



Handboek der algemeene natuurkundige aardrijkskunde

<https://hdl.handle.net/1874/233853>

ANDBOEK DER ALGEMEENE

Natuurkundige Aardrijkskunde
VIERDE DRUK
DOOR
DR. F. W. C. KRECHT
Met Kaarten
En Houtgravuren



Kast 232

Pl. 0 N^o.12

mm 10324

HANDBOEK
DER
ALGEMEENE
NATUURKUNDIGE AARDRIJKSKUNDE.

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



0438 2804

HANDBOEK

DER

ALGEMEENE

Natuurkundige Aardrijkskunde,

DOOR

Dr. F. W. C. KRECKE.

VIERDE VERBETERDE EN VERMEERDERDE DRUK,

Met 6 Kaarten en 46 Houtgravuren.



LEIDEN,
D. NOOTHOVEN VAN GOOR.
1879.



VOORBERICHT VAN DEN VIERDEN DRUK.

Toen ik, in het jaar 1845, de pen opnam om, ten behoeve mijner leerlingen aan het Gymnasium te *Nijmegen*, eenige hoofdtrekken van de Natuurkundige Aardrijkskunde neder te schrijven, kon ik geenszins vermoeden dat deze arbeid zulke vruchtbare gevolgen zou hebben. Veel minder nog besepte ik toen, welk eene zware taak ik op mij nam: onze kennis aangaande de natuurlijke gesteldheid der aarde en van de verschijnselen, die men aan hare oppervlakte kan waarnemen, gaat steeds met reuzenschreden vooruit en — indien iedere nieuwe druk op de hoogte der wetenschap zou worden gehouden — dan moesten de uitkomsten van de menigvuldige reizen, zoo te land als ter zee, daarin worden opgenomen. De Lezer zal gelegenheid hebben om dat zelf op te merken, zonder dat het noodig zal zijn deze reisverhalen hier op te tellen. Bovendien heb ik, in de laatste jaren, op herhaalde reizen in *België, Frankrijk, Duitschland, Zwitserland, Tirol, Italië*, enz. de gelegenheid gehad om vele der hier behandelde zaken, uit eigen aanschouwing, te leeren kennen. De inhoud van het werk is dan ook, vergeleken met den vorigen druk, bijna verdubbeld, ofschoon dit, door grooter formaat, minder in het oog loopt. Ook het aantal figuren, tot verduidelijking van het behandelde, is zeer vermeerderd. In de verdeling der Hoofdstukken is geene verandering gebracht; ook is de hoofdinhoud van de paragrafen dezelfde, als in den vorigen druk, doch in de zes eerste hoofdstukken, deels omgewerkt, deels uitgebreid. Het zevende hoofdstuk, handelende over de geographische verbreiding van planten en dieren heeft aanmerkelijke veranderingen en uitbreidingen ondergaan: enkele paragrafen zijn samengetrokken; maar daarentegen zijn nieuwe ingevoegd, waarin over onderwerpen wordt gehandeld, die hier niet onvermeld mochten blijven. Daar de

overtuiging meer en meer veld wint, dat de tegenwoordige verspreiding van planten en dieren, grootendeels het gevolg is van de veranderingen, die de gedaante en de hoogte der vaste landen, de temperatuur enz. in de laatste geologische tijdperken heeft ondergaan en daardoor vele, anders raadselachtige feiten kunnen verklaard worden, is het te bejammeren dat daarvan in dit werk geene melding kon worden gemaakt, deels omdat het dan te uitvoerig zou worden, deels omdat wij dan te ver op het gebied eener andere wetenschap: de aardkunde of geologie, hadden moeten treden.

Voor eene grondige beoefening der Natuurkundige Aardrijkskunde is het gebruik van bijzonder daarvoor bestemde kaarten onontbeerlijk. Behalve de vrij kostbare *Physikalische Atlas* van BERGHAUS en de Engelsche bewerking daarvan door KEITH-JOHNSON, kunnen ook de kleinere uitgaven daarvan dienen. De *Atlas der Natuurkundige Aardrijkskunde* van de Heeren Dr. C. M. KAN en N. W. POSTHUMUS kan van grooten dienst zijn, terwijl in het werk van ARNOLD GUYOT: *Physical Geography*, mede eenige kaarten en afbeeldingen voorkomen, waarvan met vrucht kan worden gebruik gemaakt.

Na het afdrukken van sommige vellen zijn eenige nieuwe ontdekkingen gedaan en merkwaardige verschijnselen voorgekomen, die niet meer in den tekst konden worden opgenomen. De voornaamste daarvan zijn in een bijvoegsel vermeld. Men gelieve daarvan kennis te nemen, bij het lezen der daarop betrekking hebbende paragrafen.

Dat ook aan dezen druk een even gunstig onthaal moge te beurt vallen als aan de vorige, is de wensch van

DEN SCHRIJVER.

Utrecht, Mei 1879.

INHOUD.

Bladz.

INLEIDING. Omschrijving der Natuurkundige Aardrijkskunde 1; verdeeling daarvan in hoofdstukken 3	1
---	---

EERSTE HOOFDSTUK.

DE AARDE, BESCHOUWD IN HARE BETREKKING TOT DE OVERIGE HEMELLIJCHAMEN.

9	
1. Blik op den sterrenhemel.	4
2. Verdeeling der sterren naar hare lichtsterkte; getal der waarneembare sterren 5; telescopische sterren 6	5
3. Sterrenbeelden; de dierenriem 7; namen der sterren 7; sterrenkaarten 8	6
4. Afstanden van de sterren tot de zon; de vaste sterren zijn zonnen 9	8
5. Kleur der sterren; veranderlijke sterren 10; nieuwe en verdwenen sterren 11; dubbelsterren 11; eigene beweging der sterren 13	9
6. De melkweg; getal der sterren daarin 13; inrichting van het zichtbare heelal 14.	13
7. Nevelvlekken; sterrenhoopen 15; spectraal-analyse 16	15
8. Het zonnestelsel; traagheid of volhardingsvermogen 17, middelpuntvliedende kracht 17. De planeten 17; hare wachters of manen 22. De kometen 22. Vallende sterren 25, vuurbollen 25, aërolithen 25, meteor-ijzer 25; baan der vuurbollen 26, uitstralingspunt of radiant 27; verband tusschen kometen en vallende sterren 27; samenstelling der meteorieten 28	16
9. Verhoudingen tusschen de afstanden der planeten tot de zon. Verplaatsing van het zonnestelsel in de ruimte 29	28
10. De zon; hare grootte 30, massa 30, poriën 30; zonnefakkels 31, photosfeer 31, chromosfeer 31, protuberansen 31, corona 32; bestanddeelen der zon 32; temperatuur der zon 32. Zodiakaallicht 33.	30

5	Bladz.
11. De afmetingen der aarde; hare dagelijksche omwenteling 34; loop om de zon 35 . . .	33
12. Verklaring der verschijnselen, die ontstaan door de dagelijksche wenteling der aarde om hare as. Slingerproef van FOUCAULT 36	34
13. Verklaring der verschijnselen, die ontstaan door den jaarlijkschen loop der aarde om de zon. Het ontstaan der jaargetijden, als een gevolg van de helling der aardas op het vlak harer baan 37. Duur der langste dagen, op verschillende breedten 40.	36
14. De maan; hare afmetingen 41, massa 41, afstanden tot de aarde 41, schijngestalten 41; maansverduisteringen 42, zonsverduisteringen 42; aswenteling 43; schijngestalten der aarde, van de maan gezien 44; aschgrauw licht 44. Gesteldheid der maansoppervlakte 45; zeeën 45, hoogte der bergen 45; walvlakten 45; ringgebergten 45, kraters 46, bergvlakten 46, bergketens 46; afwezigheid van een dampkring 46; veranderingen op de oppervlakte der maan 46. — Bewoonbaarheid der maan en der planeten door levende wezens 47	40

TWEDE HOOFDSTUK,

DE VASTE OPPERVLAKTE DER AARDE.

15. Verdeeling van land en water over de oppervlakte der aarde; verdeeling van het land in de verschillende aardgordels 49	48
16. Nadere beschouwing van de vormen der werelddeelen, scheidings- of verbrekingsgrens 51; overeenkomsten en verschillen der onderscheiden werelddeelen 51; verschillende kustontwikkeling der werelddeelen 52; eilanden 53	50
17. Loodrechte verheffingen der aardkorst; volstreckte en betrekkelijke hoogte 53; lage landen 54, hooge landen 57; gemiddelde hoogten der werelddeelen 59 . . .	53
18. Gebergten; bergmassa's 59, bergketens 60, bergkammen 60, bergpassen 60; dalen 61, lengte- en dwarsdalen 62; verschillende bergvormen 62	59
19. Richting der gebergten en bergketens in de Oude en Nieuwe Wereld; hoogte van eenige bergtoppen 63; vergelijking van de hoogte van den bergkam met die der bergtoppen 64.	62
20. De vulkanen; hunne kraters 66; beschrijving eener vulkanische uitbarsting 66; lava 68, lapilli 69, vulkanisch zand en asch 69, bommen 69, puimsteen 70; steden door vulkanische uitbarstingen bedolven 70	65
21. Vulkanische uitbarstingen op den bodem der zee; oprijzingen van den zeegrond 71, ontstaan en verdwijnen van eilanden 71; watervulkanen 72	70
22. Aardbevingen, veranderingen van den grond daardoor 75, uitgebreidheid daarvan 76; Zeebevingen 76	73
23. Geysirs; slijkvulkanen 78; uitstroomingen van naphta, petroleum, kooldioxyd, enz. 78. Verdeeling en getal der vulkanen 79, uitgebrande vulkanen 80. Oorzaken der vulkanischē verschijnselen en der aardbevingen 80	77
24. Pseudo-vulkanische verschijnselen: aardbranden 83. Verweering der gesteenten 83; bergstorting en 84, aardvallen 87, grondverschuivingen 88	83
25. Holen en grotten; drulpsteenvormingen 89; ijsgrotten 92; beenderenhollen 92 .	88

§	Bladz.
26. Woestijnen, oasen 94; calichera's 95; steppen 95; heiden 96; thundra's 96; savannen of prairiën 97; silva's 97; llano's 97; pampa's 98	94
27. Duinen; haffen 99, lidi 99; zandbanken 100, klippen 100, riffen 100	98
28. Polypen, koraalriffen 101, strand- en kanaalriffen 102, koraaleilanden of atollen 102; verklaring van het ontstaan der koraalriffen, enz. volgens DARWIN 103	100

DERDE HOOFDSTUK.

