitwerpingskegel bevindt zich de grootste brandende fumarolengroep, waarin men ongeveer 40 openingen tellen kan, die eene uitholling van 90 meter middellijn en 22 meter diepte vormen, welke

de eigenlijke krater van den uitwerpingskegel is. Dáár vertoont zich een indrukwekkend schouwspel van vulkanische krachtsontwikkeling in groote rotsblokken, die 3 meter in alle richtingen groot en vrij opeengehoopt zijn: tusschen deze zijn holten ontstaan, die zoo heet zijn, dat het onmogelijk is ze te naderen. In dezelfde spleten, waaruit de reizigers bij de eerste expeditie met de hand de fraaiste zwavelkristallen te voorschijn haalden, heerschte thans eene hitte van 37 graden C.

De dampen, die uit de fumarolen te voorschijn kwamen, maakten zulk een gedruisch, dat men het slechts met het snuiven van vele locomotieven, die te gelijkertijd hun overtolligen damp door eene klep ontlasten, kan vergelijken.

« De rotsspleten en tusschenruimten tusschen de steenen zijn met fraaie spiesvormige zwavelkristallen bezet, welke zich door sublimatie tegen de binnenwanden afzetten, als de gasuitstrooming met den kouderen dampkring in aanraking komt.

Aan de bovenste randen der spleten en meer buitenwaarts in de nabijheid der openingen, vindt men de zwavel in dichte massa's en in den vorm van stalaktieten. Volgens mijn vermoeden komen de dampen soms zoo verhit te voorschijn, dat de afgezette zwavelkristallen werkelijk ontbranden, of althans zoodanig smelten, dat de vloeibaar gewordene massa het zich in de nabijheid bevindende rolgesteente overtrekt, en nederdruppelend stalaktieten vormt. Wij bemerken ze niet b i n n e n in de spleten, dewijl de gloeiende zwavel daar zeker ten tweede male in damp is overgegaan."

De reizigers vonden op eenige punten in de nabijheid van die openingen, welke tot eene zekere groep behoorden, die zonderlinge groene, dunne glasachtige slakken, waarvan wij reeds bij de eerste expeditie gewaagden. Hard, breekbaar, en schijnbaar verglaasd als zij zijn, verbranden zij toch onder eenen sterken zwavelreuk met achterlating van een grauw overblijfsel. Het zijn waarschijnlijk producten van de jongste uitbarstingen, in dun vloeibaren toestand uitgeworpen, en zij hebben, nedervallende, den vorm aangenomen van de deelen van den grond, waarmede zij in aanraking kwamen en welke zij overtrokken en schijnbaar verglaasden.

Om sommige fumarolen heen is de bodem zoo los, dat hij uit stof schijnt te bestaan en men nauwelijks tot op 4 à 5 meter afstand durft naderen, om geen gevaar te loopen, er in te zinken en bedolven te worden. De bestanddeelen schijnen eene kleiachtige aarde, innig met poederachtige zwavel gemengd, te zijn.

De spleet-openingen om de fumarolen hebben eene zeer hooge temperatuur, die zich echter, daar het gesteente de warmte slecht geleidt, niet ver verspreidt en de warmtegraad van het grootste gedeelte van den bodem des kraters verschilt slechts zeer weinig van dien van den dampkring.

De reizigers wilden, nadat zij met hunne onderzoekingen klaar waren, den

westelijken krater verlaten, en hun oude nachtleger ten derde male opzoeken; maar zij vonden den weg niet terug, daar er een sterke nevel opkwam en zij nauwelijks 10 schreden ver konden zien. Garcia Moreno was met den Indiaan tot dicht bij den kraterrand genaderd, om een beteren weg te zoeken, toen er plotseling verscheidene rotsbrokken van eene groote hoogte los raakten onder een vreeselijk gekraak en geratel naar beneden stortten, en dicht voorbij hunne hoofden vlogen.

Doornat en met kleine wonden bedekt, kwamen allen toch eindelijk behouden in den oostelijken krater, waar zij, te zeer uitgeput, om nog de rots te beklimmen, zonder levensmiddelen en slechts van een weinig ijs voorzien, dat zij bij stukjes in den mond namen, om de inwendige hitte en opgewondenheid te verminderen, den nacht doorbrachten onder hunne oude rots, die hen echter niet tegen den regen beschutte.

Tegen het aanbreken van den dag begonnen zij, verstijfd van koude en geenszins verkwikt door den slaap (zij hadden den nacht op de wijze der Indianen zittende, met het hoofd tusschen de knieën, doorgebracht) den kraterwand te beklimmen, en eerst na eene uitputtende inspanning van drie uren gelukte het hun, den bovensten rand te bereiken.

De uitkomsten, die uit de eerste en deze, een half jaar later herhaalde bestijging van de verschrikkelijke kolk verkregen werden, waren van groot belang. Thans eerst kende men de ontzaglijke uitgebreidheid, welke de krater inneemt en die, gedeeltelijk door Humboldt's (bijna eene halve eeuw vroeger ondernomen) bestijging, reeds bekend geworden, toch nu eerst in haren geheelen omvang bekend werden. De bodem van het dal van den westelijken, brandenden krater heeft eene middellijn van 710 meter. De bovenste middellijn van den geheelen kraterrand bedraagt 1530 meter.

«De binnenwanden van de kolk met hunne zwarte, op torens gelijkende, kolossale rotsen; het flauwe licht, dat in het binnenste heerscht, waar de zonnestralen slechts van 's morgens 9 tot 3 ure indringen; de dampkolommen, welke opstijgen, de ijzingwekkende diepte van 800 meter gaven aan het geheel het karakter van een zeer indrukwekkend natuurtafereel.»

Humboldt, die, om niet te overdrijven, de diepte op 500 meter schatte, zegt, dat hij zich nooit weer op aarde in een toestand bevonden heeft, waarin hij, zooals toen, van eene hoogte van 800 meter (dat is meer dan vijf malen zoo hoog als de Straatburger Munster) op de aarde naar beneden had kunnen zien.

Sebastaan Wisse gelooft, dat het oostelijke gedeelte van den krater veel ouder en thans bijna uitgebluscht is; hij vond hier althans geen spoor van dampende rotskloven, noch, wat een werkenden krater altijd kenmerkt, den uitbarstingskegel in de diepte, dien de oostelijke krater zeker even goed zal gehad hebben als de westelijke dien thans nog vertoont, maar die nu geheel verdwenen, en waarschijnlijk onder de massa's begraven is, welke de

westelijke krater heeft uitgeworpen. De bedekking met zand en puimsteen gaat zoo ver, dat de vulkanische rotsmassa's, die dezen krater evenals elken anderen vormen, volstrekt niet meer te zien zijn.

De puimsteen is een voortbrengsel van de laatste groote uitbarsting van den vulkaan; wanneer dit niet zoo ware, zou men hem niet alleen aan de oppervlakte vinden. Van de eigenlijke rotspyramide van den top naar beneden zijn de onderste hellingen van het gebergte met planten bedekt, en de oppervlakte van den bodem bestaat uit aarde, zand en zeer kleine gerolde stukken puimsteen. Derhalve zijn de stoffen, welke de vulkaan te voorschijn gebracht heeft, in tijdperken, die de uitwerping van den puimsteen voorafgingen, onder den vernietigenden invloed van den dampkring verdwenen. Toch moeten de aardbevingen, waarbij de tegenwoordige kraters ontstonden, geweldig geweest zijn en uit de diepte van de aarde zijn toen zeker verbazende steenmassa's op grooten afstand weggeslingerd. De overlevering zou het aandenken van zoodanige gebeurtenis bewaard hebben, wanneer menschen getuigen er van geweest waren, en dit gedeelte van den Andes-keten destijds bewoond geweest ware. De oudste uitbarsting, waarvan de geschiedenis gewaagt, is die van het jaar 1534. Toen de conquistador Pedro de Alvarado, door zijne krijgsbedrijven beroemd, in het zoo even genoemde jaar het ongehoorde waagstuk ten uitvoer bracht, om van de Zuidzee uit met zijne ruiterij door de dichte, nog nimmer door des menschen voet betredene, oorspronkelijke wouden naar de hoogvlakte van de Andes op te stijgen, werden de Spanjaarden verschrikt door een aschregen, dien de Pichincha uitwierp. Reeds op 80 Leguas afstand bereikte deze hen, de vulkaan wierp geweldig veel vuur uit en zijn donder verspreidde zich door de lucht op grooten afstand.

De geschiedenis van het rijk der Inca's, aan wie niet zulke middelen tot opteekening ten dienste stonden als aan ons of aan de Grieken en Romeinen, namelijk het middel om zijne gedachten op schrift weer te geven, meldt niets omtrent uitbarstingen van den vulkaan vóór de verovering van Peru door de Spanjaarden. Hoe lang geleden moeten dus de uitbarstingen plaats hebben gehad, welke die puimsteenlaag deden ontstaan, die onder het straatplaveisel van Quito en onder eene vaste laag van kolenlei van 5 meter dikte ligt uitgestrekt? Alle uitbarstingen, die na het jaar 1534 plaats hadden en waarvan er nog 4 in dezelfde eeuw met korte tusschenpoozen op elkander volgden, brachten evenals de laatste van het jaar 1660 slechts aschregen, geen puimsteen naar boven, ofschoon zij ook gevaarlijk genoeg waren en over vele vierkante kilometer oppervlakte de veeweiden verwoestten, en de bewoners der stad zelve in grooten angst brachten, van bedolven te worden.

Van deze oudste bekende uitbarsting, of van eene der andere, die onder de Spaansche heerschappij hebben plaats gegrepen, kunnen de blokken, die veelvuldig in de vlakte van Quito liggen en 26 en meer kubieke meters inhoud hebben, onmogelijk afkomstig zijn, hoeveel fabelen ook hiervan verhaald

worden. Wanneer men ook al niet aan de kracht, die hiertoe behoort, wilde twijfelen, zoo ontbreekt toch aan het geschut, namelijk aan den vulkaan, de wijde opening, om het schot zoo ver te slingeren; hiertoe moest het onder een hoek van 45 graden gevlogen zijn, en dit laat de zeer steile krater niet toe.

Wij zullen bij de overige vulkanen van deze streek minder uitvoerig zijn, deels, omdat zij minder nauwkeurig onderzocht werden, deels omdat het voldoende is, een daarvan in bijzonderheden te hebben leeren kennen, daar de overige alle meer of minder met elkander overeenkomen.

Van den Cayambe Urcu, den Nevado de Corazon en den Chimborazo weet men nauwelijks, of het vulkanen zijn. De eerstgenoemde, 6000 meter hoog, heeft wel in zijnen afgeknotten kegel de grootste overeenkomst met een uitbarstingskrater en vooral met den vulkaan de Tolima, maar men heeft hem toch nooit vuur of rook zien uitwerpen. Merkwaardig is deze berg ook hierdoor, dat hij de eenige is, die met zijn top juist onder den evenaar ligt.

De Corazon had vroeger een zekeren naam verkregen, doordien La Condamine en Bouguer hem bestegen hebben (4940 meter hoog) en zich er op beroemden, den barometer lager gezien te hebben, dan ooit iemand vóór hen. Deze roem is reeds lang verduisterd door Humboldt, die op den Chimborazo, met Bonpland en Charles Montufar een punt bereikte, dat 1090 meter hooger ligt dan de top van den Corazon en door de gebroeders Schlagintweit die in Azië een veel hooger gelegen punt bereikten.

De Chimborazo, 6700 meter hoog, kan hoogstens als een niet tot uitbarsting gekomen vulkaan beschouwd worden. Hij is koepelvormig, waarschijnlijk door inwendig vuur opgeheven, heeft echter geen krater, maar daarentegen is de Carguairazo, die op zijn voet ligt, geopend. In den nacht van den 19 Juli 1698 stortte, onder eene vreeselijke aardbeving, die de streek van Llactacunga en Hambato verwoestte, de top van dezen berg in en de geheele hoogvlakte werd met uitgeworpen, vochtige aarde en puimsteen-asch bedekt, waarbij vele duizenden menschen den dood vonden. De Carguairazo is 4900 meter hoog. Arago gelooft, dat de uitbarsting hierdoor ontstaan is, dat de top van den berg ingestort, in den met water gevulden berg gevallen is en zoo het overloopen er van veroorzaakt heeft, dat die verwoestingen heeft te weeg gebracht. De schrijver houdt dit voor eene zeer dwaze meening en gelooft, dat zulk een geringe gebeurtenis onmogelijk de verwoesting van zoo vele honderden vierkante kilometers kon ten gevolge hebben.

De vulkaan Capac Urcu (door de Spanjaarden Cerro el Altar genaamd) heeft een ontzaglijk wijd geopenden maar uitwendig niet zichtbaren krater; hij is niet zoo ver bestegen, dat men in den krater kon neerzien, want hij is 5500 meter hoog en reikt meer dan 700 meter boven de onderste sneeuwgrens. De middelen, om deze te overschrijden, zijn hier echter niet zoo te vinden als bij ons, waar men 2000

meter boven de sneeuwgrens gekomen is. De bewoners van die streken beweren, dat de berg eens veel hooger was dan de Chimborazo, hij zou echter acht jaren achtereen gewerkt en vreeselijke uitbarstingen gehad hebben, tot eindelijk zijn top is ingevallen en hij zijne tegenwoordige gedaante gekregen heeft. Het uiterlijk bevestigt deze mythe; de randen van den krater zijn getand als eene gekartelde muur en drie scherpe uitsteeksels, die slechts door de geweldigste schuddingen voortgebracht kunnen zijn, staan op de spleet en steken er een paar duizend meter boven uit. Wanneer men van Nieuw-Riobamba naar boven ziet, dan bemerkt men rechts en links twee ontzaglijke horens, die naar binnen toe een paar honderd meter overhellen, die zoo zij afzonderlijk op een vlakte stonden, groote bergen zouden zijn. Het zijn blijkbaar de randen van den omhoog gedreven krater (vaste, onverwoestbare rotsmassa's die innig samenhangen, want sedert eeuwen zijn hare omtrekken volstrekt niet veranderd), waaronder de vroegere steunsels zijn afgebroken en die nu ver overhangen als machtige obelisken, die op 't punt zijn van om te vallen. Van Riobamba is tusschen deze naalden het voorwerp zichtbaar, dat aan den berg den Spaanschen naam gegeven heeft, eene tafelvormige rotsplaat van even kolossale afmetingen als de horens, die aan beide zijden uitsteken; het geheel heeft eenige overeenkomst met een altaar.

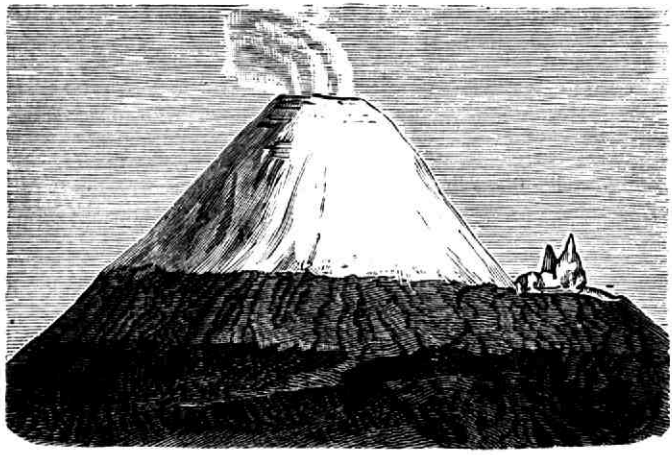
Men heeft uit de opgaven van de overlevering berekend, dat de uitbarsting, die den Cerro el Altar zulk eene gestalte gaf, als hij nu heeft, in de laatste jaren van de vijftiende eeuw moet zijn voorgevallen. De uitbarstingen waren zoo verwoestend, dat de geheele bebouwde en bevolkte vlakte door de bedekking met puimsteen (glassplinters en schuim) onvruchtbaar geworden is. De oude naam van den berg, Capac Urcu, vorst der bergen, of de groote, de voorname berg, schijnt de opgave der overlevering, dat hij de hoogste geweest is, te bevestigen, en wanneer men de zuivere lijnen van zijnen kegelvorm boven de sneeuwgrens nog een paar duizend meter laat doorloopen, deze van waar zij door de instorting veranderd is geworden, in gedachten doortrekt, dan ontmoeten zij elkaar inderdaad op een hoogte, welke die van den Chimborazo ver overtreft, en het schijnt dan, alsof hij bijna een derde gedeelte van zijne betrekkelijke hoogte, (zijne hoogte boven de vlakte) verloren heeft.

Thans weet men en ziet men, dat hij lager is dan de Chimborrazo en reeds ten tijde van La Condamine wisten de inboorlingen dit ook en noemden deze laatste den hoogsten van de Nevados (sneeuwbergen). Zij hadden wel geene meetwerktuigen, noch hadden zij den berg kunnen beklimmen, maar zij zagen de volkomen horizontaal loopende en altijd gelijkblijvende sneeuwgrens, en zagen, dat hij het hoogst van alle bergen boven deze lijn uitstak. Voor het maken van deze vergelijking toch is het gezicht alleen voldoende.

De Cotopayi is 5900 meter hoog en is de schoonste van alle bergen van den Andesketen; zijn kegelvorm is de regelmatigste. Hij valt zoozeer in het

oog dat de Spanjaarden zeggen: dat hij er uitziet alsof hij op een draaibank afgedraaid was; de bovenstaande figuur maakt dit duidelijk.

Aan de eene zijde er van, juist aan de sneeuwgrens, ziet men eene rotsmassa zich ongeveer 300 meter verheffen, een spitse berg, op eene vlakte van den grooteren berg, dicht onder de sneeuwgrens. Het volk noemt dezen kleinen berg den kop van den Inca, en de sage is algemeen verspreid, dat hij den top van den thans recht afgesneden kegel is geweest, tot op den dag, op welken Inca Atahualpec in Caxamarco door de Spanjaarden geworgd



De top van den Cotopayi.

werd, de tot dien tijd gesloten berg zich onder geweldige schuddingen van het land in den omtrek geopend heeft, een vulkaan geworden is en zijne spits heeft afgeworpen.

De geweldige vulkaan is door Bouguer en La Condamine gedurende een van zijne vreeselijkste uitbarstingen waargenomen. Deze had plaats in het jaar 1742, toen zij juist bezig waren om in zijne nabijheid de graadmeting onder den evenaar te doen, welke meting op last van de Fransche academie geschiedde, om daardoor de gedaante der aarde uit te maken. De vulkaan stiet eene 1700 meter hooge vlammenzuil uit en de bergkegel werd van binnen zóó verhit, dat de sneeuw, sedert eeuwen daar opgehoopt, tot het laatste spoor versmolt. Het sneeuwwater, met de asch en de overige vulkanische uitwerpselen, tot een zwart verderfbrengend slijk vermengd, stortte in breede stroomen van de helling van den berg neer. Daarbij moeten zich golven van 20 tot 30 meter hoogte gevormd hebben. Ongetwijfeld is dit overdreven, maar toch is het aan geen

twijfel onderhevig, dat de versnelling van het water door zijn val van eene hoogte van 3000 meter (zoo hoog is de berg boven de vlakte van Quito) zóó groot was, dat zij in de overvulde stroombeddingen, zelfs nog op eene afstand van 30 kilometer van den vulkaan, eene snelheid van 13 tot 17 meter in de seconde had, dat is, met de snelheid van een luchtstroom, dien men *storm* noemt, voortsnelde.

Vele duizenden huizen werden *meegesleept*; van ongeveer 1800 menschen weet men met zekerheid, dat zij een prooi der golven geworden zijn, groote streken vruchtbaar, bebouwd of begroeid land werden met het kokende slijk bedekt en van haar plantenkleed beroofd. Het werken van dien vulkaan duurde drie jaren, tot hij eindelijk aan het eind van het 1744 tot rust kwam.

Wij hebben vroeger, bij de beschouwing van den Pichincha, van de blokken gesproken, die, in de vlakte verspreid, aan den zooeven genoemden vulkaan toegeschreven worden, en den twijfel vermeld, dien Humboldt en Wisse hieromtrent voedden. De beide leden der Fransche Acadamie uit het midden van de vorige eeuw waren niet zoo angstig; zij schreven, op de mededeelingen van de Indiaansche overleveringen afgaande, de blokken, die zij op een afstand van 20 kilometer van den voet van den vulkaan vonden en welke honderd en meer kubieke meters inhoud hadden en, volgens La Condamine's uitdrukking, veel grooter waren dan een Indiaansche hut, zonder bedenken aan de uitbarsting van den Pichincha van het jaar 1534 toe, en geloofden hunne meening door het feit te kunnen steunen, dat de blokken in een grooten cirkel liggen, die den vulkaan als middenpunt heeft, een bewijs, dat ontzaglijk veel van zijn kracht verliest, wanneer men verneemt, dat die opgave geheel onjuist is.

De Antisana, die op de hoogvlakte van Quito tegenover den Pichincha ligt, heeft eene hoogte van 6000 meter, sluimert sedert bijna 300 jaren en is de eenige, waarbij men lava heeft waargenomen. Al de hooge vulkanen van Zuid-Amerika schijnen, niettegenstaande hunne vreeselijke kracht, toch geene gesmoltene steenmassa's boven hunne top op te heffen, zooals de lagere vulkanen alle doen. Dat de hoogte alleen daarvan de reden is, is aan geen twijfel onderhevig en een paar getallen zullen dit bewijzen. De drukking van den dampkring op een vierkanten c.M. is gelijk aan die van een waterzuil van ruim 10 meter of een kwikkolom van 76 c.M. d. i. ongeveer 1 K.G. Wanneer iets door damp moet worden opgeheven, dan moet deze een spanning hebben, welke de drukking kan overwinnen, die de op te heffen zelfstandigheid uitoefent. Wanneer wij nu het tegenwoordige vulkanisme niet anders kunnen beschouwen, dan als eene werking van dampen van groote spanning op de stoffen, die op hen drukken (lava, asch, steenen), dan is het slechts de vraag, hoe zwaar zijn de op te heffen stoffen? Lava is in den regel nagenoeg 3 malen zoo zwaar als water, eene kolom van ruim drie meter hoogte zal derhalve gelijk met eene atmosfeer drukking geschat moeten worden. Komt nu de gesmolten lava

uit' eene diepte van 7 kilometer en moet zij ook nog 5000 meter boven de oppervlakte der zee worden opgeheven, dan moet de spanning van den damp binnen in den vulkaan gelijk zijn aan 4000 atmosferen, iets dat wel niet denkbaar is, vooral, omdat de aardkorst van 7 kilometer dikte bij zulk eene drukking eerder zal toegeven, dan dat de gesmoltene massa tot de dubbele hoogte stijgt.

Van den belangrijken vulkaangordel, die door de rijken Peru en Chili loopt, weten wij slechts zeer weinig. In Peru en Bolivia zien wij op een afstand van 640 kilometer 15 hooge vulkanen, waarvan de Sahama de hoogste is (7100 meter), de Gualatieri is 6860, de Arequipa meer dan 5700 meter hoog. De meest noordelijke der vulkanen heet Chuquïbamba, de meest zuidelijke Atacama.

In Chili telt men volgens de nieuwste opgaven op een afstand van 1500 kilometer 33 vulkanen, waarvan de meeste nog werkzaam zijn, b. v. de Aconcogua (de hoogste, 7000 meter), Bancagua, Peteroa, Chilan, Antuco, Cara, de voortdurend rookende vulkaan van Villarica, de Ossorna, Quechucabi, Minchinmadom, Corcobado, Yanteles.

Verscheidene andere schijnen uitgebluscht te zijn, b. v. de Tupungato (eigenlijk kan men dit van geen enkelen vulkaan zeggen, maar alleen opgeven hoe lang hij niet heeft gewerkt, daar hij ieder oogenblik weer kan beginnen te werken. Hiervan gaf de Vesuvius in Plinius' tijd het beste en verschrikkelijkste bewijs). Deze niet werkende Chilische vulkanen zijn meestal naar dichtbij gelegen steden genoemd, zooals die van Mendoza, San Jago, Valparaiso, Concepcion en Valdivia. Meer naar binnen in het land liggen nog de Punmahuidda en de Unalevquen. Op het eiland Vuurland liggen verder drie nietwerkende: de Bunland, de Sarmiento en de Clement.

Werpt men een blik op de kaart van Amerika, dan verwondert men er zich over, dat men in zulk een groote rij vulkanen, die geheel in de ontzaglijke gebergtelijn ligt, juist tusschen drie hoofdgroepen er van, tusschen die van Quito en Bolivia en die van Bolivia en Chili groote open ruimten vindt, waar men geene vulkanen aantreft. Van die ruimten heeft die, welke het dichtst bij den aequator ligt, eene breedte van 14 meridiaan-graden of 210 geographische mijlen, en de andere van 10 graden of 150 mijlen. Men mag deze plaatsen als de minst gelukkige aanduiden, want daar zijn de aardbevingen het menigvuldigst en het sterkst, en men heeft veelvuldige bewijzen van de vreeselijke, onderaardsche werkzaamheid, die geene afleiding door de vulkanen vindt. Een bewijs van dien aard leveren de spleten, die tengevolge van zulke aardschuddingen plotseling ontstaan en de communicatie belemmeren, daar zij zeer dikwijls straatwegen dwars doorsnijden, waar men dan bruggen bouwt, om de van elkander gescheidene streken weder met elkander te verbinden. Al die spleten, waarover bruggen geslagen zijn, ontstonden sedert de aanwezigheid der Spanjaarden in Amerika, want deze hebben al de wegen gebruikt, die door de inwoners reeds gebaand waren en waarop tot dien tijd geene

bruggen noodig waren, totdat eene aardbeving die noodig maakte. De aardbeving, die in het jaar 1746 Lima verwoestte, opende ook zulk een spleet, die ontzaglijk diep, bij eene lengte van 7 kilometer, 2 meter breed was en niets was dan eene werkelijke, loodrecht in de diepte dalende spleet van de vroeger samenhangende rots. Het is wel te begrijpen, dat dergelijke gebeurtenissen vreeselijke knallen geven, waarbij donderslagen en kanongebulder niet te vergelijken zijn.

De vulkanen in Azië zijn ons veel minder bekend dan die in Amerika. De Elbroez in den Kaukasus kan thans nog niet stellig als zoodanig worden opgegeven; hij is althans gedurende al den tijd, dat de Russen den Kaukasus in bezit hebben, nog niet werkzaam geweest. De vorm pleit er wel voor, dat het een vulkaan is, maar juist wegens dien spitsen kegelvorm heeft men hem niet kunnen bestijgen. Daarentegen is de Ararat in het hoogland van Armenië zeker een vulkaan, wat niet alleen bewezen wordt door berichten uit vroegeren tijd en zijn uiterlijk, maar ook door eene uitbarsting in het jaar 1840 en dat, nadat hij honderden jaren gerust had. Deze uitbarsting ging gepaard met eene sterke aardbeving; echte vuurverschijnselen werden echter niet waargenomen, maar wel werden slijkmassa's en gassen uitgeworpen.

Evenzoo is de Demawend, ten zuiden van de Kaspische zee, zonder twijfel een vulkaan. Dicht bij den oever van deze zee vindt men ook de beroemde vuurbronnen van Bakoe, die vroeger een voorwerp van goddelijke vereering waren en thans doelmatiger voor het bakken van steenen en het zieden van zout gebruikt worden.

Aan de Noord-Oostelijke grens van China ligt een vulkaan, Pesjawer, en in dezelfde groep der Tartaarsche gebergten ook de sterke solfataren van Turfan, de vuurberg van Urumtei en een groot aantal heete bronnen, zwavelbronnen enz., die het vulkanisme van die streek aantoonen.

China is zeer rijk aan vulkanische verschijnselen. De vuurbergen en vuurbronnen spelen zelfs in de technische huishouding der Chineezen eene groote rol, daar zij de brandbare gassoorten, die vrijkomen, voor groote fabriekinrichtingen gebruiken. Drie vuurbergen liggen op niet grooten afstand van Peking; de Tha-Thung-Ho, de Ho-Kiu-Hian en de Lin-Hian, meer zuidelijk liggen de Fu-Schan en de Tching-Ha-Schan, daartusschen een groot aantal vuurbronnen; het is de vulkanische zwavel- en zoutprovincie van het Chineesche rijk.

Op het vaste land van Azië zijn tegenwoordig niet meer vulkanen bekend dan de hier genoemde; daarentegen is het schiereiland Kamsjatka en de Koerilische, Japansche eilandenreeks, benevens de geheele reeks van eilandengroepen, die Azië met Nieuw-Holland verbinden en dit ten noorden en ten oosten tot aan Nieuw-Zeeland omringen, met vulkanen bezaaid. Op Nieuw-Zeeland nam de beroemde geoloog, dr. von Hochstetter, toen hij met het Oostenrijksche fregat Fregara een reis om de aarde maakte, dicht bij de stad Auckland een

der meest interessante vulkanische verschijnselen waar. Volgens de kaarten, die hij daarvan maakte, schijnen zich op een vlakte van ongeveer 150 kilometer middellijn meer dan 60 tufkraters ten gevolge van uitbarstingen midden door de horizontale lagen der tertiaire formatie te hebben gevormd. Uit ieder van deze kleine vulkanen vloeide een eigenaardige stroom van lava. Het inwendige dezer kraters, welke zeer gelijken op die in de Phlegraïsche velden in de nabijheid van den Vesuvius, is niet waar te nemen, doordat er meestal een meer in staat, dat of geheel vol is of half is uitgedroogd. Enkele dezer meerbekkens bezitten in het midden nog een tweeden kegel, die ook een krater heeft. De tuflagen, die de buitenzijden van de kraters bedekken, loopen naar alle richtingen uit. Duidelijk neemt men waar, dat zij voor het meerendeel op verschillende tijden door onderzeesche uitbarstingen zijn ontstaan, evenals ook die in de Phlegraïsche velden en sedert den aanvang der vulkanische werkzaamheid is duidelijk het stijgen van het geheele terrein waar te nemen, dat waarschijnlijk nu nog voortduurt. Deze vulkanische verschijnselen zijn daarom vooral van zooveel belang, omdat zij een sprekend bewijs leveren, dat al deze kraters zich door uitbarstingen, geen enkele door opheffing, gevormd hebben. Zij zijn dus een sprekend bewijs tegen de bovenvermelde theorie van von Buch.

De ontzaglijke vulkanenketen van Azië staat naar het Zuiden nog met die op het Zuidpoolland en naar het noorden en oosten met die der Aleutische eilanden in verbinding. Het zal van weinig belang zijn, ze allen te noemen, wij willen hierom slechts hun aantal vermelden. Er zijn volgens de nieuwste opgaven op de Aleuten 48, meest in werking, op Kamsjatka vindt men in 2 evenwijdige rijen van het Noorden naar het Zuiden 38 vulkanen, waarvan er 20 nog in werking zijn, in het midden ligt nog een rij weinig bekende uitgebluschte vulkanen; op de Koerilische eilanden zijn er 10 in werking en verscheidene rusten; op de Japansche eilanden vindt men er twintig in werking (op Nipon zijn 6, op Jeso 17 vulkanen); Formosa telt 3 brandende en 1 uitgebluschte. Op de Philippijnsche eilanden zijn er 15 in werking, waarvan het zuidelijk gedeelte Camarines, een schiereiland van het eiland Luzon, er alleen 11 bevat. Op de Molukken branden 17 vulkanen en veel meer op de Soenda-eilanden, onder deze bezit Java meer dan 100 ten deele nog werkzame vulkanen en vormt dus het meest grootsche vulkaangebied der aarde. Sumatra heeft 19, waaronder 7 werkzame vulkanen, Celebes 11 vulkanen. De West-Australische eilandenreeks van Nieuw-Guinea tot Nieuw-Zeeland telt 12 werkende vulkanen, een groot aantal uitgebluschte. Bovendien zijn hier nog merkwaardig een groot aantal heete bronnen, fumarolen en solfataren. Dicht bij de kusten van het polaire Victorialand ontdekte kapitein Rosz den op $77^1/_2°$ zuiderbreedte gelegen ongeveer 12000 voet hoogen, nog werkzamen vulkaan Erebus, dien wij op de volgende bladzijde onzen lezers naar de door den ontdekker openbaar gemaakte afbeelding willen voorstellen. Diep in de

zuidelijke ijszee gelegen, omgeven door drijvende ijsbergen en tot aan zijne krateropening met sneeuw bedekt, moet een uitbarsting van dezen vulkaan, waaruit Rosz een meer dan 700 meter hooge vuurkolom zag stroomen, een aanblik geven, waarvan het kontrast niet met pen en penseel te beschrijven moet zijn. Eene andere vulkaan op Victorialand, de 3400 meter hooge Terror, schijnt uitgebluscht te zijn. Afzonderlijk liggen er in den



Vulkaan Erebus in de Zuidelijke IJszee.

Grooten Oceaan nog eenige op de Sandwichs-, Vriendschaps- en Gezelschapseilanden, den Archipel van Mendana, terwijl de Galapagoseilanden eene vulkanengroep van meer dan 2000 kraters vormt.

Zeer merkwaardig is de ontzaglijke ophooping van vulkanen op het eiland Java, welke bijna alle in de lengte-as er van liggen, iets wat wij ook in Zuid-Amerika waargenomen hebben, waar alle vulkanen aan eene zijde op eene rij achter elkander liggen, terwijl in de rest van Amerika, nergens ook zelfs maar sporen van vulkanen kan aanwijzen.

De noord- en de zuidzijde van het eiland Java bestaat uit kalkrotsen, welke bij de omwenteling, die de reeks vulkanen deed ontstaan, in de lengte gespleten zijn. Het binnenste gedeelte, dat tusschen deze uiterste grenzen ligt, is bijna geheel basaltachtig, en men moet het geheele eiland als het ware als een ontzaglijken vulkanischen haard beschouwen, waarvan de eigen-

lijke vuurspuwende bergen de uitstortingskegels zijn. Een van deze kegels bestaat geheel uit trachiet, dat overigens zeldzaam op het eiland voorkomt. Uitstortingen van lava komen niet veel voor (enkele malen wel, b. v. bij de nog niet lang geleden uitbarsting van Krakatau), evenmin het uitwerpen van puimsteen; zwavel, slakken, asch, ontzaglijke massa's slib zijn de produkten van de vulkanen van Java.

Het eiland toont zijn vulkanisme bovendien nog op eene andere, eigenaardige wijze. De Papandajang was een van de meest werkzame vulkanen, totdat zich in den nacht van den 11en op den 12en Augustus 1772 eene groote, lichtende wolk daarboven vertoonde en de berg den volgenden dag niet meer gezien werd; hij was onder schuddingen van den bodem van het geheele eiland en van de naburige zee in de aarde gezonken, de kloof welke hierdoor ontstond, had eene lengte van 110 en eene breedte van 45 kilometer.

Arago, die dit in zijne jaarboeken mededeelt, onder vermelding «dat hij zoo weinig vulkanen opgeeft, dewijl hij zich slechts tot datgene wilde bepalen *'t welk hij recht had voor volkomen uitgemaakt te houden*», heeft echter vergeten omtrent dit hoogst gewichtige onderwerp zijn zegsman aan te halen.

Onder de Philippijnen is het eiland Luzon en wel vooral het schiereiland Camarines bijzonder sterk met vulkanen bezet, op dit laatste liggen er niet minder dan 10 in eene bijna rechte lijn, die van het zuidoosten naar het noordoosten loopt en slechts 225 kilometer lang is, zoodat op elke 22 kilometer een vulkaan komt. Door het schiereiland loopt een tamelijk aanzienlijke bergkam in zijne geheele lengte, maar niet op dezen, noch ook op den rand van den bergketen, maar geheel aan den voet daarvan, op het smalle terras, dat dit gebergte van den oostelijk gelegen Grooten Oceaan scheidt, en gemiddeld niet meer dan 7 kilometer van de kust verwijderd, verheffen zich de vulkaankegels, op overeenkomstige wijze als de Vesuvius als het ware een voorpost van de keten der Apennijnen vormt.

Het vulkanische gebied van de Soenda-eilanden strekt zich van Sumatra onafgebroken noordwaarts uit tot aan de kust van Arracan, het schiereiland aan gene zijde van den Ganges. De Barren-eilanden en het eiland Narcodam behooren hiertoe; de reeks schijnt gesloten te worden door het merkwaardige eiland Reguain, zeer dicht bij de kust van Arracan, op dezelfde breedte als Pegu, de hoofdstad van het rijk van denzelfden naam.

Wij hebben reeds op verschillende plaatsen van dit werk over de langzame opheffing van de aardkorst door altijd werkende vulkanische krachten gesproken, en zoo de eilanden Santorin en Neo-Kaimeni, den tempel van Serapis aan de kust van Napels, den Monte Nuovo aldaar en den Jorullo in Amerika aangehaald. Zeer belangrijk is nu nog de omstandigheid, dat men bij metingen aan de zooeven genoemde kust van Arracan in het jaar 1840 een eilandengebied ontdekte, dat voortdurend geheven werd.

De eilanden, welke voor deze kust liggen, dragen alle zeer duidelijke sporen van een werkzaam vulkanisme. Alleen het kleine eiland Tscheduba heeft vier belangrijke slijkvulkanen, die zich tot 300 meter verheffen; het eiland Ramri heeft vuurbergen.

De officieren van een Engelsch oorlogsschip vernamen daar van eene aardbeving, die ongeveer 200 jaren te voren het geheele schiereiland geschud had, en vonden een man van 106 jaren, die zich eene tweede aardbeving, welke voor 90 jaren, derhalve toen hij 16 jaren oud was, had plaats gehad, zeer duidelijk herinnerde. Hieruit heeft zich een sage ontwikkeld, dat zulk eene aardbeving over eene groote uitgestrektheid regelmatig na elke honderd jaren plaats heeft. Tijdens deze aardbevingen schijnen de rotsen aan de kust en alle daar gelegen eilanden aanmerkelijk maar langzaam en zonder storende werking te zijn opgeheven; zij vonden de massa van de klippen boven het water alle veranderd, en wel alle, zonder eenige uitzondering, hooger dan zij vroeger door de zeevarenden waren opgegeven.

De onderzochte opheffingslijn bedraagt ongeveer 185 kilometer en de loodrechte opheffing, welke de eilanden ondergaan hebben, 4, 5 tot 7 meter. Het laatste had vooral plaats op het grootste der eilanden, op Tscheduba, van waar verder naar het zuiden de opheffingen der klippen, rotsen en eilanden altijd meer, tot op 3 meter afnemen. Het zuidelijkste is het eiland Reguain, dat de Engelschen Flat Island noemen.



Het eiland Reguain.

Het eiland vertoont duidelijk een drievoudig strand. De langwerpige gedaante ervan is drie keer te volgen. In eenen, naar het noorden spits toeloopenden, zeer langen boog, ziet men den oorspronkelijken vorm en de grootte van het eiland, dat een kleinen vulkaan van ongeveer 30 meter bezit (zie de nevensgaande kaart); hierop liggen verscheidene dorpen, het land is zeer vruchtbaar, heeft ook vele zoetwaterbronnen, die zich in kleine beken vereenigen.

Deze geheele binnenste ruimte is omgeven door laag, zeer vruchtbaar land, dat tot het telen van rijst gebruikt wordt, het eenige, maar overvloedige stapelartikel van dit eiland. In het midden er van treft men op vele plaatsen koraalrots aan, die, nog niet verweerd en verbrokkeld, uit den humusrijken grond uitsteekt; het terrein is veel vlakker, dan het, als 't ware daarvan afgesnedene van het hoogere

eiland, maar heeft ook eene helling van het midden naar de zee en is dientengevolge geen moeras, maar heeft verscheidene beken, die het overtollige water wegvoeren. Twee plaatsen van het binnenste van het eiland, de eene in het noorden, de andere in het zuiden, maar beide aan de oostelijke zijde, zijn niet geheel door het rijstland omringd. Bij de eerstgenoemde plaats zet zich het hooge eiland naar het noorden toe in eene zandbank voort, waardoor het met een ander klein eiland samenhangt, dat een nog kleineren, maar evenzeer werkzamen vulkaan draagt; op de andere plaats heeft zich het eiland, dat hier eenigszins steil uit het rijstveld opstijgt, tot een heuvel verheven, die eene niet brandende, maar wel werkzame vulkaan is, welke eene groote hoeveelheid asphalt uitwerpt.

Dit rijstveld, dat tot het jaar 1740 zich onmiddelijk tot aan de zee uitstrekte en hier door een zandbank werd omringd, ligt thans van 2 tot 4 kilometer van de zee verwijderd en is door een strook land, die eenige meters boven de oppervlakte der zee verheven is en het geheele eiland omringt, van de zee gescheiden. Zooals het zich thans voordoet, vormt het een eiland van drie terrassen, waarvan het onderste nog niet bebouwd is, ofschoon de bodem zich reeds met mos, met korstmossen en op de lage gedeelten met moeras- en zoutwaterplanten begint te bedekken. Het tweede terras, 3—4 meter hooger dan het laagste, is geheel bebouwd en brengt veel rijst voort. Het derde terras, weder 4—5 meter boven het tweede verheven, bestaat uit tuinland, de woningen der bewoners en den vulkaan. Daar het eiland van de zee uit zich geheel vlak vertoont, heet het bij de Engelschen het *vlakke eiland* (Flat Island). Op het onderste terras ziet men twee rotsen, van ruim zeven meter hoogte (zie de figuur, A), juist op de hoogte van de rijstvelden een watermerk dragen, dat aanwijst, dat zij eenmaal tot zoover onder water stonden. Dat het geheele eiland door koraaldiertjes gebouwd is, blijkt op vele plaatsen ontwijfelbaar. De onderste, jongste streek echter, welke bovenvermelde honderdjarige man dikwijls met zijn boot bevaren had, is duidelijk geheel en al koralenkalk, de oppervlakte is slechts verweerd en met zand bedekt; in de rijstvelden steken op tal van plaatsen koraalrotsen uit den vruchtbaren bodem, en zelfs op het hoogst gelegen binnenste eiland vindt men in de beddingen der beken hier en daar de naakte koralenkalk, die zoo verraadt, waaruit de ondergrond bestaat.

Van de centraalvulkanen van de Zuidzee willen wij slechts die, welke zich op de Sandwichseilanden bevinden, vermelden. Het grootste van deze, Hawaii (vroeger Owaihi) is eigenlijk één vulkaan, evenals de Etna, met vele openingen evenals deze, maar die van Hawaii is veel uitgestrekter, want hij is verscheidene duizenden vierkante kilometers groot, terwijl het gebied van den Etna geen 1700 vierkante kilometer omvat. Ook in hoogte overtreft de Mauna Roa of Monmu Roa den Etna wel een derde gedeelte.

De grootste krater, die den straks genoemden naam draagt, ligt op het

noordelijke eiland, 45 of 50 kilometer van de zee verwijderd. De vorm van krater is elliptisch en zijn omtrek aan den bovensten rand bedraagt 18 kilometer, hij is derhalve een van de grootste (ofschoon bij lange na niet de hoogste) van de bekende vulkanen van de aarde; de diepte, die men in dezen krater heeft bereikt, bedraagt 400 meter.

In de holte van dezen krater bemerkte de eerste bezoeker er van, de heer Godwich, twaalf plaatsen, die met gloeiende lava bedekt waren, en vier openingen, waaruit deze in een laag van circa 10 meter dikte langzaam uitvloeide. De krater moet zich soms bijna geheel met gesmolten lava vullen, want nauwelijks 30 meter onder den rand vond deze reiziger eene lijn, die in de rondte op dezelfde hoogte rondloopt en tot daar was van onderen af het gesteente van de wanden van den krater door den gloed der gesmolten massa's veranderd en verbrand. De lava was nergens over de randen gevloeid; bij de ontzaglijke hydrostastische drukking had zich echter onder de zee een spleet geopend, waaruit zij dan afvloeide en de krater ledigde zich zoo naar onderen toe.

De krater is onophoudelijk werkzaam, vooral stroomen er zwaveldampen met zulk een geweld uit vele spleten, dat daardoor een gedruisch ontstaat als bij het openen van de veiligheidsklep eener stoommachine van buitengewoon hooge drukking. De temperatuur van den vulkanischen haard schijnt hooger dan men gewoonlijk pleegt aan te nemen, want de puimsteenen, die in groote menigte daar in de rondte liggen, zijn zoo ontzaglijk opgeblazen en zoo los van bouw, dat het moeielijk is, er stukken van te bewaren. Ook het vulkanisch gesponnen glas, dat de hellingen van den krater verscheidene centimeter hoog bedekt, is zoo buitengewoon teer en fijn, dat het in lange draden, even als herfstdraden, maar doorzichtig, door den wind 45 tot 50 kilometer ver weggevoerd wordt.

Den 22sten December 1824 nam Godwich eene geweldige uitbarsting van dezen vuurberg waar en hij zag en mat daarbij stukken lava, die stootsgewijze uit eene breede spleet te voorschijn kwamen en in groote stralen tot eene hoogte van 13 en 17 meter omhoog werden geworpen. Soms brandde de geheele kegel van den berg, waarschijnlijk door uitstroomende gassen en door deze voortdurende vlammen heen zag men nog vijf vulkanen om den krater heen, groote stralenkegels van gloeiende steenmassa's omhoog slingeren.

Werkelijke vulkanen echter, behalve de genoemde centraalvulkaan van het eiland, omgeven hem op ongeveer het midden van zijne hoogte en rechtvaardigen volkomen de meening, dat men hier een kolossalen, maar toch slechts *één* vuurberg voor zich heeft, waarvan de onderscheidene genoemde slechts de verschillende bijvuurhaarden zijn.

In de nabijheid, en wel op een uitstek van dezen vulkaan, die, nagenoeg horizontaal een plateau ter hoogte van 1300 meter vormt, ligt nog een krater, Kirauea, van zeer eigenaardigen bouw. Deze is waarschijnlijk de grootste

van de aarde, want zijn bovenste omtrek heet 30 kilometer te bedragen.

Staat men er boven op, dan ziet men voor zich een wijd, effen bekken, van nagenoeg 230 meter diepte, dat met scherp afgesneden wanden uit de hoogvlakte afdaalt. In het midden er van bevindt zich nog eene verdieping van omstreeks 117 meter, waarvan de middellijn 4 kilometer bedraagt. Deze binnenste verdieping is voortdurend met borrelende, kokende lava gevuld, die zóó dun vloeibaar is, dat zij zich evenals glas tot fijne draden laat trekken.

Deze verbazende schotel schijnt echter niet ruim genoeg voor de kokende lava in den schoot van den berg, want dikwijls stijgt zij over den rand heen en vult dan het bekken, dat een omvang van 30 kilometer heeft, een paar honderd meter hoog. De golven van het kokende gesteente, eene wit gloeiende massa, komen tegen de hooge rotswanden van den krater aan en spuiten hunne vuurstroomen hiertegen op, zoodat het daar hoogst gevaarlijk is, wanneer de lavastroom zoo hoog is, terwijl men er veilig kan vertoeven, als de lava in het binnenste bekken is teruggekeerd, dat niet grooter is dan de oude stad Berlijn binnen hare ringmuren.

De lava is nog niet over den rand van het buitenste bekken gestegen, maar wel gebeurt het soms, dat ze zich uit den hoogst mogelijken stand plotseling terugtrekt en dan komt zij altijd aan den voet van den berg te voorschijn. De voet van den Mauna Roa splijt dan onder eene zwakke aardbeving, die geen gevaar oplevert en daar stroomt de lava uit. Door deze uitvloeiende lava wordt de opening weder langzamerhand verstopt en dan stijgt zij op nieuw tot haren gewonen stand in het bekken.

Uit al het tot nu toe gezegde zien wij, dat het moeielijk, wellicht onmogelijk is, een algemeen passend beeld te ontwerpen, toepasselijk op alle vulkanen. Dikwijls vormt de krater een *keteldal*, dikwijls is hij een *kegelberg*; de diepte van den eenen is even veranderlijk als de hoogte van den anderen, en zelfs is elke vulkaan op zich zelf aan veranderingen onderworpen, die zijn voorkomen zeer kunnen veranderen. De bodem van den ketel stijgt of daalt, er ontstaan slakkenheuvels en uitwerpingskegels in, de randen van den krater storten ineen, hij wordt honderden ja duizenden meters lager, of omgekeerd verdwijnt de gelijkmatige helling van den kegel door herhaalde uitbarstingen, tusschen welke lavastroomen zich ontlasten uit den opnieuw gevormden krater en zich op de zijvlakte torens hoog ophoopen. Zoodoende ontstaat een krater om den krater, er ontstaan concentrische kegels, zooals ons Lord Hamilton dit zoo prachtig van den Vesuvius schildert; of ook nieuwe uitbarstingen maken de zijvlakte van den kegel geheel effen en doen een krater ontstaan met eene verscheidene kilometers wijde opening en eene onmetelijke diepte, die eerst langzamerhand in den loop der jaren door nieuwe uitbarstingen kan worden gesloten, om zich later misschien opnieuw weer te openen.

Even verschillend is het met de vulkanische *werkzaamheid*. Terwijl de

Stromboli rusteloos werkzaam is, althans sedert de tijden van Homerische sagen, een vuurtoren in de Tyrrheensche zee, een vuurbaak voor de zeevarenden, zijn de hoogere vulkanen door lange tusschenpoozen van rust gekenmerkt.

Zoo zien wij dat de uitbarstingen van de kolossen, die de Andesketen kronen, door bijna een geheele eeuw van elkander gescheiden zijn. Waar men uitzonderingen op dezen regel vindt, hebben zij waarschijnlijk hierin hunnen grond, dat de verbindingswegen tusschen den vulkanischen haard en den uitwerpingskrater niet bij alle vulkanen, die men vergelijkt, als voortdurend even vrij beschouwd kunnen worden. In de lagere kan het verbindingskanaal een tijd lang gesloten zijn, zoodat hunne uitbarstingen zeldzamer worden, zonder dat zij hierom den toestand van werkeloosheid naderen.

In den tijd tusschen twee uitbarstingen komen uit den krater voortdurend doodelijke zwaveligzure of koolzure gassen, die hem niet slechts tot aan den top vullen, maar, aangezien zij zwaarder dan de dampkringslucht zijn, zelfs aan de buitenzijde langs de randen naar beneden dalen, tot zij zich, zooals alle gassen doen, met de lucht vermengd hebben. Een *andere* krater laat op zijn bodem den voortdurenden gloed van het inwendige vuur zien, de gloeiende lava, door opstijgende dampen schijnbaar kokende, althans in heftig borrelenden toestand. Een *derde* krater vertoont in de tusschentijden tusschen twee uitbarstingen — zij mogen jaren of eeuwen duren — geen enkel verschijnsel van dien aard, er ontwijken geene doodelijke gassen, er is geene verstikkende hitte waar te nemen, geen vuurverschijnsel, en men vindt op den niet meer verhitten bodem heuvels en kegels van slakken, die men zonder gevaar kan naderen en onderzoeken en waarvan men stukken kan afbreken, of er zijn in zulke bijna uitgebluschte kraters holten overgebleven, waarin van tijd tot tijd kleine uitbarstingen plaats hebben, welke door voorafgaande lichte schuddingen van den bodem aangekondigd worden.

Even groote verschillen als in het straks genoemde zijn waar te nemen in de hoogte der vulkanen. Er zijn er in volle werking op de hoogte van den spiegel der zee, zelfs heeft men ze uit de zee zien opstijgen; er zijn er met eene hoogte van 700 meter, zooals de Stromboli, van 1200, zooals de Vesuvius, van 3400, zooals de Etna, van 3700, zooals de Piek van Teneriffe, van 4700, zooals Mauna-Roa, van 6000 meter, zooals de Cotopayi.

De vulkanische verschijnselen staan steeds in verband met de hoogte en wel zoo dat uitstortingen van lava slechts bij de *kleinste* steeds over den rand van den krater omhoog stijgen, en dat hoe *hooger* een vulkaan is, dit des te *zeldzamer* plaats heeft. De uitstortingen van lava zijn dan eerst onder den krater waar te nemen, daarna in het midden van den berg en eindelijk bereiken zij bij de zeer hooge en hoogste bergen zelfs het midden niet, maar komen aan den voet er van te voorschijn of blijven geheel weg.

Ofschoon het niet mogelijk is een vasten regel voor deze verschijnselen te

geven, willen wij toch ten minste beproeven, een beeld van de werking van een vulkaan te ontwerpen, want de uitbarsting zelfs van een *kleinen* vulkaan is ongetwijfeld een van de heerlijkste, meest grootsche natuurtafereelen. De grenzen van dit boek veroorlooven wel niet, al de verschillende soorten van verschijnselen te vermelden, die met het uitwerpen van vlammen of asch of steenen gepaard gaan, en die, naarmate zij ieder op zich zelf of gezamenlijk optreden, het karakter der uitbarsting zeer doen verschillen; maar het zal toch, naar wij hopen, gelukken, althans eene schets te geven, van wat er voorvalt.

De lieden, die in de buurt van een vulkaan wonen, worden er niet door verschrikt, maar zij beschouwen het als een weldaad voor het land, als er een uitbarsting plaats heeft, al heeft ook een enkele er groote schade door te lijden.

Er valt toch niet meer aan te twijfelen, dat het geheel openen van de vulkanische kloof en het uitstooten van dampen en gloeiende gassoorten den omtrek ver in het rond voor aardbevingen bewaart, en deze hangen met de uitbarstingen zoo nauw te zamen, dat, wanneer de vulkanen lang schijnbaar uitgebluscht waren, aardbevingen steeds een aanstaande uitbarsting verkondigen en dat deze des te minder gevaarlijk zijn, hoe spoediger de veiligheidsklep van den krater zich opent en aan de verderfbrengende dampen een uitgang verschaft. Ook is de uitbarsting des te sterker, hoe langer tusschentijd zij heeft gerust en des te minder indrukwekkend, hoe menigvuldiger zij plaats heeft. Op de bewoners van zuidelijk Italië maakt derhalve de Stromboli, de Vulcano of de Vulcanello volstrekt geen indruk, omdat deze lage vulkanen altijd in werking zijn en dus geen grootsch verschijnsel kunnen te weeg brengen, zooals de dikwijls eeuwen lang rustende Vesuvius wel kan vertoonen.

Voorboden van eene uitbarsting in den eigenlijken zin van het woord zijn er niet, want de vorm van den krater, de verandering van zijne gedaante, de rookzuilen, die hij uitstoot, zijn alle verschijnselen, welke ook, zonder dat er eene uitbarsting volgt, zich kunnen vertoonen.

Gewoonlijk echter vertoont zich, wanneer een vulkaan lang gerust heeft, en volstrekt geene rook of dampzuil heeft uitgestooten, het eerst eene rookkolom; zij baant zich een weg door de los op elkander gestapelde steenen en verheft zich meer of minder hoog en meer of minder recht in de lucht. Het eerste hangt af van de spanning der dampen in het binnenste van den vulkaan, van de kracht dus, waarmede zij worden uitgestooten, het andere van den toestand der lucht. Wanneer er veel wind is, wordt de damp- of rookwolk niet zelden omgebogen, zoodra zij boven den krater uitkomt; is de lucht geheel rustig, dan verheft zich een rechte kolom van rook (zooals die, welke uit een schoorsteen bij windstilte opstijgt) tot 1000, ja tot 3000 meter hoogte, naarmate de dikte van de *rustige* luchtlaag grooter of kleiner

is. Eerst dáár, waar deze rust in de hoogere, altijd bewogen streken van den dampkring ophoudt, spreiden rook en damp zich horizontaal uit, en daar de damp in die gedaante, uit een rechten stam en eene breede kroon bestaande, overeenkomst heeft met een pijnboom, zoo noemen de Italianen deze rookzuil «de Pinie» en die benaming heeft zich over de geheele aarde verbreid.

Korten tijd (maar toch dagen en weken lang) vóór de uitbarsting, wordt de rookkolom steeds dikker, zij neemt zóó in dikte toe, dat zij ten laatste den geheelen krater schijnt op te vullen; eindelijk legt zij zich, terwijl zij den pijnboomvorm geheel verliest, als een zware, zeer donker gekleurde wolk op den berg, dien zij soms geheel omhult, en nu is de eigenlijke uitbarsting zeer nabij. De bodem begint langzaam te sidderen, een gedruisch, als het bruisen van een verwijderden waterval wordt hoorbaar, het schijnt nader en nader te komen, en gaat in een hevig gekraak over; eindelijk hoort men zulke vreeselijke losbarstingen, dat het hart zelfs van den moedigsten mensch angstig klopt, want kanongebulder en donderslagen zijn er kinderspel bij. De schuddingen zijn zoo geweldig, dat de muren, ook zonder dat er eene aardbeving bij plaats heeft, scheuren; het koninklijk paleis te Portici, uit marmer gebouwd, barstte bij zulk eene uitbarsting en de spleten zijn nog te zien.

Wanneer de ontploffingen deze hoogte bereikt hebben, dan begint de eigenlijke uitbarsting. Als door een bliksemstraal in brand gestoken, verspreidt plotseling eene vuurzuil haar licht midden door de rookmassa heen: men ziet een omgekeerd kegelvormigen d. i. met de spits naar onderen gekeerden recht omhoog stijgenden straal tot op 2700 à 3000 meter hoogte, derhalve drie maal zoo hoog als b. v. de Vesuvius zelf, zich verheffen (de grootste vuurbergen, zooals de Cotopayi, de Popocatepetl, werpen niet zulke hooge vuurkolommen uit als de kleine, vooral als de Vesuvius) en daarin gloeiende vonken met ontzaglijke snelheid als uit eene smidse opstijgen, vonken van een paar meter middellijn, doch die niet grooter schijnen dan gewone vonken. Eenige van deze zijn verblindend wit gloeiend; dat zijn gesmolten of althans wit gloeiende lavamassa's, zij geven ook nog licht bij het nedervallen, ofschoon zij dan reeds minder wit zijn dan bij het opstijgen en ook geen vonken meer afgeven. Andere zijn bij het opstijgen slechts rood, en andere worden zwart bij het neervallen; men ziet ze nog in de vuurzuil steeds donkerder en eindelijk zwart worden: dit zijn de poreuze glasmassa's, die wij puimsteen noemen en die slechts schuim zijn en zeer snel bekoelen, daar zij eene zeer groote oppervlakte bij eene zeer kleine massa hebben.

De hevige slagen en ontploffingen hebben het onderste gedeelte van den trechter geopend; hieruit, derhalve uit den schoot van den berg, uit streken, veel dieper dan de voet van den berg, wellicht kilometers diep daaronder gelegen, stijgen de gloeiende steenen, de slakken in de prachtige vuurkolom

omhoog, die door den val van de massa's naar alle kanten een vuurregen schijnt. Ook de gesmolten steenmassa's stijgen nu uit dezelfde diepte vloeibaar in den krater, die allengs met lava gevuld wordt. Dikwijls barst hij gedurende deze opheffing op nieuw en verheffen zich in het midden of aan de uitbarstingspunten kleine slakkenkegels, terwijl bij steeds toenemend gedruisch, donkere, dikkere rookwolken uitgestooten worden. Terwijl zoo de rookmassa toeneemt is de uitbarsting reeds in vollen gang, zij verduistert met hare dampen het licht van den dag en laat het licht van de stralenlooze zonneschijf nauwelijks meer door, want een fijn, aschachtig stof valt uit de lucht neer en bewijst, dat er niet slechts dampwolken, maar ook aardachtige bestanddeelen omhoog stijgen en door de dampen meegevoerd, uit de koudere luchtlagen, met fijne waterdroppels vermengd, weder nedervallen. Beide bedekken alle naburige streken en dooden dikwijls snel en zeker planten en dieren, hetzij door de hitte, hetzij door het fijne stof en door de zwaveldampen of de zuren, die met het water vermengd zijn. Daarbij ziet men voortdurend de onderste deelen van de rookmassa verlicht, en zelfs vlammend; een weerschijn van de gloeiende lava, die zich in den krater verheft. Voortdurend neemt het lichtschijnsel toe, hoe meer er in komt. Het wordt naar boven allengs zwakker, verliest zich in de dampmassa, om ten laatste nog slechts de gewelfde randen van hare kronkelingen met een gloeienden zoom te kleuren.

Steeds luider wordt het gedruisch, steeds sneller volgen de slagen op elkander en donderslag op donderslag drijft de opwaarts warrelende dampmassa tot eene duizelingwekkende hoogte op. Dikwijls schieten gloeiende lichamen, door zulke uitbarstingen omhoog gedreven, loodrecht door de rookwolken, en dalen, als hunne snelheid is uitgeput in een grooten boog neer om daarna met een ratelend gedruisch op de randen van den krater neder te vallen, hier naar alle zijden uiteen springende, evenals ijzerslakken, die door den slag van den hamer weggedreven worden. Zelfs in de lucht scheiden zij zich, wanneer een gedeelte van de vormlooze massa, dat zwaarder is, nog eene andere snelheid bezit dan de rest en straalvormig verdeelen zij zich dan als opstijgende raketten in hunne verschillende bestanddeelen.

En steeds sneller en sneller volgen de stooten, steeds luider worden de knallen, steeds talrijker de menigte omhoog geslingerde vuurklompen, steeds sterker het geklater van de vallende steenbrokken. Hier ontmoet soms een later volgend stuk het reeds terugvallende en de hevigheid van de botsing doet ze in splinters uiteenvliegen en vermeerdert het aantal van als uiteenspringende bommen weggeslingerde scherven.

Daar begint op nieuw het lang gevreesde, angstig verwachte, vreeselijke sidderen van den bodem, die, wijkende voor den aandrang der ineengeperste dampen, zich kromt en barst en van het midden van den berg uit de vlakte naar alle kanten straalvormig verwoest. En deze aardbevingen zijn

het, die onder alle uitbarstingsverschijnselen den mensch het meest verschrikken en hem van onder zijn herbergzaam dak naar buiten drijven en hem dwingen getuige te zijn van de groote gebeurtenis, die *eenmaal* de oppervlakte der aarde deed ontstaan en haar uit de zee omhoog hief. Doch het einde van het onheil, zoo treffend schoon in zijne onderdeelen, is nabij. Reeds ziet men de gloeiende vloeistof, zwak gewelfd over de laagste plaatsen van den krater, reeds vloeit op eenige plaatsen de gesmolten lava naar beneden en kronkelt zich langzaam, als eene vurige, taaie massa, langs de wanden van den kegel, terwijl zij de struiken, die zij op haren weg ontmoet, in brand steekt, zoodat zij met eene flikkerende vlam op de vlakte verbranden. En nu volgt weldra de vurige hoofdstroom. Terwijl hij onder deze verschijnselen steeds meer in den krater omhoog stijgt, door nieuwe massa's, die voortdurend te voorschijn komen, nader en nader tot den rand komt, eindelijk zelfs als een kussen boven de laagste plaatsen van den rand zweeft, daalt plotseling, door gedonder en hevige aardschuddingen begeleid, de gloeiende lava naar omlaag en op hetzelfde oogenblik stroomt zij, uit eene pas ontstane spleet, aan den voet van den kegelberg te voorschijn, waar zij in den aanvang door de drukking van de massa, die er op rust, als eene fontein opstijgt, maar dan steeds breeder en dikker zich in de vruchtbare, door menschen zorgvuldig bebouwde vlakte uitstort. Snel kronkelt zich deze vernielende vloed met steeds toenemend geweld over de hellende oppervlakte naar de vlakte omlaag en geeft in den leeg geworden krater de veerkrachtige stoffen gelegenheid naar buiten te ontsnappen. Door asch vergezeld, die zij met zich voeren, stijgen de dampen als eene donkere zuil, hoog in de lucht en nemen in de hoogte weder dien pijnboomvorm aan, dien wij reeds vermeldden, en die reeds aan de oudste waarnemers in het oog viel.

Deze majestueuze, ontzaglijke aschboom vormt de tragische slotscene van het geheele verschijnsel. Hij breidt zijne, onheil verkondende kruin over de vlakte uit, en nederdalende, bedekt hij haar met zijne donkere schaduw wellicht voor immer. Hij heeft eenmaal, verschrikkelijk genoeg, honderd voet dikke lagen over Herkulanum en Pompeji geworpen.

Ofschoon de meeste menschen den tijd hebben om te vluchten, verliezen zij toch het beste, wat zij bezitten, den bodem waarop zij woonden. Van de beide steden is Herkulanum het diepst, namelijk 23 tot 37 meter bedolven, het verder gelegene Pompeji 4 tot 7 meter. De aardlaag boven het eerste is van zes verschillende uitbarstingen afkomstig; maar altijd is het slechts asch geweest, die over het koude grafkleed, waaronder Herkulanum lag, nog een nieuw grafkleed spreidde; lava heeft bij geen van deze verschijnselen eene van die steden bereikt.

Wanneer eindelijk het daglicht op deze duisternis, die slechts zwak door de majestueus lichtende vuren verlicht werd, volgt, ziet men het geheele beeld der verwoesting eerst in zijn vollen omvang. In den geheelen omtrek

is de bebouwde aarde met asch bedekt; op de wanden van den berg en aan zijnen voet liggen duizend en nogmaals duizend brokstukken van de verbrokkelde, uitgeworpen massa en tusschen nieuwe aardlagen stroomt de nog heete, gloeiende en zelfs op vele plaatsen vlammende lavastroom in eene bedding, die hij zich zelven maakt, naar beneden, waar hij geene gelegenheid meer tot vallen heeft en de taaie stroom van zelf ophoudt. In het rond gelijkt alles eene troostelooze woestenij; het groene plantendek is verdwenen, de verdorde boomen strekken hunne bestoven takken bladerloos in de donkere lucht uit, en het dierlijk leven heeft reeds lang opgehouden te kloppen, zelfs de *sporen* van zijn bestaan zijn in de gloeiende asch verloren gegaan. Zóó ongeveer moet het er uit gezien hebben, toen 79 jaren na de geboorte van Christus de Vesuvius voor de eerste maal weder uit zijne veeljarige sluimering werd opgewekt, en in het volle gevoel van zijne vernielende kracht 1600 vierkante kilometers met zijne uitwerpselen bedekte en drie volkrijke steden met hare zorgelooze bewoners in een eeuwigen doodslaap hulde. Slechts als schaduwen van vroegere grootheid zouden zij na 1700 jaren weder uit hunne graven opstaan.

Al deze vreeselijke verschijnselen berusten op de samenwerking van vier, op zich zelf zeer onschuldige lichamen: damp, asch, verbrokkeld en gesmolten gesteente — iets anders treft men bij geen enkelen vulkaan aan.

De dampen, die altijd het eerst verschijnen, en bij vele vulkanen nooit ophouden te voorschijn te komen, (zelfs de kleine Vesuvius stoot ze in het binnenste van zijn krater, uit de zoogenaamde fumarolen, onophoudelijk uit), bestaan meestal uit waterdampen, althans zoo lang zij wit zijn; voor hunne ontwikkeling is slechts een geringe warmtegraad noodig, en deze is bijna steeds aanwezig.

Nu treden er echter ook gele of groenachtig of bruinachtig gekleurde dampen op, deze zijn van andere stoffen afkomstig, die bij de hoogere temperatuur van den vulkaan gesmolten en vervluchtigd worden, zooals zwavel, of ook wel geheel ontleed worden, zooals keukenzout, dat ook vaak de lavablokken zelfs met een dunne laag bedekt of chloor, vooral in zijne verbinding als chloorwaterstofgas, koolzuur, zwavelwaterstof enz.

Van waar het water komt, dat zich door de dampen verraadt, is dikwijls gevraagd en soms vreemd genoeg beantwoord. Volgens de nieuwste onderzoekingen is het niet meer aan twijfel onderhevig of de zee is de hoofdbron daarvoor en onderaardsche kanalen voeren het water naar den vulkanischen haard. Deze meening is een tijdlang opgegeven, omdat men een vulkanische streek midden in Azië had ontdekt en het toch zeer vreemd zou geweest zijn, om aan te nemen, dat er kanalen zouden bestaan van een paar duizend kilometers lengte, waardoor het zeewater naar het vuur stroomde.

Maar de meeste vulkanen liggen in de nabijheid der zee, aan de kusten van het vastland, op eilanden of schiereilanden of zelfs in de zee en waar zij

op grooteren afstand liggen, zijn zij niet meer werkzaam en kan men aantoonen, dat de zee er vroeger dichter bij was dan tegenwoordig. Humboldt toonde ook hier zijn scherpen blik door vast te houden aan de zoozeer bestreden vulkanische werkzaamheid in het inwendige van Azië.

De te vroeg voor de wetenschap gestorven Stoliczka bracht nieuwe bewijzen en in den laatsten tijd toonde Richthofen in zijn groot werk over China aan, dat het Han-Hai, in het gebied van het Tiën-Sjan, eens eene met de wereldzee verbonden, maar nu uitgedroogde zee in Centraal-Azië was, zooals ook de Chineesche naam «de droge zee» aanduidt.

Het is dan ook zonder twijfel waar, dat de zee bij de vulkanen komt, al dringt er ook even zeker hemelwater in. De aardkorst bevat namelijk in hare laagsgewijs liggende gesteenten, wier dikte wij nog niet eens kennen, vele holten; is nu de steenmassa, waarin zich deze holten bevinden, poreus, zooals zandsteen, kalksteen, en dergelijke sedimenten, dan verzamelt zich het water, dat door den bodem heen sijpelt, hierin, en er ontstaan werkelijk onderaardsche zeeën, en er zal daarvan een veel grooter aantal voorhanden zijn, dan wij weten en vermoeden, en daar de regen zelfs de *zee* gevuld houdt, zoo is ook de bron van deze ophoopingen van water niet schraal. Een onweerlegbaar bewijs er voor, dat zoowel zee- als hemelwater in de vulkanen kan komen, gaf Ehrenberg door zijne ontdekking, dat in de vulkanische asch aanzienlijke hoeveelheden organische stoffen voorkomen, n. l. *de kiezelskeletten of- pantsers van microscopische diertjes, die zich in het water bevinden.* Nadat dit gevonden was, onderzocht men nog vele soorten van vulkanische asch en vond o. a. dat de vulkanen op IJsland eene groot aantal zoetwaterdiertjes, die der Canarische eilanden daarentegen geene organismen in hare asch bevatten; terwijl de vulkanen uit Patagonië niet dan zeediertjes uitwerpen, komen bij de slijkuitbarstingen van eenige Amerikaansche en Javaansche vulkanen zoetwatervisschen in ontzaglijk aantal gekookt te voorschijn, in Amerika zelfs in zulk een groot aantal, dat zij bij hunne verrotting de lucht kilometers ver verpesten.

Dat zwavel in groote hoeveelheid, als een van hare bestanddeelen, tot het binnenste der aarde behoort, is eene bekende zaak; men kan zich er dus niet over verwonderen, wanneer deze, door hitte vluchtig geworden, uit de spleten der kraters dringt, en zich daar als sublimaat in de fraaiste kristallen afzet. Ook ontstaat zwavel door ontleding van zwavelwaterstof, als dit gas met koude lucht in aanraking komt. Waar aan de zwavel gelegenheid gegeven wordt om zich met de zuurstof van den dampkring of van het water te verbinden, verandert zij in zwaveligzuur of in zwavelzuur; het eerste verraadt zich terstond door zijn reuk, die aan iedereen genoeg bekend is door de brandende zwavel van de lucifers.

Het *zwaveligzuur* zou zich, ook wanneer men het niet door den reuk bemerkte, nog door zijne ontkleurende werking verraden. De lava is grooten-

deels zwart door den magneetijzersteen, die als bijmengsel in het gesteente voorhanden is. Dit ijzeroxyde is, zooals alle oxyden van dit metaal, gemakkelijk oplosbaar in de meeste zuren. Het zwaveligzuur ontleedt nu de verbinding van het ijzer met de zuurstof en er vormt zich een zwavelzuur ijzerzout, dat de oppervlakte van vele streken om den Vesuvius volledig verandert en niet, zooals op andere plaatsen, zwart, maar bijna wit als krijt maakt. Zulk een ketel van wit geworden lava is de beroemde Solfatara bij Napels.

Het andere, het *zwavelzuur*, gaat moeielijk in damp over en is niet gasvormig, zooals het vorige. Het wordt meestal eerst merkbaar in de mineraalbronnen, die uit den vulkanischen bodem ontspringen, maar vormt in verdunden toestand zeer groote stroomen van zwavelzuur, zooals b. v. de Rio Vinagre in Zuid-Amerika.

Verder gaat het zwavelzuur daar het een zeer sterk en krachtig zuur is, met vele stoffen verbindingen aan, zoo b. v. met de kalk tot gips, nadat het uit de koolzure kalk het koolzuur verdreven heeft; en zoo is het ook met de aluinaarde dikwijls tot aluinsteen verbonden. Dit verklaart de tegenwoordigheid van albast en aluin in vulkanische streken.

Daar de kalk grootendeels aan koolzuur is gebonden, zal deze stof, als zwavelzuur zich met kalk verbindt uit die verbinding verdreven worden en vrijkomen. Dit gas komt alleen onder ontzaglijke drukking of groote afkoeling in vloeibaren toestand voor. Daar nu die beide voorwaarden bij vulkanen niet worden aangetroffen, integendeel de inwendige hooge temperatuur zelfs als er eene groote drukking bestond het vloeibaar worden noodwendig zou verhinderen, komt het koolzuur altijd gasvormig voor en vermengt zich met de dampkringslucht of het bronwater.

Met de eerste doet het de zoogenaamde mofetten ontstaan, plaatsen, waar vooral veel koolzuur uit de aarde treedt, dat door zijn groot soortelijk gewicht op den bodem blijft en zich zelfs wel in holen in zulke hoeveelheden ophoopt, dat het voor de schepselen, die in de nabijheid leven, gevaarlijk wordt. Zulke plaatsen zijn in de nabijheid van den Vesuvius zeer menigvuldig; de zoogenaamde Hondsgrot behoort er toe. Zij ligt in de nabijheid van Napels en wordt dikwijls door vreemdelingen bezocht, en de gidsen nemen altijd de wreede proef, dat zij een hond medenemen, dien zij, aan het hol gekomen, op den grond zetten. Het arme dier, dat bijna zuiver koolzuur inademt, krijgt dadelijk stuiptrekkingen en zou spoedig sterven. Wordt het nu dadelijk weder in de vrije lucht, in versche, voor inademing geschikte lucht gebracht, dan komt het weder bij; maar vijf seconden te lang hebben zeker zijn dood ten gevolge.