DE ZEE.

29. Verschillende afdelingen van den Oceaan	106
30. Vorm van de oppervlakte van den oceaan, afwijking daarvan van den sphaeroidalen vorm 108; verschil in hoogte tusschen sommige binnenzeeën en den oceaan 108.	107
31. Middelen om de diepte der zee te bepalen: dieplood van BROOKE 109; opgaven van eenige geloodde diepten in den oceaan 111; gemiddelde diepte van den <i>Grooten Oceaan</i> , afgeleid uit de snelheid waarmede aardbevings- en vloedgolven zich voortplanten 113; diepte van eenige zeeën 113. Gesteldheid van den zeebodem 114	109
32. Zeewater, zijne doorzichtigheid 115; diepte, waarop de zonnestralen daarin doordringen 115; kleur van het zeewater 116	115
33. Samenstelling van het zeewater 117; zoutgehalte en soortelijk gewicht van het water van eenige binnenzeeën 118.	117
34. Het lichten of vuren der zee	119
35. Ontstaan van golven, hoogte daarvan 122, snelheid en kracht der golven 124, deining 124, branding 124, diepte der golfbeweging 125	121
36. Algemeene beschouwingen over ebbe en vloed; springvloed 126, doode getij 126	125
37. Verklaring van ebbe en vloed	126
38. Loop der vloedgolven; isorachiën 129, haventijd 131 (moot: ebbe en vloed op de Nederlandsche kusten 122)	128
39. Zeestroomen; koude stroomen 134, equatoriale stroomen 134, Golfstream 135, Kuro-Sivo 137, Kaapstroom 137; kenteekenen der zeestroomen 137; hun invloed op het klimaat 137.	133
40. Driftstromingen; maalstroomen 139; Sargasso-zeeën 139	138
41. Temperatuur der zee, dagelijksche wisseling 140, jaarlijksche wisseling 140, temperatuur der zee-oppervlakte 140; temperatuur in de diepte 142. — Bevrozen van zoet water 145, bevrozen van zeewater 147; ijsbergen en ijsvelden der poolstreken 149	140

VIERDE HOOFDSTUK.

DE DAMPKRING.

5	Bladz.
42. Doorschijnendheid der dampkringslucht, blauwe kleur des hemels 153. Samenstelling der dampkringslucht 154	153
43. De dampkring, onder den invloed der zwaartekracht; hoogte van den dampkring 156. Drukking van den dampkring; periodieke wisselingen der luchtdrukking 158, isobaren; toevallige afwisseling der luchtdrukking 159	156
44. Verlichting en verwarming der aarde door de zon; opslorping van licht en warmte door den dampkring 161; uitstraling der warmte 163. Dagelijksche gang der warmte 164	160
45. Jaarlijksche gang der temperatuur; gemiddelde temperatuur 167	167
46. Isothermen, verdeling der temperatuur over de aardoppervlakte 171, warmste gedeelte der aarde 171, koude-polen 172	168
47. Isotheren, isochimenen 173, isoparallagen 173; verdeling der temperatuur in Januari 173 en in Juli 174; kustklimaat 175, continentaalklimaat 175, gemiddelde jaarlijksche temperatuur op verschillende breedtegraden 176; anomalïën 176, isanomalien 176. Invloed van plaatselijke omstandigheden op de temperatuur 177; koude en warme jaren 178; hoogste en laagste temperaturen, die op aarde zijn waargenomen 177. Standvastigheid der klimaten in historischen tijd 179	172
48. Opstijgende en neerdalende luchtstroomen; afnemende temperatuur met de hoogte 180; waarnemingen op bergen 181, op luchtstreizen 182, toeneming der temperatuur op geringe hoogte 184. De sneeuwgrens 184	179
49. De wind; windvaan 186, namen der windrichtingen 187; snelheid van den wind 188; anemometers 189, drukking van den wind 190; verband tusschen de snelheid en de drukking 191; invloed van plaatselijke toestanden op de snelheid van den wind 191; snelheid van luchtballons 192	186
50. Ontstaan der winden; land- en zeewinden 193; barometrische gradient 195	192
51. Verdeling der winden over de aardoppervlakte, passaten 195, stiltegradels 195; verklaring van het ontstaan der passaten 196; luchtstroomen in de hoogere streken van den dampkring 197; winden in de gematigde streken 199; wet der draaiing van den wind 200	195
52. Moesons, verklaring daarvan 201, kentering 202. Winden op de Middellandsche Zee: bora, tramontana, mistral 203. De samum 203, harmattan 204, solano 204, scirocco 204, Föhn 204; stormen der steppen 205	201
53. Hoozen	205
54. Stormen, orkanen en cyclonen; draaijen van den wind bij cyclonen 210; regen en onweer 211, oog van den storm 212, stormvloed 212; beschrijving van een storm te Curaçao in 1877 212; voorbeelden van de kracht van cyclonen 215. Ontstaan en voortgang der cyclonen 215; tyfons, tornado's, hurricanes, pampero's, noordwesters 216. Stormen in de gematigde en koude streken 216, wet van BUYS-BALLOT 217. Reiserouten van het Kanaal naar Indië en terug 218; andere reiserouten 218	209
55. Verdamping; hoeveelheid waterdamp, die de lucht bij verschillende temperaturen kan bevatten 220; volstrekte en betrekkelijke vochtigheid 220, dampdrukking 221, hygrometers 221; nevel of mist 222	219
56. Ontstaan der wolken; hare hoogte 223; wolkenvormen 224; uitgebreidheid en beweging der wolken 225; haren invloed op de temperatuur 226	223

§	Bladz.
57. Regen, haar ontstaan 227; grootte der regendroppels 227, regenmeters 228; jaarlijksche regenhoeveelheid op aarde 228.	226
58. Verdeeling van den regen over de aardoppervlakte, regenlooze streken 228; verdeeling van den regen in de jaargetijden 229; regens op hooge breedten 230; regen in het moesongebied 230; periodieke regens 231	228
59. Samenstelling van het regenwater; zwavelregens 232, meteorstof 232, aschregens 232, dierenregens 233.	231
60. Dauw, zijn ontstaan 233. Honig- en meeldauw 234; rijp of rijm 235; ijzel 235	233
61. Sneeuw, haar ontstaan 235; sneeuwfiguren 236; equatoriale grens van de sneeuw 237; hoeveelheid sneeuw op verschillende plaatsen 237; gekleurde sneeuw 238.	235
62. Hagel; kenmerken der hagelbuien 238; grootte der hagelsteenen 239; verdeeling der hagelbuien 239. Groote hagelbuien in <i>Frankrijk</i> 240, in <i>Rusland</i> 241, in <i>Zwitserland</i> 241. Meeningen omtrent het ontstaan van den hagel 242	238
63. Breking van het licht; straalbreking 244; gloeien der <i>Alpen</i> 245; schemering 246; morgen- en avondrood 246	243
64. Buitengewone straalbreking; opdoemen der zee 247; luchtspiegeling 247; fata morgana 248.	246
65. Kranzen en kringen om zon en maan; bijzonnen, bijmanen 250, <i>Firnhöfe</i> 251; verklaring dezer verschijnselen 251	249
66. De regenboog, verklaring van zijn ontstaan 253; meervoudige regenbogen 256; maanregenbogen 257; regenbogen bij watervallen 257; optische verschijnselen op bergtoppen 257	253
67. Het onweder; electriciteit in den dampkring 258; oorsprong der dampkringseletriciteit 260	257
68. Onweersbuien; hoogte der onweerswolken 261; bliksem 261, lengte en duur daarvan; bolvormige bliksems 262. Electricische aard van het onweder, proeven van B. FRANKLIN en anderen 263.	261
69. Uitwerkselen van den bliksem; ozon, daarbij gevormd 266; bliksembuizen 266, terugslag 267.	264
70. De bliksemafleiders	267
71. De donder, rollen daarvan 269; bepaling van den afstand eener donderbui 271	269
72. Het weerlicht. St.-Elms-vuur 272; getal, verbreiding en oorzaken der onweders 273	271
73. De windrozen	275
74. Dwaallichten. — Hei- of veenrook 278, droge nevel 279	277

VIJFDE HOOFDSTUK.

DE VERSCHIJNSELEN, DIE ONTSTAAN DOOR HET UIT DEN DAMPKRING NEDERGEVALEN WATER.

75. Verschillende wegen, die het water volgt, dat uit den dampkring is nedergevallen; eeuwigdurende sneeuw 280; <i>Gletschers</i> of bergijsvelden 281	280
76. Toestand van het ijs der <i>gletschers</i> , oversmelting 281, herbevroezing 283. Uitgebreidheid en dikte der <i>gletschers</i> 283; steenrijen of <i>moraines</i> 285; <i>gletschertafels</i> 285.	281

§	Bladz.
77. Langzame nederdaling der gletschers; afsmelting daarvan 286; gletschermolens 287; reuzenkeutels 287	285
78. Geographische verbreiding der gletschers; getal en uitgebreidheid der gletschers in de Alpen 289	288
79. Sneeuwvallen of lauwinen, stuiflauwinen 289, grondlauwinen 289, lauwinenbanen 291.	289
80. Ontstaan van beken en rivieren uit gletschers of bronnen	292
81. Loopder rivieren; draagplaatsen 294, hoofd- en zijrivieren 294, rivierstelsel 294, stroomgebied 294, waterscheiding 294; oppervlakten van de stroomgebieden van eenige der voornaamste rivieren 295.	293
82. Bed der rivier, hare oevers 296; boven-, midden- en benedenloop 296; snelheid, waarmede het water afstroomt 296; wild- of stortbeken 297, bandjirs en bergstroommen. 297. Overstromingen 297; rol van de mossen en bosschen daarbij 297. — Watervallen 298. Stroomversnellingen 300.	296
83. Onderaardsche loop van eenige rivieren; gaffelverdeeling 303; invloed der rivieren op hare bedden en oevers 303	301
84. Hoeveelheden vaste stoffen, door de rivieren medegevoerd; delta's 305; barre, peresip, baar 305; samenstelling van het rivierwater 305; waterrijkdom der rivieren 306; ebbe en vloed in de monden der rivieren 306, mascaret 307, pororocca 307	304
85. Periodieke rijzing en daling der rivieren; ijs op de rivieren 309, grondijs 309, ijsgang 310, ijsdammen 311.	307
86. Meren, zoet- en zoutwatermeren 311; meren waardoor rivieren stroomen 316; temperatuur van het water der meren 317; periodieke rijzingen en dalingen 317, kratermeren 318; seiches 319; omkorstende meren 319; droogloopende meren 319; helderheid, doorschijnendheid en kleur van het water 320; rol der meren in de natuur 320. — Moerassen 321; peelen 322	311
87. Bronnen; haar wortelstelsel 322, bronnen in zee 323; onveranderlijkheid van vele bronnen 323; haar waterrijkdom 323	322
88. Periodieke bronnen, intermitterende bronnen 324, verklaring daarvan 325	324
89. Warme bronnen of thermen	326
90. Minerale bronnen; verdeeling en bestanddeelen daarvan 328; omkorstende bronnen 329; gezondheidsbronnen 329; giftbronnen 329.	327
91. Artesische bronnen of putten; tusschenpoozende artesische putten 332	330

ZESDE HOOFDSTUK.

HET MAGNETISMUS DER AARDE EN HET NOORDERLICHT.

92. Voornaamste eigenschappen van den magneet	334
93. Invloed der aarde op eene vrij opgehangen magneet, magnetische meridiaan 336, afwijking, declinatie, variatie, of miswijzing van het kompas 335; helling, of inclinatie 336	335
94. Westelijke en oostelijke declinatie, isogonen 338; magnetische polen 339, magnetische equator 339, isoclinen 339; intensiteit van het aardmagnetisme 340, intensiteits-maxima en minima 340, isodynamen 341	337

§	Bladz.
95. Langzame veranderingen in het magnetismus der aarde; dagelijksche veranderingen van den stand der magneetnaald 342; verband tusschen de grootte der veranderingen en de zonnevlekken 343	341
96. Magnetische storingen; gang en uitgebreidheid daarvan 344; bijzonderheden, die de storingen opleveren 345; verband tusschen de magnetische storingen en de verschijnselen van den dampkring 346, poollichten 346 en aardbevingen 347	344
97. Noorderlicht 348, zuiderlicht 348, poollichten 348. Beschrijving van een noorderlicht op middelbare 349 en hooge breedte 352	348
98. Uitgestrektheid van sommige poollichten 354; geographische verbreiding daarvan 355, isochasmen 355; plaatsing, hoogte, richting en lengte der noorderlichten 356; spectroscopisch onderzoek der poollichten 359; tijd van de verschijning daarvan 360, perioden daarin 361	354
99. Verschillende meeningen omtrent de oorzaken van het magnetismus der aarde 361. Hypothesen omtrent den aard en de oorzaken van de poollichten 362; verband tusschen poollichten en aardstroomen 365; verband tusschen poollichten en lucht-electriciteit 366.	361

ZEVENDE HOOFDSTUK.

DE VERBREIDING VAN PLANTEN EN DIEREN OVER DE OPPERVLAKTE DER AARDE.

100. Algemeene opmerkingen omtrent de geographische verspreiding van planten en dieren over de aarde	367
101. Bestanddeelen der planten; invloed van de temperatuur 370, het licht 371, de vochtigheid 372 en den bodem 372 op de verbreiding der planten.	369
102. Middelen ter verbreiding der planten; wijze, waarop die verbreiding beperkt wordt 374; middelpunten van verbreiding 374; voorbeelden van uitgestrekte en beperkte verbreiding van planten 375; de plantengroei in de verschillende werelddeelen 376; plantengordels 378; gezellige planten 380; plaatsvervangende planten 380; wetten omtrent de verbreiding der planten 380	372
103. Voorbeelden van de natuurlijke verbreiding van eenige belangrijke gewassen	381
104. Invloed van de hoogte van den grond op den plantengroei in de verschillende werelddeelen	384
105. Invloed van den mensch op de verbreiding van eenige planten; verbreiding van sommige voedselgewassen 389; bijzonderheden, die de plantengroei, te gelijk, op verschillende plaatsen aanbiedt 397. Invloed der huisdieren op de planten 398. Uitroelen van bosschen 399	389
106. Bestanddeelen van het lichaam der dieren. Invloed van de temperatuur 400, het licht 401, de vochtigheid 401 en den grond 402 op de verbreiding der dieren	400
107. Middelen ter verbreiding der dieren; hunne willekeurige en onwillekeurige tochten 403; wijze, waarop de verbreiding beperkt wordt, 412. Voorbeelden van uitgestrekte en beperkte verbreiding van dieren 413. De dieren in de verschillende werelddeelen 417; dierlijke provinciën 418; middelpunten van verspreiding 420. Plaatsvervangende dieren 420	402

§	Bladz.
108. Verbreiding van eenige ongewervelde dieren	421
109. Verbreiding der visschen en kruipende dieren.	426
110. Verbreiding der vogels; guanolagen 434.	429
111. Verbreiding der zoogdieren	434
112. Verbreiding der dieren in de hoogte en in de diepte 443	441
113. Invloed van den mensch op de verbreiding der dieren; verbreiding van enkele aangekweekte dieren 449	449
114. Verbreiding van den mensch; verdeeling der menschen in rassen 459, volgens de talen 461. Hoogte van eenige bewoonde plaatsen op aarde 462	458

<i>BESLUIT.</i> Algemeene opmerkingen, aangaande de hoofdoorzaken van de verscheidenheid der verschijnseien, die de oppervlakte der aarde aanbiedt	464
--	-----

<i>BIJVOEGSELS EN VERBETERINGEN,</i>	465
--	-----

INLEIDING.

De aarde, die ons tot verblijfplaats is aangewezen, levert aan de verschillende deelen harer oppervlakte eene groote verscheidenheid van natuurtooneelen en eene gedurige afwisseling van verschijnselen op. Hier bestaat hare oppervlakte, zoover het ook reikt, uit vlak land; elders verheft zich de grond tot duizenden meters hoogte, en vormt bergmassa's en gebergten, welker kruinen dikwijls in wolken zijn gehuld. Hier neemt het oog niets dan water waar; daar weder vertoonen zich onmetelijke zandvlakten. De planten- en dierenwereld biedt geene mindere verscheidenheid op de verschillende deelen der aardoppervlakte aan. Terwijl in de poolgewesten nauwelijks sporen van bewerktuigde wezens worden waargenomen, vertoonen de keerkringslanden een oneindigen rijkdom, zoowel van dieren- als plantenvormen. De beide gematigde aardgordels houden het midden tusschen deze uitersten, maar daarentegen is aldaar eene des te grootere afwisseling in de verschillende jaargetijden op te merken. In den winter, wanneer de boomen ontbladerd, de velden met een sneeuwkleed en de wateren met ijs bedekt zijn, verlaten ons vele diersoorten; andere schijnen in diepen slaap, of hebben zich in gemaskerden staat voor ons verborgen. Nauwelijks echter beginnen de zonnestralen minder schuins en langduriger den grond te beschijnen, of alles ontwaakt uit den schijndood. De planten ontplooiën hare bloem- en bladknoppen en sieren de velden met jeugdig groen. De dieren komen uit hunne schuilhoeken te voorschijn en veld en woud weërkaatsen weder hunne vroolijke en afwisselende geluiden.

Te midden van die verschillende en veranderlijke tooneelen is de mensch geplaatst en de natuur, die hem omringt, oefent een grooten invloed uit op zijne handelingen; ja, wat meer is, zij bepaalt grootendeels zijne bedrijven, den aard van zijn voedsel, zijne kleeding, de in-

richting zijner woning en zijn verkeer met de bewoners van andere deelen der aarde.

Reeds sedert de oudste tijden heeft men zich bezig gehouden met het onderzoek van de gesteldheid van den grond, de wateren, de voortbrengselen, de dieren en planten en de eigenschappen en de verschijnselen des dampkrings in verschillende gewesten der aarde. Ongeloofelijk veel inspanning werd er vereischt om eenige kennis daarvan te verzamelen, of haar uit te breiden. Meermalen werd met dit doel de aardbol omgevaren, of werden tochten ondernomen, om het inwendige der vaste landen te doorzoeken; zelfs de poolgewesten bleven, in weêrwil van hunne onherbergzaamheid, niet onbezocht. Veel ging er echter van die aldus opgezamelde kennis voor de wetenschap verloren. Gebrek aan wetenschappelijke ontwikkeling bij vele reizigers, en een meer op handelsbelangen gericht doel, waren hiervan de oorzaken. Sedert omstreeks ééne eeuw heeft men echter getracht het handelsbelang met dat der wetenschap te verbinden en van dien tijd af dagteekent ook de meer nauwkeurige kennis der aarde en der planten- en dierenwereld, over hare oppervlakte verbreed. Het aantal der bekende feiten is niet slechts voortdurend vermeerderd, maar ook hare rangschikking in bepaalde groepen, het onderzoek naar verband en samenhang tusschen de verschijnselen is meer en meer uitgebreid.