Het wreede ligt vooral hierin, dat het slechts geschiedt, om de nieuwsgierigheid der bezoekers te bevredigen en dat het met hetzelfde dier zoo vaak herhaald wordt, tot het aan de uitputting en vergiftiging bezwijkt. Deze onge-

lukkige dieren, door hunne geleiders voor deze marteling medegebracht, weten, wanneer zij het eenmaal ondervonden hebben, zeer goed, wat hun te wachten staat en sidderen over het geheele lichaam, wanneer zij door hun meester opgenomen en in de grot gedragen worden, waarin zij wellicht reeds twintig of honderd malen bijna gestorven zijn.

De omstreken van vulkanen, ook van niet werkzame, en in het algemeen vulkanische bodems stooten dikwijls koolzuur uit. Al de kelders in de nabijheid van Napels bevatten die bedorven lucht. Wanneer een kelder aldaar lang gesloten is geweest, dan is het een gevaarlijk waagstuk, er in te gaan. In de gebergten, die sterke mineraalbronnen bevatten, komt het ook veel voor; het komt in Selters, in Canstatt enz. uit het water vrij, zoodra dit de aarde verlaat en de sterke drukking ophoudt, waaronder het zich met het koolzuur verbonden had, hierom mag men zich niet zonder voorzorgen te nemen in bronnen-kamers van zulke mineraalwateren begeven.

Wanneer de waterdampen wit te voorschijn komen, zijn zij steeds eenvoudig dampvormig water, wanneer zij echter door gloeiende, ontleedbare stoffen gaan, ontleden zij deze even goed als zij op hun beurt er door ontleed worden, in het laatste geval onstaat waterstof en zuurstof. De zuurstof wordt gemakkelijk door de vele metalen opgenomen, de waterstof ontwijkt; vindt zij op haren weg zwavel of zwavelijzer, dan verbindt zij zich dadelijk met de zwavel en ontstaat er zwavelwaterstofgas, dat zich door zijn onaangenamen reuk gemakkelijk doet kennen.

Het zout, dat in de aarde dikwijls te gelijk met gips, in lagen voorkomt, doet het chloorgas ontstaan, dat in de nabijheid van vulkanische haarden te voorschijn komt. De belangrijkste der chloorverbindingen is het zoutzuur, uit waterstof en chloor bestaande, gemakkelijk te herkennen aan zijn prikkelenden reuk en zijne sneeuwwitte dampen. Met het ammoniakgas vormt dit zuur salmiak, evenzeer een product van het vulkanisme, dat zich evenals de zwavel aan de randen van den krater gesublimeerd afzet.

Rook en asch, volgens de gewone beteekenis, namelijk onverbrande kool (rook) en onverbrandbare overblijfselen van de brandstof na het verbranden (asch) treft men bij de vulkanen niet aan. Wat men rook noemt, is altijd damp, wat men asch noemt is fijn verdeelde aarde, tot poeder geworden steenmassa en lava. Zij gelijkt op grijze aarde, is ook dikwijls grofkorrelig, zelfs als kiezel en dan noemt men haar zand; maar gewoonlijk is deze asch zeer fijn verdeeld gesteente en in de grovere deelen er van kan men zeer duidelijk titaanijzer, magneetijzer, olivien, augiet, veldspaat enz. herkennen.

Eene zoo volledige fijnwrijving der lava en van andere gesteenten kon wel niet anders dan het gevolg zijn van zeer sterke wrijving der stukken tegen elkaar en zij is zoo volkomen, dat men de asch, door den wind voortbewogen, verscheiden honderden kilometers weg ziet vliegen.

Ook is de hoeveelheid dezer asch enorm groot; het licht wordt er door

verduisterd, wanneer er sterke vulkanische uitbarstingen plaats hebben, want door hare fijne verdeeling vult zij, bijna zonder te dalen, de lucht als een nevel, als ware zij een bestanddeel er van: hierdoor is zij zeer lastig voor de ademhaling en kan slechts belet worden in de longen te komen, doordat men natte doeken voor mond en neus bindt.

Dieren trachten zich te beschutten, doordien zij den neus in versch opgekrabde aarde steken. Daar huisdieren dit wegens het plaveisel zelden doen kunnen, en de asch niet slechts in slecht afgesloten stallen maar ook in goed afgesloten kamers, ja zelfs binnen deze in glazen kasten dringt, wordt natuurlijk het leven der dieren hierdoor zeer in gevaar gebracht; zij krijgen een krampachtige hoest en ten laatste bedekken zich de inwendige deelen der longen geheel met een taai, aardachtig slijk, dat het ademhalen onmogelijk maakt, en den dood door verstikking ten gevolge heeft.

In welk eene ontzaglijke massa dit vulkanisch produkt, deze zoogenaamde asch, wordt uitgeworpen, doen ons de omstreken van den Vesuvius zien, waar de voortreffelijke bodem vele kilometers in het rond alleen uit vulkanische asch bestaat. De uiterst vruchtbare bodem van Napels heeft op vele beschutte plaatsen, die vroeger dalen tusschen heuvels vormden en thans met asch gevuld zijn, eene diepte van meer dan honderd meters; hoe diep Herkulanum er onder begraven is, hebben wij reeds vermeld.

Toenmaals zag men de asch niet slechts in Rome centimeters hoog neerdalen, maar zelfs in Klein-Azië, in Syrië was de hemel eerst geel, toen roodachtig, daarna bruin en eindelijk daalde een fijn bruin stof in zulk eene hoeveelheid neder, dat het alle velden ter dikte van de kling van een zwaard bedekte. In de nabijheid van den Vesuvius, n. l. niet meer dan 75 kilometer daarvan verwijderd, was het daglicht geheel verduisterd en de asch vormde een laag van verscheiden meters dikte en wel des te dikker was die laag, hoe dichter men tot den vulkaan naderde, zoodat zij thans, na herhaalde uitbarstingen en door de zwaarte der later gevallene massa's sterk ineengedrukt, meer dan 10 meter diep ligt en toen derhalve wellicht meer dan de dubbele dikte had. De duur van de verduistering van de lucht is zeer verschillend, doch zelden minder dan eenige dagen, dikwijls weken en maanden lang, zooals de beroemde bergrook in het laatste vierde gedeelte der vorige eeuw bewijst, welke, zooals bekend is, niet anders was dan uitgeworpen asch uit den Hekla.

De Fransche geleerde Menard de la Groye heeft omtrent de oorzaak van de fijne verdeeling eene eigenaardige opinie. De gesmolten lava vult bij eene uitbarsting, zooals bekend is, de toegangen tot het binnenste van den berg en den trechter zelven. Nu stroomen echter dampen in ontzaglijke hoeveelheid en met zulk een geweld door deze lava, dat zij vuurkolommen vormen van duizenden meters hoogte. De geweldige luchtstroomen voeren de gesmolten steenmassa's met zich mede, maken ze eerst tot schuim en malen

deze schuimige, blazige klompen later tot poeder. De puimsteen is zulk schuim, dat nog niet tot poeder gewreven is, en het vulkanisch zand, dat grover is en niet zoover weggedragen wordt, als de fijne, nauwelijks zichtbare asch, is dat, wat niet door de zeef gegaan is, de korreltjes van augiet, magneetijzer, olivien en dergelijke gesteenten, die als hagel nedervallen, terwijl de fijnere deelen eene ver, en hoe fijner zij zijn, des te verder gedragen wolk vormen.

Verreweg het grootste gedeelte van 't geen uitgeworpen wordt, bestaat uit slakken of uit losgescheurde massa's vloeibare lava, dikwijls worden zij gesmolten, gloeiend vloeibaar in de hoogte geworpen en er ontstaan dan in de lucht meer of minder kogelvormige stukken, die bij het vallen aan het onderste gedeelte afgerond, maar aan het bovenste uitgerekt, de gedaante van peervormige droppels aannemen. Men noemt ze aan den Vesuvius gewoonlijk vulkanische bommen of tranen.

Zij zijn, als zij neervallen, dikwijls nog zoo week, dat zij plat worden of indrukken van den bodem overnemen, en het bekend, dat men munten en allerlei voorwerpen er in drukt en aan de reizigers verkoopt. Na het koud worden ziet men dikwijls, dat zij uit concentrische schalen bestaan, en dit is belangrijk om de overeenkomst met vele evenzoo gevormde basalt- en dioriet massa's, die den naam van kogeltrap dragen. De grootte van deze bommen is gewoonlijk gering en wel zijn zij kleiner, naarmate zij meer regelmatig gevormd zijn, van de grootte van eene noot tot die van eene vuist, maar soms hebben zij aan den Vesuvius ook eene middellijn van $^1/_2$ meter en wegen 25—30 kilogram. Zij vliegen dan met een fluitend geluid voorbij den waarnemer en barsten dikwijls bij het neervallen met hevigheid uit elkaar, wanneer zij in de lucht reeds genoegzaam bekoeld waren.

Aan den Etna waren zij nog grooter, en Hoffman vond bij het beklimmen van dezen berg op een aanzienlijken afstand van den krater een zeer fraaien, symmetrisch gevormden droppel van *ruim* twee meter lengte, die bij het botsen op den bodem in verscheiden stukken was uiteengevlogen.

Dezen vorm krijgen de lavamassa's echter slechts, wanneer zij zoo vloeibaar omhoog worden geslingerd, dat zij, evenals hagel bij het gieten, zich bij het vallen volgens de wetten der zwaarte kunnen vormen. Is dit niet het geval, en is de lava niet dun vloeibaar, maar deegachtig taai, dan worden zij door den weerstand van de lucht of door de dampen, die bij het bekoelen ontwijken, slechts opgeblazen en vervormd en terwijl zij nog door de lucht vliegen, scheuren zij en nemen allerlei wonderlijke vormen aan. Zij zien er dikwijls uit als gedraaid touw, boomstammen, ijskegels, en in deze vormen ziet men ze dikwijls op de oppervlakte der vulkanen in het rond liggen.

Wanneer stukken van slakken, reeds verhard, weder in den krater terugvallen, dan worden zij, daar er een even groot aantal nedervalt, als er omhoog schieten, door deze laatste weder mede in de hoogte genomen, heen

en weer gestooten, uit hunne eigenlijke baan geworpen en naar alle richtingen voortgeslingerd; nu rollen zij in menigte van de buitenwanden van den krater naar beneden en vormen dat, wat in de taal van de bewoners van den omtrek van Napels rapilli of lapilli genoemd wordt (eene benaming, die door de wetenschap is overgenomen).

Bij al deze uitwerpselen komen nu nog andere van eene bijzondere soort, namelijk steenmassa's, «brokstukken van de omgeving van den vulkanischen haard en van de rotssoorten» door welke de vulkaan zich een baan heeft gebroken. Deze steenbrokken, losgescheurd van den weg, dien de gesmolten massa's, de dampen en gassen gevolgd zijn (waardoor de opening steeds wijder wordt), vertoonen zich vooral bij het begin van de uitbarsting, die ingeleid wordt door het wegvoeren van de hinderpalen, die op haren weg bestaan. Dit was oorspronkelijk nog meer het geval dan thans; van daar, dat men in diepere lagen van de vulkanische asch altijd meer rapilli en grootere puimsteen-ophoopingen vindt. Deze vroegere uitbarstingen waren derhalve waarschijnlijk de sterkste, en de latere worden des te minder sterk, naarmate de weg voor de gloeiende gassen en dampen van ontzaglijke spanning meer en meer verwijd is geworden.

Wat men van zulke licht herkenbare, hoekige steenmassa's van den oudsten zoo wel als den nieuweren tijd, honderden meters onder de oppervlakte der aarde of daarboven op vindt, behoort altijd tot die steensoorten, welke in de nabijheid van den vulkaan de overhand hebben. Zoo vindt men in het zuiden van Frankrijk in de keten van den Puy in de opeengehoopte massa's vooral granietblokken, alsmede stukken glimmerlei, gneis en bij sommige vulkanen in den omtrek van Limagne (ook in het departement Puy de Dôme), die op kalklagen rusten, bevinden zich onder de opeengehoopte brokstukken ook kalksteenen. Evenzoo is het in den Eifel, waarin de opeengehoopte wallen van de uitgebluschte vulkanen bijna enkel uit stukken lei bestaan; de ondergrond is de leiformatie van den Rijn.

Fr. Hoffmann vermeldt echter iets zeer merkwaardigs: hij heeft aan den voet der vulkanen steenmassa's gevonden, die tot zoo diep liggende gesteenten behooren, dat zij aan de oppervlakte nergens waar te nemen zijn, hetgeen vooral ook de opmerkzaamheid tot zich trekt, doordat zij door op nieuw versmelten en daarna weder kristalliseeren, en door het indringen van vreemde zelfstandigheden in hunne massa's bijzondere veranderingen hebben ondergaan.

Geen van de bekende vulkanen verdient in dit opzicht meer de opmerkzaamheid dan de zoo goed onderzochte Vesuvius. Op zich zelf staande, uit eene zeer lage vlakte oprijzende, vormde hij vermoedelijk eenmaal een vrij, uit zee stekend eiland, dat zich waarschijnlijk eerst door hetgeen bij de uitbarstingen werd opgehoopt, met het naburige vasteland heeft verbonden.

Daar tegenover verheft zich de hooge bergketen van de Apennijnen, die uit betrekkelijk zeer jonge kalkgesteenten en zandsteenen bestaat, waaruit slechts

aan de Zuid- en de Noordspits van Italië, derhalve op grooten afstand van Napels, de oudere graniet- en andere veldspaatrijke gesteenten te voorschijn komen. Al deze gesteenten moeten derhalve onmiddelijk onder den Vesuvius op eene zeer aanzienlijke diepte onder den ouden zeebodem verborgen liggen. Daarom bieden de conglomeraten, in de kloven van den Monte Somma bloot gekomen en los opeengehoopt, eene menigte stukken aan, die tot de bedoelde vormingen behooren. Hier en daar ziet men daaronder brokstukken van verharden mergel, met zeer nieuwe (nog levende) soorten van zeedieren opgevuld en deze dragen, daar zij van de bovenste bedekking genomen zijn, nauwelijks sporen van eenige verandering door den invloed van het vulkanische vuur. Veel menigvuldiger intusschen komen hier brokken kalksteen voor, dikwijls van verscheiden meters middellijn en soms nog geheel van dezelfde hoedanigheid als de kalksteen, die in de keten der Apennijnen gevonden wordt. Maar het meest blijkt het, dat zij meer of minder volkomen gesmolten werden, en dan zijn zij geheel of gedeeltelijk in eene massa van grofkorrelig, kristallijn en sneeuwwit marmer veranderd, dat in schoonheid en voortreffelijkheid voor het Parische en Carrarische niet onderdoet.

Dit feit is zeker bijzonder merkwaardig en wordt door onderzoekingen op de plaats zelve volkomen bevestigd, want dikwijls zijn in zulke gevallen in het marmer enkele stukken lava of puimsteen of brokken van veldspaatrijke gebergtesoorten ingesmolten, met alle teekenen van eene *gelijktijdige* afkoeling en het binnenste van deze kalkbrokken bevat, zooals bekend is, fraai gekristalliseerde mineralen zooals augiet, vesuviaan, leuciet, hauyit enz. die onder alle andere bekende omstandigheden onbetwistbaar producten van het vulkanisme en van vulkanen zijn.

Behalve deze kalksteenen komen hier verder nog blokken van veldspaatrijke steensoorten in groot aantal voor en zij herinneren op de meest in 't oog loopende wijze aan graniet, gneis en syeniet. Dikwijls zijn zij nog in de slakkenkorst van nieuwe lava ingesloten en wijken altijd van de bergsoorten, waarmede zij vergeleken worden, af, daar zij duidelijk eene smelting en omzetting hebben ondergaan. Dat het veldspaat daarin de overhand heeft, is echter inderdaad des te merkwaardiger, daar zich in de producten van den nieuwen kegel van den Vesuvius geen spoor van veldspaat vertoont, en deze ook noch in de lava noch in de slakkenconglomeraten kan aangewezen worden. Het samenkomen van heterogene stoffen en de verschillende omstandigheden onder welke de versmelting van deze uitwerpselen plaats had, maakt dat in den omtrek van den Vesuvius zulk een buitengewoon aantal verbindingen of soorten van mineralen wordt aangetroffen als wij op geen andere plaats op aarde vinden. Zoo zijn de kloven van den «Monte Somma» en hieronder vooral de toegankelijke «fossa grande», beroemde vindplaatsen voor de mineralogen geworden; aldaar zijn 82 soorten (d. i. bijna het vierde gedeelte van alle bekende) van mineralen aanwezig en ieder jaar vindt men er weer nieuwe bij.

Hieruit ziet men duidelijk, wat men reeds langen tijd had kunnen weten, indien men de feiten had willen verbinden en het nutteloos opbouwen van stelsels en daarop gegronde zoogenaamde theorieën opgeven, dat de vulkanen volstrekt geen verschijnselen zijn, die op de oppervlakte der aarde te huis behooren, maar dat zij hun zetel diep in het inwendige der aarde hebben. Tegenwoordig is echter het bestudeeren er van voor den chemicus nog van bijzonder belang, daar hij in de wijze van het voorkomen en van de verbinding der mineralen eene opheldering vindt omtrent de wijze van ontstaan van die, welke hij niet kunstmatig kan namaken.

Overigens moet hier nog worden bijgevoegd, dat ofschoon de vermelde zelfstandigheden *bijna* uitsluitend onder de oudste uitwerpselen van den Vesuvius aan den « Monte Somma » voorkomen, de tegenwoordige vulkaan toch ook soms dergelijke produkten uitwerpt. Zoo heeft Scipio Breislack (geb. 1768 te Rome, en voor den geestelijken stand bestemd, maar die uit eigen beweging de studie der natuurwetenschappen met groote liefde opvatte en van de theologie afzag, en reeds op zijn 30e jaar, evenals Friedrich Hoffmann eene halve eeuw later, een van de grootste geologen van zijn tijd was) 1) een blok marmer aan den rand van de uitbarstingsopening van 1794 gevonden en in 1822 zijn dergelijke brokken en blokken menigvuldig onder de uitwerpselen aangetroffen. Een kristallijn, granietachtig, veldspaatrijk gesteente vond ook, behalve de bovengenoemde natuuronderzoeker, L. v. Buch aan de opening van den uitwerpingskrater van 1794, en Friedrich Hoffmann vond ze ook aan de hellingen en op de kraterranden, evenals ook die mengsels van groenen glimmer en vesuviaan, welke aan den « Somma » zoo menigvuldig worden aangetroffen.

Zoo is het in het algemeen ook aan den uitbarstingskegel van den Etna; ook daar vindt men blokken van oorspronkelijke rotssoorten onder de oudere conglomeraten, en de Hoogleeraar Gemellaro te Catanea heeft zelfs een stuk graniet met tin-erts er in gevonden, zooals in geheel Sicilië nergens voorkomt.

Volgt uit zulke verschijnselen — waarvan men veel meer voorbeelden zou kunnen aanvoeren — de groote diepte, waarop de vulkanische haard zich moet bevinden, zoo gaat hiermede de ontzaglijke kracht hand aan hand, die de vulkaan moet hebben, om zulke blokken — en men heeft er van 3 meter middellijn gevonden — op te heffen, niet slechts in den kolk zelven, waarin de dampen zijn samengeperst, maar tot vele duizenden meters er boven. Men

---

1) Hij gaf in 1798 te Florence zijne *Topographia fisica della Campania* uit, onderzocht vervolgens bij zijn bezoek aan Frankrijk de omstreken van Auvergne en schreef nu, toen hem na het ontstaan van het koningrijk Italië door de nieuwe regeering eene belangrijke betrekking was opgedragen, zijne *Introducione della Geologia*, die in het jaar 1811 te Milaan het licht zag.

heeft de banen der gloeiende steenen, die men vooral des nachts zeer goed kan volgen, waargenomen en heeft den tijd gemeten, die verloopt, terwijl zij van het hoogste punt van hunne baan op de oppervlakte der aarde vallen en uiteenspringen, en heeft gevonden, dat hiertoe tot 21 seconden noodig waren, hetgeen overeenkomst met eene hoogte van 2200 meter. De Vesuvius werpt behalve zijne vuurkolom, die niet zelden 3000 meter hoog is, geweldige steenmassa's tot 1300 meter omhoog; zelfs bij den hoogsten vulkaan van de aarde, den Cotopayi, heeft La Condamine waargenomen, dat er massa's tot 1000 meter (loodrecht boven den hoogte van den top) hoog werden uitgeworpen.

Daar men de diepte, waaruit deze steenen komen, volstrekt niet kent, en zij dus even goed verscheiden duizenden meters boven de oppervlakte der zee, als 10- tot 20000 meter er onder hunne baan begonnen kunnen hebben, valt er over eene berekening der noodige kracht volstrekt niet te spreken; men kan derhalve slechts de op zichzelf staande feiten vermelden, en hiertoe behoort ongetwijfeld het volgende.

Napels ligt aan een halfcirkelvormig zeebekken, aan welks eene zijde de Vesuvius ver vooruit steekt, terwijl daartegenover, op negentien kilometer afstand in rechte lijn, de bergketen, die Amalfi van Castell' a mare scheidt (een naar 't westen loopende tak der Apennijnen), naar de zee loopt. Aan de naar Napels gekeerde zijde van dit gebergte ligt Stabiae, dat door de beroemde asch-uitbarsting van den Vesuvius bedolven werd, en op de hoogte van dit gebergte ziet men eene dichte bedekking met puimsteen en lavabrokken, zoodat men op een geheel vulkanischen bodem meent te wandelen, terwijl toch het gebergte geen spoor van vulkanische werking vertoont, maar integendeel uit kalksteen bestaat. Stukken, bestaande uit duidelijk herkenbare leuciet-lava, ter grootte van eene vuist, werden door Hoffmann in groot aantal gevonden en het is buiten twijfel, dat zij nergens van afkomstig kunnen zijn dan van den Vesuvius.

Zoodra de verkleinde zelfstandigheden fijn genoeg zijn om de richting van den wind te volgen, worden zij veel verder gevoerd; de meest verwijderde dalen van de Apennijnen, de hoogvlakten van 700—1000 meter, zijn dikwijls met zeer vruchtbare aarde bedekt, die op de kalksteen ligt. Deze aarde is niets anders dan vulkanische asch, waarin men nog brokken van kleine augietkristallen kan onderscheiden; ja, men heeft zelfs hetzelfde verschijnsel aan de hellingen van de Apennijnen gevonden, die naar de Adriatische zee gekeerd zijn, waar zich volstrekt geene vulkanische bergen bevinden, tenzij men de Euganeeën in Boven-Italië daartoe rekenen wil, welke dan echter toch bijna te ver verwijderd zouden zijn.

De *droge* asch, op zulke afstanden heengevoerd, bevat voor de planten rijkelijk voedsel; de *vochtige*, die òf met de door den vulkaan uitgestooten dampen vermengd is, òf door de regenwolk, die zich gewoonlijk boven den

krater vormt, naar beneden gevoerd is, doodt de aanwezige planten, daar zij de bladeren met eene fijne laag slijk bedekt, die spoedig droogt en de plant geheel doet verstikken. Deze vulkanische asch is (wellicht door eene geringe hoeveelheid zwavelzuur, die zij bevat, en die zoowel de kiemkracht van het zaad buitengemeen verhoogt als de voedingsstoffen voor de planten noodig, oplosbaar maakt) zeer geschikt om de door haar aangerichte schade rijkelijk te vergoeden, maar toch eerst na jaren, en dit vooruitzicht vermindert voor den Italiaan, die slechts voor het tegenwoordige leeft, de smart wegens het geleden verlies niet bijzonder.

Thans moeten wij van de vulkanische voortbrengselen nog de lava beschouwen. Zooals wij reeds opmerkten, staan het aantal malen dat zich lava uitstort en de hoeveelheid daarvan in omgekeerde reden tot de hoogte van den berg, zoodat de kleinste vulkanen voortdurend, of althans bij elke uitbarsting lava uitwerpen, de hoogere minder, en de hoogste in het geheel niet. De dampen, die de gesmolten steenmassa tot op 6000 en 10000 meter zouden opheffen, moesten eene spanning hebben, sterk genoeg, om de aarde uiteen te doen springen; hiervoor ontbreekt ongetwijfeld de noodige temperatuur, waarvan de spanning der gassen afhankelijk is.

De lava van de vulkanen van de Andes vormt hierom nimmer een vernielenden stroom, zooals die van den Etna en den Vesuvius, maar zij wordt onder voortdurend koken door de gespannen gassen in brokken, klompen en bommen over den krater heen geworpen, de glasachtige stoffen worden tot fijne draden gesponnen en bedekken dikwijls geheele streken met haren zijdeglans. De uitbarstingen van zulke vulkanen duren hierom veel langer en zijn veel heviger, omdat dat, wat het ontwijken der gassen verhindert, de lava, zoo hardnekkig op dezelfde plaats blijft.

Bij de lagere bergen is de toestand anders. Uit het binnenste van de aarde stijgt eene groote massa gesmolten gesteente, de lava, in den krater op, tot de drukking van deze zelfstandigheden evenwicht maakt met de spanning der dampen in het binnenste. Nu is òf de hydrostatische drukking groot genoeg, om den hinderpaal, dien de zijwanden van den vulkaan aan het afvloeien van de lava in den weg leggen, uit den weg te ruimen, òf dit is niet het het geval; in het laatste geval staat de gloeiende lava langeren tijd in den ketel en deelt daaraan veel van haren hoogen warmtegraad mede. Dit heeft uitzetting ten gevolge, en daar de wanden van den krater dik zijn, eene *ongelijke* uitzetting, van binnen veel sterker dan van buiten. De kracht, welke een lichaam heeft, dat zich door warmte uitzet, is echter zóó groot, dat wij niets kennen, dat daaraan voldoenden weerstand zou kunnen bieden, en het verschil van temperatuur behoeft volstrekt geen duizenden graden te bedragen, veertig graden zijn reeds voldoende, om een glas met wanden ter dikte van een centimeter te doen springen, wanneer zij plotseling aan het binnenste er van worden medegedeeld, terwijl het buitenste de lage temperatuur behoudt.

Dit proces schijnt ook bij de vulkanen van gemiddelde grootte gewoon te zijn. Nadat de uitwerping een tijd lang, een of twee dagen geduurd, de lava een zeer hoogen stand bereikt heeft en de binnenste wanden van den krater zeer verhit zijn, kunnen de buitenste aan de kracht van uitzetting geen weerstand meer bieden. De temperatuur plant zich veel te langzaam voort, om de buitenste in dezelfde mate te verwarmen en uit te zetten als de binnenste. Onder een ontzaglijk gekraak wordt op deze of gene plaats het verband verbroken en eene breede spleet gaapt wellicht van den top van den vulkaan tot aan zijn voet, onder andere omstandigheden natuurlijk ook wel minder ver.

Deze spleet geeft nu aan de lava gelegenheid uit te stroomen en deze ontwijkt naarmate van de hoogte, waartoe zij werd opgeheven en den graad van hare vloeibaarheid, met meer of minder kracht. Daar de spleet echter naar buiten het wijdst is, naar binnen steeds nauwer wordt en dáár, waar de lava zelve nog hoog staat, wellicht in het geheel niet bestaat, doordat het aldaar verhitte, wellicht zelfs week geworden gesteente wel de scheur veroorzaakt heeft, maar niet zelf gescheurd is, zoo moet de lava in de eerste plaats zich zelve baanbreken tot in de spleet en dit geschiedt meestal door de met groote kracht uitstroomende gassen en dampen, die den nieuw geopenden weg als den naasten en gemakkelijksten boven den anderen door de gloeiende massa lava verkiezen. Zoo zal nu ter zijde eene uitbarsting plaats hebben.

Terwijl zij in den hoofdkrater bijna of geheel ophoudt, vormt zich op de spleet een nieuwe krater, waaruit niet slechts lava stroomt, maar ook asch, zand, steenen met groot geweld geworpen worden, waardoor zich een uitbarstings- of ophoopingskegel vormt, terwijl de lava zich langzamerhand ontlast en in den eigenlijken krater daalt tot de lijn, die zich op dezelfde hoogte bevindt als de nieuwe opening.

De dampen, de steenen en de zandmassa's worden nog eenigen tijd uit deze opening geslingerd, tot zij zichzelven den weg versperren en de lava zoover verhard is, dat zij geen uitweg meer toelaat.

Thans stijgt de lava weder in het binnenste van den krater, doch daar er reeds eene wijde spleet aanwezig is, zal zij niet zoo hoog behoeven te stijgen, om op nieuw ergens onder den pas ontstanen uitbarstingskegel deze spleet juist zooveel te verwijden, dat zij opnieuw uitvloeit. Ook hier herhaalt zich het opwerpen van zand, asch, steenen enz., tot zich nogmaals een heuvel met een krater heeft gevormd, deze weder verstopt raakt, waarna zich alles misschien nog drie of vier malen herhaalt, tot eindelijk de geheele voorraad van gesmolten zelfstandigheden in het binnenste van den berg is uitgeput. (Verg. blz. 448 en vlgg.).

Dit is geene hypothese (de lezers zullen wel reeds weten, dat de schrijver geen vriend van hypothesen is, maar de *feiten* laat spreken), geene *proeve* om deze ophoopingen van heuvels rondom den vulkaan te verklaren; het is de voorstelling van den loop der zaak, zooals die dikwijls voor onze oogen

plaats had. Op deze wijze ontstonden in het jaar 1794 bij de uitbarsting van den Vesuvius vijf bergen achter elkander, welke L. v. Buch zeer nauwkeurig beschreven heeft; even zoovele ontstonden er bij de uitbarsting in het jaar 1760, en op goede kaarten van de Vesuvius ziet men die onder den naam Vicili of Vocole bijna rechtlijnig achter elkander van het midden van den berg tot aan zijn voet over Torre dell' Annunciata afdalen.

Toont ons reeds de Vesuvius, die nog niet zoo hoog is, dat uitvloeiingen van lava over den rand van den krater eene zeldzaamheid zijn, de Etna zal daarvan veel meer voorbeelden geven. Alle reizigers, die dezen heerlijken berg bestegen, zijn hier getroffen door het groote aantal schoone kegelbergen in zijne onderste gedeelten. Toen Scrope in het jaar 1819 den top van den Etna besteeg, telde hij er ongeveer 70, Spalanzani geeft er meer dan 100 aan en Hoffman bracht met Gemellaro in Catanea er 70 in kaart en deze nauwkeurige kaart, volgens eigene waarnemingen en metingen vervaardigd, bevat alle kegelbergen, welke door de bewoners voor belangrijk genoeg gehouden werden, om ze door bijzondere namen van elkander te onderscheiden.

Vele van deze heuvels zijn wel is waar in *voor*historischen tijd gevormd en zouden ook slechts aanleiding tot het opstellen eener hypothese kunnen geven, maar wat in den historischen tijd, wat onder onze oogen is voorgevallen, laat zich toch niet wegredeneeren.

Bij de uitbarsting in het jaar 1536 ontstonden twaalf zulke kegels ter zijde van den berg. Toen op den 11den Maart 1660 de Etna eene van zijne grootste uitbarstingen had, waardoor Catanea voor de helft met lava bedekt werd, borrelde deze uit eene spleet, weinige minuten te voren geopend, (die nog te zien is) te voorschijn en daaruit vormde zich de *Monte Rosso* bij Nicolosi, die alle reizigers plegen te bezoeken. Hij is 270 meter hoog boven de vlakte (1000 meter boven de zee) en ontstond voor de oogen van de verschrikte bewoners van Catanea in weinige dagen. Nog thans zijn er twee goed bewaard gebleven, half met elkander verbonden kraters, aan zijn top te zien en hij zelf bestaat in zijn geheele massa, die wel een uur in omvang bedraagt, bijna geheel uit zwarte brokstukken van augiet, roode slakken en uit veldspaat, welker kleur daaraan den naam *de roode berg* gegeven heeft. Van daaruit werd de geheele omtrek van meer dan 50 vierkante kilometer oppervlakte met een laag van zwart zand bedekt, en werd het land verscheidene voeten hoog geheel onbebouwbaar, daar de augiet-kristallen, waaruit hij bestaat, niet verweeren, zoodat de omtrek van Nicolosi een ontzettend, somber uiterlijk bekwam, des te treuriger, omdat de vulkanische bodem anders eene vruchtbaarheid bezit, die aan het wonderbaarlijke grenst.

De belangrijkste getuigenis voor het werkelijk ontstaan van zulk eene splijting, van zulk eene openscheuring van de bergmassa en van zulk een ophoopen van nieuwe kegels bij de uitstortingen van lava geeft echter Gemellaro zelf als ooggetuige.

In het jaar 1811 had eene belangrijke uitbarsting van den Etna plaats; aan de oostzijde van den berg, in het keteldal, dat de Sicilianen Val del Bove noemen, ontstond eene ontzaglijke kloof en hierop ontstonden onder het oog van Gemellaro achtereenvolgens zeven kraters, die zich tot even zoovele bergen ontwikkelden, opgehoopt door de uitbarstingsmassa en de lava, die uit de eene opening na de andere stroomde, terwijl de tweede zich eerst onder een donderend gedruisch vormde, wanneer de eerste, de derde wanneer de tweede dicht geraakt was en haar niet meer doorliet.

Wat hier gebeurde, is ongetwijfeld op IJsland, op de Sandwichs-eilanden en op de Philippijnen ook geschied en mag als geheel zeker beschouwd worden. Maar een ander hoogst belangrijk verschijnsel wordt juist door dit feit ook verklaard, een verschijnsel, dat men anders moeielijk zou kunnen begrijpen.

In den Harts, in het Ertsgebergte en nog veel schooner en regelmatiger gevormd in Schotland en Noord-Engeland, op het eiland Elba en op andere plaatsen, ziet men zoogenaamde duivelsmuren, wanden die steil uit de aarde opstijgen. Soms is zulk eene muur slechts de kam van het oorspronkelijk geheven, zeer vaste gesteente, waarvan de bedekking aan de oppervlakte door verweering geweekt, is afgespoeld, maar op andere plaatsen is het niet anders dan de opvulling van den gang van eene bergspleet met de eruptiefmassa, die uit den bodem te voorschijn gedrongen is.

De vulkanen bewijzen het laatste onwederlegbaar. Al zulke spleten, zooals die waarvan wij gesproken hebben, worden door de lava bij eene vulkanische uitbarsting allengs geheel opgevuld. Daar de lava hier, in vergelijking tot hare geheele massa, slechts als eene smalle strook optreedt, daar zij verder aan weerszijden tegen vaste en koude muren komt, koelt zij bij die aanraking snel maar naar binnen daarentegen veel langzamer af. Het nog vloeibare binnenste van de lava in de spleet, steeds voorwaarts gedrongen door gesmolten gesteente dat volgt, vult niet slechts de spleet, maar borrelt daaruit te voorschijn, verheft zich boven de randen en vormt zoo een steilen muur, wellicht slechts van weinige meters dikte.

Is het gesteente, waarin zij haar fundament heeft, week, gemakkelijk verweerbaar, zoo knagen regen, wind en weder voortdurend daaraan en de muur treedt nu met loodrechte wanden uit de aarde te voorschijn. Zoo ziet men in het noorden van Engeland eene basaltmassa van 100 kilometers lang en 2 meter breed dwars door het eiland van de Middletonbaai tot aan de baai van Robin-Hood zich uitstrekken en door twee belangrijke stroombeddingen loopen. Het geheele noorden en westen van Ierland ziet er zoo uit, zoo de Fingalsgrot op Staffa en de Reuzendam en vele andere van dezelfde soort. Het stoutst doet zich dit verschijnsel voor op het eiland IJsland, waar de lava- of basaltmassa 77000 vierkante kilometers en in Voor-Indië, waar zij 660000 vierkante kilometers inneemt, als een muur verscheiden duizenden (in Indië tot 1300) meters opgeheven, met zeer steile randen, een duidelijk bewijs van haar

ontstaan uit glasachtig gesmolten steenmassa's, die door inwendige krachten omhoog geheven zijn en na de bekoeling in denzelfden vorm, waarin zij waren opgeheven, daar zijn blijven staan.

Is het geene spleet, maar eene nauw begrensde opening, waaruit de gesmolten massa is te voorschijn gedrongen, dan vormt de basalt een kegelvormigen berg boven de plaats van zijn ontstaan; dan is het als het ware de kop van een spijker, die zijn stift diep in den schoot der aarde heeft. In bergwerken heeft men deze wijze van ontstaan kunnen volgen, daar men van ter zijde onder den basaltkegel voortgaande, tot aan zijne cylindrische spil is gekomen.