Sedert het begin dezer eeuw is men er in geslaagd om van bepaalde oogpunten vele verschijnselen te overzien en den band op te sporen, waardoor zij onderling verbonden zijn. Veel, wat vroeger raadselachtig was, en als door het toeval scheen te worden bestuurd, is gebleken noodzakelijk gevolg te zijn van onveranderlijke natuurwetten. Die voortdurende ijver, dat rusteloos streven en de zelfopoffering van zoovelen, die de kennis der aarde trachten uit te breiden, gaf het aanzijn aan de wetenschap die thans den naam van *Natuurkundige Aardrijkskunde* draagt. Vroeger werd zij slechts als een klein onderdeel der aardrijkskunde beschouwd en als eene bijzaak behandeld, of wel, men trachtte door redeneeringen en gissingen hare onvolledigheid te verbergen. Somtjids ook werden bijzondere gedeelten als wetenschap op zichzelf behandeld, zooals de kennis van de verschijnselen des dampkrings, of wel, zij werden aan enkele deelen der natuurlijke historie, bij wijze van aanhangsel, toegevoegd, gelijk de verbreiding van planten en dieren over de aardoppervlakte. Thans echter, nu de kennis der aarde zoozeer is uitgebreid, is het, meer dan vroeger, mogelijk, om een beeld van de gesteldheid en van de verschijnselen aan hare oppervlakte te ontwerpen. De omvang van dit onderwerp heeft echter reeds sedert lang eene verdeeling noodzakelijk gemaakt.

Sommige dezer onderdeelen zijn zelfs als zelfstandige wetenschappen te voorschijn getreden en wij zullen aan deze grootendeels de verdeeling bij de behandeling onzer stoffe ontleenen.

Wij zullen dus in het *eerste Hoofdstuk* nagaan welke plaats het *zonnestelsel*, waartoe onze aarde behoort, in de hemelruimte inneemt en hoe de plaats der aarde in dit zonnestelsel is ten opzichte der overige tot dit stelsel behorende planeten, en daarna zien hoe de aarde door de zon wordt verlicht en verwarmd. Dit zou ons geheel op het gebied der sterrenkunde voeren. Wij zullen echter slechts zoover dit veld betreden, als noodig is om het verband op te helderen waarin de aarde tot de overige hemellichamen staat en tot recht verstand van eenige verschijnselen vereischt wordt. Daarbij zal tevens worden gehandeld over *den vorm en de afmetingen der aarde*.

In het *tweede Hoofdstuk* zal worden gehandeld over *de verdeeling van land en water op de oppervlakte der aarde*; over de horizontale verbreiding en vertikale hoogte (het *relief*) van de vaste korst der aarde, alsmede over de verschijnselen, die daartoe betrekking hebben.

In het *derde Hoofdstuk* zullen wij *de zee* beschouwen met de verschillende verschijnselen die zij aanbiedt, als: ebbe en vloed, stroomen, golfbewegingen enz.

De *dampkring* en de verschijnselen die zij aanbiedt, zal het onderwerp van het *vierde Hoofdstuk* zijn.

Het *vijfde Hoofdstuk* zal bevatten, de beschouwing der gevolgen van en de verschijnselen die ontstaan door het *water* dat uit den dampkring nedergevallen is, onder den vorm van dauw, mist, regen, sneeuw of hagel.

Het *zesde Hoofdstuk* zal gewijd zijn aan de behandeling van het *magnetismus der aarde* en *het noorderlicht*; terwijl eindelijk in het

Zevende Hoofdstuk de verbreiding van planten en dieren over de oppervlakte der aarde tot onderwerp zal hebben, benevens den invloed, dien de *mensch* op die verbreiding heeft uitgeoefend.

EERSTE HOOFDSTUK.

DE AARDE BESCHOUWD IN HARE BETREKKING TOT DE OVERIGE
HEMELLICHAMEN.

§ 1.

Indien wij op een helderen avond den hemel beschouwen, dan ontdekken wij eene menigte van schitterende stippen, die in glans en kleur zeer onderscheiden zijn. De meeste daarvan schijnen met zeer ongelijke tusschenpoozen van lichtsterkte te veranderen, te vonkelen of flikkeren. Zetten wij onze beschouwing lang genoeg voort, dan ontwaren wij dat bijna alle sterren denzelfden stand met betrekking tot elkander behouden en als aan het hemelgewelf bevestigd schijnen. Reeds was dit door de Ouden opgemerkt en daarom noemt men ze *vaste sterren*; eene benaming die niet volkomen juist is, daar latere onderzoekingen geleerd hebben, dat zij zich, ofschoon voor het bloote oog onmerkbaar, toch eenigszins met betrekking tot elkander verplaatsen.

Wanneer men deze sterren door een kijker beschouwt, dan vertoonen zij zich, even als aan het bloote oog, als lichtende stippen, of liever als kleine lichtschijfjes. Dit laatste is echter een gevolg van de eigenschappen des lichts en de schijfjes, die aldus worden waargenomen, zijn niet de beelden van de lichamen der sterren zelve. De waarneming leert ons dus weinig aangaande den aard der sterren. Het licht, dat zij ons toezenden, moeten zij echter òf uit zichzelf bezitten, òf zij moeten het van een ander hemellichaam ontvangen. Het eenige ons bekende hemellichaam, waardoor zij zoo schitterend zouden kunnen verlicht worden, kan de zon zijn. Wij zullen echter aanstonds zien, dat de afstand, zelfs der naastbijgelegene sterren, tot de zon zoo groot is, dat zij door dit hemellichaam niet zoo sterk kunnen worden verlicht, als wij dit werkelijk waarnemen. Hieruit kan men opmaken, dat de sterren haar licht niet van de zon ontvangen, maar een eigen licht bezitten en dat de zon

zelve niet anders is dan eene ster, die zich alleen daarom zooveel grooter en glansrijker vertoont, omdat wij zooveel nader bij haar geplaatst zijn dan bij de andere sterren.

§ 2.

Men onderscheidt de sterren, naarmate van haren glans, in verschillende klassen of grootten; de helderste sterren brengt men tot de eerste, de daarop in helderheid volgende tot de tweede grootte enz., zoodat de zwakste, nog met het bloote oog waarneembare sterren, tot de zesde grootte worden gebracht. Deze verdeeling is eenigszins willekeurig, want zij berust alleen voor de sterren der eerste en tweede grootte op vergelijkingen of metingen, voor de overige slechts op schattingen der helderheid.

Wanneer men zeer goede oogen heeft, kan men, in onze streken, ruim 5300 sterren zien. Naar de schattingen der lichtsterkte zou men die, volgens Professor HEIS te Münster, tot de volgende grootten brengen:

Grootte.	Getal.	Grootte.	Getal.
1 ^e	8	4 ^e	142
1 ^e of 2 ^e	5	4 ^e of 5 ^e	122
2 ^e of 1 ^e	3	5 ^e of 4 ^e	162
2 ^e	27	5 ^e	427
2 ^e of 3 ^e	18	5 ^e of 6 ^e	265
3 ^e of 2 ^e	20	6 ^e of 5 ^e	477
3 ^e	59	6 ^e	1533
3 ^e of 4 ^e	37	6 ^e of 7 ^e	1964
4 ^e of 3 ^e	49		

HEIS zegt, dat hij in het geheel 5421 sterren heeft kunnen waarnemen.

In onze streken kunnen wij echter niet den geheelen hemel zien; er blijft voor ons, rondom de zuidpool des hemels, steeds een gedeelte beneden den gezichteinder verborgen, dat bijna $\frac{2}{10}$ van den geheelen hemelbol bedraagt. Dit in aanmerking nemende, kan men het geheele getal der voor het bloote oog zichtbare sterren, op hoogstens 8000 stellen. In het voor ons onzichtbare gedeelte des hemels, is de verhouding van het getal sterren dat tot elke klasse behoort, nagenoeg hetzelfde als bij het in onze streken zichtbare. Vergelijkt men nu het getal sterren van de eerste grootte met dat der tweede, het getal sterren der tweede grootte met dat der derde enz., dan bevindt men dat elke volgende klasse omstreeks $2\frac{1}{2}$ à $3\frac{1}{2}$ malen meer sterren bevat dan eene voorgaande. Het

verdient hier nog opmerking, dat wij van de sterren, die te zamen tot iedere klasse worden gebracht, nagenoeg evenveel licht ontvangen, zoodat die der eerste grootte, bijv. te zamen ons evenveel licht toezenden als die der tweede of derde grootte; door het grooter aantal van de sterren der volgende grootte wordt namelijk de mindere lichtsterkte vergoed.

De sterren, die om hare lichtzwakte alleen door kijkers of telescopen kunnen worden waargenomen, noemt men *telescopische* sterren. Zij worden, even als de voor het ongewapend oog waarneembare, in klassen verdeeld, zoodanig dat de kleinste door sommigen tot de twaalfde, door anderen tot de twintigste grootte worden gebracht. Het getal der telescopische sterren is aanmerkelijk grooter, dan dat der zes eerste klassen, zoodat het zelfs niet mogelijk is om het te bepalen, en wel te minder, daar men, bij de gedurige verbetering der kijkers, steeds meer en meer sterren aan den hemel ontdekt. Bij eene telling der sterren, van de eerste tot de zestiende grootte vond men, volgens v. LITROW, voor het aantal daarvan omtreeks 4000 millioenen.

§ 3.

Reeds sedert de oudste tijden heeft men, ten einde de sterren van elkander te onderscheiden, of om bepaalde sterren aan te duiden, van de meest in het oog loopende groepen zich de voorstelling van beelden gevormd, *sterrenbeelden* of *constellatiën* genoemd. Deze stellen goden, dieren en verschillende voorwerpen voor, zonder dat zij met de vormen daarvan zelfs in de verte eenige overeenkomst hebben. Zij zijn aan de fabelleer, de geschiedenis, enz. ontleend. De meeste daarvan zijn geheel willekeurige groepen van sterren en vele zijn in latere tijden aanmerkelijk in omvang en vorm gewijzigd, om voor andere plaats te maken. Op deze wijze heeft men het hemelgewelf voorgesteld, met eene bonte reeks van beelden, in allerlei houdingen overdekt. Hoe vreemd en willekeurig deze indeeling ook wezen moge, zoo heeft zij toch, voor de aanduiding van bepaalde sterren, zekere voordeelen, dewijl zij het geheugen en de voorstelling door die verschillende groepen eenigermate te hulp komt. Men rangschikt namelijk de sterren, die tot elk beeld behooren, naar hare helderheid en onderscheidt ze van elkander, door aan elk eene letter van het Grieksche alphabet toe te voegen. Zoo voegt men, bij voorbeeld, bij de helderste ster van het sterrenbeeld Orion, de letter α (alpha) de eerste van het vermelde alphabet. De daarop volgende wordt door de letter β (béta) onderscheiden; de volgende door γ (gamma)

enz. Zoodat men, om de tweede ster, in rangorde van helderheid, van het sterrenbeeld Orion aan te duiden, zegt de ster β van Orion enz. Zijn de letters van het Grieksche alphabet niet toereikend, om alle sterren van een beeld aan te duiden, dan bezigt men die van het Romeinsche of Italiaansche alphabet, of wel cijfers.

Onder de sterrenbeelden zijn er 12 die in de eerste plaats in aanmerking komen. Zij vormen te zamen een breeden gordel rondom den hemel, die merkwaardig is, omdat de zon, (zooals wij later zien zullen) bij haren schijnbaren loop in één jaar aan den hemel, langs deze twaalf sterrenbeelden gaat. Zij zijn: de *Ram*, de *Stier*, de *Tweelingen*, de *Kreeft*, de *Leeuw*, de *Maagd*, voorts de *Weegschaal*, de *Schorpioen*, de *Schutter*, de *Steenbok*, de *Waterman*, en de *Visschen*. Die breede gordel, waarvan de sterrengroepen meerendeels door beelden van dieren worden voorgesteld, wordt daarvan de *Dierenriem* of *Zodiak* genoemd. Indien wij de sterren bij dag aan den hemel konden zien, zou de zon in een jaar eene baan schijnen te doorloopen, welke door die twaalf teekens van den dierenriem gaat en van daar dat men zegt dat de zon zich in het teeken van den Ram, den Stier, enz. bevindt.

Onder de sterrenbeelden die verder, in onze streken, opmerking verdienen, behooren de kleine en de groote Beer, de Draak, de Lier, de Arend, de Kroon, de Beerenhoeder, de groote en kleine Hond, de Wagenman, Perseus, Andromeda, en vooral Orion. Dit laatste sterrenbeeld onderscheidt zich door een groot aantal van heldere sterren; het is een der schoonste sterrenbeelden en schittert in onze lange winternachten aan den hemel.

Minder doelmatig nog dan de voorgaande wijze, om bepaalde sterren aan te duiden, is die om ze namen te geven. Zoo heeft men de helderste sterren door bijzondere namen aangeduid, van welke vele van Arabischen oorsprong zijn; andere weder heeft men Latijnsche benamingen gegeven. Zoo draagt bij voorbeeld de helderste ster van het sterrenbeeld de groote Hond den naam *Sirius*, verder heeft men *Beteigeuze*, *Rigel* en *Bellatrix* in het sterrenbeeld Orion; *Aldebaran* in den Stier; *Castor* en *Pollux* in de Tweelingen, enz. Het is evenwel licht in te zien dat men op deze wijze nog meer van het geheugen vergt, dan op de voorgaande, dewijl men met den naam van elke ster tevens dien van het sterrenbeeld moet onthouden, waartoe het behoort. De moeielijkheid evenwel, die aan het onderscheiden van zoovele sterren verbonden is, heeft men al sedert de oudste tijden ondervonden en men is daarom reeds vroeger op middelen bedacht geweest om zich met zekerheid in dezen doolhof terecht te helpen. Daarom heeft men lijsten of catalogussen opgemaakt, waarin hare

plaats op eene dergelijke wijze wordt bepaad als de ligging van punten op den aardbol door de geographische lengte en breedte; bovendien heeft men afbeeldingen van verschillende gedeelten des hemels, zoogenaamde *sterrenkaarten*, vervaardigd, waarop de sterren in hare betrekkelijke ligging en helderheid worden voorgesteld. Deze beide laatste middelen, om den stand der sterren te bepalen, zijn thans uitsluitend bij de sterrenkundigen in gebruik.

§ 4

Wij zouden aangaande den aard en de gesteldheid der sterren weinig meer weten, dan dat het schitterende stippen zijn, die aan het hemelgewelf zijn geplaatst, indien wij tevens niet eenigermate met hare afstanden van onze aarde bekend waren; en zoo lang deze ons onbekend zijn, is alles, wat men van de sterren kan zeggen, slechts op gissingen gegrond. Het heeft dan ook, vroeger niet aan pogingen ontbroken om deze afstanden te leeren kennen, maar geene daarvan werd met enig gunstig gevolg bekroond; men kwam alleen tot het besluit dat de sterren op zeer groote afstanden van ons geplaatst zijn. In de jongste tijden is het echter gelukt om de afstanden van eenige daarvan werkelijk te bepalen. De uitkomsten doen ons aan de eene zijde verbaasd staan over zulke afstanden en aan de andere zijde de volkomenheid bewonderen, die de sterrenkunde heeft bereikt. De gewone maten, om op aarde afstanden te bepalen, schieten geheel te kort, om den afstand der sterren uit te drukken. Deze zouden, door cijfers uitgedrukt, slechts lange rijen vertoon die zóóver de gewoonlijk voorkomende getallen overtreffen, dat men daarbij geheel de voorstelling zou verliezen. Om echter eenigermate een denkbeeld te geven van de afstanden, waarop de sterren van ons verwijderd zijn, zullen wij den tijd aangeven welke er noodig zou zijn om, met eene bekende snelheid, den weg van de aarde tot eenige der naastbij zijnde vaste sterren af te leggen.

Een spoorrein doorloopt gemiddeld 10 meters in elke secunde; het geluid plant zich met eene snelheid voort die ruim 33 malen grooter is en doorloopt 333 meters per secunde; een 24-ponds kanonskogel doorloopt in de eerste secunde, nadat hij het geschut heeft verlaten, een afstand die bijna $1\frac{1}{2}$ maal grooter is dan die van het geluid of 500 meter; maar de snelheid des lichts is weder 600 300 malen grooter dan die eens kanonskogels, dat is, het doorloopt in ééne sekunde 300 400 000 meters — gelijkstaande met ruim zevenmalen den omtrek der aarde. Men heeft nu gevonden dat de afstand van eene der naastbij zijnde

sterren zoo groot is, dat haar licht $3\frac{1}{2}$ jaren zou noodig hebben om tot ons te komen. Andere sterren, waarvan de afstand mede onderzocht is, staan nog veel verder van ons af, zoodat haar licht zelfs zeer vele jaren behoeft, om tot ons te komen, terwijl het licht der zon in 8 minuten en 13 seconden tot de aarde komt. Indien dus het licht der zon plotseling werd uitgedoofd, dan zouden wij dit eerst na 8 minuten en 13 seconden op aarde bemerken; voor de vaste sterren zou dat eerst na jaren worden waargenomen. Wij kunnen hieruit afleiden dat de sterren een eigen licht bezitten, even als onze zon, of met andere woorden, uit den verbazenden afstand waarop zij van ons geplaatst zijn, blijkt dat zij — ofschoon zij zich aan ons slechts als schitterende stippen voordoen — zonnen zijn, die een eigen licht en warmte bezitten en dat zij eene aanzienlijke grootte moeten hebben, om op zulk een afstand, als waarop zij van ons geplaatst zijn, nog zichtbaar te zijn. De Engelsche sterrenkundige HUGGINS heeft, voor sommige sterren, door middel van een uiterst gevoelig werktuig, aangetoond dat zij, even als de zon, ook warmte uitstralen, en volgens SECCHI zou onze zon, indien zij zoo ver van ons verwijderd was als de naastbij zijnde vaste ster, zich slechts als eene ster der vijfde of zesde grootte vertoonen.

Het was zeer natuurlijk dat, bij de eerste proeven om den afstand der sterren te bepalen, diegene het eerst in aanmerking kwamen, welke zich door eene groote helderheid onderscheiden. Men ging hierbij echter stilzwijgend van de onderstelling uit, dat de sterren evenveel licht geven en waande daarom dat de helderste sterren het naast bij ons zouden zijn. Het onderzoek heeft echter het tegendeel geleerd, want het is gebleken dat sommige sterren, die minder door haren glans de aandacht trekken, nader bij ons zijn dan andere die zich door eene groote lichtsterkte boven andere onderscheiden. Verdere onderzoekingen hebben bovendien geleerd, dat de helderste sterren, niet slechts schijnbaar, maar ook in verhouding tot andere, als zeer glanzende zonnen moeten worden beschouwd.

§ 5.