Den *boven* beschreven gang van zaken heeft men gezien; men mag derhalve met recht beweren, dat waar de uitkomsten dezelfde zijn, gelijke processen ook de oorzaak zijn. De uit de aarde, uit het sedimentgesteente uitstekende massa heeft haar ontstaan te danken aan processen, die wij thans in het klein vulkanische noemen, en die men, wanneer zij in den voortijd plaats gehad hebben, ter onderscheiding plutonische heeft genoemd. Alle gesteenten, die men reden heeft te beschouwen als eenmaal vloeibaar, gesmolten geweest te zijn, verkeerden in hetzelfde geval; de trapgesteenten, het graniet, het porfier, enz. vormen op Elba, op Sicilië, midden in het vasteland van Europa geheel overeenkomstige uitsteeksels of muren.

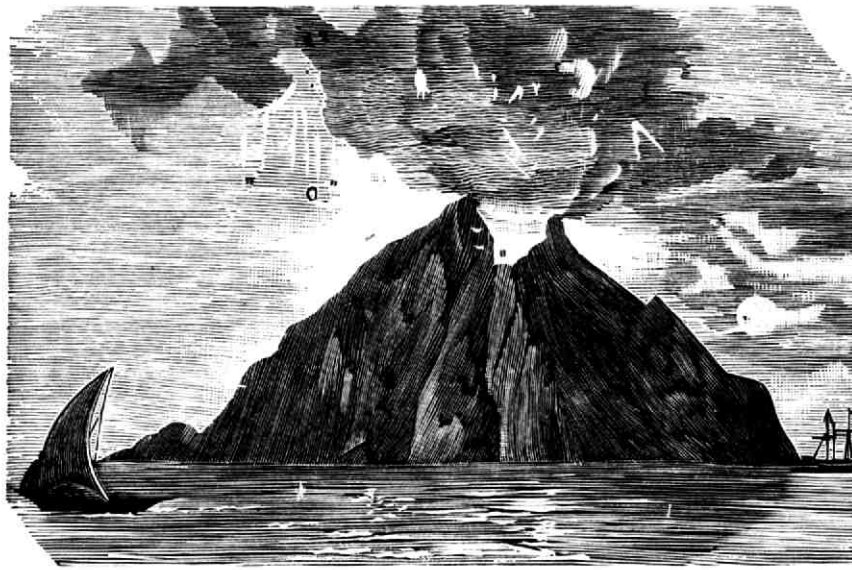
Om een zooveel mogelijk volkomen denkbeeld van de omstandigheden te verkrijgen, die het uitbreken der lava vergezellen, schijnt het wenschelijk, deze van haren oorsprong tot aan hare verandering in eene vaste steenmassa te volgen, zooals wij ze aan de helling en aan den voet der vulkanen terugvinden.

Slechts aan weinige natuuronderzoekers is het gelukt, het zeldzame oogenblik te treffen, waarop zij de lava genoegzaam van nabij tusschen de wanden van den krater zelven konden waarnemen. Onder hen kan bijna alleen Spalanzani genoemd worden (hij werd geboren te Scandiana, een kleine stad in het hertogdom Modena, stierf in 1799 als beroemd natuuronderzoeker en ontdekker van het *zesde* zintuig, het zintuig van de vleermuis 1), wien het

1) Hij had gevonden, dat de vleermuizen niet slechts in het duister, maar ook wanneer men haar de oogen had uitgestoken, met volkomene zekerheid rondvlogen, in een nauw vertrek nergens tegen stieten, haastig onmiddelijk op den wand aanvlogen en op een afstand van een paar centimeters er van omkeerden, zonder er tegen aan te vliegen en dat zij zelfs met zekerheid de kleinste schuilhoek vonden; deze vatbaarheid of dit vermogen schreef hij aan een *zesde* zintuig toe. Spoedig na de uitvinding daarvan stierf hij in het jaar 1799 op zijn 70ste jaar, nadat hij bij het bezetten van het hertogdom door het Fransche leger ter nauwernood het lot van Archimedes ontging, van namelijk bij een «noli turbare circulos meos» (maak mijne cirkels niet in de war) vermoord te worden. Uit latere onderzoekingen is gebleken, dat dit zesde zintuig zijnen grond heeft in een zeer fijn gevoel in de zachte vlieghuid, die over de beenderen van den voorarm gespannen is, en dat eene vleermuis, wiens vlieghuid door een zuur ongevoelig gemaakt is, den kop tegen elken muur stoot.

vergund was een diepen blik in het binnenste der vulkanische werkplaats te slaan. Toen hij zich namelijk den 4den September 1788 op den top van den Etna bevond, zag hij op den bodem van den krater, waarboven zich de randen volgens zijne schatting, nog ongeveer 270 meter verhieven, uit eene cirkelronde opening van ongeveer 20 meter middellijn eene dikke, witte dampwolk te voorschijn komen, en daar hij aan de zijde stond, die van den wind afgekeerd was, zag hij op geringen afstand in de diepte van deze opening de gloeiend vloeibare lava voortdurend opborrelen en zich kronkelen. De omstandigheden veroorloofden hem toen niet nader te komen.

Veel dichter bij zulke kokende lava bevond zich echter Fr. Hoffmann (in December 1831 en Januari 1832) op den Stromboli. Deze vulkaan, een afgestompte kegel, bijna geheel zonder bebouwbare vlakten, slechts naakte



De Stromboli.

rotsen te aanschouwen gevend en toch door meer dan duizend menschen bewoond, is door eene groote spleet, die door het geheele kleine eiland loopt, van boven tot beneden gespleten, zooals bovenstaande figuur dit doet zien, en nog slechts de eene helft van den krater is als eene half cirkelvormige ringmuur bewaard gebleven. Op den bodem van dezen half weggebroken ring, liggen uitbarstings-openingen. De los opgehoopte wanden hellen zeer steil, zelfs bijna loodrecht naar het binnenste van den vuurkolk, zoodat men van

een goed gekozen, doch gevaarlijk standpunt, duidelijk in het binnenste van deze opening kan zien.

Toen Fr. Hoffman dezen vulkaan bezocht, waren er 3 werkzame openingen in. De middelste of hoofdopening had eene middellijn van ruim 70 meter, zij stiet steeds damp uit, en talrijke, hooggele zwavelkristallen bekleedden de wanden van haren schoorsteen. Terzijde van deze, dichter bij de wanden van den krater, bevond zich een tweede opening, een weinig hooger liggende, van ongeveer 7 meter middellijn, die een sterkere en meer aanhoudende werkzaamheid openbaarde.

Op deze plaats verscheen de kokende lava, die op het punt was zich uit te storten, eerst *niet*, zooals een verhitte verbeeldingskracht zich dit wellicht zou voorstellen, als eene brandende massa, die door vlammen bedekt is, welke volgens vroegere onvolkomene beschrijvingen, uit den schoorsteen oprijzen, maar *zij vertoonde zich helder glinsterend als een gesmolten metaal, als het ijzer, dat uit den hoogoven stroomt, om gegoten te worden of als een glasmassa, die in den smeltkroes in gesmolten toestand verkeert.* Zoo beschreef haar ook Spalanzani en Hamilton, toen zij gelegenheid hadden de lava in 1765 aan den Vesuvius zeer dicht bij den oorsprong waar te nemen.

In den gewonen toestand op- en nedergolvende, bleef deze gloeiend-vloeibare lavakolom nog steeds 7 tot 10 meter diep onder de oppervlakte, blijkbaar werd zij in dezen stand door de *ontzaglijk hooge spanning van de dampmassa's, die in het binnenste ingesloten waren, gedragen*, en zeer duidelijk was het nimmer eindigende spel van de van boven af werkende drukking en van de naar boven drijvende tegendrukking, die de dampmassa's die naar boven stroomden, uitoefenden, te zien, want in den gewonen toestand bewoog de oppervlakte zich zeer gelijkmatig en bijna als op de maat bij tusschenpoozen van seconden over eene niet aanzienlijke hoogte op en neer. Hierbij hoorde men te gelijkertijd een eigenaardig gedruisch, dat Hoffmann met het geluid meende te kunnen vergelijken, dat de binnentredende luchtstroomen aan de opening van een vlamoven veroorzaken. Op elken stoot, die de lavazuil met rukken omhoog hief, volgde het duidelijk en scherp begrensde opstijgen van een groote witte dampbel uit de oppervlakte, en zoodra deze ontweken was, daalde de lavazuil weer neer. Zoo dikwijls echter deze dampbellen naar buiten traden, sleepten zij regelmatig enkele roodgloeiende stukken van de oppervlakte der lava mede omhoog, en deze dansten, als door onzichtbare krachten gedreven, over den rand van de opening heen en maakten het gezicht van dit spel buitengewoon schilderachtig.

Van tijd tot tijd, meest ieder kwartier twee — zelfs meermalen achtereen — werd deze regelmatig voortgaande rhythmus door eene meer stormachtige beweging afgewisseld. Nadat de lavazuil zich gedurende eenige oogenblikken sterker had opgeheven, zag men plotseling dampmassa's, die zich daarboven bevonden, blijven staan, en daarna eene zwak teruggaande beweging maken.

Zooals de lezer reeds zal begrijpen uit dergelijke, vroeger vermelde verschijnselen was dit een gevolg daarvan, dat de ingesloten gassen gedwongen waren geweest, een anderen weg te zoeken, om uit het binnenste der aarde te kunnen ontwijken. De oude opening werd door het een of ander voorval, waarschijnlijk door vulling met gloeiende lava, voor het oogenblik verstopt, de er onder aanwezige gassen werden op nieuw samengeperst, weken naar alle zijden uit, zochten nieuwe openingen en verschrikten de waarnemers door eene meer ot minder hevige trilling van den bodem, waarbij de losse wanden van den krater in eene zichtbaar schommelende beweging kwamen: het was eene duidelijke aardbeving. Een dof gedruisch in de uitbarstingsopening volgde daarop onmiddellijk, en met een luid klinkend geruisch kwam eene massa damp uit de opening te voorschijn. Tegelijk drong zij de bovenste lavamassa, die in duizenden gloeiende stukken gescheurd was, uit den krater te voorschijn. Eene sterke hitte, die hierdoor ontstond, kwam de waarnemers in het gezicht en eene schoofvormige vuurregen, die zich hoog verhief, stortte klaterend op de omgeving neder. Eenige stukken vlogen tot 400 meter hoog en in groote bogen over hunne hoofden heen. Onmiddellijk daarop scheen de lavazuil uit den krater verdwenen, zij had zich dieper in het binnenste van den schoorsteen teruggetrokken, er was toen een oogenblik rust. Maar niet lang duurde het, of het gloeien begon weder in de voor hen liggende opening, de lava steeg langzaam tot op haar vorige hoogte, het boven geschilderde regelmatige spel begon op nieuw, en dit duurde zoo lang, totdat weder eene nieuwe uitbarsting het bovenste gedeelte van de lavakolom naar buiten wierp.

Zoo was in deze vulkanische werkplaats de opeenvolging van de hoofdverschijnselen waar te nemen, dikwijls gewijzigd door toevallige omstandigheden, al naarmate de omhoogdringende lavamassa dun-vloeibaar, of taai of dat zij dichter of minder dicht bij de bovenste opening van den krater stond. Spalanzani zag daar zelfs eenmaal een verschijnsel, dat duidelijk aantoont, hoe het slechts de kracht der dampen alleen zijn kan, die de zoo even vermelde bewegingen veroorzaakt. Plotseling zag hij 's nachts namelijk de lava in de diepte van den krater verdwijnen, zonder dat zij terugkeerde. De gloed, die tot dusverre den omtrek verlicht had, verdween, en in plaats daarvan verschenen tallooze kleine dampzuilen aan de randen van den vulkaan, aan de hellingen en de zijwanden van den krater, die zich met een sissend geluid, dat Spalanzani met het geruisch van de blaasbalgen in de hutten, waar metalen gesmolten worden, vergelijkt, naar boven werkten. Dit verschijnsel duurde eenige minuten en reeds werd de damp, die uit de zijwanden stroomde voor den waarnemer zeer lastig; toen verscheen plotseling weder de gloeiende spiegel uit de diepte en vanaf dat oogenblik ging het stijgen en dalen van de lava zijn gewonen gang. Zeer juist merkt hij hierbij op, dat, wanneer toevallig de taaiheid op de oppervlakte van de lava aan de omhoog stijgende dampen den uitgang belemmert, zij zijwaarts door de scheuren in de wanden naar

buiten dringen en de lava dan niet omhoog kunnen drijven. Eerst in den toestand van de grootste verhitting en vloeibaarheid wordt zij door de dampen mede naar boven gesleurd en nu is het verschijnsel weder gewoon geworden.

Wat Hoffmann bij den Stromboli gezien heeft, dat vond hij ook bij een herhaald bezoek van den Vesuvius. In het midden van den krater bevindt zich een tweede krater, waarin de lava op en neder golft; slechts de grootte van de openingen er in is aanzienlijker en de uitbarstingen van de dampballen, het in het rond slingeren van de gloeiend vloeibare lava, het omhoog golven van de lavamassa in den schoorsteen geschiedt met grootere, dikwijls schrikverwekkende hevigheid, dikwijls slag op slag onmiddellijk na elkander en dit alles, omdat de Vesuvius lager is dan de Etna.

Op den Stromboli is de samenhang van alle hiertoe behoorende omstandigheden veel duidelijker en vollediger waar te nemen; want behalve de boven beschrevene, ontstond er nog eene derde monding, ongeveer 30 tot 50 meter dieper dan de uitbarstende, welker ligging het hoogst waarschijnlijk maakte, dat zij niets anders was dan eene zijopening van het kanaal, dat naar de eerste monding opsteeg. Uit deze zijopening vloeide dan langzaam en gelijkmatig onder de drukking van de daarboven op- en neergolvende lavazuil een smalle stroom van lava langs de hellingen van den gespleten berg omlaag. Dit maakt de genoemde plek voor de studie van de inrichting der vulkanische werkplaatsen eenig in hare soort.

Dat bij de grootere, vooral bij de hoogere vulkanen, de lava slechts zelden over den krater heenvloeit, hebben wij reeds vermeld. Ten gevolge hiervan zal de hoogte tot waar de gesmolten steenmassa's aanwezig zijn boven de plaats, waar zij eindelijk naar buiten komen, over de wijze van uitbarsting beslissen.

Er ontstaat gewoonlijk eene buitengemeen prachtige, parabolisch gevormde fontein van vloeibaar gesteente van eene zoo wonderbare uitgebreidheid, zulk een glans, dat zelfs een zoo dichterlijk rijk begaafde geest als die van een Humboldt of een Hamilton te vergeefs beproefd heeft, den indruk, dien zulk eene gebeurtenis maakt, door woorden weer te geven. De laatste was er dicht genoeg bij, toen hij de sterke uitbarsting van den Vesuvius waarnam, waarover reeds meermalen gesproken is. Onder een vreeselijk gedonder opende zich, nauwelijks duizend schreden van hem af, de aarde, en een breede stroom vloeiend, helder rood en wit gloeiend erts verhief zich in een boog, onder welks welving eene geheele stad met al hare torens had kunnen staan. In een oogenblik daarna was alles in het rond in eene wolk van donkere dampen gehuld en de lucht scheen geheel gevuld met kleine gloeiende metaalkogeltjes, die den waarnemer, die zich door de snelste vlucht trachtte te redden, vervolgden en op honderd plaatsen van zijn lichaam gevoelig troffen. Hetzelfde verhaalt Spalanzani en ook Hoffmann zag in het jaar 1832 bij eene veel kleinere uitbarsting van den

vulkaan de lava duidelijk van *beneden naar boven* uit hare kloof, eene rotsspleet, in een boog omhoog *spuiten*.

Zulk een toestand duurt natuurlijk niet lang, want bij de groote breedte van den stroom daalt de oppervlakte van de lavamassa in den krater zeer snel, de weg van de lava in de enge kloven is lang, moeielijk, en derhalve houdt het fonteinachtige springen reeds op, wanneer de drukhoogte nog meer dan honderd meters bedraagt, eene drukhoogte, die eene watermassa nog prachtig zou doen stijgen, terwijl de taaier vloeiende lava deze groote drukking noodig heeft, om de moeielijkheden op haren weg te overwinnen.

Is het zoo ver gekomen, dan glijdt de lava, meer of minder snel uit hare monding te voorschijn en den berg af; er ontstaat een donker gloeiende stroom, die bij nacht zich buitengemeen prachtig voordoet, door eene dikke wolk begeleid, die, door de weerkaatsing van de gloeiende massa, zoowel als door vlammen van boomen, struiken of huizen, die door de hitte van het gesmolten gesteente aangestoken zijn, dorpen en steden verlicht en er uitziet, als een nog veel grootere, golvende, in de lucht zwevende lavastroom.

Heeft de lava, welke zich kort na haar uittreden reeds zeer langzaam beweegt, eenige dagen lang gevloeid, dan schijnt zij aan hare oppervlakte overdag in het geheel niet meer gloeiend en des nachts nog slechts donkerrood; zij wordt ook steeds breeder, hoe verder zij vloeit, en het schijnt, alsof de oppervlakte zich in het geheel niet beweegt, maar, daar zij toch steeds vooruitgaat, moet de geheele massa van den stroom inwendig toch nog geheel vloeibaar zijn. Aan haar onderste einde borrelt zij voortdurend uit het inwendige te voorschijn, ongeveer zooals een zak, een kous, die omgekeerd wordt, zich uit zich zelf schijnt te ontwikkelen, doordat een gedeelte, dat vroeger inwendig was, nu door de omkeering aan de buitenzijde komt en onder deze nieuwe oppervlakte nog weer nieuw materiaal voor eene verlenging van den zak en tot vorming van eene nieuwe oppervlakte te voorschijn komt.

Op plaatsen, waar steile afgronden aan den stroom gelegenheid geven tot eene meer vrije beweging, houdt deze wijze van zich voort te bewegen op; het is alsof de omkeering van den zak nu afgeloopen is en alsof thans zijn inhoud te voorschijn komt; als een waterval stort het vloeibare erts uit den half gestolden mantel omlaag en daar zich op deze plaats geene vaststaande oppervlakte kan vormen, blijft de massa veel langer gloeiend dan die, welke op een hellenden bodem voortstroomt.

Onder zulke watervallen vormt zich, wanneer er eene verdieping voorhanden is, eene lavazee. Is dit niet het geval, dan gaat de gesmolten massa verder; zij wordt door een muur of een huis verdeeld, vereenigt zich later weder, breidt zich uit tot eene vlakte of tot verscheidene armen en blijft eindelijk staan, wanneer er gebrek aan toevoer is, of bereikt de zee, zoo die in de nabijheid is en er onophoudelijk nieuwe vloeibare massa's uit den berg nakomen.

In den aanvang is de uitstraling van warmte zóó groot, dat men slechts tot op een aanzienlijken afstand kan naderen; ten gevolge van die sterke uitstraling koelt echter de oppervlakte spoedig af en ontstaat eene half gestolde korst, die echter nog week genoeg is, om evenals was en klei indrukken op te nemen, zoodat men stukken tracht af te zonderen en daarop munten afdrukt, die aan de reizigers duur verkocht worden.

Groote steenen, welke men op dit tijdstip op den lavastroom werpt, veroorzaken wel een indruk, maar slechts een zeer geringen en breken niet door de schijnbaar gestolde korst heen, wat wel door een dunne ijskorst, die op het water drijft, het geval zou zijn. De korst zelve is echter ook niet volkomen gestold, evenmin is zij in rust; het schijnt slechts zoo; omdat de uitstorting en het voortgaan van den stroom sterker is aan het eind van de lavamassa, zoo is men geneigd, de beweging van het overige te veronachtzamen. Zeer duidelijk bemerkt men haar echter aan eenen daarop geworpen steen, die wel langzaam maar toch voortdurend naar beneden wordt gevoerd, tot ten laatste de oppervlakte werkelijk zoo stolt, dat men er zonder gevaar over loopen kan.

Dáár, waar de bekoeling en stolling reeds zoo ver gevorderd zijn, begint nu ook dikwijls de oppervlakte te scheuren, er ontstaan slakken en schollen; de gestolde stukken schuiven zich over en onder elkander en de lavastroom verkrijgt het uiterlijk van een met ijsschollen bedekt water, dat op het oogenblik van de hevigste beweging gestold is.

Zeer vreemd schijnt nu nog een verschijnsel, dat met dit langzaam vloeien van de lava en haar stollen aan de oppervlakte innig samenhangt. Weken lang gaat in het binnenste van zulk eene slakkenmassa de gloeiende, gesmolten lava voort, maar eindelijk houdt de toevoer op en verdwijnt de gesmolten massa allengs en zoo ontstaat eene holle buis, die zeer verschillend in doorsnede is, maar meestal den cirkelvorm vertoont. Deze buizen, die men soms wel honderd meter ver kan volgen, behooren ongetwijfeld tot de vreemdste eigenaardigheden van de vulkanen en zij zijn zoo vast verbonden met de eigenaardigheden, die zich bij de beweging der lava voordoen, dat de meeste reizigers ze hebben waargenomen. Ook Hoffman beschrijft zulk een lavagrot aan den Etna, het einde van een vroeger langeren, nu verbrokkelden, ineengevallen gang, welke bij eene breedte van 4 en eene hoogte van 2 tot 3 nog eene diepte van ongeveer 7 meter had. De wanden waren door de daar voorbij vloeiende lava glad geslepen en met eene zeer dunne glaskorst overtrokken. Van het gewelf hingen tot diep omlaag schuimachtige en gedraaide slakken, in de zonderlingste vormen vertakt, ook met glas overtrokken, van eene zwarte of bruinroode kleur, die op donkere stalaktieten geleken.

Men heeft beweerd, dat de lava hare hooge temperatuur langer behoudt dan eenige andere massa, hetgeen des te vreemder is, daar zij aan hare oppervlakte zoo snel afkoelt. Het laatste is volkomen *waar*, het eerste is daardoor

te verklaren, dat het *niet waar* is. Wel blijven groote massa's lava honderden jaren lang warm, maar dat zou met elke andere zelfstandigheid ook het geval zijn, wanneer zij in dezelfde hoeveelheid opgehoopt en even heet ware. Wanneer derhalve een paar uren, nadat de lava rondom een huis gevloeid is, de bewoners zich door de vlucht over de heete lava-schollen kunnen redden, dan bewijst dit, hoe *snel* de lava bekoelt. Wanneer men 80 jaren na het ontstaan van den nieuwen berg Jorullo nog eene sigaar aan den gloed van zijne lava in diepe spleten kan aansteken, dan bewijst dit alleen, dat de massa zeer *groot* was (op vele plaatsen 170 meter dik). Overigens hangt de afkoeling van een lichaam van zijn uitstralend vermogen af.

Daar de lava uit zeer verschillende gesteenten samengesmolten kan zijn, is hare kleur en dichtheid zeer verschillend. De armbanden, die men in Rome en Napels uit lava maakt en de gepolijste stukjes er van, nu eens in goud, dan in geel koper gevat, hebben gewoonlijk twintig tot vierentwintig schakeeringen, van zwart, door bruin en grijs tot wit toe. Ook hare dichtheid is zeer verschillend: er is glasachtige, fijnkorrelige, steenachtige lava, er is augiet- en porfierlava; maar wat aan allen gemeen is, moet toch vermeld worden, namelijk het uiterlijk, dat door de wijze van het ontstaan en de beweging bepaald is.

De lava is een meer of minder dicht, men kan ook zeggen een homogeen, gelijkslachtig geworden mengsel van verschillende mineralen. Was de hitte zeer groot, zoo kan zij zoo dicht geworden zijn als zwarte vuursteen. De slakken, die, in groote brokken met vele blazen er in uit smeltovens en ijzerpletterijen, als onbruikbaar worden weggeworpen, zijn ware lava en geven een duidelijk beeld van het inwendige van de *oppervlakte* van een lavastroom. Slaat men van zulke slakken een stuk af, dat vrij van blazen is, dan kan men het slijpen en polijsten, zooals de armbandsteentjes, die ter herinnering aan Napels vervaardigd worden. Even dicht als zulk een stuk, is de lava diep in het binnenste van den stroom. De blazen stijgen alle door de vloeibare massa op, en zouden er geheel uit ontsnappen, als de lava ook aan de oppervlakte *dun vloeibaar* ware, maar hier is zij taai, de blazen kunnen den tegenstand niet meer overwinnen, van daar haar slakkerig, schuimachtig uiterlijk. Koelt de lava verder af en springt zij ten gevolge daarvan van boven naar beneden, dan kan men zeer duidelijk herkennen, hoe de blazige samenstelling alleen in het bovenste gedeelte bestaat en hoe met elken centimeter naar beneden de massa dichter en vaster wordt, de blazen steeds kleiner worden en eindelijk geheel verdwijnen.

Aardbevingen.

Wij moeten nog een onderwerp bewandelen, dat met het vulkanisme ten innigste samenhangt en er uit schijnt voort te komen, doch over veel uitgestrekter kring zijne werking doet gevoelen, dan het eigenlijke vuurspuwen der vulkanen. Wij bedoelen de aardbevingen, die gewoonlijk eindigen, als de vulkanen beginnen te werken.

Aangezien het zintuig van het gevoel bij den mensch niet geschikt is, nauwkeurig de richting te onderscheiden, waarin de schuddingen zich voortplanten, heeft de astronoom Cacciatore te Palermo een instrument uitgevonden, dat volkomen juist de richting der aardstooten aangeeft en tevens het oogenblik van het begin van zulk een stoot.

Zulk een werktuig heet *seismometer* of *seismograaf* en bestaat uit een vlak houten bord van 25 c.M. middellijn, waarvan de bodem naar boven is gekeerd, terwijl zich in den rand op gelijke afstanden van elkaar 8 gaten bevinden, vanwaar 8 groeven naar 8 er onder geplaatste bekers loopen, terwijl iedere beker in de richting van een der hoofdwindstreken staat. De bodem wordt vol kwikzilver gegoten en zoo spoedig nu een stoot der aarde komt, loopt dit in een der bekers en wel in dien, die zich aan de tegengestelde zijde van de richting van den stoot bevindt. Volgens alle met dit werktuig gedane proefnemingen schijnt het volledig vertrouwen te verdienen.

Een ander apparaat voor hetzelfde doel is Mallet's zuilseismograaf.

De aardbevingen kunnen in alle graden van kracht optreden, van soms nauwelijks voelbare stootjes, die hoogstens glazen voorwerpen tegen elkander doen stooten of niet vaststaande voorwerpen in beweging brengen tot die machtige schokken, die in hunne vernielende werking ver uitgestrekte gebieden

en alles wat daarop leeft, vernietigen. Zij onderscheiden zich door de wijze der beweging en de manier, waarop de schok zich voortplant en daarnaar heeft men althans de sterkere aardbevingen kunnen verdeelen.

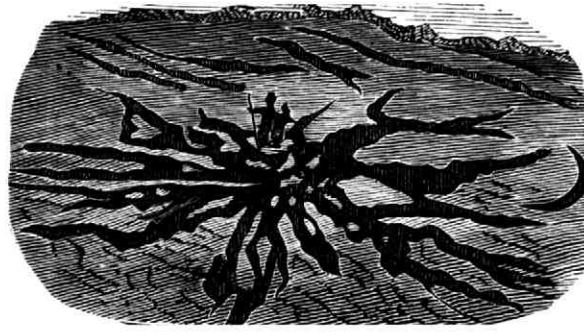
Men noemt de schuddingen stootend (succussorisch), als de aarde afwisselend rijst en daalt, golfvormig (undulatorisch), als de heffingen en dalingen als de golven der zee voortgaan, terwijl soms ook beide werkingen gelijktijdig de aarde nu eens loodrecht opheffen, dan weer draaiend golfvormig doen trillen. Deze laatste soort van aardbevingen zal wel de meest verwoestende zijn. Wel is het zeer moeielijk om over den aard der beweging zekerheid te verkrijgen, want wie van de 10000 in Caracas, van de 40000 in Lima verongelukten zou het kunnen zeggen? En wie, die deze verschrikkelijke verwoesting heeft overleefd, had tijdens de gebeurtenis bedaardheid genoeg om den aard der schuddingen van den zooeven nog rustigen aardbodem na te gaan? Alleen geeft ons het werk der vernieling zelf eenige aanwijzing omtrent den gang van zaken; uit de in de rondte geworpen brokstukken is het mogelijk, omtrent de wijze en richting van beweging een besluit te trekken. De reeds vroeger genoemde geologen, Hamilton en Dolomieu berichten, dat men bij de aardbeving van 28 Maart 1683 in Calabrië de toppen van de granietbergen in dien uitlooper der Apennijnen in de hoogte zag huppelen en springen, dat plotseling huizen werden omhoog geheven en zonder schade weder neergezet; maar zij verhalen slechts wat hun de ongelukkigen berichtten, die door het ongeval verschrikkelijk geleden hadden, van have en goed, van vrouw en kind beroofd waren, en deze zullen wel door een donkere bril gezien hebben, hunne mededeelingen zullen wel niet volkomen vertrouwbaar zijn.

Daar die aardbeving een van de verschrikkelijkste was, welke, behalve die van Lissabon, ooit Europa heeft geteisterd, willen wij haar naar de berichten van Hamilton en van Spalanzani nader beschouwen.

De beide berichtgevers stemmen hierin overeen, dat de hoofdzetel en het punt van aanvang van deze aardbeving de zuidelijke punt van Italië was; dat gedeelte, dat slechts door een kanaal van Sicilië gescheiden is en dat een gebergte op zich zelf vormt, tusschen het stadje St. Eufemio en de golf van Cantazaro, terwijl het aan de golf Squillace als gebergte verdwijnt en eerst tusschen Nicastro en Isola in eene richting, die loodrecht op de verlatene staat, weder begint.

Van dit geheel vrij staand bergeiland (in de geschiedenis van Rome bekend door het einde van den Slavenoorlog onder den grootsten held der wereld, Spartacus, die onder andere omstandigheden wellicht Scipio in moed en Alexander in veldheersroem overtroffen zou hebben) 180 kilometer lang en 45 tot 60 kilometer breed, ging de eerste verschrikkelijke stoot uit. Op dit kleine gebergte werd alles geheel vernield: dorpen, steden, sloten, zelfs de bergen en de wouden, welke er op groeiden, waren zoo geheel om en door elkander geworpen, dat de bewoners, die bij de aardbeving waren blijven

leven, de hun bekende plaatsen niet meer konden terugvinden. De fondamenten van de huizen waren uit de aarde gelicht, weggeslingerd, de kalk in poeder veranderd, en de steenen waren als puinhoopen zonder eenigen samenhang op de plaats blijven liggen. Op duizend verschillende plaatsen gaapte plotseling de aarde; de menschen die toevallig daar stondeu, zonken er tot aan de borst en zelfs tot aan den hals in; *gelukkig* wie nog een voet dieper zonk, want hij was, toen zich de aardspleet sloot, ten minste terstond dood, terwijl de anderen hulpeloos onder de vreeselijkste kwelling, samengeperst door de gebarsten en zich weder vereenigende rotsmassa, onder onuitsprekelijke smarten den laatsten adem uitbliezen. Het aantal menschen, dat bij die



Spleten door aardbevingen.

verschrikkelijke gebeurtenis omgekomen is, wordt op 100000 geschat later was het moeielijk bloedverwanten, zelfs uit verren graad als rechthebbenden op de erfenis van grondeigendommen of uitstaande kapitalen te vinden, omdat daar geheele, talrijke familiën spoorloos van de aarde waren verdwenen.

Meer dan tweehonderd vlekken en steden werden vernield, honderd en dertien bergen stortten ineen of gleden van hunne grondvesten af, damden beken en riviertjes af en veranderden die in meren, wanneer zij niet weder door de gespleten aarde verslonden werden. Dergelijke spleten waren er vele, in het gebied van Sansil eene, die 3 kilometer lang en 8 meter diep was; in het distrikt Plaisano eene andere van 7 kilometer lengte, 50 meter breedte en eene onafzienbare diepte. Twee andere, in dezelfde streek, waren even onpeilbaar, maar minder lang en breed. Op vele plaatsen was de aarde zoo gespleten en gescheurd, als bovenstaande figuur dit vertoont; nu eens stervormig, dan weder in eene richting recht voortloopende. In den leemachtigen grond spleet de bodem zoovele malen, dat tallooze kleine eilandjes uit de afgronden staken, zooals de figuur dit doet zien.

Deze spleten waren echter geene nieuw ontstane vulkanen, die asch of vuur uitwierpen; het waren slechts werkelijke scheuren en spleten, die door de stuipachtige bewegingen der aarde ontstonden.

Van dit middenpunt uit plantte de aardbeving zich in het rond te land en te water, meer dan driehonderd kilometer ver voort, en verwoestte zoo Messina en een groot gedeelte van Sicilië. De stooten van de aardbeving, waarop men door een dagenlang sidderen van den bodem voorbereid meende te zijn, hadden toch zoo plotseling plaats, dat ook in Messina duizenden menschen onder de puinhoopen der ineenstortende huizen begraven werden, zoodat de voortgaande werking van de aardbeving niet was tegen te spreken. niet slechts zag men, toen de eerste huizen op Sicilië ineen vielen, geheel Calabrië, zoover het oog reikte, in stofwolken gehuld (daar was de aardbeving reeds voorbij), maar ook van Messina uit, langs de zeekust, de villa's, sloten en paleizen der edellieden de een na de ander ineenvallen, tot de schuddingen de stad zelve en de rij van paleizen naderde, die de haven omringden en die nu gezamenlijk instortten.

Dolomieu schildert deze verschrikkelijke gebeurtenis uitvoerig in een hierover verschenen werk, wij zullen slechts eene plaats daaruit mededeelen, om den indruk te doen zien, die de verwoestingen van die plaats zelfs langen tijd daarna nog op het menschelijk gemoed maakten.

«Ik had in Messina en Reggio geen huis meer kunnen vinden, dat nog bewoonbaar geweest was, en niet van den grond op nieuw gebouwd had moeten worden (want alle muren, die nog waren blijven staan, waren gebarsten, en waarborgden niet de minste veiligheid), maar toch bestond nog datgene, wat men het geraamte van de beide steden had kunnen noemen; men ziet nog, dat zij eens bestaan hebben. Messina vertoonde uit de verte beschouwd, zelfs nog een mat beeld van haren vroegeren glans, ieder herkende nog zijn huis, of kon althans de plaats aangeven, waar het gestaan had. Ik zag Tropea en Nicotera (dicht bij de zee in de baai van Sint-Eufemio gelegen), waar slechts weinige huizen van de ergste beschadigingen vrij bleven, terwijl de andere alle vernield waren, en de voorstellingen, die ik mij maakte omtrent het verschrikkelijke ongeluk, dat deze landstreek getroffen had, schenen mij volkomen juist. Maar toen ik van eene hoogte op de ruïnen van Polistena neêrzag, toen ik daar op de eerste plaats de beste, waar ik op het binnenste der Piana het oog kon vestigen, steenhoopen zag, die geen vorm, geen orde meer vertoonden, niets van den vroegeren toestand van deze stad lieten vermoeden; toen ik zag, dat geen huis van de vernieling was verschoond, dat alles met den bodem was gelijk gemaakt, toen greep mij eene diepe ontzetting aan, een gevoel van medelijden, dat al mijne krachten verlamde.»

Over Messina schrijft hij verder: «De indruk, dien de hoofdstad op mij maakte, was geheel anders. Hare ruïnen troffen mij minder dan de eenzaamheid en het diepe stilzwijgen binnen hare muren. Men wordt door zwaar-

moedigheid en diepe treurigheid getroffen, wanneer men door de straten van eene groote stad gaat, *zonder ergens een levend wezen te ontmoeten, zonder eenig ander gedruisch te hooren*, dan misschien het knarsen van een deur of vensterluik, dat, nog in den muur hangende, door den wind heen en weder wordt geslingerd; men voelt zich daarbij meer beklemd dan verschrikt. Het ongeluk schijnt meer de bewoners dan de stad getroffen te hebben; het schijnt, alsof de ruïnen, die men ziet, slechts ten gevolge van de ontvolking ruïnen geworden zijn. Zoo ziet er ook eene stad uit, waar de pest heeft huisgehouden.»

De schuddingen van deze aardbeving, die den 5den Februari begon en den 28sten Maart met de alles vernielende katastrophe eindigde, werden over een cirkel met een straal van 300 kilometer duidelijk waargenomen. De schepen in de zee schudden zoo hevig, dat overal en op alle het vermoeden werd geopperd, dat men op eene verborgen rots gestooten was, ja zelfs booten, geheel platboomde vaartuigen, deelden in die dwaling, en de schippers hadden het gevoel (en dit werd door het oor ondersteund, zij hoorden het gedruisch) alsof de kiel over eene kiezelbank heenstreek. Bovendien werden eenige dagen na den eersten stoot dergelijke verschijnselen in ver verwijderde streken waargenomen.

Zoo verspreidde zich op den 10den Februari, begeleid van een tamelijk hevige aardbeving een branderig riekende nevel over een groot deel van Noord-Amerika en van Juni tot Augustus werd IJsland door een hevige uitbarsting van den Herdra-Jökul evenals Calabrië, een tooneel van verwoesting en ellende. Reeds sinds eenige maanden was de dampkring met blauwe zwaveldampen gevuld, die soms door den wind verspreid werden en alle bronnen en stroomen in de nabijheid liepen droog. De uitbarsting duurde tot het midden van Augustus en de lava verspreidde zich over ruim 2000 vierkante kilometers. 400 menschen verloren dadelijk hunne woning en grond, maar op IJsland alleen kwamen 9336 menschen, 28000 paarden, 11461 stuks rundvee en 190488 schapen om.