Het licht der sterren is in kleur onderscheiden. Dat van sommige is schitterend wit, van andere geel of groen, terwijl dat van eenige rood, van andere purperkleurig is. Niet alleen zijn vele heldere sterren door hare kleuren opmerkelijk, maar de meeste der kleinere, en zelfs der teleskopische sterren bezitten een gekleurd licht. Die kleur schijnt echter niet altijd dezelfde te zijn, want in eenige werken der

oudheid wordt aan sommige sterren niet dezelfde kleur toegekend, waarmede men ze thans ziet schitteren. Zoo wordt bij voorbeeld *Sirius*, in het sterrenbeeld de groote Hond, door PTOLEMAEUS vuurrood genoemd; evenzoo noemt hij het licht van *Arcturus*, *Aldebaran*, *Pollux*, *Antares* en *Beteigeuze* rood. Het licht der eerstgemelde ster is thans echter volkomen wit, terwijl dat van *Pollux* als groenachtig wordt aangezien. Men heeft in den laatsten tijd bevonden, dat de kleur van sommige sterren ook in kortere tijdruimten verandert, doch aangaande de oorzaken en den aard dezer kleuren en van hare veranderingen weten wij bijna niets.

Men heeft opgemerkt dat het licht van eenige sterren veranderingen in helderheid ondergaat: zij worden daarom *veranderlijke sterren* genoemd. Van sommige is dit nauwelijks merkbaar; andere daarentegen verdwijnen zelfs, van tijd tot tijd, geheel voor het ongewapend oog. De tijd die er verloopt tusschen twee achtereenvolgende maxima of minima van de lichtsterkte, is voor sommige sterren zeer standvastig, zoodat men de lichtveranderingen met eene groote juistheid kan voorspellen; voor andere is dit tijdsverloop nu eens grooter, dan kleiner.

De ster β bijv. in het sterrenbeeld Perseus, *Algol* genoemd, gaat elke 2 dagen, 20 uren en 49 minuten, van de tweede tot de vierde grootte over. Het grootste gedeelte van dien tijd blijft zij als eene ster der tweede grootte schitteren; daarop neemt zij gedurende $3\frac{1}{2}$ uur in helderheid af en blijft 5 of 6 minuten in haar zwakste licht, waarna zij gedurende $3\frac{1}{2}$ uur in lichtsterkte toeneemt, om weder ruim $2\frac{1}{2}$ dag met onveranderden glans te schijnen. De perioden, waarin de lichtwisselingen der veranderlijke sterren plaats hebben, zijn echter zeer verschillend. Die van bovengemelde ster is een der kortste, die bekend is. In het sterrenbeeld de Vlieg is echter eene ster die eene periode heeft van slechts $1\frac{1}{4}$ dag. De ster β van de Lier gaat om de $6\frac{1}{2}$ dag van de 3^e tot de 5^e grootte over. De ster R in het sterrenbeeld de Weegschaal heeft daarentegen eene periode van 722 dagen. Zij is van de 9^e grootte en wordt periodiek onzichtbaar. Het getal der bekende veranderlijke sterren bedraagt thans 120. Daaronder zijn er echter eenige begrepen, die wellicht in eene zeer lange tijdruimte van lichtsterkte wisselen. Op enkele plaatsen van den hemel zijn namelijk nu en dan sterren verschenen, die gedurende eenigen tijd met een sterk licht schitterden, vervolgens allengs afnamen en eindelijk voor het oog verdwenen. Zoo werd er, in het jaar 393 van onze jaartelling, in het sterrenbeeld van den Schorpioen eene helder lichtende ster gezien, die later weder onzichtbaar werd; zij lichtte van Maart tot October van dat jaar. Ook omstreeks 827 werd aan dezelfde streek van den hemel door de Arabi-

sche sterrenkundigen eene ster gezien. In het jaar 1203 verscheen er eene op dezelfde plaats. In de Chineesche kronieken vindt men de verschijning eener nieuwe ster in het jaar 1690 vermeld. De tusschentijd van deze jaartallen is wel niet even groot, maar er bestaat veel reden om te vermoeden dat het dezelfde ster is geweest. Het is ook niet zonder voorbeeld dat de periode der veranderlijke sterren eenigszins verandert. De dusgenoemde *verdwenen sterren*, kunnen dus zeer wel veranderlijke zijn, met zeer lange perioden. In de maand Mei 1866 verscheen er in het sterrenbeeld de noordelijke Kroon mede eene nieuwe ster. Toen zij het eerst werd opgemerkt, vertoonde zij zich minstens van de vierde grootte. Later nam zij weder in helderheid af en was na drie maanden reeds voor het bloote oog onzichtbaar. Nog onlangs, den 24 November 1876, zag JULIUS SCHMIDT te Athene, in het sterrenbeeld de Zwaan eene ster der derde grootte, die zeker den 20^{sten} dier maand nog niet was gezien. Kort daarna werd zij ook te Parijs en elders waargenomen. Hare lichtsterkte nam echter snel af, zoodat zij omstreeks het midden van December voor het bloote oog onzichtbaar was. De oorzaak van de lichtwisseling der sterren is onbekend.

Uit de ongelijke verdeeling der sterren, aan de verschillende gedeelten des hemels, en haar verschil in afstand tot ons kan men afleiden, dat indien twee of meer sterren nagenoeg in dezelfde richting zijn geplaatst, deze zich nabij elkander zullen moeten vertoonen. Zij kunnen zich aldus als dubbele, driedubbele of veelvuldige sterren voordoen, zonder dat er tusschen haar eenig bijzonder verband bestaat; want de schijnbare nabijheid ontstaat dan slechts uit de plaats der aarde met betrekking tot zulke sterren. Werkelijk vindt men eenige paren of groepen aan den hemel, waarvan de sterren zeer nabij elkander schijnen te staan. Daar deze nabijheid echter slechts schijnbaar is, heeft men ze *optische dubbelsterren* genoemd. Een nauwkeurig en lang voortgezet onderzoek heeft echter geleerd, dat het nabij elkander staan van twee of meer sterren niet altijd toevallig is, maar dat in vele gevallen beide sterren bijeen behooren en door hare onderlinge aantrekking met elkaar verbonden zijn. Deze zijn *physische* of *ware dubbelsterren*. Vele sterren vertoonen zich aldus dubbel, wanneer zij door een goeden kijker worden beschouwd, ofschoon zij zich voor het bloote oog niet als zoodanig voordoen. Bij vele is het, zelfs met een sterk vergrootenden kijker, moeilijk te erkennen of zij al dan niet tot de dubbelsterren behooren, wegens hare groote schijnbare nabijheid. Dat er werkelijk een verband tusschen de beide sterren bestaat, die aldus een paar vormen, blijkt daaruit, dat de eene om de andere wentelt, of liever, dat zij om haar gemeenschappelijk zwaar-

tepunt omloopen. Daar die bewegingen schijnbaar zeer langzaam zijn, moeten er meestal vele jaren verlopen alvorens het is uitgemaakt of een sterrenpaar zich slechts optisch aldus vertoont of dat de beide sterren physisch met elkander zijn verbonden; later onderzoek leert dan den omloopstijd en de ligging der baan kennen, die de sterren beschrijven. Men heeft aan den hemel omstreeks 10.000 sterren gevonden, die of dubbel of drie- of veelvoudig zijn. Onder deze zijn er omstreeks 650 waarbij men eene verplaatsing der eene ster met betrekking tot de andere heeft waargenomen en die dus tot de physische dubbelsterren behooren. Wij kennen thans den omloopstijd van 30 dubbelsterren. De duur daarvan is zeer onderscheiden. Een der kortste omlooptijden bedraagt ruim 25 jaren. Andere sterrenparen hebben 500, 1000 en zelfs 2000 jaren noodig om ééne omwenteling te volbrengen.

Neemt men nu in aanmerking wat vroeger (§ 4) van den afstand der sterren is gezegd, dan kan men nagaan dat de beide lichamen, die eene dubbelster vormen, of liever, deze om elkaar wentelende zonnen, ook op een zeer grooten afstand van elkaar geplaatst zijn en dat de traagheid der bewegingen, die zij volbrengen, slechts schijnbaar is. In de meest verwijderde gewesten der Schepping heerscht dus geene doodsche rust; ook daar is afwisseling en beweging, gelijk wij die in de verschijnselen aan de oppervlakte der aarde, ja zelfs in iederen waterdruppel kunnen waarnemen.

De beide sterren, waaruit eene dubbelster bestaat, hebben veelal niet dezelfde lichtsterkte. De minder heldere of kleinere wordt dan de *Begeleider* van de grootere genoemd. Bij vele is ook een onderscheid in de kleur waar te nemen. Bij eenige is de hoofdster wit en de begeleider blauw, of de hoofdster geel en de begeleider groen of rood. Van sommige hebben ook beide dezelfde kleur.

Indien de afstand van eene dubbelster tot de aarde, de omloopstijd van het sterrenpaar en de grootte en ligging der baan bekend zijn, die de begeleider om de hoofdster beschrijft, dan kan ook de massa van beide worden berekend. Reeds vroeger had men vermoed dat de ster *Procyon*, in het sterrenbeeld de Kleine Hond dubbel zou zijn, (uithoofde van de uiterst geringe verplaatsing, die zij ondergaat). Na vele vergeefschte pogingen gelukte het STRUVE, bij Petersburg, om de uiterst lichtzwakke begeleider te zien. Door AUWERS werd daarna berekend dat de massa van *Procyon* omstreeks 80 en die van den begeleider 8 malen die van onze zon overtreft.

Het zijn echter niet alleen de dubbelsterren, die ons in de omwentelingen, die zij volbrengen, voorbeelden van beweging opleveren, want

de vaste sterren dragen geheel te onrechte dezen naam. Door verbetering der instrumenten en vooral door de nauwkeurigheid, die men aan de waarnemingen gaf, bleek het spoedig, dat sommige sterren een *eigene beweging* hebben en, naar mate men het onderzoek verder uitstreckte, blijkt dit voor een grooter aantal. Men moet dus aannemen, dat alle sterren en ook onze zon zich in de hemelruimte verplaatsen, ofschoon dit voor het ongewapend oog onmerkbaar is.