De richting van de straks genoemde aardbeving zelve was rechtlijnig. De eerste stooten werden op de meest zuidelijke plaats van het bedoelde schiereiland, dat het middelpunt van de aardschuddingen vormde, bij Oppido, gevoeld; later trok het middelpunt, waarvan de aardbevingen uitgingen, verder noordwaarts naar Sorrano, en op het einde van Maart bevond zich dit middelpunt bij Girifalco, op den lagen bodem van het dal tusschen de bergruggen aan de eene zijde en de beide golven aan de andere.

Daar deze lijn evenwijdig loopt met het gebergte van Zuid-Calabrië en ook met de zee dezelfde richting heeft, kan men het ontstaan van de aardbeving, juist in deze richting, slechts aan eene spleet langs het gebergte toeschrijven, waarop de demonische krachten als op een reeds gebaanden weg, die den minsten weerstand biedt, vrij spel hadden; juist iets dergelijks als de in rijen liggende

vulkanen vertoonen, daar bij hen de uitbarstingen zelden of nooit gelijktijdig maar wel regelmatig voortgaan, zonder er een, die in de rij ligt, over te springen.

Ditzelfde verschijnsel heeft Gray door een zeer interessant bericht over de aardbeving van 18 November 1795 in Engeland, aangetoond. Daar nam de beweging duidelijk de richting van zuidwest naar noordoost en dit vrij langzaam en geleidelijk. Maar die richting is ook juist die van de voornaamste bergketenen en Gray toonde tevens aan, dat bij vroegere aardbevingen b. v. die van 30 September 1750, 14 September 1777 en 28 Februari 1792 de voortplantingsrichting dezelfde was. Ook van die, welke in 1797 Cumana verwoestte, vermeldt Humboldt uitdrukkelijk, dat de voortplanting der verwoesting plaats had in de richting der kusten en van de daarmee evenwijdig loopende bergketen.

Nu komen ook wel andere gevallen voor, waarin de vulkanische werking dwars door het gebergte gaat, maar zij zijn in vergelijking met de straks genoemde uiterst zeldzaam, en dan kan men bovendien in den regel een voorafgegane doorbraak, eene spleet aanwijzen, waarop niet gelet is. Wanneer het water van den Weichsel zich rechts en links van den dijk vertoont, dan heeft er ergens een doorbraak plaats gehad, een zwakke plaats heeft niet genoeg tegenstand geboden.

Toen bij de aardbeving van 23 en 24 Juni 1826, deze zich van Mantua uit de vlakte van Lombardije tot in het hart van Tyrol voortplantte, kon de noodlottige plaats in den dijk in het dal van de Etsch zeer duidelijk worden aangewezen. Dat deze diepe spleet geen voldoenden tegenstand bieden kon, ligt voor de hand. De eigenlijke kern van de Alpen, welke ongeveer van het westen naar het oosten loopt, is bij dat alles niet doorgebroken, hierop leed het geweld der vulkanische krachten schipbreuk.

Maar hoe belemmerend ook de gebergten op het voortgaan van de aardbevingen werken, zoo kan toch niet geloochend worden, dat zij zich desniettegenstaande (doch in zwakkeren graad) ook over deze grenzen voortplanten. De aardbevingen van het noorden van Italië bemerkt men in Zwitserland, ja zelfs in het lage of vlakke Zwitserland, bij Constanz en bij Bazel; de aardbevingen van Chili worden in de Pampas van Zuid-Amerika gevoeld, en zoo moet het ook ten gevolge van de natuurwetten zijn, daar elke stoot zich door alle tegen elkander liggende lichamen voortplant, tot hij allengs, door de geringe veerkracht bij deze lichamen, zóó verzwakt is, dat hij niet meer bemerkt kan worden, en dit geschiedt het meest in het oog loopend, waar lichamen van zeer verschillende vastheid tegen elkander aan liggen. Is de vlakte van Lombardije, van den Beneden-Donau door eene aardbeving geschud, en bereiken deze golven de Alpen of den Balkan en de Karpaten, dan zijn hier de elkander aanrakende massa's zoo ongelijk, als op aarde slechts mogelijk is, en hierom is de schok van den weeken bodem van het lage land tegen

de rotsen van een gebergte zoo zwak, maar toch heeft hij plaats, het gebergte schudt. Nu plant zich de schok hierdoor voort tot aan zijne andere grens, waar weder aangeslibd land, een weeke grond is. De schok, door het gebergte voortgeplant en hierdoor zeer verzwakt, gaat op den weeken grond over, en wordt hierdoor nogmaals verzwakt; bij het begin van den stoot neemt men dien aan de grenzen wel waar (zooals b. v. de aardbeving van Bazel), maar veel verder gaat het in de weeke massa niet.

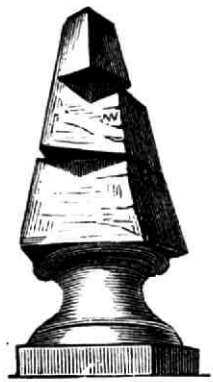
Wanneer de weeke aardmassa door onderaardsche krachten in beweging gebracht wordt, dan zijn hare bewegingen, ten gevolge van hare kneedbaarheid (plasticiteit, als men het zoo noemen mag) veel heviger, dan die van de onkneedbare rots; water vertoont die bewegingen het sterkst. Door vaste, veerkrachtige lichamen plant zich de ontvangen schok voort, zonder dat de ligging er door gestoord wordt; slechts het buitenste gedeelte, het einde van zulk een vast lichaam, zal den schok duidelijk vertoonen. Eene reeks dicht naast elkander hangende billartballen blijft, wanneer tegen de eerste gestooten wordt, geheel rustig hangen, maar de laatste in de rij, tegenovergesteld aan dien, op welken de stoot aankwam, toont, dat hij de werking heeft ondervonden, doordien hij alleen de rij verlaat. Vervaardigt men uit kubusvormige blokjes hard hout eene stang van willekeurige lengte, zoodat het eene blokje tegen het andere aansluit, even als de duimen op een duimstok, en lijmt men al deze stukken aan elkaar, dan zal, wanneer zij eerst goed gedroogd is, met deze stang dezelfde proef genomen kunnen worden, als met de billartballen, maar het is meer in het oog loopend, omdat de afzonderlijke stukken niet, zooals de ballen, los en bewegelijk aan elkander hangen, maar met zoo groot mogelijke vlakken van aanraking onderling door lijm verbonden zijn.

Legt men namelijk de stang, die uit zulke kubussen is samengesteld, op eene tafel, en slaat men met eenen hamer, wiens zwaarte geëvenredigd is aan de zwaarte van de stang, met een korten, snellen slag zoo tegen het eene einde, dat de slag zich door hare geheele lengte kan voortplanten, dan zal men spoedig, niettegenstaande de lijm, de twee of drie laatste kubussen zien afspringen.

Nevensstaande obelisk toont in zijne verbreking de kracht, die hem heeft doen springen veel duidelijker, dan dat, wat hij zou moeten aantoonen, namelijk de *wentelende* (rotatorische) beweging van de aardbeving. Twee dergelijke obelisken staan voor het klooster van den heiligen Bruno, in de stad Stephano del Bosco; zij bestaan voor zoo verre zij vierhoekig zijn uit een stuk en zijn door een aardbeving gesprongen, waarna de stukken, zooals de figuur aanwijst, verschoven zijn. Zoo dit een bewijs moet zijn, dat de aardschol eene draaiende beweging had, dan moest vooreerst de as van wenteling juist met de as van den obelisk saamgevallen zijn; ten anderen zouden de *fundamenten* eene wenteling ondergaan moeten hebben; doch zij staan, zooals

zij vroeger stonden. Doch het afspringen boven, waar geen wederstand, geene last voorhanden is, is niet te ontkennen.

Zeer in het groot heeft men dezelfde werking ook waargenomen bij de vaste lichamen, die de gebergten vormen en bij de stooten, die zij door de aardbevingen bekomen. De oppervlakte van het vaste gesteente van 't eiland Quiriquina (aan den oever van Chili in Zuid-Amerika bij de stad Concepcion) kreeg door de aardbeving, die den geheelen westelijken rand van Zuid-Amerika den 20sten Februari 1835 op de vreeselijkste wijze verwoestte, een horizontale scheur, zoo glad alsof zij met een beitel ware uitgehakt. De stoot, van onder naar boven gericht, vond op zijn geheelen weg in elke steenlaag den noodigen weerstand; slechts het gesteente, dat aan de oppervlakte vrij ligt, bood van boven geen weerstand meer en hierom sprong het los, evenals de kubussen van een stang, die uit blokken aaneengelijmd is.



Draaiing door aardbeving.

Waar dit gesteente nu met weeke aarde bedekt is, heeft dit lossspringen niet plaats, maar wel worden aarde, zand, klei, die den daarop gelegen bodem vormen, zeer hevig geschud; daarin ontstaan spleten, scheuren, verschuivingen, ten gevolge waarvan de daarop staande werken van menschenhanden vernield worden.

Zoo kan het gebeuren, dat bergwerkers diep onder de oppervlakte van de aarde werkende, niets van de aardbeving vermoeden, die hunne hutten verwoest, en dit zou zonder twijfel waargenomen zijn, als de bewoners der zuidelijke landen niet zoo bovenmate traag waren, onverschillig omtrent alles, wat hunne maag niet aangaat of hunne hartstochten opwekt. In Zweden hebben eenige zwakke aardbevingen plaats gehad, die Berzelius waarnam (24 November 1823), terwijl in de mijnen van Persberg, Falun, Bisperg en andere, door de aldaar werkende berglieden niet het geringste werd waargenomen. Geheel hetzelfde had in de steenkolengroeven van Mühlheim en Unna in de Rijnlanden plaats, die door de aardbeving van 23 Februari 1821 zeer merkbaar geschud werden, zonder dat er echter schade werd aangericht; de kolenwerkers in de mijnen bemerkten niets daarvan, terwijl de kolenhoopen op de oppervlakte ineenstortten. In tegenstelling hiermede voelden in 1812 te Mariënberg in het Ertsgebergte de bergwerkers een sterken aardschok, zoodat zij verschrikt naar de oppervlakte der aarde terugkeerden; tot hunne verwondering hoorden zij, dat daar niets was waargenomen,

Waar de verschuifbare, weekere massa's op het vaste gesteente liggen, waar zij onmiddelijk daaraan grenzen, zijn de schuddingen het sterkst, de bewegingen het verst uitgestrekt en hierdoor het meest vernielend. Dit bleek

zeer duidelijk bij alle aardbevingen, die in hare gevolgen nauwkeuriger nagegaan zijn. Zoo werd door de aardbeving van 1783, die Calabrië en Sicilië verwoestte, vooral dat gedeelte van Messina op eene verschrikkelijke wijze geteisterd, dat gebouwd was op den door zee aangespoelden bodem, terwijl het daaraan grenzende gedeelte van de stad, dat op een granietgrond rust, wel zeer sterk werd beschadigd, maar niet werd vernield. De daken waren ingevallen, geen venster was heel gebleven, alle muren waren gesprongen, maar zij stonden toch nog; aan het strand der zee daarentegen zag men geene ruinen van huizen en paleizen meer, maar slechts puinhoopen.

Vele andere gevallen bevestigen deze meeningen. Zoo vond men dezelfde omstandigheden bij de aardbeving van Lissabon (1 November 1755). Deze stad staat met haar westelijk einde op een vasten grond, op basalt, verder op weekeren kalksteen, maar verreweg het grootste gedeelte rust op klei, mergel en aangespoelden grond. De aardbeving vernielde slechts weinige schoorsteenen en gevels in het westelijk gedeelte der stad, sterker werd reeds aangetast, wat op den kalkbodem stond, maar al wat op de tertiaire vormingen gebouwd was, viel in puin. De grens, die men tusschen de geheel vernietigde en de slechts beschadigde gedeelten der stad nauwkeurig kon trekken, liep van het begin tot het einde juist volgens de bodemlagen, waarop Lissabon stond. Ook van de omliggende plaatsen gold hetzelfde: die, welke op basalt gebouwd waren, werden weinig beschadigd, die op klei-, zand- of bouwgrond staande, waren geheel in puin gevallen.

Het is merkwaardig, dat de bewoners van die streken van Italië, Portugal, Griekenland en van geheel Zuid-Amerika, *zeer goed weten*, dat men bij eene aardbeving niets dringender te doen heeft dan de huizen te verlaten en zij daarom ook in allerijl uit de woningen vluchten, maar dat zij dan naar de kerken loopen, om zich daar te laten begraven. Zoo kon het geschieden, dat te Messina, Lissabon, Lima, Riobamba enz., 40000, ja 60000 inwoners van die groote steden in kathedralen, kerken en kapellen gedood werden. Dat menschenwerk geen weerstand kan bieden aan het geweld van de aardbeving, is sedert lang bewezen; op de sterkte van de muren der kerken te hopen, is derhalve dwaasheid. Aan deze handelwijze ligt dan ook eene andere verwachting en hoop ten grondslag, die wij niemand euvel willen duiden, ofschoon zij met het gezond verstand, dat vooral rekening heeft te houden met de natuurwetten, in tegenspraak is.

Afgezien van de werking der afzonderlijke stooten bij aardbevingen, die, zooals reeds vroeger is medegedeeld, nu eens in eene rechte lijn, dan weer in een cirkel of een golfvormige lijn zich voortplanten, zijn de bewegingen van den aardbodem zelf bijna altijd vertikaal, de bodem rijst of daalt. Ook bij de te gelijk succussorische en undulatorische aardbevingen, die de sterkste verwoestingen teweegbrengen en die ontstaan, doordat twee golfvormige aardbevingsbewegingen elkaar kruisen, begint het met vertikale stooten en zij

zijn als een over een zekeren afstand voortgaand rijzen en dalen van den bodem, dat gepaard gaat met eene draaiing van de plaats der aarde, waar het kruisingspunt is, waar te nemen.

Waar verschil van terrein bestaat, kan men deze heffingen en dalingen niet zelden blijvend zien worden. In Messina, zoowel als in Lissabon gebeurde het, dat een gedeelte van eene straat verscheidene voeten hooger kwam te liggen dan het overige; dat de eene helft van een huis zich zoo verhief, dat de bel-étage van het eene gedeelte op dezelfde hoogte kwam te staan met de tweede verdieping van het andere en het parterre van het eerste in de bel-étage van het tweede overging. Een ronde toren met muren van bijna 4 meter dikte was van boven tot beneden gespleten, en de eene helft stond en bleef 5 meter boven de andere staan.



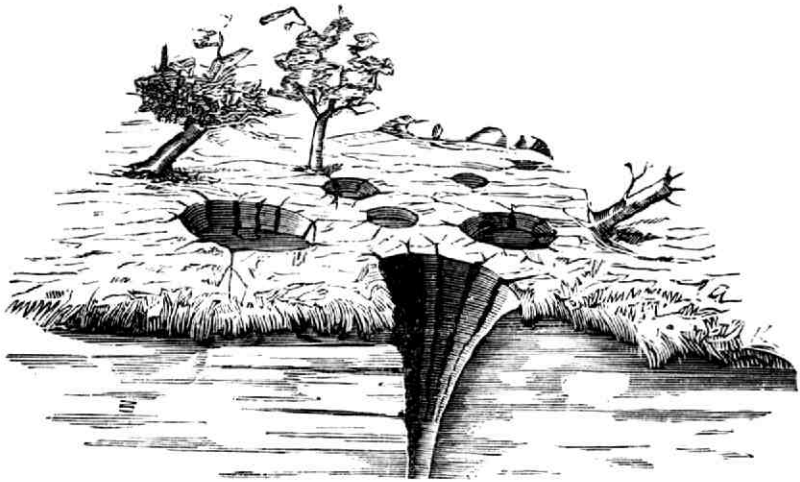
Trechtervormige verzakkingen.

Bij de opheffingen en dalingen, die golfsgewijze voortgaan, komen nog andere verzakkingen van een bijzonderen aard; bovenstaande teekening toont deze, zooals zij bij de aardbeving in Calabrië dikwijls en vooral bij Rosarno in menigte waargenomen zijn; er ontstonden cirkelvormige openingen van 1—2 meter middellijn, die in het rond straalvormig loopende groeven, van den rand uitgaande, vertoonden. Deze openingen waren kegelvormig, evenals of zij uitgeboord waren, en doorgaans met water, doch dikwijls ook met droog zand gevuld. Het water, zoowel als het zand, kwam uit de diepte naar boven en men kon, wanneer het hier of daar verdween, bespeuren, dat de kegel in een diep, buisvormig verlengsel uitliep, waaruit de zelfstandigheid, die hem vulde, door onderaardsche drukking opgestuwd was. De onderstaande figuur vertoont] de doorsnede van zulk een trechter met het begin van het kanaal, dat zich op grootere diepte verliest. Dit verschijnsel is niet tot Calabrië be-

perkt; men vindt het op volkomen gelijke wijze in vele streken van Walachije, doch daar zijn zij bijna nimmer met water, maar altijd met zand gevuld. Bij de aardbeving, die het Missisippidal in de jaren 1811 en 1812 gedurende langen tijd aanhoudend teisterde, ontstonden tusschen Nieuw-Madrid en de kleine Prairie tal van dergelijke gaten, maar deze waren veel grooter; zij waren namelijk 10—16 meter in middellijn en omstreeks even diep; zij worden nog heden als eene merkwaardigheid aangewezen en vallen in den geheel vlakken, aangeslibden bodem werkelijk genoeg in het oog.

Deze trechters of openingen vormen vaak het middelpunt van de aardbeving, van daaruit verspreidt deze zich straalvormig over de geheele oppervlakte en daarom wordt zij juist eene *centrale* genoemd.

Het valt' moeielijk op te geven, of eene aardbeving langen of korten tijd duurt. Er zijn plaatsen, waar het sidderen van den bodem zich zoo dikwijls herhaalt, dat men zou kunnen zeggen, dat er altijd aardbevingen zijn; men



Doorsnede van zulk een trechter.

kent andere, waar eene aardbeving een half of een geheel jaar duurt, en dan weder in eeuwen niet wordt waargenomen; eindelijk kent men gevallen, waarin eene aardbeving dagen, uren, ja seconden geduurd heeft. Men kan evenmin den duur als de *kracht* er van in het algemeen opgeven, want dat, wat de glazen op de tafel doet rinkelen, de schilderijen aan den wand doet schommelen en den slinger van een uurwerk doet stilstaan, is even goed eene aardbeving, als wat Lissabon verwoestte en geheel Calabrië vernielde.

Ook is het onmogelijk de snelheid, waarmede de golf zich voortplant, in het algemeen op te geven; zij is verschillend naar de sterkte der aardbeving en naar den aard van den bodem, waardoor zij zich voortplant.

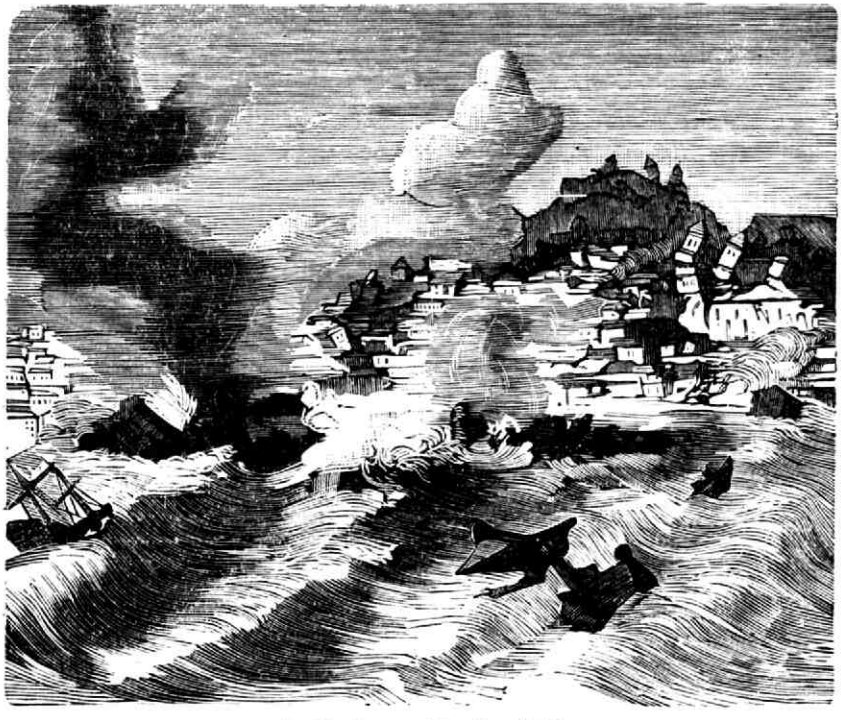
Maar wanneer ook de schokken zich jaren achtereen herhalen, duren toch de stooten *zelve* altijd slechts een oogenblik. Ook de vreeselijkste verwoestingen geschieden in enkele seconden. Evenals een onweder, kan ook eene aardbeving uren lang duren, maar de schokken gaan zoo snel voorbij als de bliksem.

De aardbeving, die in 1693 vijftig plaatsen op Sicilië (waaronder Catanea) geheel verwoestte en 60000 menschen doodde, en die, welke in 1812 Caracas vernielde en de geheele stad in eene massa lijken en puin veranderde, duurde slechts 5 seconden. Deze laatste kent men door goede waarnemingen zeer nauwkeurig. Het waren drie schokken, welke het werk der vernieling volbrachten. De eerste bracht de klokken van de kerken in beweging, de tweede deed de daken instorten, en binnen een tijd, nauwelijks voldoende, om in gedachte de beide schuddingen van elkander te scheiden, volgde een derde schok, die de schoone stad tot eene puinmassa maakte. Ook bij de aardbeving, die het graafschap Pinerole in Savoye gedurende zeven weken, zooals de beangste lieden verzekerden, onophoudelijk deed schrikken en in doodsangst hield (in het jaar 1808 van den 2^{den} April tot den 17^{den} Mei), duurden toch de dagelijks drie, of ook wel zes malen terugkeerende stooten altijd slechts weinige seconden.

Deze vreeselijke schuddingen, die slechts een oogenblik duren, maar zóó geweldig zijn, dat zij geheele landen kunnen vervormen en werkelijk vervormd hebben, schijnen zeer diep in het binnenste van de aarde te ontstaan; dit volgt hieruit, dat de aardbevingen zich over groote vlakten gelijktijdig uitstrekken. Er komen, vooral in de nabijheid van vulkanen, ook wel aardbevingen over eene kleinere uitgestrektheid voor, namelijk tot vijfduizend of tienduizend vierkante kilometers beperkt, maar verreweg het menigvuldigst is eene uitgestrektheid van zestig of tweehonderd maal zoo groot.

De aardbevingen in Chili, over eene lengte van 1500 kilometer langs de kust waargenomen, zijn tot op 750 kilometer in zee bespeurd (1100000 vierkante kilometer). Die, welke in 1839 het eiland Martinique verwoestte, werd op de geheele eilandengroep van de groote en kleine Antillen, in Florida en aan alle kusten van de golf van Mexiko, zoowel als op het vaste land van Zuid-Amerika en op de landengte van Panama gevoeld, derhalve over eene vlakte-uitgebreidheid van 7500000 vierkante kilometer. De werkingen van de aardbeving echter, die in 1755 Lissabon verwoestte, strekte zich, volgens de opgaven van een tijdgenoot, den grooten wijsgeer en onderzoeker Kant, over bijna geheel Europa, geheel Noord-Afrika en over den geheelen Atlantischen Oceaan, die tusschen het oude vasteland en de Antillen ligt, derhalve over minstens 40 millioen vierkante kilometer uit. Het is stellig uitgemaakt, dat

behalve geheel Portugal en Spanje, die het hevigste geschud werden, ook Frankrijk, Italië en Zwitserland, geheel Duitschland en daarin vooral Beieren, Bohemen en Thuringen er onder te lijden hadden. De geheele Noord- en Oostzee tot aan Zweden en Finland geraakte in eene hevige golving, zelfs de meren in Zweden en in Schotland werden hevig als door een geweldigen storm bewogen, zonder dat er ergens in die streken een storm had plaats gehad. De samenhang van deze *groote* aardbeving met de aardbevingen in Italië is bijna niet te betwijfelen, doordat de rookzuil, welke de Vesuvius in dien tijd bijna



Aardbeving van Lissabon (1755).

onafgebroken uitstiet, plotseling niet zoo zeer uitbleef, ophield, maar in den krater naar binnen sloeg en daarin werd opgezogen, zoodat men haar zag wegzinken, terugkeeren in den vuurkolk, waaruit zij was opgestegen. Het verschijnsel was te merkwaardig, dan dat het niet tot uur en minuut nauwkeurig zou zijn aangeteekend, en zie, het kwam uit, dat dit nauwkeurig op denzelfden tijd gebeurd was, waarop Lissabon was ten ondergegaan.

In Caïro en Marocco werd de aardbeving op hetzelfde oogenblik ook waar-

genomen. In Marocco werden vele plaatsen geheel verwoest; in den Atlantischen Oceaan ondervonden de Kanarische, de Kaap-Verdische eilanden, de Azoren en Madera de aardbeving zeer sterk, en aan gene zijde, behalve de Antillen ook het vaste land van Noord-Amerika, Boston, New-York, geheel Pennsylvanië en zelfs ver in het binnenste van het vasteland geraakte het water in de Canadasche meren in beweging, zoodat vele schuiten en kleine schepen hierdoor ten onder gingen, daar zij òf omsloegen òf op de kusten geworpen werden.

Als de verwonderlijkste aardbeving, die tevens het duidelijkst aantoonde, hoe ongemeen diep in het binnenste der aarde de zetel van deze demonische krachten verborgen was, kan die van 16 November 1827 vermeld worden, die groote streken lands deed schudden, welke door een afstand van de middellijn der aarde van elkander gescheiden zijn, namelijk de westzijde van Zuid-Amerika en het binnenste van Noord-Azië, — tusschen Peru en Bolivia aan de eene zijde en Ochotzk in Siberië aan de andere zijde, ligt de halve omtrek van de aarde. Nergens over de geheele uitgestrektheid tusschen deze landen, noch in den Stillen Oceaan, noch aan de andere zijde in het oosten van Zuid-Amerika, in den Noord-Atlantischen Oceaan, of in Spanje, Frankrijk, Italië, Oostenrijk en Europeesch Rusland, welke toch, als men langs de oppervlakte gaat op den weg tusschen de beide centraalpunten van de aardbevingen liggen, werd eene schudding waargenomen, die op een samenhang tusschen beide aardbevingen had kunnen wijzen en toch bestond er eene zoo volkomen gelijktijdigheid, dat men niet nalaten kan aan te nemen, dat zij beide denzelfden oorsprong en dezelfde oorzaak moeten gehad hebben. Deze moet dus op eene groote diepte gezocht worden, waarschijnlijk in de eene of andere hevige schudding of opborreling van de gesmolten kern der aarde, die zich naar twee tegenovergestelde richtingen kenbaar maakte, gelijk het eigenlijk ook wel niet anders zijn kan, behalve wanneer de onstuimigheid in het binnenste groot genoeg is, om naar alle zijden te werken. Dit laatste geval zou dan waarschijnlijk eéne nieuwe katastrophe van den aardbol veroorzaken, en wij kunnen volstrekt niet beweren, dat wij op eenigerlei wijze tegen de mogelijkheid van zoo iets beveiligd zijn.

Dat de aarde dergelijke gebeurtenissen over eene zeer groote uitgestrektheid heeft doorstaan, is geheel buiten twijfel; hare tegenwoordige gedaante is een onmiddellijk gevolg van zulke vervormingen. De oorzaken van de vele verschillende katastrophen waren samentrekking van de aardkorst door afkoeling en ten gevolge van deze samentrekking een barsten in alle richtingen en een te voorschijn borrelen van het binnenste, waardoor eene verscheuring van de gestolde buitenvlakte in nog veel sterkere mate moest volgen.

Dat schepen midden op de zee de aardbevingen als zeebevingen bemerken, is reeds vermeld; dat dit soms zoo hevig is, dat schepen lek werden, de masten verloren, verdient zeker, als eene bevestiging van het gezegde, ver-

melding; maar van nog veel grooter belang is de beweging van de zee aan de kusten van door aardbevingen bezochte landen, waardoor bij de vreeselijke schuddingen nog de alles medesleepende overstroomingen komen. Bij de aardbeving van Lissabon was de eb reeds sedert langer dan een uur begonnen en de zee had zich ver teruggetrokken, bovendien woei er een sterke landwind; toch verhief zich de zee snel tot eene zoo vreeselijke hoogte, dat zij tot 13 meter boven het hoogste merk van den vloed steeg. Deze waterberg trad niet slechts met zijne gansche vernielende kracht in de straten van de vernielde stad, daar vreeselijke verwoestingen aanrichtende, maar overstroomde alle kusten van Portugal, die naar het westen gekeerd waren, tot op dezelfde hoogte, en keerde, wat zeker het verschrikkelijkste hierbij was, drie maal terug, altijd bij het teruggaan de beweegbare voorwerpen voor zich heen in de diepte van den Oceaan spoelende en dan nogmaals en nogmaals als eene reusachtige golf naar de kust komende, om weg te spoelen, wat de vorigen nog hadden overgelaten. Zelfs bij Cadix, waar de aardbeving als zoodanig geene schade had aangericht, spoelden de golven, die om het westelijk deel van Kaap Sint Vincent heen stormden, en zich 20 meter boven de hoogte van den vloed verheven hadden, de muren der vesting weg, alsof deze niet uit steen van 10 meter dikte, maar uit kurk waren opgebouwd. De vestingkanonnen van het zwaarste kaliber, op zeer plompe affuiten gelegen, tot voortrollen ongeschikt, werden door den schok van de terugloopende watermassa's naar de zee gespoeld. De zee trad mijlen ver terug en ontblootte het strand zoover als het door de eb nimmer gebeurd was, keerde toen terug, evenals bij Lissabon, maar wellicht nog meer vernielend, nog meer verderfbrengend, geweldiger dan daar, en kwam eerst dagen daarna tot rust. De kanonnen werden later weer opgespoord en opgeheven; verscheidene er van waren meer dan 2000 schreden van hunne oorspronkelijke standplaats verwijderd, maar de landengte, welke Cadix met Spanje verbindt, was vaneengereten, de vesting in een eiland veranderd en zij zelve zou evenals de landengte weggespoeld zijn, wanneer zij niet op een geweldige rots hadde gelegen.

De aanzwelling van de zee strekte zich langs den geheelen Atlantischen Oceaan van de Afrikaansche kust noordwaarts tot aan Schotland uit, werd op alle eilanden van deze zee bespeurd tot op 7 meter hoogte boven den hoogsten stand van den vloed, drong tot aan de groote en kleine Antillen door, en omvatte derhalve minstens de geheele noordelijke helft van den Oceaan. Uit de zuidelijke helft bezitten wij geene wetenschappelijke berichten, zoodat men niet met zekerheid over de uitgestrektheid van den vloed naar die zijde kan spreken.

Negen jaren vóór de groote aardbeving van Lissabon werd Lima en de kuststreek van Peru vernield. Daarbij werkte de zee even verderfelijk als de aardbevingen.

De havenstad van Lima, Callao, had den 28sten October 1746 van de aardbeving weinig geleden, toen plotseling de zee zich 27 meter verhief, over de ongelukkige stad heenstortte en niets van haar overliet, zelfs niet de plaats, waar zij gestaan had, want de terugkeerende vloed rukte ook deze mede weg of zij verzonk door de aardbeving zelve; want de overlevering zegt, dat Callao bij eene rustige zee nog zeer duidelijk te zien is en de kerktorens volkomen goed behouden zijn gebleven, behalve de spitsen, die door diepgaande schepen werden afgestooten; men zegt, dat de haaien zich in de woningen der beambten metterwoon gevestigd hebben.

Dit zijn nu wel fabelen, zooals de levendige phantasie der Spaansche bevolking elk oogenblik uitdenkt, wanneer het er op aankomt, de eene of andere verschrikkelijke gebeurtenis te schilderen, die voor de bewoners aldaar nog altijd niet verschrikkelijk genoeg is; maar de opheffing van de zee, de ondergang van Callao is een feit; de schepen, die in de haven lagen, werden voor zoo verre zij klein waren en aan twee ankers lagen, vastgehouden en onder water getrokken; de grootere verbraken hunne touwen en werden door de golven op het land gezet, vier van hen tot op 7 kilometer afstand aan de andere zijde van de stad, en waren in het eene zoowel als in het andere geval met man en muis vergaan; van de in de zee gezonkene ontging geen enkel zijn lot; de manschappen van die, welke op het land geworpen waren, werden door den schok vermorzeld, evenals de schepen zelf. Toen de ongelukkige bewoners van Lima (uit Callao hadden slechts 15 menschen het leven er af gebracht) tijd hadden ook aan de ellende van anderen te denken, vond men onder de puinhoopen, die eens schepen waren geweest, slechts rottende lijken en eenige uitgeteerden, met vermorselde leden, die aan de lijken knaagden.

Mogen ook al vele van deze berichten voor zeer overdreven gehouden worden, zoo is toch op een bericht van den bekenden natuuronderzoeker Darwin omtrent de aardbeving, die in het jaar 1835 Chili verwoestte, niets af te dingen. Ook hij zag de kusten van het zoo vreeselijk bezochte land over de geheele uitgestrektheid van 1500 kilometer lengte, waarlangs de schepen «Adventure» en «Beagle» voeren, hoog en mijlen ver landwaarts in met stukken bedekt, alsof duizend schepen te gelijk gestrand waren.

Ook de verschrikkelijke aardbeving in Peru van den 13den tot den 19den Augustus 1869 ging met sterke bewegingen der zee gepaard en dat, wat men er in de kuststad Arica van waarnam, wordt a. v. geschilderd. «Dadelijk na den eersten stoot stortte een huis in en ontstonden er breede spleten in den bodem. Toen week plotseling de zee terug en met ontzettende snelheid werden alle schepen uit de golf in zee geslingerd. Enkele minuten later werd het terugwijkende water door een 50 voet hooge golf tegengehouden. Deze kwam statig aanzetten, overstroomde ver de kust en liet de schepen als wrakken op het droge achter. De Engelsche brik «Charnasillo» lag hoog op

het strand, geheel vernield, andere schepen dreven omgekeerd in het water. In Callao was de golf slechts 5, in Casma en Talcahuano in Zuid-Chili slechts 3 meter hoog. In Iquique trok zich de zee 10 meter na den eersten stoot terug. Mexillones, eene kleine havenstad, 150 kilometer ten noorden van Iquique werd op een huis na meegevoerd. Door de stad ontstond een spleet en door het water een soort kanaal van 25 meter lengte».

Zonderling is het, dat deze bewegingen van de zee bijna altijd, nadat er eerst een stoot is waargenomen met een zich *terugtrekken* van het water van de kusten beginnen, waarop dan onmiddellijk de hoog opgeheven golf volgt. 1) Men heeft tal van verklaringen daarvoor trachten te geven en de vraag is gemakkelijk genoeg te beantwoorden, als men zich slechts streng aan de natuurkundige wetten houdt.

Niemand zal gelooven, dat deze schuddingen, opheffingen en inzakkingen van den bodem alleen het land zullen treffen, dat boven den waterspiegel ligt; de opheffingen, die zich over duizenden vierkante kilometers uitstrekken, hebben evenzeer onder den spiegel der zee als boven of terzijde daarvan plaats. Wordt nu een deel van den bodem der zee geheven, dan wordt noodzakelijk ook het water daarboven opgevoerd, en dat, wat zich niet boven de opgeheven plaats, maar daar naast bevindt, moet, wegens den natuurlijken samenhang volgen, derhalve de plaats verlaten, waar het vroeger was, en dus van de kusten terug treden. Geschiedde dit niet, dan moest er tusschen het opgeheven water en het achterblijvende een sleuf, eene spleet ontstaan, overeenkomende met de grootte van de opheffing; doch hiervan kan volgens de bekende verschijnselen van cohesie en adhesie van het water op zich zelf, en van het water in aanraking met vaste lichamen (zeebodem) en in het algemeen volgens de bestaande natuurwetten volstrekt geen sprake zijn.

Het terugtreden van de zee van de kusten is derhalve het gevolg van eene opheffing van den bodem der zee op eenigen afstand van de kust en de hierop volgende golf is een noodzakelijk gevolg van het herstellen van het waterpas van het veranderde niveau en wordt door de zwaarte teweeggebracht.

Ofschoon de vernielende uitwerkingen van eene aardbeving reeds op zich zelve verschrikkelijk zijn, wordt de indruk, dien zij teweegbrengen, toch nog zeer verhoogd door het gedruisch, dat haar begeleidt, en dat eene vreeselijke

1) Onze lezers zullen misschien denken, dat de opgave omtrent de hoogte van den golf wel door de ontsteltenis, welke de dreigende vernietiging veroorzaakt, zeer overdreven zal zijn en niemand zal bij de gebeurtenis bedaard genoeg geweest zijn, om de tegenwerping van eene mogelijke overdrijving van zich af te wijzen. Merkwaardigerwijze bestaat er echter een feit, dat allen twijfel daaromtrent opheft. Bij eene aardbeving verhief zich de zee — wie kan zeggen tot welke hoogte? Maar een Engelsch fregat werd door deze golf over de huizen en torens van de stad heengeschoven en toen op een der laatste gebouwen nedergezet, zoodat het het dak indrukte en bijna onbeschadigd tusschen de muren bleef staan. Deze golf moet zeker meer dan 27 meter hoog geweest zijn.

uitwerking op de zenuwen heeft. Het ratelen van wagens, met ijzeren staven beladen, over hobbelig plaveisel, het dof gerommel van een verwijderden donder, na onregelmatige tusschenpoozen terugkeerende kanonschoten, ontladingen zoo geweldig, alsof kruitmagazijnen ontploffen — dat alles hoort men òf gelijktijdig òf even na en door elkander, en daar nu hiermede het sidderen van den aardbodem en het instorten van huizen gepaard gaat, kan men de angst van het menschelijk gemoed wel begrijpen, dat voelt, hoe de krachten, waarover hij kan beschikken, niets beteekenen ten opzichte van die, welke optreden bij dergelijke natuurtafereelen en hoe hij weerloos aan de demonische krachten is prijs gegeven.

«Müszig sicht er seine Werke
Und bewundernd untergehn.»

(SCHILLER.)

Dit gedruisch, overeenkomende met het gerommel van vele trommels en het bruisen van den woedendsten orkaan, het schrille gekletter van door elkander geworpen kettingen, derhalve overeenkomende met de onderling meest verschillende tonen, plant zich gewoonlijk, evenals de aardbevingen, over zeer groote uitgestrektheden voort en wordt gelijktijdig overal waargenomen, waar het heendringt, wat veroorzaakt wordt doordat het werkelijk een onderaardsch gedruisch is en vloeibare of vaste lichamen het geluid veel sneller geleiden dan de lucht.

Er zijn ook gevallen, waarin het onderaardsch gedruisch *niet* met eene aardbeving gepaard gaat. Zoo geschiedde het, toen in het jaar 1812 na de aardbeving van Caracas de vulkaan op het eiland Sint Vincent zijne uitbarsting begon en tevens hevige aardbevingen werden waargenomen. Men hoorde toen op den 30sten April bijna in de geheele provincie Venezuela over eene vlakteuitgebreidheid van circa 2200 vierkante geografische mijlen een onderaardsch gedonder, zonder eenige beweging en wel op alle punten, zelfs de meest verwijderde bijna even sterk. Te Calabogo, in de steppen, evenals te Caracas, twee plaatsen die op 375 kilometer afstand liggen, beschouwde men het in de eerste ontsteltenis als kanongedonder en nam maatregelen zich tegen den aanrukkenden vijand te verdedigen en toch ligt Sint Vincent, waar de aardbeving plaats greep, van de Rio Apure in de steppen, waar men alleen het onderaardsch gerommel hoorde, in rechte lijn circa 210 uren verwijderd.

Eene geheel overeenkomstige gebeurtenis vond in den nieuweren tijd plaats en wel werden in de jaren 1822 tot 1826 onderaardsche gedruischen, kanonschoten en donderslagen op het eiland Meleda in de Adriatische zee aan de kust van Dalmatië waargenomen. Zij hadden zoo dikwijls plaats, dat men b. v. in den nacht van den 2den op den 3den September 1823 meer dan 100 schoten telde. In den aanvang werd men door de overeenkomst met kanongedonder

zoo bedrogen, dat de bewoners meenden, een zeeslag of een kanonvuur in het naburige Bosnië te hooren; daar echter het gedruisch niet ophield, moest men ten slotte aannemen, dat het onder het eiland (30 kilometer van Ragusa verwijderd) zijnen zetel had, hetgeen door de naburen op het vasteland ten laatste tot zekerheid werd, daar deze het niet hoorden. Ook hier gingen de ontploffingen niet van eene aardbeving vergezeld; eerst nadat zij een jaar en langer hadden geduurd, voelde men eene schudding, die echter aan gebouwen geen nadeel deed en slechts een overhangend rotsblok van den berg Veliki-Grad losrukte.

Toen echter dit gedruisch na verloop van een jaar nog niet ophield, en nu ook het vallen van de rots er bij kwam, vreesden de bewoners van het eiland, dat er een vulkaan zou uitbarsten en verzochten zij de Oostenrijksche regeering om zich naar het vaste land te mogen begeven. Nu werden twee natuuronderzoekers, Frans Riepel en Paul Partsch van Weenen er heen gezonden. Zij leverden een uitvoerig bericht omtrent dit onderwerp en stelden de inwoners, zoowel als de regeering, omtrent het dreigende gevaar gerust, maar het gedruisch hield eerst in 1829 geheel op.

Evenals hier zulke hoorbare verschijnselen zonder aardbeving plaats hadden, zoo zijn er ook omgekeerd aardbevingen zonder gedruisch, maar gewoonlijk gaan beide met elkander gepaard, en de indruk van dit gedruisch is zóó vreeselijk, dat menschen, die het beleefd hebben, niet in staat zijn om den schrik te beschrijven, dien zij gevoelden.

Wat de oorzaken der aardbevingen betreft, zij ontstaan waarschijnlijk op verschillende wijzen.

Wij weten dat eb en vloed hoofdzakelijk veroorzaakt worden door de maan, minder door de zon. De wederkeerige aantrekking van zon, maan en aarde is zoo oud als die hemellichamen zelf en wanneer nu de aarde werkelijk vroeger eens vloeibaar is geweest, wat nu zoo goed als bewezen is, dan moeten de de krachten, die zon en maan uitoefenden, nog veel meer invloed dan nu gehad hebben en zij konden niet zonder invloed op den vorm en de vorming van het geleidelijk afkoelende aardoppervlak blijven. Is het inwendige der aarde ook nu nog vloeibaar, dan moet het ook nu nog aan dergelijke verschijnselen onderworpen zijn en zulk een stijgen en dalen moet dan noodzakelijk veroorzaken, wat wij *aardbevingen* noemen. Dat dit werkelijk het geval is, hebben reeds in de vorige eeuw Balivi en Toaldo aangeduid en verder heeft Perrey door vergelijking van meer dan 5000 aardbevingen aangetoond, dat deze merkwaardige schuddingen der aardschors veel heftiger en menigvuldiger zijn, als zon en maan in een rechte lijn staan, dan wanneer dit niet het geval is; zij zijn sterker, als wij ons in de nabijheid der maan, dan wanneer wij ons er verder af bevinden en zelfs schijnt de hoogte, waarop de maan staat, van invloed te zijn.

Deze betrekkingen van de aardbevingen tot den stand der maan zijn in den

laatsten tijd op grond van een zeer uitgebreid materiaal voor onderzoek door Julius Schmidt en Ferdinand Dieffenbach bevestigd en de meening, die de schrijver zooeven over de oorzaak der aardbevingen heeft uitgespoken, is in den laatsten tijd door R. Falb nog verder uitgebreid en wordt de Falb'sche theorie genoemd.

Het is waar, de zon en maan kunnen, verondersteld dat de aardkern werkelijk nog gloeiend vloeibaar is, slechts in zooverre als oorzaken van aardbevingen gelden, als zij den laatsten stoot er aan geven, als alle andere voorwaarden in het inwendige der aarde reeds vervuld zijn. Want lang niet al de genoemde maanstanden gaan met aardbevingen gepaard en vele aardbevingen komen voor bij andere maanstanden.

Deze voorwaarden zullen wel dezelfde zijn als die, welke de oorzaken zijn van vulkanische uitbarstingen en die vroeger reeds in dit werk uitvoerig zijn uiteengezet.

Volgens deze zouden de aardbevingen het gevolg zijn van ophooping van gassen en dampen van groote spanning, die een uitweg zoeken. Hiervoor pleiten tal van feiten, zoo b. v. dat vaak kort voor of na of gelijktijdig met eene vulkanische uitbarsting aardbevingen plaats hadden, dat vaak aardbevingen in een gebied van vulkanische uitbarstingen op zeer verwijderde plaatsen te gelijk plaats hebben, dat een aardbeving ophoudt, zoo gauw eene vulkanische uitbarsting begint en de opeengehoopte damp- en gasmassa's dus een afvoerkanaal hebben gevonden, dat eindelijk in vulkanische streken vooral dan aardbevingen plaats hebben, als de vulkanen langen tijd hebben gerust.

Toch kan men niet met zekerheid beweren, dat tusschen vulkanische verschijnselen en aardbevingen een noodwendig, als wet uit te drukken verband bestaat; want daar de aardbevingen zeer talrijk zijn, zoo talrijk, dat, zooals Fuchs meent, er geen dag, geen uur zonder aardbeving voorbijgaat, zijn wij niet zeker of die samenhang misschien ook alleen maar schijn is.

Als eene andere oorzaak voor aardbevingen vindt Bunsen het stollingsproces der gloeiend vloeibare massa's in de onderste strook der aardschors, dat door de drukking, zoowel als door de afkoeling wordt bevorderd. Dat door zulke moleculaire veranderingen stooten, heffingen en dalingen, schommelingen in het lichaam der aarde veroorzaakt kunnen worden, is niet te bestrijden. Ook is men gerechtigd de kracht van het water te tellen onder die, welke aardbevingen in het leven roepen. Evenals op het oppervlak der aarde, knaagt het onderaardsche water, hetzij het bronwater, hetzij het in de aarde dringend hemelwater of het door spleten indringende zeewater is, aan de gesteenten; het vernielt ze, slibt ze uit of lost ze op en zulke uitwasschingen moeten instortingen ten gevolge hebben, die als aardstooten of aardbevingen worden waargenomen.

Volger maakt er opmerkzaam op, dat de centra voor vele aardbevingen

in niet-vulkanische streken in oplosbare gesteentelagen liggen; hier kunnen dus door de werkzaamheid van het water holten ontstaan, waarin de aan de aan de bovenzijde gelegen massa's neerstorten. Deze meening omtrent de oorzaak der aardbevingen deelen o. a. Bischof en Mohr en het is niet onwaarschijnlijk, dat zij vooral geldt voor niet vulkanische streken en dat b. v. de 600 aardstooten in de vlakke streek van Groszgerau, van October tot December 1869 waargenomen, hieraan zijn toe te schrijven.

Die geologen, welke, zooals Dücker, Süsz, Hörnes en anderen het ontstaan der gebergten toeschrijven aan zijdelingsche verschuivingen in de aardkorst, zoeken de oorzaak der aardbevingen in *plotselinge verschuivingen in de aardschors*; want er is geen reden, om te onderstellen, dat de verschuivingen, die de gebergten deden ontstaan, zijn opgehouden.

«Wanneer» zegt Dücker, «onze aardkorst uit weekere massa's bestond, dan zouden de verschuivingen steeds geleidelijk en onvoelbaar plaats hebben; daar zij echter voor een groot gedeelte uit harde rotsmassa's bestaat, zal deze verschuiving, nadat de elasticiteitsgrens is overschreden eene plotselinge beweging, die dan met de aardbeving overeenkomt, veroorzaken.»

Hij beroept zich, om deze meening te steunen, daarop, dat bij aardbevingen bijna altijd *zijdelingsche* bewegingen worden waargenomen en dat in landen met vaste, harde rotsmassa's, zooals Griekenland en Italië, de bewegingen van de aardbeving veel meer verwoesting veroorzaken dan in landen, waar weeke massa's veel voorkomen, b. v. in Noord-Duitschland en in ons land.

Of hiermede alle oorzaken opgegeven zijn, kan niet worden uitgemaakt. Geen enkele is in staat alle soorten van aardbevingen te verklaren, maar de eene of andere werkt zeker bij de verschillende schuddingen van den bodem mede.

De Ertsen en hunne Ligplaatsen.

Zijn voor de natuurkundige aardrijkskunde de kalk, de zandsteen, het graniet, het lei van zeer groot belang, de ertsen zijn dit minder. Terwijl de eerstgenoemden de korst der aarde vormen, loopen de laatste er als fijne draden door en zijn met betrekking tot de massa der aarde hoogst waarschijnlijk van veel minder belang dan de paar draadjes garen of zijde, waarmede een gewatteerde jas is doorgenaaid. Daar zij echter voor den mensch van groot belang zijn, dient hier over de ertsen en hun voorkomen het een en ander medegedeeld te worden.

De onmiddellijk voorafgaande afdeeling leert ons, dat er gebeurtenissen zijn, die de vastgeworden aardkorst in verschillende richtingen doen scheuren. Deze rotsspleten noemt de bergwerker, wanneer zij leeg zijn «kloven», wanneer zij met de eene of andere steensoort, welke met die van den berg verschilt in samenstelling, gevuld zijn, «gangen». Het zijn hoofdzakelijk deze gangen, die men als de ligplaatsen der ertsen moet aanmerken, ofschoon zij ook nog als nesten in groote afzonderlijke ruimten, als 't ware als opvullingen van blazen en verder ook in vreemd gesteente hier en daar voorkomen.

De naam «erts» is iets zeer onbepaalds; men noemt een gesteente, dat een honderdste gedeelte van zijn gewicht aan goud bevat, bepaald erts en geeft daaraan zeker den eeretitel *rijk* erts en dit terecht, want een centenaar goud-erts bevat dan een kilo zuiver goud en is dus ongeveer 720 gulden waard. Erts, dat zoo rijk is, vindt men overigen zeer zeldzaam. Niemand zal echter een gesteente, dat nog *veel rijker* aan ijzer, zink of lood is, dat *twee* K.G. lood op een centenaar gesteente bevat, een ijzer-, zink- of looderts noemen; niemand zal het der moeite waard achten het te smelten en er de genoemde metalen

uit te winnen. Het begrip *erts* kan derhalve niet naar de procenten van het metaalgehalte worden vastgesteld.

Zelfs of het al of niet waard is om versmolten te worden, beslist niet; men zegt: *dit erts is de bewerking niet waard*, derhalve noemt men het gesteente, dat metaal bevat, ofschoon het de moeite niet loont, om het daaruit te winnen, toch erts.

Ertsen zijn verbindingen van een metallisch met een *niet* metallisch of een *ander* metallisch element. IJzer vormt met zuurstof zeer verschillende ijzerertsen. Magneetijzersteen is een van deze en evenzeer roodijzersteen. IJzer met zwavel verbonden geeft een ander ijzererts, het kies, ijzerkies, zwavelkies; met zuurstof en phosphorus vormt dit metaal het zoogenaamde oer of moerasijzererts. Maar ook wanneer het ijzer met nikkel (ook een metaal) verbonden voorkomt, zooals in Noord-Amerika, en verder in meteoorijzer, noemt men het erts. Kwik met zwavel verbonden heet Cinnaber en dit is het beste kwikerts, ofschoon het metaal ook vrij algemeen gedegen voorkomt en dan *onvererts* genoemd wordt. Loodglans is zoowel een lood- als een zilvererts; dit mineraal is uit zwavel en de beide genoemde metalen samengesteld.

In zulke, honderdvoudig verschillende vormen, treft men de metalen in geheele gebergten of ver uitgestrekte lagen, zooals b. v. het calcium-metaal in kalk of gips (natuurlijk marmer, liaskalk en krijt daaronder begrepen) of zooals het aluminiummetaal in klei of kryolith, verspreid; de meeste andere, met uitzondering van de alkalien (in dit opzicht zou men steenzout een erts van natrium kunnen noemen) vormen nimmer gebergten, bergen, uitgebreide lagen, maar altijd slechts aanvulligen van spleten in die gebergten. Zij zijn derhalve, zooals reeds is opgemerkt, voor de leer van het lichaam der aarde van ondergeschikt belang, maar daarentegen voor den mensch van het uiterste gewicht, daar de voortgaande beschaving met de bewerking van de ertsen tot metalen en verder van de metalen zelf ten nauwste verbonden is.

Het voorkomen van de metalen in gedegen toestand, wat bij de edele metalen meestal, bij de niet-edele slechts bij uitzondering het geval is of in den vorm van ertsen, wat bij de niet-edele metalen regel is, is zeer verschillend; toch kan het altijd tot *een* der volgende 4 gevallen teruggebracht worden; alle ertsen komen voor in *gangen*, *beddingen*, *klompen* of *verspreid door het gesteente* (impregnaties).

Ertsgangen.

Het meest gewone geval is het voorkomen der ertsen in gangen.

Wij hebben reeds dikwijls van de vormveranderingen gesproken, die de aarde ondergaan heeft; bij deze zijn bergen opgeheven en dalen dieper gemaakt.

Omgekeerd zijn er ook bergen effen en dalen vlak gemaakt, opgevuld; het is duidelijk, dat door deze gebeurtenissen in tal van gevallen spleten, kloven, afgronden van verschillende breedte en lengte zijn ontstaan. Hier worden de ertsen het menigvuldigst aangetroffen.

Het ontstaan van dergelijke spleten is zeer gemakkelijk aan te wijzen; hoe zij gevuld zijn, zou moeielijker gezegd kunnen worden. Wij zien in bovenstaande teekening de tertiairformatie, welke het overigens vlakke land tusschen



Spleten en kloven.

Londen en Hampshire vormt, met spleten en kloven voorzien, en deze kunnen wel niet anders zijn ontstaan, dan doordat deze evenwijdige zandsteen- en kalklagen, die een dikte van een paar honderd meters hebben, door eene

opzwelling van het inwendige der aarde opgeheven zijn. De gesteenten zijn vast, zij kunnen zich niet meer buigen, en ook niet, in het midden opgeheven, aan weerszijden vrij in de lucht blijven zweven als een balk, die men ergens ondersteunt; derhalve moesten zij breken en deze uitkomst doet de voorgaande schets zien.

Dergelijke spleten worden na verloop van duizendtallen van jaren van zelf door stoffen, die door het water losgespoeld zijn, van boven af gevuld; zand, klei, stof, gruis van het aanwezige oorspronkelijke gesteente maken de scheuren langzamerhand dicht. Ertsen zal men in dergelijke spleten zelden vinden, meermalen overblijfselen van dieren, die verongelukt, wellicht zeer spoedig overdekt en zoo doende voor vergaan bewaard gebleven zijn.

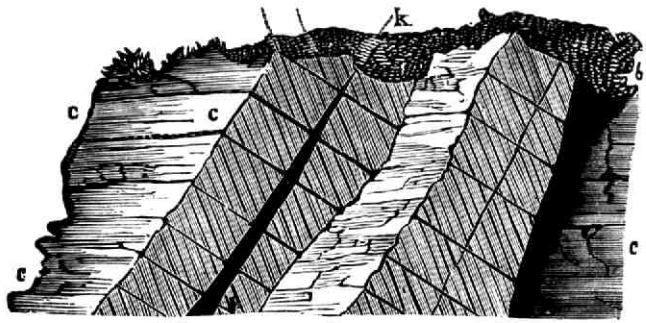
Toch gold op het einde van de vorige eeuw juist deze meening algemeen, tot Werner, een zeer verdienstelijk mineraloog en natuurkundige, in de verwarde begrippen van vroegere onderzoekers, zoowel als van zijne tijdgenooten, op dit gebied licht en orde bracht. Het geheele gebouw van de geognosie en geologie, of de kennis van de vorming der aarde, heeft aan hem zijn ontstaan te danken, en wat hieromtrent door Franschen en Engelschen gevonden werd, is eerst mogelijk geworden, nadat Werner's geest leven in het gebouw gebracht had. Hij is de Atlas, waarop het heelal der geologie steunt. Meer dan anderen hebben Duitschers en Zweden zelfstandig vorderingen gemaakt, ofschoon niet ontkend mag worden, dat ook zij de uitkomsten, waartoe de zoo praktische Werner, die louter van natuurbeschouwing uitging, geraakte, als uitgangspunt voor alle nieuwere theoriën namen; maar zij zijn zelfstandig voortgegaan en hebben zich niet slaafs aan datgene gehouden, wat de meester had opgesteld en evenmin hebben zij zich aan ijdele bespiegelingen overgegeven, zooals b. v. Elie de Beaumont, die hersenschimmen en drogredenen voor waarheden en feiten uitgaf.

Gangen noemt de mijnwerker spleten, met andere zelfstandigheden opgevuld dan met het gesteente, waarin deze spleten zich bevinden; *ertsgangen* noemt hij ze, wanneer zij metallieke schatten bevatten. Dat deze spleten tot gangen geworden zijn, valt niet te betwijfelen, maar het *hoe* is eene nog altijd onopgeloste vraag. Ofschoon zulk een groot mineraloog als Werner, langen tijd beweerde en meende bewezen te hebben, dat de opvulling van boven af d. i. door afzetting en oplossing had plaats gegrepen, zoo is toch het bewijs niet werkelijk geleverd, en het blijft in dat geval steeds onverklaarbaar, vanwaar het metaal gekomen is, dat op de oppervlakte van de aarde in het geheel niet gevonden wordt. Dat de gangen niet op *eene* bepaalde en overal op dezelfde wijze gevuld werden, is daarentegen eene uitgemaakte zaak. Men kan met zekerheid aantoonen, dat de oorzaken verschillend geweest zijn en wellicht zal de verdere nasporing daarvan ons nader tot de einduitkomst brengen dan het eigenzinnig vasthouden aan eene eenmaal opgevatte meening. Het is hiermede juist zoo gesteld als met den strijd van de Neptunisten en

Vulkanisten over het ontstaan van de aarde, of liever over de vorming van hare oppervlakte. Zoolang de onderzoekers in twee vijandelijke legers gescheiden waren, kwam men tot geene juiste voorstellingen; doch van het oogenblik af, dat zij hunne eigenzinnigheid opgaven en de Vulkanisten toestemden, dat de Neptunisten in dit of dat geval gelijk hadden en de Neptunisten evenzoo handelden met de Vulkanisten, vielen alle moeielijkheden weg — men zag nu duidelijk in, dat deze of die vormingen uit rivier- of zeewater waren ontstaan, gene uit eene gloeiende vloeistof en eindelijk was weder de oorsprong van andere wel neptunisch, maar zij waren plutonisch, dat is door sterke verhitting of misschien door smelting veranderd.

Iets dergelijks doet zich ook hier voor: *niet* op *eene* wijze zijn alle spleten gevuld, maar elk op zijne eigene wijze.

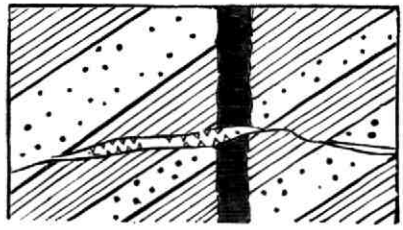
Indien wij tot eene eenigszins heldere, aanschouwelijke voorstelling willen geraken, zoo moeten wij eerst het ontstaan van de spleten nagaan. De figuur op bladzijde 552 vertoont ons eene geheele reeks spleten, ontstaan door opheffing van den ondergrond. Op deze wijze vertoonen de spleten zich echter slechts nu en dan, gewoonlijk treft men niet vele, maar slechts enkele scheuren in een berg aan. Vele er van zijn aan de oppervlakte zichtbaar en worden



Bergspleten. Gangen.

naar onder voortdurend nauwer; andere worden omgekeerd naar onderen wijder en bereiken de oppervlakte òf in het geheel niet, òf slechts zóó, dat zij aan die zijde niet toegankelijk zijn, zooals *k* in onderstaande teekening, die den zechsteen *c c* met twee, er door heen loopende gangen voorstelt, waarvan de eene naar de oppervlakte van de aarde gesloten is, terwijl de andere *b* daarentegen naar boven wijder wordt. Al neemt men ook het vullen van de spleet met ganggesteente (zoo noemt men den mineraalinhoud van de spleet) van boven af voor de laatste aan, voor de eerste is dit bijna onmogelijk; maar nog duidelijker blijkt de onmogelijkheid daarvan, als de spleten òf werkelijk niet tot aan de oppervlakte reiken, òf wanneer zij niet

in eene richting loopen, die tot de vertikale nadert, maar bijna of volkomen horizontaal liggen, zooals b. v. de gang, die met kwarts gevuld is, welke door eene dikke laag van gneis heen loopt, nadat deze vooraf vertikaal gespleten en met groensteen gevuld was. De kwartsgang wordt wijder en dan weder nauwer, zooals dit zeer dikwijls plaats heeft, doorboort beide steensoorten, zonder hierin door de zeer verschillende vastheid van deze gehinderd te worden. Hier kan nu van een vullen van boven af in het geheel



Horizontale gang.

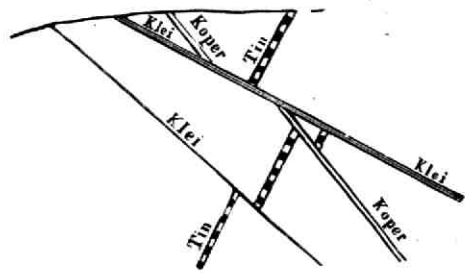
geen sprake zijn; ook ligt de gang niet zoo dicht bij de oppervlakte, als de nevensgaande figuur dit vertoont en deze figuur is geene phantasie-teekening, maar zoo is het werkelijk aan het Tronstadstrand, niet ver van Christiania.

Indien nu ook al de figuur op blz. 552 ons doet zien, dat een groot aantal waaiervormig geplaatste gangen gelijktijdig door opheffing van den ondergrond kan ontstaan, zoo komt toch in de andere gevallen, die hiertoe behooren, zulk eene gelijktijdige scheiding van het gesteente niet voor, en het wordt bij een nauwkeuriger onderzoek van het beloop der gangen ontwijfelbaar, dat de spleten door aardbevingen op zeer verschillende tijden ontstaan zijn.

Stel, wij troffen een gang in verschillende soorten van gesteenten aan, die, wat zijn metaalbestanddeel betreft, tin bevat; stel verder, dat deze plotseling ophoudt en eenige meters dieper weder volkomen van dezelfde breedte en met hetzelfde gesteente gevuld, en door dezelfde bergsoort loopende, wordt aangetroffen, zoo hebben wij volkomen recht om te zeggen, de tinertsgang is op het een of andere oogenblik ontstaan, is vervolgens met ertsen en gesteenten gevuld en, nadat dit over zijne geheele uitgestrektheid had plaats gegrepen, is hij door eene nieuwe omstandigheid, overeenkomstig met die, welke hem eerst maakte, verschoven. Het komt zeer dikwijls voor, dat de verschuiving van dezen eenen gang zelf tot een gang geworden is. Daar dit echter veel later heeft plaats gehad, is de oorzaak van het ontstaan der spleet in beide gevallen wel dezelfde, maar die van het *vullen* van de spleet in het geheel niet, en zoo zien wij dan ook de spleet, die bij de verplaatsing ont-

stond, met eene andere stof gevuld. Zulk eene verplaatsing kan zich meermalen herhalen: onderstaande figuur, die de doorsnede van een mijn te Redruth in het Engelsche graafschap Cornwallis doet zien, toont zulk eene herhaling.

De oudste gang is hier die, welke tin bevat; hij is drie malen gebroken; eerst door eene spleet, die hem kruist en die hem zoowel gescheiden als op zijde gedrongen heeft; deze spleet is met koper gevuld. Vervolgens is door dezen tweeden gang en den eersten eene derde spleet onstaan, die met klei gevuld is. De kopergang, die tot dusverre doorliep, dus een geheel uitmaakte, is door deze nieuwe omstandigheid ook gedeeld, maar dit is nog niet alles; op eene groote diepte zien wij een fijne streep den tingang doorsnijden. Dit



Verschovene gangen.

is ook eene spleet evenals de andere, doch slechts van geringere dikte, maar ten opzichte van den tingang heeft zij dezelfde werking uitgeoefend, deze heeft zij namelijk nogmaals verschoven.

Evenals hier de spleten op verschillende tijden ontstonden, zoo werden zij ook op geheel verschillende wijzen gevuld, in gangen veranderd. Men zou die gangen, die in denzelfden tijd ontstaan zijn, gangstelsels kunnen noemen, en ze hierdoor van andere gangstelsels kunnen onderscheiden; gangstelsels of ook wel gangformatiën noemt men ook de van elkaar afwijkende spleten. Daarvan zijn er in het Ertsgebergte zeer duidelijk zes te onderscheiden, terwijl het Hartsgebergte er acht heeft; althans de mijnwerkers meenen er zooveel gevonden te hebben, die tot de onderstelling leiden van even zoo vele geweldige aardbevingen.

Dat het de laatstgenoemde gebeurtenissen zijn, die de spleten geopend hebben, lijdt geen twijfel, men vindt in alle gangen brokken van het gesteente van die rots- of bergsoort, waarin de spleet ontstaan is, en men vindt de vlakken,

die tegenover elkaar liggen, geheel op overeenkomstige wijze gevormd. Is de spleet geene bloote scheur, maar te gelijker tijd eene verschuiving, zoo is dit woord *tegenover* wel niet letterlijk op te vatten, maar, zoo men aan het hangende een uitstekend gedeelte vindt, dan zal zich niet ver van daar in het liggende eene verdieping vertoonen, die blijkbaar bij dat uitstekende, die verhooging, behoort.

Dit voorkomen van in elkaar passende vormen, wijst op een zeer rustig verloop van de splijting en de verschuiving; maar naarmate de massa in den gang grooter en de vlakken van de spleet effener en gladder zijn, moet de beweging, waardoor de scheiding werd tot stand gebracht, te levendiger geweest zijn. Geheel overeenkomstige verschijnselen heeft men aan muren van huizen waargenomen, die door eene aardbeving gespleten maar niet omvergeworpen waren. Bij zulke muren heeft men trillingen waargenomen, die verscheidene minuten duurden en later gevonden dat zij van boven tot onder loodrecht gespleten waren en dat zoowel de spleet met eene meelachtig stof gevuld was, als dat aan het ondereinde van de scheur, de grond geheel met een hoopje fijn meel bedekt was, dat door de beweging uit de spleet gedrongen was.

Wat hier in het klein door een geologisch verschijnsel werd teweeggebracht, wat eene stad in puin veranderde, is in de gebergten door geweldige, zich over een grooten afstand uitstrekkende schuddingen en verschuivingen geschied, waardoor bergen spleten en mijlen lange afgronden zich openden. Daaraan zijn dan ook de vulkanische streken van de aarde, zooals b. v. de Andes in Zuid-Amerika, zoo buitengewoon rijk.

Hoe de spleten met Ertsen gevuld worden.

Is, zooals wij gezien hebben, de oorzaak der spleetvorming altijd dezelfde, het vullen van de spleten tot gangen is dit in 't geheel niet. Zij zijn lang niet altijd met ertsen, maar veelal met kristallijne mineralen gevuld en worden mineraalgangen genoemd. Men vindt gangen, die geheel regelmatig gevuld zijn, andere, waarin het gesteente zeer onregelmatig afwisselt; reeds dit wijst op eene zeer verschillende oorzaak van het vullen. De beide wanden der spleet die tot een gang opgevuld is, noemt men de *ertswanden* (Saalbänder) van den gang. Is de opvulling symmetrisch, dan hebben beide ertswanden dezelfde bedekking, b. v. kwarts; op dit kwarts zit op beide zijden, dus zoowel op het liggende als op het hangende, vloeispaath, daaraan grenst aan beide zijden zwavelkies, dit is wederom met vloeispaath en dit laatste weder met zwavelkies bekleed, zoodat aan elken wand van den gang vijf verschillende lagen liggen, die in een en dezelfde volgorde op elkander volgen. Gewoonlijk komt nu nog in het midden eene bijzondere massa, die den gang geheel opvult, b. v. kalkspaath; evenwel moet men nu niet meenen, dat het juist de genoemde steensoorten en juist elf dergelijke lagen moeten zijn, niet zelden zijn er dubbel of half zooveel; het getal is geheel toevallig en de mineralen zijn zeer verschillend, maar altijd aan beide zijden gelijk.

Het is zeer duidelijk, dat de oorzaak van deze regelmatig gerangschikte vulling van den gang eene geheel andere geweest moet zijn, dan de zoogenaamde brecciënachtige, die het spheren-gesteente levert. Dit laatste bestaat namelijk uit brokken gesteente van de ertswanden, van de wanden van den gang, die, oorspronkelijk door mechanische krachten losgescheurd, tegen

elkaar rondgeslepen, althans aan de einden afgestompt, later door ander gesteente kristallijn ingesloten werden. Daar de steenkernen rondachtig zijn, noemt men de geheele massa *Spheren-gesteente*.

Die omhullingen, zoowel als die symmetrische afzettingen aan beide wanden van de gangen, meent men hierdoor te kunnen verklaren, dat de aanwezige minerale stoffen, in warm water opgelost, door bronnen daarheen gevoerd en vervolgens uit de oplossingen gekristalleerd zijn. Wel is waar schijnt het moeielijk te begrijpen, hoe kwarts, vloeispaath en blende in water opgelost konden zijn; maar men moet niet vergeten, dat de temperaturen op grootere diepte, zoowel door de drukking van den dampkring, als door de grootere nabijheid van het sterker verhitte inwendige van de aarde, stijgen en dat daar ongetwijfeld water van drie of vierhonderd graden boven nul voorkomt, dat stellig een veel grooter oplossend vermogen bezit dan het water aan de oppervlakte van de aarde, dat bij honderd graden kookt.

Daar de proefnemingen hoogst gevaarlijk zijn, omdat de dampen, die zich ontwikkelen, zulke groote spanningen bezitten, dat alle toestellen, door den mensch vervaardigd, uit elkaar springen, zoo is er omtrent het oplossend vermogen van water bij zulke temperaturen nog niet veel bekend. Doch de natuur behoeft voor zoo iets niet bang te zijn, haar laboratorium springt niet uiteen; het krijgt bij zulke kleine ontploffingen, waardoor een twintigtal steden tot puin en een honderdduizendtal menschen het leven verliezen, hoogstens hier en daar een kleine scheur van 400 kilometer lengte en 10 of 20 meters breedte, en wanneer nu kokend (wel te verstaan, bij 400 graden kokend) water deze spleet voor 100,000 jaren vulde en zijn inhoud, ten gevolge van bekoeling, zich aan beide zijden van de spleet kristallijn afzette en een paar honderd of een paar duizend jaren later eene andere oplossing dezelfde spleet vulde en haren inhoud op het vroeger afgezette gesteente nederzette, zoo is hiermede het regelmatig aanvullen van den gang volkomen verklaard en het schijnt bijna alsof er geene andere verklaring denkbaar zou zijn en dat deze de eenige juiste is, en werkelijk is zij dit op het tegenwoordig standpunt van onze wetenschap ongetwijfeld — maar of er niet eenmaal een tijd zal komen, waarin men zich over onze bekrompenheid vroolijk zal maken, zooals wij dit doen over de aanhangers van S t a h l's phlogiston-theorie, zie, dat is eene andere vraag.

Ook het kristallijne omkleedsel van het spherisch gewreven en gerolde gesteente moeten wij als een gevolg van dezelfde oorzaak beschouwen, ook zelfs als het uit zuiver bergkristal bestaat. Wij weten, dat kwarts oplosbaar is in bijtende kali en natron, dit bewijst ons het zoogenaamde waterglas, dat men voor technisch gebruik kunstmatig bereidt; maar kwarts is ook zonder behulp van een alkali oplosbaar, dit zien wij aan de kiezelbevattende bronnen, waarvan de meest bekende en grootste op IJsland voorkomt, en onder den naam G e y s e r bekend is, dit zien wij verder aan verkiezeld hout en eindelijk aan

den vuursteen, die uit de kiezelpantsers van kleine schaaldieren bestaat, welke door eene kiezelmassa, welke vroeger vloeibaar geweest is, aaneengehecht zijn.

Derhalve kan men aan de *mogelijkheid* van het vullen dezer gangen op deze wijze niet meer twijfelen.

Wij zien nog een ander proces zich dagelijks en voortdurend herhalen, namelijk dat van het opvullen van spleten of holten door bestanddeelen van het gesteente, dat hen omgeeft; wij zien de druipsteenholen, oorspronkelijk ledige ruimten, zich aan de wanden met kalk bedekken; van deze bedekkende lagen zien wij kalk in kegelvormige massa's nederdalen en onder die kegels zien wij overeenkomstige loodrechte massa's ontstaan, die de bovenste te gemoet groeien, totdat beide elkaar trapsgewijze naderen, zich vereenigen en te zamen eene zuil vormen.

Het proces is zoo duidelijk, dat men er eeuwen geleden geene andere verklaring voor had, dan die thans geldt.

Boven de holte is het gesteente kalk of het bevat kalk als bindmiddel van andere delfstoffen; het regenwater, dat doorsijpelt, lost een gedeelte van deze kalk op, komt hiermede als druppels uit de steenmassa te voorschijn en laat hier na verdamping een gedeelte van de opgeloste zelfstandigheid achter en bekleedt de bovenlaag hiermede of loopt langs de zijden neer en versiert deze met het schoonste gesteente, waaruit de Italianen vazen, schoorsteenranden, standbeelden en platen voor tafels en vensterramen maken, daar het zeer gemakkelijk te bewerken is en zich zeer schoon laat politoeren: de zachte, marmerachtige, zeer schoon gekleurde, geaderde kalk, onder den naam van Travertin bekend, die in de nabijheid van Tivoli geheele bergen vormt, is uit het zeer kalkrijke water van den Teverone (ook wel Anio geheeten) ontstaan.