§ 6.

Algemeen bekend is de breede, zwak lichtende gordel, die wij, bij heldere lucht, aan den nachtelijken hemel ontwaren en die, sedert de vroegste oudheid, den naam van *Melkweg* draagt. Deze gordel omvat den geheelen hemel en verdeelt dien in twee eenigszins ongelijke helften. De breedte van den Melkweg is op verschillende plaatsen zeer onderscheiden, doch, daar zijne grenzen slechts flauw zijn afgeteekend, ook moeielijk met juistheid aan te geven. In het sterrenbeeld de Zwaan verdeelt hij zich in twee armen of takken, die zich verder weder vereenigen; doch deze vereeniging is in onze streken niet zichtbaar. Buitendien heeft de Melkweg verschillende gedeelten, die als takken uitloopen. Op enkele plaatsen zijn daarentegen openingen waar te nemen. De helderheid van het licht, dat ons van den Melkweg toestraalt, is op onderscheidene plaatsen zeer verschillend. In het algemeen is zij het grootst op die plaatsen waar hij het smalst is; overigens is het licht onregelmatig en als bij plekken verspreid. Met het ongewapend oog ontwaren wij reeds dat de Melkweg zeer rijk aan sterren is; doch richt men naar eenig gedeelten daarvan een kijker, dan blijkt het aanstonds, dat de sterren aldaar als opeengedrongen zijn. Naarmate men echter een beteren kijker hiertoe bezigt, ontdekt men meer en meer sterren, zoodat men tot het besluit moet komen, dat de Melkweg geheel uit sterren bestaat, die, deels door hare schijnbare onderlinge nabijheid, deels door hare lichtzwakte, met het ongewapend oog niet van elkander kunnen worden onderscheiden en dus een schemerachtig licht veroorzaken. Het aantal sterren, dat met kijkers in den Melkweg kan worden gezien, is ontelbaar, zoodat men tot schattingen, volgens bepaalde regelen in het werk gesteld, zijne toevlucht heeft genomen. De beroemde HERSCHEL (de oudere) begrootte naar zoodanige schattingen het getal der sterren van den Melkweg op 18 millioenen. Die lichtende gordel, die onze heldere nachten siert en zich als een blinkende nevel aan ons oog vertoont, is dus eene verzameling van schitterende hemellichamen, van zonnen die uit zich zelve licht bezitten en

misschien op talloze andere hemelbollen hare koesterende stralen uitgieten.

Een meer opzettelijk onderzoek van den Melkweg heeft ons daarenboven veroorloofd een dieperen blik te slaan in de inrichting van het zichtbare heelal. Door dit laatste verstaan wij de ruimte, die alle hemellichamen omvat, welke door het gewapend oog kunnen worden waargenomen.

De meest oppervlakkige beschouwing van den hemel toont ons namelijk, dat de sterren zeer onregelmatig in de ruimte verdeeld schijnen. Op sommige plaatsen vindt men ze slechts spaarzaam verbreed, terwijl zij op andere als bijeengedrongen schijnen, ofschoon zij in werkelijkheid nog op verbazende afstanden van elkander staan. Naarmate men den Melkweg nadert, staan in het algemeen de sterren dichter op één, terwijl zij in den Melkweg zelf zich, door haar groot aantal, als eene matte schemering vertoonen. Er zijn slechts twee verklaringen hiervan mogelijk. De hemelruimte moet óf in de richtingen, waarin zich weinig sterren vertoonen minder doorschijnend zijn, zoodat het licht der aldaar geplaatste sterren niet tot ons doordringt, óf de sterren zijn ongelijkmatig aan den hemel verdeeld. De eerste is, om verschillende redenen, niet waarschijnlijk, zoodat de tweede aannemelijker is en, indien deze waarheid bevat, dan is het althans mogelijk om eenigermate de *inrichting* van het zichtbare heelal te leeren kennen. Neemt men namelijk aan dat de onderlinge afstanden tusschen de sterren ten naastenbij aan elkander gelijk zijn, dan zien wij in den Melkweg door eene dichtere sterrenlaag henen, dan in de overige gedeelten des hemels. Indien de Melkweg overal eene gelijke breedte had en de sterren waren daarin schijnbaar overal even dicht bij elkander geplaatst, dan zouden wij hieruit kunnen besluiten, dat zij in eene ruimte geplaatst zijn, die met een platten ring te vergelijken ware en dat wij nagenoeg in het midden daarvan geplaatst zijn. Want even als wij, door eene dunne nevelaag ziende, naar boven daarvan weinig ontdekken, maar nader bij den gezichteinder ons oog niets dan nevel ontwaart, zoo zullen wij ook des te meer sterren moeten zien, naarmate wij onze blikken meer naar den Melkweg richten, totdat wij, naar dezen ziende eene dikke laag van sterren ontmoeten. Deze voorstelling komt niet juist met de waarneming overeen. De Melkweg is namelijk niet scherp begrensd en hij is, gelijk wij zagen, in twee armen of takken verdeeld. De vorm van den Melkweg komt dus meer overeen met dié eener zeer platte schijf, of liever van een breeden ring, waarvan de randen zijn afgerond en die daarenboven gedeeltelijk in twee platte stukken gespleten is. Daar wij nu nabij het midden, of aan den binnen-

rand van dezen ring zijn geplaatst, zien wij den Melkweg als een gordel den hemel omspannen, die zich in twee takken verdeelt, welke zich verder weder vereenigen.

Deze beschouwingen zijn niet boven alle bedenkingen verheven. Zij zijn echter op langdurige onderzoekingen der sterrenkundigen gegrond en kunnen een denkbeeld geven van de stoute pogingen, die het vernuft der stervelingen gewaagd heeft, om de wonderen der Schepping te ontraadselen.

§ 7

Onder zeer gunstige omstandigheden, kan men met het ongewapend oog enkele plaatsen aan den hemel onderscheiden, die sterker dan de donkere grond des hemels verlicht zijn. Door middel van een kijker, ontdekt men een veel grooter aantal en zij vertoonen zich dan als flauw lichtende wolkjes. Men heeft ze, om haar uiterlijk aanzien, den naam van *nevelvlekken* gegeven. Het getal der nevelvlekken, dat men aan den hemel heeft opgespoord, bedraagt omstreeks drie duizend. Zij vertoonen zich van allerlei vorm en grootte. Sommige zijn zeer uitgebreid, doch zoo zwak van licht, dat men ze alleen door de beste kijkers kan ontwaren. Andere zijn kleiner en bezitten dan gemeenlijk meer lichtsterkte, maar zijn niet scherp begrensd. Men vindt ze van allerlei gedaanten, als ronde, ovale, ringvormige en zelfs zeer onregelmatig, of als ineen gewonden spiralen; vele loopen in takken of verlengsels uit. De meest regelmatige vertoonen zich het kleinst.

Eenige zijn op eene merkwaardige wijze met sterren verbonden, zoodat bij sommige eene ster in het midden staat, bij andere meer nabij den rand des nevels; enkele hebben zelfs twee sterren.

Vele nevelvlekken vertoonen zich, door sterk vergrootende telescopen beschouwd, niet meer als nevelachtige massa's, maar men kan duidelijk onderscheiden dat zij uit eene groote menigte van sterren bestaan, die, even als de sterren in den Melkweg, zich gezamenlijk om hare onderlinge nabijheid slechts als lichtende nevels vertoonen. Men noemt ze daarom *oplosbare nevelvlekken* of *sterrenhoopen*. Het getal der oplosbare nevelvlekken is steeds toegenomen naarmate men betere telescopen gebruikte en men heeft daarom het vermoeden geuit dat alle nevelvlekken oplosbaar zouden zijn, dat is dat zij uit verzamelingen van sterren zouden bestaan. Dit vermoeden is echter niet bevestigd, daar er nog vele zijn, die door de meest vermogend gezichtkundige werktuigen, die wij bezitten, niet in sterren kunnen worden opgelost. Er zijn enkele sterrenhoo-

pen die men met het ongewapend oog reeds als zoodanig kan herkennen zooals het *Zevengesternte* of de *Pleiaden* en de nevelvlek in het sterrenbeeld Orion. In het zevengesternte ontdekt men des te meer sterren naarmate men van betere kijkers gebruik maakt. Door WOLFF te Zürich zijn daarin 399 sterren waargenomen, tusschen de 3^e en 14^e grootte. Daar wij van den afstand der nevelvlekken of sterrenhoopen weinig weten, kunnen wij ook met weinig zekerheid over hunne uitgebreidheid oordeelen. Men heeft echter grond om te vermoeden, dat de sterrenhoopen niet zoo uitgebreid zijn als het gezamenlijk stelsel, dat onze melkweg uitmaakt, maar dat, bij sommige althans, in eene betrekkelijk kleine ruimte eene menigte zonnen zijn bijeen geplaatst. De nevelvlekken en sterrenhoopen behooren tot de prachtigste, maar tevens tot de raadselachtigste voorwerpen van den sterrenhemel.

Voor eenigen tijd hebben de sterrenkundigen een nieuw middel van onderzoek erlangd in de dus genoemde *Spectraal-analyse* die, door de nasporingen van KIRCHHOFF en BUNSEN, een hoog belang heeft verkregen. Deze beide geleerden hebben namelijk aangetoond, dat men door ontleding van het licht, dat van verschillende lichtbronnen uitstraalt, die meeste bestanddeelen kan leeren kennen, die daarin in dampvorm voorkomen. Het onderzoek der nevelvlekken is eerst sedert korten tijd aangevangen. Het heeft tot het vermoeden geleid, dat de niet oplosbare nevelvlekken uit gloeiende gasmassa's bestaan, terwijl het licht der oplosbare meer overeenkomst heeft, met dat wat van gloeiende vaste lichamen uitstraalt.