Zooals hier de kalk, kan op andere plaatsen de klei opgelost worden en de wanden van een hol of eene spleet met lei bekleeden, of de klei kan een kristallijnen vorm aannemen, en dan vormt ze edelgesteenten, robijnen en dergelijke. Het is zeker, dat, gelijk men in het gesteente boven de druipsteenholen kalk vindt, ook iets dergelijks in het gesteente het geval is, waarin de spleten zich bevinden. Deze zijn zelfs niet zelden volkomen op dezelfde wijze als de druipsteenholen gevuld; men vindt namelijk de stof voor het ganggesteente in de bergsoort, die den gang omgeeft, maar het is evenzeer waar, dat niet zelden het tegenovergestelde geval plaats grijpt, dat men namelijk het materiaal voor het ganggesteente *niet* in de omgeving vindt.

Dit zal zeker niemand verwonderen; de gevallen zijn te talrijk, dan dat zij alle gelijk zouden kunnen zijn; het was juist een gebrek in vroeger tijden, dat men alles over eene kam wilde scheren. W e r n e r stelde de descensie-theorie (verklaring door afdaling) op, alle gangen zouden van boven af gevuld zijn, — een andere persoon, die zich met de studie van bergen bezig hield

stelde de lateraalsecretie-theorie (zijdelingsche afscheiding) op, de bekleeding namelijk van de spleten door de opgeloste stoffen van het gesteente, evenals bij de druipsteenholen; beide kan men toepassen in sommige gevallen, maar even goed zijn er gevallen bekend, waarop de beide verklaringen in het geheel *niet* passen. Nu werd er eene derde, eene vierde en eene vijfde zoogenaamde theorie opgesteld, die intusschen even zwak bleken te zijn als beide genoemde, want evenmin als deze waren zij voor alle gevallen voldoende, doch de *fout* lag juist hierin, *dat men daarnaar zocht!* Zoodra men deze volstrekt onmogelijke voorwaarde laat vallen, heeft elk dezer theoriën op zich volkomen recht van bestaan; de toedracht der zaak is soms juist, als daarin wordt uitgesproken, *doch niet overal.*

Dan tracht men weer een andere wijze van verklaring te vinden. Men laat de metalen verdampen en de damp van deze, zoowel als van andere volstrekt onoplosbare mineralen, uit het gesmolten binnenste der aarde in de spleten dringen, zich daarin afzetten, en kristallijn neerslaan of sublimeeren. Dit is een zeer belangrijk punt geworden, want vele metalen koken of verdampen werkelijk; lood zet zich metallisch aan de wanden van de hut af, waarin de drijfhaard staat, waarop loodglit gemaakt wordt, het wordt door de ongelukkige arbeiders ingeademd en veroorzaakt de verschrikkelijke loodkoliek, eene ziekte, welke altijd den dood tengevolge heeft.

Ook kwik verdampt, zelfs zonder te koken; de werklieden in de kwikmijnen in Idria weten dit zeer goed, zij sterven allen in den loop van het tweede jaar, dat zij er in werken; ieder van hen is echter zoo dwaas, te meenen, dat het hem niet zooveel schaden zal als een ander.

Al de gemakkelijk smeltbare metalen kunnen verdampen; zilver, goud, platina niet zoo gemakkelijk, ijzer en koper nauwelijks merkbaar; voor deze is de bewering, dat de gangen door de dampen der mineralen gevuld zouden zijn, reeds minder bruikbaar. Wel is waar kan men aantoonen, dat ook goud aan de kook gebracht kan worden; want Tschirnhausen heeft dit in het brandpunt van zijn brandspiegel gedaan en bewezen, dat er verdamping plaats had, doordat hij een zilveren muntstuk in den gouddamp bracht, waarbij dit geel gekleurd, verguld werd. Dat in de aarde zulk een hooge temperatuur heerscht, als een spiegel van een meter middellijn voortbrengt, is slechts eene hypothese; maar goud verdampt ook zonder dat het aan zulk eene hooge temperatuur is blootgesteld, want wij zien boven den kroes, waarin zich gesmolten goud bevindt, de vlam *groen* gekleurd, hetgeen alleen aan vervluchtiging van het goud kan toegeschreven worden, maar men kan een kroes met goud 24 uren lang in gesmolten toestand houden, terwijl de vlam boven den kroes voortdurend groen gekleurd is en toch als het goud dan gewogen wordt, kan men niet het geringste spoor van gewichtsverlies ontdekken — wat derhalve in damp overging, was al zeer weinig.

Wij zien, dat hier weder eene gaping is; wellicht wordt deze door eene

vierde theorie aangevuld, de ascensie-theorie, die wij reeds bij de symmetrische opvulling der gangen beschouwd hebben. Wel is ook zij niet volkomen toereikend, als wij er niet bij aannemen, dat het water, dat gebruikt wordt, ook het eene of andere zuur bevatte, dat als oplossingsmiddel voor de betrokken stof diende, want *vele* van deze zijn in *zuiver* water geheel *onoplosbaar*.

Deze theorie heeft zelfs zeer veel waarschijnlijks; wij moeten er eigenlijk ook de descensie- en de lateraal-secretietheorie toe rekenen, zoodat dan ook een onzer grootste geognosten, B. v. Cotta, aan haar het ontstaan van bijna alle ertslagen toeschrijft. Hij zegt daaromtrent het volgende: «Het plaatselijk afzetten van metaalbevattende stoffen is onder alle omstandigheden een gevolg van voorafgaande oplossing en beweging en daarnavolgende kristallisatie of afzetting der deelen in de eene of andere ruimte. Het oplossingsmiddel schijnt in de meeste gevallen water, verbonden met het een of andere zuur of met een andere, oplosbaar makende stof, veel zeldzamer warmte, waardoor smelting of verdamping en dan stolling of sublimatie plaats greep.»

Het afzetten uit de oplossing, het uitscheiden in kristallen had op verschillende wijzen plaats, hetzij door afkoeling, hetzij door verdamping of door vermindering van het oplossingsmiddel tengevolge daarvan, dat het nieuwe verbindingen aanging, waarbij natuurlijk de aard en samenstelling van het omgevende gesteente eene zeer groote beteekenis had.

Scheidden zich de metalen uit zulk eene oplossing in groote meren of zeeën af, dan ontstonden er *ertsbeddingen*, had het in kloven plaats, dan verschenen er *ertsgangen*, in holten *ertsklompen* en in poreuze gesteenten *ertsimpregnaties*. Het spreekt van zelf, dat ook deze verschillende soorten van afzettingen tegelijk plaats konden hebben, dat er tegelijkertijd gangen, beddingen, klompen en impregnaties van metaal konden ontstaan, zooals dit b. v. vaak bij de loodertsafzettingen het geval was.

Over de algemeene vorming der ertsen is hier niet veel meer bij te voegen, terwijl in ieder bijzonder geval het ontstaan afzonderlijk verklaard moet worden, want bijna nooit komen op twee verschillende plaatsen ertsen voor, die zich geheel op dezelfde wijze hebben afgezet, maar steeds waren er omstandigheden werkzaam, die de gevallen meer of minder van elkaar deden afwijken. Dit zouden wij met tal van voorbeelden kunnen aantoonen, maar het zou hier te ver voeren; uit het bovenstaande is althans duidelijk geworden, dat de gangen op de meest verschillende wijzen zijn opgevuld geworden.

Ouderdom der Ertsgangen.

Het schijnt derhalve, dat, al mogen deze opvullingen ook vóór millioenen jaren begonnen zijn, zij toch niet sedert millioenen jaren opgehouden hebben; dat zij niet tot eene korte tijdruimte beperkt zijn geweest, maar de uitkomsten zijn van eene langdurige werkzaamheid van het lichaam der aarde, en dat zij waarschijnlijk nog voortduren. Ongetwijfeld is dit met het opvullen van holen door druipsteen het geval en evenzeer met lavaächtige gesteenten, zoodat wij nu reeds twee van de machtigste werkingen, afscheiding uit het nevengesteente en invloeiing voor ons hebben. De afzetting uit de mineraalwateren van rijke bronnen behoort ook onbetwistbaar tot den tegenwoordigen tijd, van de omkorste bloemen van Carlsbad af tot de Confetti di Tivoli van den Teveron en de bouwsteenen van Huan Caveliera in Peru toe.

Daar de vulkanen ons nu toonen, hoe het er in het binnenste van de aarde uitziet, daar zij het gesmolten gesteente tot over den top der bergen, die de trechters bevatten, laten uitvloeien, zoo mag men als zeker aannemen, dat invloeiing van gloeiend vloeibare zelfstandigheden uit het binneniste der aarde in de aderen en sprongen van het gesteente nog evenzeer voortduurt, als het ontstaan van de druipsteen-holen.

Overigens schijnen deze processen, die tegenwoordig nog voortduren, vóór oneindig lange tijdruimten begonnen te zijn, daar het den opmerkzamen mineraloog blijkt, dat de gangen met edel en onedel gesteente gevuld, des te menigvuldiger worden, naarmate het gesteente van den berg ouder is. Daarmede is tegelijk bewezen, dat de ertsgangen zich op zeer verschillende tijden hebben gevormd en dat niet een bepaald erts steeds op denzelfden tijd ont-

staan is. Integendeel vindt men in zeer verschillende tijden dezelfde en in gelijke tijden verschillende ertsvormingen.

Evenmin als bij de gesteenten mag men bij de ertsen eene naar hunnen ouderdom steeds gelijke samenstelling aannemen en de onderstelling van zoogenaamde metaaltijdperken, de veronderstelling, dat zich alleen in bepaalde tijdperken een bepaald erts heeft gevormd is gebleken geheel onjuist te zijn. Men hield de het hoogst liggende en gemakkelijkst toegankelijke ertsen verkeerdelijk ook voor de jongste en beging daardoor de groote fout, *verschillen in de hoogte van afzetting* te verwarren met verschillen in ouderdom. Dit zal straks door sprekende bewijzen aangetoond worden.

Het is uitgemaakt, dat ertsgangen slechts dáár gevonden worden, waar de oorspronkelijke ligging der gesteenten gestoord is, derhalve in gebergten, waar de aardlaag door inwendige krachten is opgeheven. Een schacht in eene vlakte te graven, om erts te vinden, is nog geen mijnwerker in den zin gekomen; dáár, in de vlakte, liggen de lagen regelmatig onafgebroken; dáár zijn geene kloven en spleten ontstaan, daar is nog niets, wat aangevuld kan worden, derhalve zijn daar ook geene gangen, ook al daalt men tot de oudste steenmassa's af, die men natuurlijk op voldoende diepte wel zou aantreffen, omdat zij over de geheele aarde zijn uitgespreid. Wel is waar vindt men ook daar mijnen, maar daarin vindt men alleen stoffen, welke zich hier afgezet kunnen hebben, n.l. kool en zout. Het is *belachelijk*, wanneer de Zuid-Duitschers zich vroolijk maken over de rotskelders in de Noord-Duitsche vlakte, het bewijst, dat zij van de physische gesteldheid der aarde volstrekt geen begrip hebben. Rotsgesteente is overal op de geheele planeet aanwezig, het is zelfs de bodem van de zand-, klei- en humuslagen, die er op nedergeslagen, afgezet zijn. Rotsen vindt men 3 of 30 meter diep overal onder deze bezonken lagen, of ook wel onmiddellijk aan de oppervlakte zonder eenige bedekking, zooals er in de Sahara duizenden vierkante kilometers zijn, zonder iets anders dan een weinig stof er op, maar ertsaderen, die het bewerken waard zijn, vindt men in dit rotsgesteente van de vlakte niet.

Ertsklompen. Ertsimpregnaties. Ertsbeddingen.

Waar het erts niet in aderen, in lang uitgestrekte spleten, die met ganggesteente gevuld zijn, maar in onregelmatige brokken voorkomt, spreekt men van een *ertsklomp* en wel al naar de richting, waarin hij zich uitstrekt, van een *liggenden* of van een *staanden*. Die benaming hangt eenvoudig af van zijne richting ten opzichte van den horizon. Staand noemt men zulke blokken, wier langste afmeting vrijwel vertikaal is; liggend heeten die, bij welke de grootste lengte-uitgestrektheid eene meer horizontale richting heeft; maar er schijnt tevens een zeer wezenlijk verschil in de wijze van vulling te hebben bestaan. De liggende klompen, onregelmatig gevormde holten van de grootte van een houtmijt tot den totaalinhoud van verscheidene groote huizen, maar rondom door het gesteente van het gebergte ingesloten, bevatten de ertsen of gedegen metalen ingesloten in gesteente, dat blijkbaar zijn oorsprong aan water te danken heeft; zoo vindt men in schelpkalk of in den kolenkalksteen ijzerglans, galmei, loodglans enz. Hoe deze klompen daar zijn ontstaan, hebben wij boven reeds gezien. De wijze van ontstaan van de staande klompen moet echter anders geweest zijn.

In hun uitwendig voorkomen, nl. groote of kleine holten met ganggesteente en ertsen gevuld, onderscheiden zij zich niet van de liggende klompen, behalve door de richting van hunne lengteas, maar men treft ze in geheel andere bergsoorten aan en wel in die, welke een plutonischen oorsprong verraden; men meent derhalve, dat zij zelf eertijds vloeibaar gloeiend moeten geweest zijn en in dien toestand als het ware in de holen moeten gespoten zijn, waarin men ze thans aantreft. Na de stolling kan wel de geheele massa opgeheven, en de deklaag door verweering vernietigd en door regen weg-

gewasschen zijn, zoodat men ze dikwijls geheel vrij liggende en ontbloot vindt; dergelijke voorbeelden ziet men in het Uralgebergte aan den grooten magneetberg (magneetijzersteen) van Katschkanas, aan de IJzersteenbergen op het eiland Elba, aan het nikkelerts, dat in de Alleghanies in Noord-Amerika een geheelen berg vormt, aan de magneetijzersteenmassa's bij Fossum en Arendal in Noorwegen of aan het koperertsblok van Falun in Zweden, het meest grootsche voorbeeld van zulk een kolossaal verschijnsel, waartegenover andere (uitgenomen het ijzererts op Elba) onbeduidend klein genoemd moeten worden. Ook in Stiermarken treft men een groot blok van spaatijzersteen aan; aldaar komt ook loodglans op die wijze voor en wordt er zonder eenige vaste methode bewerkt; men legt hier of daar, waar men erts vermoedt, een bergwerk aan, graaft schachten en gangen, en komt dan in zulke blaasvormige ruimten met erts gevuld. Natuurlijk zijn slechts weinige geheel open, zoodat men ze van boven af naar beneden en terzijde kan bewerken, zooals te Schleusen; verreweg de meeste zijn in bergen ingesloten. Men maakt ze ledig en graaft dan weder ergens elders een gang in dezelfde richting, waarin men op een nieuw blok hoopt te stuiten. Dit is zeker de ellendigste en slechtste wijze van mijnen te bewerken, maar, zooals de mijnkundigen uit die streek beweren, de eenig mogelijke wijze van bedrijf, wanneer het erts in massa's d. i. in klompen voorkomt.

De *ertsimpregnaties* zijn daardoor gekenmerkt, dat het een of ander gesteente op sommige plaatsen doortrokken is met ertsmassa. Een scherpe grens bestaat er in dit geval niet voor het ertshoudend gesteente. Het erts neemt geen zelfstandige, afgesloten ruimte in, want het gesteente is overal ook aanwezig en met erts gevuld, geimpregneerd.

Ook wat den vorm betreft zijn deze impregnaties zeer verschillend; soms nemen zij verschillende lagen in, zoodat zij geheel op ertsbeddingen gelijken, ook kunnen zij zich op de wijze van gangen aan weerszijden van spleten uitstrekken, eindelijk kunnen zij ook als klompen geheel onregelmatig gevormde ruimten opvullen. Vaak vindt men ze ook in 't geheel niet zelfstandig, maar naast andere ertsbeddingen, die zij dan meer of minder volledig omhullen.

Men vindt de ertsen nog op eene andere wijze in de gebergten, namelijk als *ertsbeddingen*. De gangen en klompen onderscheidt men, zooals wij reeds weten, in staande en liggende: de ertsbeddingen zijn altijd liggende, maar het zijn geene gangen, zooals wij die uitdrukking hebben leeren verstaan, dat wil zeggen, geene spleten in een aanwezig gesteente ontstaan en dan met gangmassa gevuld, maar het zijn afzettingen *op* het aanwezige gesteente, die later door eene nieuwe laag van hetzelfde of dergelijk gesteente bedekt zijn en op dezelfde wijze zijn ontstaan als de omgevende gesteenten.

Deze wijze van ligging vindt men altijd slechts in neptunisch gesteente, in zulk gesteente, dat door zijnen leiachtigen bouw zijn ontstaan uit het water verraadt, waaruit zich ook de ertsen hebben afgezet. In zulk gesteente kunnen

ook echte ertsgangen voorkomen, doch dan zijn zij, ofschoon ook plaatvormig toch ongelijk van dikte en vertakt; zij doordringen meerdere lagen en wijzen in het ganggesteente den aard van hunnen oorsprong aan — door eene geweldige aardbeving, die de steenmassa vaneenscheidde, door gesmolten brokken, door gesublimeerde deelen, door kristallen — dat de ingedrongen massa's gloeiend vloeibaar moeten geweest zijn. Deze gangen noemt men wegens hunne overeenkomst met echte beddingen, waarvan zij zich echter door grootere onregelmatigheden in helling onderscheiden, *beddinggangen*, of *beddingvormige impregnaties*, als zij meer gelijkmatig door de gesteentelagen verspreid worden aangetroffen.

Niet alzoo met de werkelijke beddingen, hier is alles rustig toegegaan. Vlakke lagen van kalk, zand of leigesteente hebben zich afgezet; hierop zijn allerlei ijzerertsen komen te liggen, zooals de kleiijzersteen in de bruinkool- en steenkool-formatie, de bruinijzersteen in den quaderzandsteen en eindelijk de ijzeroer geheel boven onder de zodenlaag van moerassige weiden, of, nauwelijks door bouwgrond bedekt in den zoogenaamden zeegrond, in wit, fijn zand, dat blijkbaar voormalige zeebodem geweest is. Andere ertsen komen ook vaak in beddingen voor b. v. het kwikzilver tusschen kalksteenen en mergellagen, maar hun voorkomen als zoodanig blijft toch altijd eene uitzondering, zoo b. v. de koperlei in de zechsteen-formatie.

Slechts de aanwezigheid van ijzeroer is volkomen verklaard; de vorming er van duurt nog steeds voort. Zeer dikwijls vindt men ijzerhoudende bronnen, gemakkelijk kenbaar aan de roestkleur, die het zand in hare nabijheid aanneemt. Waar nu zulk ijzerhoudend water stil staat en het oplossende koolzuur als gas ontwijkt, zet zich het ijzer als roest af en dit wordt door het water van de bron of door regenvlagen samengespoeld, met klei of plantaardige stoffen van de zure weiden vermengd, en waar deze in verrotting overgaan, wordt het ijzerroest steeds meer opgehoopt en tevens steeds onzuiverder, zoodat zich zeer uitgestrekte lagen van onregelmatige, zwarte, aardachtige klompen vormen, waaruit men ijzer kan verkrijgen, wat men echter in den regel slechts doet, wanneer er geen ander erts is. Dit ijzeroer (weiden-, zoden- of moeraserts) bevat phosphorus en geeft altijd een zeer slecht, brokkelig ijzer.

Hoe de andere ijzerertsen, alsmede de koper- en kwikertsen in zulke beddingen kwamen is slechts met behulp der ascensietheorie en dan nog zeer moeielijk te verklaren. Men vindt in de beddingen van het koperlei een groot aantal versteende visschen, bijna alle in gekromde houding, alsof zij onder kramptrekkingen gestorven waren; hierop is de meening gegrond, dat het lei op de volgende wijze haar kopergehalte zou hebben gekregen.

Een zeebekken, waarin vele visschen leefden, had een bodem van mergelslib. Deze aarde spleet op zulk eene plek en liet het metallische koper in het bekken stroomen; door het zout van het zeewater werd het koper opge-

lost, waardoor de visschen vergiftigd werden hetgeen hunne gekromde houding verklaart. De tot verrotting overgegane visschen leverden het bitumen, waarmee de koperlei rijk voorzien is, van daar de zwarte kleur. Door het bitumen werden, zooals steeds bij aanraking van zouten met organische lichamen geschiedt, de koperzouten gereduceerd en zetten zich meestal als zwavelverbindingen leiachtig af, terwijl zij later door andere zeevormingen bedekt werden.

Bij deze wijze van voorstelling is alleen het indringen van koper in het zeebekken wat onwaarschijnlijk. Bij het kwikzilver is het optreden in beddingen slechts *schijnbaar*; het zijn veel eer impregnaties, daar overal mineralen bijgemengd zijn, al is het dan ook in geringe hoeveelheid.

Ertswaschbeddingen. (Seifenlager.)

Nu blijven nog de beddingen van gedegen metalen in aangeslibd land ter beschouwing over, die men gewoonlijk ertswaschbeddingen (Seifenlager) noemt. De wording er van is zeer eenvoudig en natuurlijk te verklaren; zij zijn namelijk door afspoelen of slibben daar gekomen, en de waschbedding is niet hare oorspronkelijke, maar hare tweede ligplaats. De gedegen metalen, die in gesteenten van allerlei aard, in gangen en klompen daarin voorkomen, zijn hieruit weggevoerd, doordien het gesteente, waarin zij besloten waren, van boven af verweerd, vergruisd, weggespoeld en geslibd is. Daarom vindt men deze waschbeddingen altijd slechts aan den voet van ertsbevattende gebergten; het erts is er echter in zoo geringe hoeveelheden verspreid, dat het in den regel de moeite van de bewerking niet zou loonen. Daar kwam de tijd te hulp, hij was het, die vernietigde en wegknaagde, wat duizenden, wat millioenen jaren scheen te kunnen trotseeren; doch tegen den tand des tijds is niets bestand, langzaam maar zeker vernietigt hij even goed den spits van den Stephanusdom, als de rotspunten van den Montblanc. Wat thans bij Rotterdam of Dantzig of Astrakan als fijn zand voorbijstroomt, was vroeger bergkristal in de Alpen, de Karpaten of den Oeral.

Is er nu in zulk een rots metaal besloten, dan blijft dit eerder liggen dan het gesteente, dat het omgaf. De wateren vallen in het voorjaar met kracht op de kiezelsteenen, die twee maal zoo zwaar zijn als het water, doen ze over elkaar heen rollen en voeren ze, terwijl zij steeds kleiner en kleiner worden, honderden mijlen ver. Goud of platina, dat in veel kleinere stukken voorkomt en buitendien niet twee, maar vijftien maal zoo zwaar is als water

zal wel, van rots tot rots nederstortend, tot aan den voet van het gebergte of zijne uitloopers, maar slechts zelden verder medegevoerd worden. Ook dit geschiedt wel eens, maar toch veel zeldzamer; of het geschied is, kan men aan de bedekking en de omgeving zeer gemakkelijk bespeuren: bestaat deze namelijk uit aardachtig, grof gruis, uit gesteente, dat slechts vergruisd, verkleind, maar niet afgerond is, zoo bevindt zich de bedding met metaal zeer dicht bij de plaats van oorsprong; is daarentegen het gruis afgerond, herhaaldelijk gerold en gewreven en ligt het metaal er onder meer in zand dan in brokken steen ingesloten, dan is het door de kracht van den stoot van het water verder voortgestuwd, dan gewoonlijk het geval is, maar dan gaat ook het winnen er van met veel meer moeite gepaard, want het metaal ligt dan niet in hoopjes, maar als afzonderlijke korreltjes ver verspreid.

Op deze wijze komt het goud in Californië en Nieuw-Holland voor; in den Oeral treft men goud en platina op gene wijze aan. Hier vindt men deze edele metalen in verbazende massa's; gedegen goud en platina komen hier soms in stukken van een of meer pud (40 pond) voor, doch natuurlijk slechts zeer zeldzaam. De gewone vorm voor platina is die van vijlsel; zink, met een zeer grove vijl behandeld, vertoont groote overeenkomst met platina, zooals het in de waschwerken aan de Europeesche zijde van den Oeral gevonden wordt. Het goud komt aan beide hellingen van dit gebergte in de meeste rivierdalen voor en vertoont zich in meer afgeronde korrels, als linzen of erwten, of ook wel zoo klein, als het fijnste papaverzaad.

In den Oeral treft men omstreeks vijftig waschwerken voor goud en zestien voor platina aan, welke laatste echter zeer veronachtzaamd worden, sinds men heeft opgehouden er munten van te slaan. Uit de hier opgegevene getallen zou men overigens niet tot het besluit komen, dat de Oeral zoo rijk aan goud is, maar het gering aantal wasscherijen is het gevolg van de geringe dichtheid der bevolking in Rusland. Hoe groot toch nog de hoeveelheid goud is, die in Rusland gewonnen wordt, blijkt daaruit dat tot aan het einde van December 1865 556043 K.g. goud in de landen om den Oeral en Orenburg werd gewonnen, eene hoeveelheid, die eene geldsom van meer dan 500 millioen guldens vertegenwoordigt.

Er is geen rivier of beek, die geen goud of platina in zijn zand bevat, en het aardachtige bezinksel van alle wateren, alles, waarmede de dalen door grond van de gebergten afgespoeld, zijn opgevuld, bevat goud: in plaats van vijftig zou men van 5000 goudwasscherijen kunnen spreken, want, waar men een spade vol opgeslibde aarde met water uitwascht, vindt men een paar korrels goud.

Evenzoo is het in Californië, slechts zijn de stukken metaal gemiddeld kleiner en dit land mag evenals Australië als eene belangrijke vindplaats beschouwd worden, als eene zoodanige, waardoor bij voldoende exploitatie onze toestanden eene wezenlijke verandering zouden kunnen ondergaan, omdat

het goud door al te groote toevoer op de Europeesche markt zijne waarde zou kunnen verliezen.

Gelukkig worden de goudzoekers door vuile inhaligheid, laag bedrog en rooverij hierin verhinderd, zoodat zij in het gunstigste geval niets meer hebben, dan een goed dagloon. Wat baat het hem, wanneer hij dagelijks gemiddeld het gewicht van twaalf dukaten, dat is drie lood, vindt, wanneer hem de melk en het brood voor zijn ontbijt reeds één dukaat kost, wanneer hij zijn tweede ontbijt alweder niet goedkooper kan krijgen, en zijn middageten er drie kost, en zoo verder. Elke spade, elke bijl, de planken, die hij voor zijne hut wil gebruiken, de kleeding, waarin hij zich wikkelt, wordt hem tegen de honderdvoudige waarde berekend en van al zijne looden en ponden van het schoonste goud, brengt hij misschien het tiende gedeelte aan de havenplaats, indien hij tenminste zoo ver komt en hij niet onderweg door Spanjaarden of Engelsche bannelingen vermoord wordt — zoo is het te verklaren, dat de waarde van het goud nog niet merkbaar gedaald is.

Wat de natuur in het groot gedaan heeft, zet de mensch, om goud te winnen, in het klein voort, maar hij doet het met meer zorg. Het zand of kiezel, dat het goud bevat, wordt op een eenigszins hellend vlak met water overgoten, waardoor eerst het zand wordt weggespoeld; hierna raapt men de steenen, die zijn blijven liggen, bij elkaar en haalt ze er uit en nu spoelt men het overgeblevene nogmaals met water af, waardoor dan weggewasschen wordt, wat door den stoot van het water verplaatst kan worden, terwijl het allerzwaarste, het metaal, blijft liggen.

In oude tijden had het uitwasschen in schapenvachten plaats, waarvan de fabel van het guldenvlies nog afkomstig is, waarvan de zin hierop neêr komt, dat de Scythen in de stroomen van den Kaukasus en den Oeral goudwasscherijen aangelegd hebben, waarbij de vacht, waarop het stofgoud zich verzamelde, in een gulden vlies veranderde.

Tegenwoordig gebruikt men in plaats daarvan ongeschaafde planken, die dus eene ruwe oppervlakte hebben; het goud blijft achter de oneffenheden liggen en valt terstond in het oog; of men gaat nog vernuftiger te werk, doordien men in de goot van den waschtoestel, waarin het zand geschept wordt, dwarsliggende latten plaatst, waardoor het goud tegengehouden wordt. Volgens de wetten van het evenwicht van vloeistoffen vloeit het water over die versperringen heen; het zand wordt door den stoot van het water genoodzaakt dit te volgen, maar het goud blijft wegens zijne zwaarte achter de latten liggen, hoe fijn of grof de korrels ook mogen zijn.

Op de beschrevene wijze komen echter niet slechts goud en platina, maar ook tin en magneetijzererts voor, alsmede een ander, zeer kostbaar gesteente, de diamant. Het tin werd duizenden jaren lang bijna uitsluitend op deze wijze gevonden, zooals in Cornwallis, bij Goslar, op Malacca, totdat men het ook in zijne ertsen ontdekte en hieruit leerde afzonderen. Terwijl goud en

platina in het zand, waarin het voorkomt, afzonderlijke korrels vormen, treft men het tin in groote massa's aan; het wordt gesmolten, in blokken gegoten en dan worden de overeindstaande platen langzaam tot het smeltpunt van zuiver tin verhit, dit verlaat de plaat dan druppelsgewijze en wordt opgevangen in bakken, die men er onder geplaatst heeft; de plaat blijft dan over, door duizenden gaatjes doorboord, en levert, afzonderlijk gesmolten, nu nog een zeer bruikbaar, ofschoon reeds onzuiver tin.

De magneetijzersteen komt in schoone octaëders, ter grootte van verscheidene cM. voor; het is onder de ijzerertsen het beste.

Diamant-Beddingen.

Niet zoo algemeen als deze mineralen, en zelfs op verre na niet als goud en platina, maar overigens op volkomen dezelfde wijze, komt de diamant in aangeslibd land voor. Zoo werd hij in Bedschapur en Gulkaund in Voor-Indië, alsmede in de Braziliaansche provincie Minas-Geraës gevonden; zoo ook vond men hem in het goudzand aan den Oeral, toen men hem op Humboldt's aanwijzing daar zocht, zoo vond men hem eindelijk in den laatsten tijd in het Kaapland in Afrika.

Humboldt had reeds in het jaar 1823 in zijn voortreffelijk werk «*Essai géognostique sur le gisement des roches*», er op gewezen, dat sommige metalen en andere minerale zelfstandigheden op beide halfronden zoowel gezamenlijk, als onder overeenkomstige omstandigheden voorkomen; zoo b. v. goud, platina, palladium, diamant, enz. Toen Humboldt nu naar den Oeral reisde, richtte hij hierop inzonderheid zijne opmerkzaamheid. Wel was reeds in het jaar 1826 iets dergelijks bij herhaling geschied, daar de voormalige directeur van de Goroblagodat'sche wasscherijen, Engelhardt (later professor in Dorpat) door Humboldt's werk opmerkzaam gemaakt, in de goudwasscherijen dikwijls naar diamanten gezocht had, doch de moeite was te vergeefs, misschien wel, omdat Engelhardt nog nimmer ruwe diamanten gezien had.

Nu kwam Humboldt met zijne wetenschappelijke reisgenooten, nam de loupe ter hand, liet overal, waar goudwasscherijen bezocht werden, eene hoeveelheid zand slechts zoo ver wasschen, dat het stof en het allerfijnste steengruis weggespoeld werd, onderwierp dan de rest aan het zorgvuldigste onderzoek en vond — *geen* diamanten.

Toch wijzigde hij zijne meening niet, te meer daar hij andere delfstoffen ontdekt had, die ook met de diamanten in het goudzand van Brazilië aangetroffen waren; hiertoe behoorden zeer schoone witte zirkoonstukken met diamantglans; evenzoo vond hij een ander zeldzaam mineraal, dat gewoonlijk gelijktijdig met goud en diamant voorkomt, het staalgrijze titaanerts, anatas, dat in octaëders kristalliseert.

Vier dagen later werden er in de waschwerken van den graaf Polier diamanten gevonden; het was een jonge lijfeigene van 14 jaren, die de eerste ontdekte. Hij liet ze aan den opzichter van de goudwasscherij als een bijzonder schoonen en doorzichtigen steen zien: de goede man had echter nog nimmer ruwe diamanten gezien en dacht aan niets minder dan aan eene vondst van waarde en het scheelde niet veel, of hij had hem weggeworpen. Om echter den knaap niet te ontmoedigen, hield hij zich toch, alsof hij den steen heel mooi en wel een paar kopeken waard vond en legde hem met andere steentjes, op dergelijke wijze gevonden, in een glas. Hier ontdekte hem het geoefende oog van een zekeren Schmidt, opperinspecteur van de inrichting, nog twee dagen later, en dus op den zesden dag na de afreis van Humboldt; men kan zich voorstellen, welk een vreugde deze vervulling van de profetie van Humboldt veroorzaakte.

De knaap kreeg voor zijne vondst eene som gelds, die de waarde van den diamant ver overtrof, alsmede zijne vrijheid, want niet de diamant werd betaald, maar de zekerheid, dat er in dit distrikt te vinden waren; weldra werd er ook een tweede en een nog veel grootere derde gevonden: den eersten ontving Humboldt ten geschenke en hij keerde dus, zooals hij beloofd had, niet zonder Russische diamanten van zijne reis terug. De diamant bevindt zich in de koninklijke verzameling van mineralen te Berlijn.

De ligplaats van deze Europeesche diamanten was de zeer rijke goudwasscherij van Adolfskoi bij de kleine rivier Poludenaja, die zich in de Koiwa en met deze vereenigd in de Tschussowaja uitstort, in het Europeesche Oeraldistrikt van Bissersk, een 150 kilometer ten oosten van Perm. Hier ligt het goud met zijne kostbare gezellen, platina, diamant, zirkon enz. in gruis van dolomiet, dat bijna geheel zwart is en er bijna volkomen als koolpoeder uitziet, zoodat de bezitter van deze wasscherij, de graaf Polier, als zijne meening uitsprak, dat men zich ter nauwernood aan de gedachte kan onttrekken, dat de diamanten in dit gesteente gevormd zouden zijn, dat bij scheikundig onderzoek werkelijk eene aanzienlijke hoeveelheid kool bleek te bevatten.

Er werden hier achtereenvolgens 42 diamanten gevonden, waarvan sommige het aanzienlijke gewicht van $2^1/_2$ karaat bezaten. Later vond men er geene meer, om de eenvoudige reden, dat men er niet meer naar zocht. De goudbedding was uitgeput en om nu het reeds uitgewasschen zand nog eens voor diamanten uit te wasschen, kwam de goede lieden niet in de gedachte, of-

schoon de bergbeambten hadden behooren te weten, dat men in Brazilië en Indië de diamanten *alleen* opzoekt, zonder op het goud acht te slaan. Dat ze nu geene diamanten meer vonden, bracht het zonderlinge denkbeeld in de wereld, dat de opzichter deze diamanten binnengesmokkeld en uit zijn zak zou hebben laten vallen en ze zoo had laten vinden. Die aardigheid zou den opzichter toch altijd eenige duizenden zilveren roebels gekost hebben, en het is dus moeielijk te gelooven, dat hij die grap vertoond zou hebben, daar de gevonden diamanten hem niet betaald werden, nadat men den eersten ontdekker beloond had. Buitendien worden die dwaze meeningen, zoo zij nog wederlegd behoeven te worden, dit reeds hierdoor, dat men op andere plaatsen van den Oeral diamanten gevonden heeft, zooals te Katharinenburg, Kuschwinsk — hier vond men in 1838 een grooten diamant van $7^1/_4$ karaat — en te Werchnei-Oeralsk, derhalve op *vier* verschillende plaatsen langs de geheele westelijke helling van den Oeral en daar men er hier reeds gevonden heeft, die 8 en zeer vele die 1 karaat wegen, en men het nauwelijks de moeite waard acht, kleinere dan van een half karaat te bewaren, zoo ziet men, dat het voorkomen van dit kostbare mineraal volstrekt niet op zich zelf staat en de zaak voordeeliger belooft te worden, zoo maar eerst de traagheid van de bewoners van die streek overwonnen zal zijn, en dat men, zooals ook G. Rose, de mineraloog, uitdrukkelijk beweert, ongetwijfeld tot de eigenlijke diamantbeddingen zal komen, zoo men slechts verstandige aanwijzingen gelieft te volgen en niet opziet tegen eene moeite, die wellicht langen tijd onbeloond zal blijven.

De ouderdom der Metalen.

Wij hebben boven reeds gezegd, dat de vorming van de spleten in de aarde en met deze die van de gangen, reeds in de oudste tijden van het stollen van de oppervlakte der aarde plaats had en dat zoowel de vorming van deze spleten als het opvullen er van ook nog heden voortduurt, dat wij derhalve in eigenlijken zin niet van hunnen ouderdom kunnen spreken, als wij ten minste willen bepalen, hoeveel eeuwen er voorbij zijn gegaan, toen dit geschiedde. Alles komt hierop neer, dat de formatie, door welke de gangen zijn heengedrongen, van verschillenden ouderdom zijn en wij derhalve moeten zeggen, deze gang bevindt zich in ouder gesteente, derhalve is hij waarschijnlijk ook ouder. *Waarschijnlijk*, niet zeker, want er kan nu in het oudste gesteente eene spleet geopend en door inspuiting of van boven af door doorsijpelen met ganggesteente gevuld worden; zij kan ook eeuwen lang open blijven; ook kan de spleet in de oudste tijden ontstaan en gevuld, in een later tijdperk op nieuw geopend en met een ander gesteente gevuld zijn; dit kan zich meermalen herhaald hebben, zoodat er van eene schatting van den ouderdom van slechts zoo *eenen* gang geen sprake kan zijn. Toch hebben sommige geologen het beproefd en althans de meening uitgesproken, dat de ouderdom der metalen, althans in vergelijking *met elkaar*, bepaald zou kunnen worden.

Zoo meenen sommigen, dat tin een ouder metaal is dan koper, dit ouder dan lood of zilver en dit weder ouder dan goud. Dit is echter slechts in *schijn* een verschil met betrekking tot den ouderdom, want men kan aantoonen, dat deze meening alleen steunt op het voorkomen dier metalen in eene bepaalde streek en dat de opeenvolging in andere streken eene geheel andere is;

zelfs heeft men in gangen, die tot zeer oude formatiën behooren en vóór zulk een langen tijd ontstaan moeten zijn, dat de vele nieuwere steenmassa's, die er boven liggen, volstrekt niet in hunne ligging gestoord zijn (juist omdat zij zich hierover uitgespreid hebben, lang nadat die spleten ontstaan en tot gangen opgevuld werden), al de gemelde metalen *bij elkander gevonden.*

Andere gevallen toonen weder duidelijk eene nieuwere vorming van de gangspleten, daar zij door de lagen van meerdere, doorgaans verschillende formatiën gedrongen zijn en wel door lagen, die met zeer oud graniet beginnen en tot in de gesteenten van de tertiaire formatie doorloopen; zij zijn derhalve blijkbaar van nog jongeren oorsprong dan deze laatste formatie en bevatten tin- en koperertsen; derhalve is eene spleet in de *jongste* formatie met die metalen gevuld, welke men voor de oudste houdt; hier is dus blijkbaar eene tegenstrijdigheid. Maar nog meer in het oog vallend is het vinden van zilver in de zeer rijke gangen van Joachimsthal in Bohemen.

Deze gangen bevinden zich in basaltmassa's, waardoor zij in verschillende richtingen loopen, maar het basalt ligt op houtskool, die misschien juist ontstaan is, doordat dichte bosschen door de gesmolten basaltmassa's overstroomd werden, doch daaromtrent bestaat geen zekerheid. De mijt vertelt niet, wie hem aangestoken heeft, maar men ziet aan de slechts half verkoolde of in klei gehulde en hierdoor in vorm onbeschadigd gebleven takken en bladeren, dat de boomen, waarvan deze kool er bovendien nog geheel ongedeerde bevat, tot de Dicotijledonen behooren, tot die zeer volkomene planten, welke met *twee* zaadlobben of kiemblaadjes (cotyledonen) te gelijk zich uit de kiem ontwikkelen. Deze behooren alle tot den jongsten tijd; in de oudere perioden groeiden slechts Monocotyledonen, zooals de palmen, grassen, rietsoorten, die zich slechts met *een* kiemblad ontwikkelen.

Indien nu over een vergaan woud van de *jongste* formatie een nog jongere stroom basalt uitgespreid werd en in dit basalt nog jongere spleten en opvullingen van deze ontstonden, en als nu die opvullingen uit lood en zilver bestaan, dan kan niemand deze metalen beschouwen als in de oudste formatie te huis te behooren.

Wat het goud betreft, dat in het gruis van Californië of Nieuw-Holland of van den Oeral gevonden wordt, dit is niet hierom van jongen oorsprong, omdat het in deze jongste formatie, in het gruis en de keien van het alluvium ligt; want slechts de plaats, waar het gevonden wordt, is nieuw, de rolsteenen, keien zelf zijn oud, en hierin heeft het goud zich niet gevormd, maar het maakt er een deel van uit en is met deze van het Rotsgebergte of van de Blauwe bergen of van den Oeral afgedaald. Jong zou men dit goud slechts dan kunnen noemen, als het kwarts en het platina van Nieuw-Spanje en Rusland, als de groensteen jong waren, en in de gebergten, welke uit die stoffen opgebouwd zijn, die metalen, als korrels vastgegroeid gevonden werden. Evenzoo is het gesteld met den diamant, die ook in de rolsteenen, in de aanslibbingen

gevonden wordt, die men als de jongste formatie pleegt te beschouwen. De diamant komt in Brazilië in een kwarts-rijk glimmerlei, het itacolumiet voor en is hier in in schoone octaeders uitgebroken. Dit bericht bracht het eerst een Franschman te Berlijn en hij bood een zeer kleinen diamant voor meer dan 3600 gulden te koop aan. Hij vroeg zulk een hoogen prijs, omdat het de eerste diamant zou zijn, die men niet in alluvialen grond maar in het moedergesteente gevonden had. Den grooten mineraloog Rose leek dit verdacht en hij twijfelde of niet de steen kunstmatig in het gesteente was bevestigd en daarom geschiedde de aankoop niet. De ouderdom van den diamant komt derhalve met die van *dit* gesteente overeen, en niet met den jeugdigen leeftijd van het alluvium, dat door aardbevingen vergruisd en door stortvloeden weggevoerd is.

Hoe nieuw overigens de afzetting van deze edele metalen in dit alluvium is, blijkt hieruit, dat men er de overblijfselen van een groot aantal landdieren uit de laatste periode, voor de bewoonbaarheid der aarde door menschen, in aantreft. In Rusland vindt men den mammouth zeer vaak, in Australië zijn de zonderlinge dieren van dit werelddeel, de buideldieren vertegenwoordigd, waarvan sommige met den thans nog levenden Wombat verwant schijnen, doch zoo groot waren als een Rhinoceros. In het alluvium van het Rotsgebergte heeft men de beenderen van vele mastodonten gevonden. Dit alles bewijst steeds te zekerder, dat dit alluvium van jongen oorsprong is, dat het ontstaan is in een tijd, toen de aarde reeds door de groote landzoogdieren bewoond was, doch hieruit kan men volstrekt nog niet afleiden, dat het goud een bijzonder jong metaal is. Integendeel heeft men het in bijna alle gesteenten ontdekt; in kwarts, lei, kalksteen, zandsteen, graniet, serpentijn van den meest verschillenden ouderdom en wel in gangen en in de gesteenten zelf. In Australië vond men het in eene Silurische lei.

In Chili vindt men het goud in gangen, die zoowel door de oölith- als door de krijtformatie loopen; hoe het in Noord-Amerika in Californië voorkomt, heeft men nog niet onderzocht, omdat er nog te veel losliggend goud in het alluvium aanwezig is; wanneer dit zeldzamer wordt of het land zoo beschaafd zal zijn als het oostelijke gedeelte van dit werelddeel, zal men ook de ertsbevattende gangen van het Rotsgebergte gaan ontginnen. In Virginië en Georgië (Zuid-Alleghany) ligt het in het onderste grauwak en vindt men het aan den voet van het gebergte in lagen van deze formatie.

De zeer verschillende diepten, tot waar de mijnwerker moet afdalen, om de ertsen in hunne gangen op te sporen, wordt volkomen verklaard doordat deze gangen in het algemeen zelfstandige scheppingen zijn, onafhankelijk van het gesteente of de formatie, waarin zij zich bevinden. Het gesteente bestond, het werd gekloofd, de kloven werden gevuld, zie hier onweerlegbare feiten. Op welke diepte de spleet begon, en hoever haar einde in loodrechte richting van de oppervlakte der aarde verwijderd is, bepaalt de

diepte, tot waar de mijnwerker moet graven om tot het erts, tot de zelfstandigheid te komen, die uit het gesmolten inwendige der aarde werd opgedreven. Indien alles in den toestand gebleven ware, waarin het gesteente zich bevond, toen de spleet zich vormde, dan zouden wij misschien in het geheel geene ertsen kennen (behalve van ijzer en koper, die beide aan zuren gebonden, aan de oppervlakte der aarde voorkomen); maar er hebben tal van verschuivingen van de boven elkaar liggende gesteenten plaats gehad, de lagen zijn verbroken en opgelicht en zoo zijn de onderste tot aan de oppervlakte gebracht, waardoor wat zij insluiten bereikbaar geworden is.

Het kan met de hoogste mate van zekerheid bewezen worden, dat de oppervlakte van de aarde herhaalde malen met groot geweld vervormd is; dat machtige bergreeksen opgeheven werden en diepe dalen er naast ontstonden, zooals het laagland, dat zich langs de Andes van de Pampas door de Llanos en de Mexikaansche golf tot aan de Kanadasche meren en de IJszee uitstrekt; of wel dat kloven en spleten, in uitgestrektheid aan gebergten gelijk, daarnaast gevormd werden, zooals aan de zeezijde van de Andes, waar de Oceaan bijna onpeilbaar diep is. Evenzoo kan men bewijzen, dat in de lengte uitgestrekte bergreeksen zich aan beide zijden zeer gelijkmatig uit de vlakte ophieven, zoodat de eene helling niet steiler is dan de andere, zooals b. v. de Oeral, òf dat groote, ver uitgestrekte hooglanden, zooals Midden-Azië, stegen, dat sommige gedeelten daarvan zich nog hooger verhieven, zooals Mongolië in dit Midden-Azië, en dat zulke hooglanden gekroond werden door reusachtige bergen, zooals die, welke Indië ten Noorden begrenzen.

Even dikwijls zijn land en zee van plaats verwisseld; wij bewonen een voormaligen zeebodem en de Middellandsche zee neemt de plaats van bewoond land in; waarschijnlijk is het evenzoo met de Mexikaansche golf gesteld en de sage van eenen *algemeenen*, van eenen *zondvloed* heeft zijn grond in dergelijke plaatselijke verschijnselen.

Wie kan zeggen, hoe dikwijls dit alles geschied is en hoe ver zulke veranderingen zich hebben uitgestrekt! Doch *dit* is door vlijtige en grondige onderzoekingen uitgemaakt, dat de dieren- en plantenwereld nimmer geheel vernietigd is; dat tal van bewoners van land en zee uit iedere vroegere periode in een volgende voortleefden, waarbij zich dan telkens nieuwe soorten voegden, voor elke nieuwe gedaante van de oppervlakte der aarde bijzonder geschikt, want zij plantten zich in onmetelijke tijdruimten voort en altijd voort, totdat er eene nieuwe vervorming plaats greep — en dit had niet kunnen geschieden, zoo zij zich in hunnen toestand niet te huis gevoeld hadden.

De reeks van ondergegane dieren- en plantenwerelden, waarvan de thans levende schepping het laatste lid vormt, draagt een karakter, zoo verheven, zoo wonderbaar grootsch, dat wij verder aan geen bijzondere wonderen behoefte hebben en het de grootste dwaasheid is, die in het *gedrochtelijke te*

zoeken. Dat kleine koraaldiertjes geheele bergen hebben geschapen, is stellig veel verwonderlijker, dan dat er een mammouth bestaan heeft, naast wien de olifant in het museum te Petersburg tot een dwerg wordt en hier kunnen wij slechts nogmaals wijzen op hetgeen wij op eene andere plaats van dit werk omtrent de grootte van de voorwereldlijke schepselen gezegd hebben 1).

Wel zijn de holenberen en -leeuwen, de krokodillen en vleermuizen, de olifanten en luiaards grooter geweest, dan de thans levende overeenkomstige dieren, maar hiermede is nog niet gezegd, dat *de dieren* in het algemeen grooter geweest zijn; het waren slechts enkele soorten, die eene aanzienlijke grootte bereikten. Onze paarden en runderen zijn veel grooter, dan de overeenkomstige dieren uit vroegere tijdperken, onze kameelen en giraffen bestonden in den voortijd niet; onze elanden zijn grooter dan de herten uit de voorwereld. Maar bovenal hebben zich de zeedieren tot een hoogeren trap verheven; zijn onze nautilussen ook niet zulke geweldige kolossen als de ammonieten, die in grootte aan wagenwielen gelijk werden, onze reuzenoesters zijn toch veel grooter dan de voormalige, hunne schalen worden als waschvaten of tot drinkbakken van het vee gebruikt. Al het gedierte van de voorwereld wordt echter door den walvisch en de hiermede verwante zeezoogdieren zoo ver overtroffen, dat de voorwereld geen schepsel kan aanwijzen, dat dezen in grootte evenaart. Welk dier van de voorwereld was zóó groot, dat men binnen zijne ribben, zijn borstkas een leesvertrek met een tafel voor tijdschriften van grooten omvang en twaalf stoelen kon plaatsen, terwijl het vertrek werkelijk nog bruikbaar bleef?

Met het uitgestorven plantenrijk is het niet anders gesteld. Ook dit toont ons reusachtige vormen van varens, paardestaarten, wolfsklauwen, maar geen grootere gewassen in het algemeen. Onze paardestaarten en mossen worden wel geen 7 of 10 meter hoog meer, maar onze plantenwereld is veel prachtiger en grootscher, en met den meter gemeten, ook over het algemeen grooter dan die van de voorwereld. Welke boom van de verdwenen flora kan vergeleken worden met de eiken van onze vruchtbare vlakten, met de dennen en sparren van onze gebergten? Waar waren toen boomen, zooals onze Araucariën, ofschoon ook het geslacht toen reeds bestond? Waar boomen, zooals die reuzen van Californië, de zoogenaamde Mammouth-boomen (*Washingtonia gigantea*), die levend in het woud staan, wier omtrek aan den voet van den stam een omvang heeft van 25, bij eene hoogte van 100 en meer meter? Waar vond men in de archieven der voorwereld planten, zooals de Australische gomboomen (*Eucalyptus globulus*), waarvan die, welke 110 meter lengte en 28

1) Professor Rossmassler waarschuwd in zijn tijdschrift: *Aus der Heimath* Jahrg. 1859 n°. 4, evenals de schrijver van dit werk het reeds sedert jaren gedaan heeft, voor die zucht tot overdrijving en die begeerte, om naar overdrijvingen te zoeken, die men maar al te dikwijls zelfs bij beschaafde lieden aantreft.

meter in omvang hebben, nog niet eens voor zeer groot doorgaan, omdat er nog grootere zijn?

Hiermede meent de schrijver aan zijn plicht voldaan te hebben, doch wil nu aan het eind, zooals bij de afzonderlijke deelen reeds geschiedde, er nog eens in het algemeen opmerkzaam op maken, dat de wonderen van de voorwereld niet te vinden zijn in bijzonder groote, vraatzuchtige dieren, noch in groote, wonderlijk gevormde planten. Neen, die wonderen bestaan vooral daarin, dat de vorming der aarde uit een aetherachtig tot een gasvormig, en hieruit door voortgaande verdichting tot een vloeibaar, een gloeiend-vloeibaar lichaam geschiedde; vooral in het trapsgewijze stollen en het weer smelten van het gestolde, de vorming van den korst der aarde en de hierop volgende vervorming er van door water, waardoor de lagen ontstonden en verder het doorboren van deze door het gesmolten inwendige, daarin eindelijk, dat de oppervlakte bewoonbaar werd en steeds meer bewoonbaar voor altijd beter ontwikkelde planten en dieren. Dit vooral is het eigenlijk verwonderlijke en daaruit is zoo veel grootsch en verhevens te leeren, dat men al die reuzendieren der voorwereld als middel om een nuttig en aangenaam onderhoud te hebben, best kan missen.

ZAAKREGISTER.

A.

Aantrekkingskracht, 21.
Aardbeving, 505, 529.
Aardolie, 141.
Aardpek, 140.
Aardteer, 140.
Acacia, 139.
Aï, 7.
Algen, 92.
Alluviale produkten, 63.
Alluvium, 327.
Aluinsteen, 509.
Ammonieten, 189.
Ammonites bifrons, 191.
» Conybeari, 337.
» Jason, 190.
» lautus, 190.
» varians, 190.
Ammonshoorn, 163.
Amoeba, 81.
Amphioxus lanceolatus, 175.
Ampo, 238.
Ananchytes ovatus, 335.
Ancyloceras Matherionanus, 162.
Anoplotherium, 272.
Anorganische lichamen, 70.
Anthophyllum atlanticum, 337.
Anthraciet, 109.
Apatiet, 58.
Apiocriniden, 159.
Apiocrinites rotundus, 81.
Apiocrinus Royssianus, 156.
Araucaria Schrolliana, 135, 181.
Archaeische periode, 331.
Archaeopteryx lithographicus, 207.
Archegosaurus, 180.
Arges armatus, 176.
Argonauta argo, 165.
Armpootigen, 161.
Aroideeën, 81.
Ascidiën, 85.
Asphalt, 140.
Astacus sussexiensis, 191.
Asterias, 154.
Asterophyllites, 18.
Astraea ananas, 337.
Atol, 225.

Aulostoma bolcense, 255.
Azoïsche periode, 331.

B.

Baard, 161.
Bacillariën, 236.
Bacillus, 96.
Bacteriën, 96.
Bactrilliën, 240.
Bambusa, 138.
Banken, 416.
Barocentrische kern, 49.
Barnsteen, 142, 251.
Basaltkegels, 521.
Bathgroep, 227.
Beddingen, 551.
Belemnites giganteus, 163.
Belemnites hastatus, 163.
Bellerophon cornu arietis, 347.
Beloptera, 244.
Belosepia, 244.
Bergketen, 354, 418.
Bergmeel, 211, 237.
Bergrug, 354.
Bewerktuigde lichamen, 70
Bitumen, 107, 139.
Bitumineuze klei, 142.
Bitumineuze mergel, 142.
Bitumineuze zandsteen, 142.
Bladgroen, 85.
Bonte zandsteen, 188, 330, 339.
Boomvarens, 18.
Bothrodendron, 18.
Boverbankia densa, 219.
Brachiopoden, 161.
Bronzen tijdperk, 302.
Bruinkolen, 111, 143.
Bruinwieren, 19, 57.
Buideldieren, 208.
Buidelrat, 269.
Buurhagedis, 11, 192.
Byssus, 161.

C.

Calamites, 17, 18.
Calamussoorten, 97.
Calluna vulgaris, 104.
Cambrische formatie, 330.
Camelopardalis primigenius, 273.
Canis giganteus, 299.
Canis parisiensis, 299.
Capillariteit, 75.
Cardiocarpen, 100.
Cardiola interrupta, 348.
Caryophyllia, 337.
Caulopteris, 18.
Cel, 73.
Cellulose, 85.
Celstof, 85.
Celwand, 85.
Centraalgebergte, 353.
Centraalpunt, 353.
Centraalvulkanen, 469.
Centrifugaalkracht, 26.
Cephalopoden, 163.
Ceratites nodosus, 166, 341.
Ceratiocaris, 173.
Ceratodus, 179.
Ceratoneïs, 237.
Cerithium, 245.
Cerithium giganteum, 333.
Chamaerops humilis, 145.
Chara, 139.
Chelonia Benstedi, 206.
Chirotherium, 16, 186, 197.
Chlorophyll, 85.
Cicaden, 249.
Cidaris Blumenbachii, 337.
Cidarites claviger, 335.
Cirripedia, 246.
Cocconeïs striata, 237.
Coccosteus cuspidatus, 14, 255.

Coelenteraten, 151.
Conifeeren, 133.
Coralrag, 227.
Corydalis, 250.
Coscinodiscus, 19.
Coscinodiscus excentricus, 237.
Coscinodiscus radiatus, 237.
Creeps, 415.
Crinoideën, 156, 243.
Curculio, 250.
Cyatophyllum, 348.
Cycadeën, 132.
Cycas revoluta, 132, 134.
Cyclostomen, 175.
Cypraea caurica, 245.
» elegans, 334.
» moneta, 245.
» tigris, 245.
Cypraecassis rufa, 245.
Cyrene cuneiformis, 333.

D.

Dalingen, 443.
Dalingskraters, 469.
Damhert, 291.
Dampen, 507.
Deltaafzettingen, 372.
Devonische formatie, 175, 330.
Diadema seriale, 155.
Diamantbeddingen, 573.
Dibranchiata, 172.
Dictyocha gracilis, 237.
Didelphis, 269.
Diluviale produkten, 63.
Diluvium, 327.
Dinornis, 261.
Dinosaurus, 204.
Dinotherium, 269.
Dionaea, 85.
Dipnoï, 179
Dodo, 260.
Doolhoftandigen, 17.
Dronte, 260.
Drosera, 85.
Dubbeladem halers, 179.
Duivelsmuren, 520.
Dwarsbekkigen, 175.
Dwerghert, 293.
Dyasformatie, 330, 341.

E.

Echinodermata, 153.
Edentata, 6, 283.
Eerste planten, 56.
Eland, 291.
Elementairorganen, 86.
Elementen, 72.
Elephas primigenius, 6.
Emu, 261.
Encriniden, 156.
Encrinus liliiformis, 339.
Enkelvoudige stoffen, 69.
Entoconcha mirabilis, 84.
Eocene formatie, 329.
Eozoon canadense, 349.
Equiseten, 18.
Equisetites, 18.
Equus adamiticus, 288.
Erica tetralix, 104.
Erratische blokken, 312.
Erts, 550.
Ertsbeddingen, 566.
Ertsgangen, 552.
Ertsimpregnaties, 566.
Ertsklompen, 565.
Ertswaschbeddingen, 569.
Eruptiefgesteenten, 54, 324, 351.
Eucalyptus globulus, 580.
Euglena viridis, 58.
Euomphalus planorbis, 346.
Eupsammia, 243.

F.

Felis pardoïdes, 295.

Felis smilodon, 296.
» spelaea, 295.
Ferdinandea, 428.
Flora, 93.
Flora subterranea, 138.
Floridеën, 97.
Foraminifeeren, 148, 230.
Fossiel hout, 128.
Fossiele houtskool, 112.
Fossiele menschelijke geraamten, 301.
Fossiele regendroppels, 265.
Fucoïde zandsteen, 136.
Fucoïden, 19.
Fucus, 56.

G.

Gaasvlieg, 250.
Gallionellen, 236.
Gangen, 550.
Ganoïden, 174, 346.
Gaviaal, 12, 203.
Gebergtetak, 354.
Gekristalliseerde gesteenten, 411.
Generatio aequivoca, 77.
Generatio originaria, 77.
Geognosie, 4.
Geogonie, 4.
Geologie, 4.
Georgseiland, 421.
Gervillia socialis, 339.
Gezonken wouden, 418.
Gips, 58.
Giraffe, 273.
Gletscherwerkingen, 314.
Glimmer, 51.
Glyptodon clavipes, 7, 286.
Gneis, 51.
Gneisgebergte, 330.
Gordeldier, 286.
Graniet, 51.
Graphiet, 109.
Grauwak, 330, 344.
Grauwakconglomeraat, 113.
Grauwaklei, 113.
Gryphaea incurva, 337.

H.

Haai, 252.
Halianassa, 268.
Halmaturus gigas, 269.
» titan, 269.
Handdier, 186.
Hangende, 114, 326.
Heideplanten, 104.
Heirook, 464.
Helling der lagen, 418.
Hipparion, 289.
Hippopotamus dubius, 268.
Holenbeer, 299.
Holenhaas, 283.
Holenhyena, 297.
Holenleeuw, 295.
Hol van Aurignac, 10.
Holothuriën, 84, 159.
Homo diluvii testis, 9, 256.
Homunculus, 76.
Hoofdgebergte, 354.
Hooglanden, 371, 385.
Hoogte van bergvlakten, 389.
Hoogvlakten, 371.
Hoornblende, 52.
Huronische formatie, 330.
Hydra aurantiaca, 216.
Hydrarchos, 258.
Hydromedusen, 151.
Hylaea orbignyana, 245.
Hylaeosaurus, 12, 203.
Hyotherium, 270.
Hypothese van Kant-La Place, 31.

I.

Ichthyornis, 208.

Ichthyosaurus, 11, 194.
Ichthyosaurus communis, 193.
Iguanodon, 12, 204.
Imperforata, 232.
Impregnaties, 551.
Infusiediertjes, 57.
Infusoriën, 148.
Inktvisch, 163.

J.

Jodenpek, 140.
Jorullo, 45, 425.
Juffertjes, 249.
Julia, 428.
Jura, 131.
Juraformatie, 193, 330.

K.

Kakkerlak, 250.
Kanaalrif, 225.
Kangoeroe, 208, 269.
Kattengoud, 52.
Kattenzilver, 52.
Kergueleneiland, 129.
Keuper, 131, 188.
Keuperformatie, 330.
Keuperzandsteen, 339.
Kiezelwieren, 236.
Kiwi, 262.
Klompen, 551.
Kloven, 550.
Knopvorming, 91.
Kolenformatie, 330.
Koolzuur, 509.
Kop, 326.
Koppen, 115.
Koppootigen, 163.
Koralen, 212.
Koralenkalk, 188.
Korstmossen, 93.
Kraakbeenachtige visschen, 179.
Kraken, 169.
Kraters, 449.
Kristallen, 75.
Kristallijne structuur, 410.
Kruidje roer mij niet, 84.
Krijt, 131, 329.
Kunstmatige cellen, 76.
Kustrif, 225.
Kwallen, 152.
Kwarts, 51.

L.

Laaggesteenten, 411.
Laaglanden, 357.
Labyrinthodonten, 17, 180.
Lagen, 55.
Lagomys alpinus, 283.
Lagunenrif, 225.
Lancetvischje, 175.
Lapilli, 512.
Laurentische formatie, 331.
Lava, 517.
Lavastroom, 506.
Leidende schelpen, 331.
Lenticulitenkalk, 211.
Lepidodendron, 18, 126.
Lepidodendron dichotomum, 343.
Lepidosiren, 179.
Lias, 131.
Liasformatie, 330.
Libellen, 249.
Libellula, 249.
Libias cephalotes, 256.
Liggende, 114, 326.
Lima striata, 339.
Lithophyten, 81.
Llanos, 383.
Llanura, 402.
Loofboomen, 136.
Loopkever, 250.

Luiaard, 6.
Lycopodites, 18.
Lycopodites piniformis, 343.
Lycopodieën, 18, 122, 181.

M.

Maanlicht, 211.
Mammouth, 6, 274.
Manis gigantea, 287.
Mantel, 160.
Massa's der gebergten, 408.
Mastodon, 274, 281.
Medusen, 152.
Megalodon cucullatus, 346.
Megalosaurus, 12, 203.
Megasiphonia Ziczac, 190.
Megatherium Cuvieri, 6, 285.
Melosira sulcata, 237.
Mergel, 150.
Mesozoïsche formatie, 330.
Microlestes, 208.
Middelpuntvliedende kracht, 26.
Mimosa, 84.
Miocene formatie, 329.
Molassegroep, 329.
Mollusken, 160.
Moneren, 80.
Monothalamia, 231.
Monte Bolco, 254.
Monte nuovo, 424.
Mosasaurus, 203.
Mozaïsche oorkonde, 306.
Murchisonia bigranulosa, 346.
Mylodon, 6.
Mylodon robustus, 285.
Myophoria vulgaris, 339.
Mystriosaurus, 204.

N.

Nandu, 261.
Naphta, 141.
Natica, 333,
Nautilus, 163.
Nautilus Koninkii, 346.
Nautilus pompilius, 165.
Navicula viridis, 237.
Neanderdal, 10.
Neocomiëngroep, 329.
Neolithische tijdperk, 302.
Neptunische vormingen, 55, 63, 327, 412.
Neptunist, 318.
Nesten, 550.
Netvleugeligen, 250.
Neuropteris, 343.
Neushoorn, 272.
Nevelvlekken, 31.
Nucleolites, 155.
Nucula, 333.
Nummulites, 242.
Nijlpaard, 272.

O.

Oasen, 362.
Odontella turgida, 237.
Odontopteris, 343.
Oerstof, 23.
Ohiodier, 274, 281.
Olifant, 274.
Oligocene formatie, 329.
Onbewerktuigde lichamen, 70.
Onderzeesche wouden, 445.
Oniscus convexus, 247.
Ontogenie, 179.
Ontstaan der aarde, 40.
Oolithenkalk, 337,
Oorspronkelijke gesteenten, 63, 324.
Oorspronkelijke leisteen, 93.
Oorspronkelijk ontstaan der organismen, 77.
Oorspronkelijke zelfstandigheden, 49.
Opheffingen, 443.
Opheffingen van de aardkorst, 417.

Opheffingen van landstreken, 439.
Opheffingskraters, 449, 469.
Opheffingstheorie, 387.
Opuntia ficus indica, 145.
Opzuiging, 74.
Orchideën, 81.
Organismen, 70.
Organische lichamen, 70.
Ornitichnites, 263, 265.
Ornitichnites giganteus, 186.
Osmose, 74.
Ostracion quadricornis, 253.
Ouderdom der aarde, 2.
Overeenkomst van planten en dieren, 83.
Overgangsgebergte, 113, 330.
Oxfordgroep, 227.

P.

Paardestaarten, 17.
Paddestoelen, 93.
Palaeolithische tijdperk, 302.
Palaeoniscus Freislebenii, 342.
Palaeotherium, 271.
Palaeozoïsche formaties, 330.
Palaeozoïsche tijdperk, 131.
Panterkat, 295.
Pantserganoïden, 174.
Papierslak, 163.
Pecopteris, 18, 343.
Pentacriniden, 159.
Pentacrinus fasciculosus, 157.
» Caput Medusae, 159.
Pentagonaster regularis, 154.
Permsche stelsel, 181.
Permsche formatie, 330, 341.
Phylogenie, 179.
Pinus succinifera, 142.
Plagiostoma, 335.
Plagiostomen, 175.
Plaatkieuwigen, 161.
Planetenstelsel, 21.
Plantdieren, 81, 151.
Planten der voorwereld, 91.
Planulina turgida, 234.
Platax altissimus, 254.
Plateaugebergte, 354.
Plateau's, 371.
Platycrinus triacontadactylis, 156.
Platystomus gibbosus, 342.
Plesiosaurus, 11, 200.
Plesiosaurus dolichodeirus, 193.
» macrocephalus, 201.
Pleuronectae, 89.
Pleurotamaria, 333.
Pliocene formatie, 329.
Plumatella campanulata, 216.
Plutonische gesteenten, 63, 327.
Plutonische vormingen, 412.
Polycystinen, 240.
Polypen, 81, 151.
Polythalamia, 231.
Primaire formatie, 63, 131, 330.
Primordiale periode, 331.
Prionastraea oblonga, 188.
Productus aculeatus, 341.
Proef van Plateau, 42.
Protamoeba primitiva, 80.
Proterosaurus, 181.
Protisken, 148.
Protistenrijk, 81.
Protopterus, 179.
Protozoën, 148.
Pseudopodiën, 80, 231.
Pterichtys cornutus, 174.
Pterigotus acuminatus, 173.
Pterodactylus, 13, 201.
Puimsteen, 511.

Q.

Quaderzandsteen, 131, 329.
Quaternaire formatie, 327.

R.

Raderdiertjes, 149.
Radiata, 153.
Radiolariën, 80.
Rapilli, 512.
Ree, 293.
Rendier, 291.
Reptiliën, 181.
Reuzeneland, 292.
Reuzenhert, 6, 292.
Rhinoceros tichorhinus, 273.
Rhizopoden, 80, 148.
Rhombus minimus, 253.
Rietzandsteen, 132.
Rog, 252.
Roggensteenen, 337.
Rolsteenen, 312.
Rondbekkigen, 175.
Rooddoodliggende, 113.
Roodliggende, 330, 342.
Rostellaria, 333.
Rotalia globulosa, 234.
» perforata, 234.
Rytina Stelleri, 267.
Rijvulkanen, 469.

S.

Sahara, 360, 383.
Salamander, 177.
Salmiak, 510.
Salomonszegel, 127.
Sargassowier, 97.
Scaphites, 335.
Scarabaeus, 250.
Schelpkalk, 131, 188, 330.
Scheppingsperioden, 5.
Scheuchzer, 9.
Schildpadden, 206.
Schorsdier, 267.
Schubboomen, 126.
Schubdier, 287.
Schijtkwallen, 151.
Schijnvoetjes, 80, 231.
Secundaire formatie, 63, 131, 329.
Sedimentgesteenten, 55.
Seifenlager, 569.
Seismograaf, 529.
Seismometer, 529.
Semiophorus velicans, 255.
Sepia, 164.
Sepia moschata, 168.
» octopoda, 169.
Sertularia geniculata, 81, 219.
Sigillariën, 18, 122, 181.
Sigillaria, 18, 122.
Silicaten, 50.
Silurische formatie, 330.
Silurische stelsel, 97.
Silurische zeeën, 176.
Sipho, 166.
Siwadier, 273.
Siwatherium, 273.
Snuitkevers, 250.
Soedan, 361.
Sphagnum, 103.
Sphenopteris, 343.
Spiraalkieuwigen, 161.
Spiriferen, 346.
Spirigera, 246.
Spirigerina reticularis, 347.
Splijtplantjes, 236.
Splijtzwammen, 96.
Spondylus spinosus, 335.
Spore, 91.
Sporenvorming, 91.
Sprinkhaan, 250.
Sprinkhaankreeft, 246.
Staafdiertjes, 236.
Steenen diertjes, 302.
Steenkool, 110.
Steenolie, 141.
Steenplanten, 81.
Steenschollen, 53.

Stekelhuidigen, 153.
Steppen, 395.
Sterdieren, 153.
Stigmariën, 123, 181.
Straaldieren, 153.
Straalsgewijze symmetrie, 88.
Strekking, 115.
Stringocephalus Burtini, 346.
Syeniet, 52.
Symmetrie, 88.
Synapten, 223.
Syncoryne decipiens, 216.

T.

Tandeloozen, 6, 283.
Tardigrada, 6.
Teleosaurus, 12, 203.
Teleperton Elginense, 177.
Temperatuur der aarde, 433.
Temperatuur van Palestina, 434.
Tentakels, 151.
Terebratula vulgaris, 340.
Termieten, 250.
Tertiaire formatie, 63, 137, 209, 329.
Tetrabranchiata, 172.
Textularia aciculata, 234.
» dilatata, 234.
» globulosa, 234.
Thalamophoren, 148.
Tohnahampo, 238.
Tomocoris Peircei, 174.
Traagheid, 26.
Traliediertjes, 80.
Trias, 188, 339.
Triceratum striolatum, 237.
Trigonia costata, 337.
Trigonocarpen, 100.
Trilobieten, 172, 247, 348.
Trilobus, 173.
Trinucleus, 173.
Trochus agglutinans, 346.
Turbinolaria, 243.
Turfmos, 103.
Turritites catenatus, 335.
» costatus, 335.
» conoïdea, 335.
Tweezijdige symmetrie, 88.

U.

Uitbarsting, 505.
Uitbarstingsgesteenten, 324.
Uitbarstingskraters, 450.
Uitgaande, 326.
Unicornu fossile, 274.
Ursus spelaeus, 299.
Urthonschiefer, 93.

V.

Vangarmen, 151.
Varens, 17, 98.
Veendamp, 463.
Veldspaath, 51.
Veretyllum Cynomorium, 216.
Verheffingen der aardkorst, 411.
Verschillen van planten en dieren, 84.
Verwantschap, 69.
Vischhagedis, 11, 192.
Vischvogel, 208.
Vleugelpootigen, 162.
Vleugelvinger, 201.
Vleugelvisch, 174.
Vliegenvangertje, 85.
Vloeispaath, 58.
Voelers, 151.
Voetsporen, 15.
Volhardingsvermogen, 26.
Voluta athleta, 333.
Voorwereldlijk dier, 271.
Vorming van ringen, 27.
Vulkanische asch, 507.
» bommen, 512.
» tranen, 512.

Vulkanische vormingen, 63, 412.
» werkzaamheid, 448.
Vulkanist, 318.
Vuursteen, 150.
Vuurvormingen, 412.

W.

Walvischaas, 162.
Washingtonia gigantea, 580.
Waterster, 139.
Watervormingen, 412.
Wealden, 131.
Wealdengroep, 329.
Weekdieren, 160.
Wieren, 57, 92.
Wolfsklauwen, 18, 122.
Wonderslak, 84.
Wortelpootigen, 80, 148.

IJ.

IJzeren tijdperk, 302.

Z.

Zaad, 94.
Zamia, 134.
» crassa, 134.
» lanceolata, 134.
» ovata, 134.
Zamites, 134.
Zandleemkool, 137.
Zechsteenformatie, 330, 341.
Zeebevingen, 543.
Zeeëgels, 153.
Zeekomkommers, 84, 153, 159.
Zeekoningen, 268.
Zeeleliën, 153, 156.
Zeester, 19, 153.
Zetmeel, 85.
Zeuglodon, 268.
Zinkhout, 101.
Zonnedauw, 85.
Zonnestelsel, 26.
Zoöphyten, 81.
Zwammen, 94.
Zwavelig zuur, 508.
Zwavelwaterstof, 510.
Zwavelzuur, 509.
Zwerfblokken, 312.
Zwijndier, 270.
Zygoceras Rhombus, 237.