Een voortgezet onderzoek zal dienaangaande zeker nog meerdere bijzonderheden aan het licht brengen.

§ 8.

Te midden van die millioenen sterren, die wij hebben beschouwd, is er eene, die zich noch door glans, noch door grootte van de overige onderscheidt. Rondom haar zweven eenige stofjes in bijna cirkelvormige banen, terwijl rondom sommige van deze laatste weder kleinere stofjes in dergelijke banen omloopen. Die onaanzienlijke ster is *onze zon*; die stofjes, die rondom haar loopen, zijn de *planeten* met hare *wachters* of manen. Eene daarvan is onze *aarde* met hare *maan*. Bovendien zweven nog andere zeer ijle lichamen in meer langwerpige banen rondom de zon, namelijk de *kometen* en waarschijnlijk zijn er nog millioenen andere die, ofschoon slechts nu en dan opgemerkt, rondom de zon omloopen. Deze lichamen behooren te zamen tot een geheel dat men het zonne- of planetenstelsel noemt.

De zon is de beheerscheres van dit stelsel: want, zij is niet slechts in het midden daarvan geplaatst, maar hare massa overtreft 750 malen die van alle planeten te zamen genomen. Bovendien ontvangen alle van haar licht en warmte: want alle planeten zijn donkere lichamen, die alleen kunnen worden gezien, omdat zij door de zon verlicht worden. Indien de planeten alleen aan de aantrekkende kracht der zon gehoorzaamden, zouden zij naar haar toe getrokken en met versnelde vaart op hare oppervlakte nederstorten. Elk lichaam echter, dat in beweging is, gaat in dezelfde richting en met dezelfde snelheid voort, tenzij daarin, door eenige oorzaak, verandering worde gebracht. Men heeft dit onvermogen der lichamen om hun toestand — hetzij van rust, hetzij van beweging — te veranderen, *traagheid* of *volhardingsvermogen* genoemd. Ten gevolge van deze eigenschap der stof, trachten de planeten zich steeds in richtingen te bewegen, welke loodrecht zijn op de lijn, die hare middelpunten met dat der zon verbindt en zij zouden zich meer en meer van de zon verwijderen; dat is: zij zouden van haar wegvlieden, gelijk de steen uit den slinger; van daar den naam van *middelpuntliedende kracht*. Door de aantrekking der zon worden zij echter voortdurend hierin verhinderd en, door de samenwerking dezer beide krachten, beschrijven zij ellipsen, die slechts weinig van cirkels verschillen. Daar de zon in één der twee brandpunten van elk dezer ellipsen gelegen is, hebben alle planetenbanen één brandpunt met elkander gemeen.

De vlakken, waarin die onderscheiden banen gelegen zijn, verschillen niet zeer veel in richting met elkander en het verdient zeer de aandacht dat alle planeten zich langs hare banen in ééne zelfde richting om de zon bewegen: namelijk van het Westen naar het Oosten. De grootte dezer loopbanen is echter zeer verschillend: want de meest verwijderde planeet bevindt zich gemiddeld 78 malen verder van de zon, dan die, welke het naast bij haar is geplaatst.

Wij zullen deze planeten eenigszins nader beschouwen. — Tot nog toe hield men het er voor dat de planeet *Mercurius* het dichtst bij de zon was geplaatst. Bij verschillende gelegenheden echter heeft men eene kleine, zwarte stip langzaam voorbij de zon zien trekken, en daarom vermoed dat dit eene planeet zou zijn, waarvan de loopbaan binnen die van *Mercurius* ligt. Bovendien ondergaat *Mercurius* in haren loop rondom de zon storingen, die alleen kunnen worden verklaard uit de aanwezigheid van eene nog onbekende planeet. De bedoelde overgangen zijn waargenomen in 1802, 1839, 1849, 1859, 1862 en het laatst in 1876. LEVERRIER heeft, uit de beste daaromtrent gedane waarnemingen,

voorloopig berekend wanneer zij weder voorbij de zon zal gaan en dan zal haar bestaan kunnen worden bevestigd. In afwachting hiervan, heeft hij aan deze hypothetische planeet den naam *Vulkanus* gegeven. Op deze zou dan, in rangorde van afstand, *Mercurius* volgen; daarop volgt *Venus*; dan de *Aarde*; vervolgens *Mars*. Op deze volgt een groot aantal van zeer kleine planeten, op niet veel verschillende afstanden van de zon geplaatst. Men noemt ze wel *Asteroiden* of *Planetoiden*, omdat ze, wegens hare geringe grootte, niet in gelijken rang kunnen worden geplaatst met de overige planeten. Alle werden in den loop dezer eeuw ontdekt. Men kent er 169, doch hoogstwaarschijnlijk is haar aantal veel grooter. Zij maken als het ware eene afzonderlijke groep uit en hare banen beslaan in het planetenstelsel eene plaats, waar men weleer ééne enkele planeet zoude verwachten. Op deze volgen, in steeds grootere banen omloopende, de planeten *Jupiter*, *Saturnus*, *Uranus* en *Neptunus*.

De tijd, dien elk dezer planeten noodig heeft, om éénmaal rondom de zon te loopen, is zeer verschillend en wel des te langer, naarmate zij verder van de zon verwijderd zijn.

Mercurius volbrengt haren loop in bijna 88 dagen. Zij staat 1 milioenen Duitsche geographische mijlen van de zon af. Zij is eene kleine planeet, welker inhoud slechts 0,06 van die onzer aarde bedraagt, terwijl hare massa 0,08 van die der aarde is.

Venus verschilt slechts weinig in grootte met de aarde, daar hare middellijn 0,95 en haar inhoud 0,87 van die der aarde bedraagt. Deze planeet is gemiddeld 15 milioenen mijlen van de zon verwijderd en doorloopt hare baan in $224\frac{3}{4}$ dag. Even als de aarde, wentelt zij om hare as, en wel in $23\frac{1}{2}$ uren, zoodat de lengte der dagen aldaar slechts weinig van de onze verschilt.

Daar de *Aarde*, van de zon af gerekend, op deze planeten volgt, sluit hare baan die dezer beide eerste in. Zij worden daarom *binnen-planetten* genoemd, in tegenstelling met die, welke banen die der aarde omvatten, en *buiten-planetten* worden genoemd. Somtjids kunnen de binnen-planetten met betrekking tot de aarde, zoodanig geplaatst zijn, dat zij zich tusschen haar en de zon bevinden. In dezen stand keeren zij hare donkere zijde naar ons toe. Zij zijn dan, zelfs voor het gewapend oog, onzichtbaar, behalve op den tijd waarop zij juist tusschen de aarde en de zon doorgaan. Zij vertoonen zich dan als gitzwarte, ronde vlekken, die zich langs de zon schijnen te bewegen. Zij kunnen zich, met betrekking tot de aarde, ook aan den anderen kant der zon bevinden; dan keeren zij hare verlichte oppervlakte naar de aarde. Zij vertoonen zich dan in de nabijheid der zon, doch zijn in dien stand voor het bloote

oog niet waar te nemen, omdat zij zich dan in de zonnestrallen verbergen. Zijn deze planeten in die gedeelten harer banen, waarin zij zich het verst van de gemelde standen bevinden, dan vertoonen zij door een kijker eene sikkelvormige gedaante, welke met die der maan, omstreeks de kwartierstanden overeenkomt. Zij gaan dan eenigen tijd vóór de zon op, of ná haar onder. In den eersten stand wordt *Venus morgenster*, in den tweeden *avondster* genoemd. *Venus* kan zich met zoodanigen glans vertoonen, dat zij zelfs bij dag voor het bloote oog zichtbaar is.

De *Aarde* volgt, in rangorde van afstand tot de zon, op *Venus*. Zij is gemiddeld 19.918.240 D.G. mijlen van de zon verwijderd, of, met andere woorden: die afstand is 23.176 malen grooter dan de straal der aarde. Hare middellijn bedraagt 1712 mijlen. De gemiddelde dichtheid der aarde is 5,50 malen grooter dan die van zuiver water. Zij wentelt in 24 uren éénmaal om hare as, met eene volmaakt eenparige snelheid, tevens beweegt zij zich in de hemelruimte zoodanig, dat zij in 365 dagen, 5 uren, 48 minuten en 47 seconden, éénmaal rondom de zon loopt. Hare omwentelingsas, blijft steeds naar dezelfde punten des hemels gericht en het schijnt ons toe, alsof de hemel zelf om deze as wentelt. De punten, waar de verlengde as der aarde den hemel ontmoet, worden daarom de *polen* des hemels genoemd. Met betrekking tot de oppervlakte der aarde heeft hare as, en dus ook de polen, een onveranderlijken stand.

De planeet *Mars* beweegt zich in eene baan, welke die der aarde insluit. Zij staat 31 millioenen mijlen van de zon verwijderd en volbrengt haren loop om dit hemellichaam in bijna 687 dagen. Hare middellijn is 938 mijlen: dat is ruim de helft van die der aarde, terwijl haar inhoud 0.16 en hare dichtheid 0.17 van die der aarde bedraagt. Zij wentelt, in iets meer dan 24 uren, éénmaal om hare as. Door goede kijkers heeft men op deze planeet vlekken opgemerkt, die donkerder zijn dan het overige gedeelte harer oppervlakte; doch in den omtrek van hare polen vertoonen zich andere vlekken, die sneeuwwit zijn, en regelmatig veranderen. De uitgestrektheid daarvan neemt af of toe, naarmate de zon meer of minder de pool beschijnt, rondom welke zij zich bevinden en men heeft daarom, niet ten onrechte, het vermoeden geuit dat het sneeuwvlakten zijn, die, onder den invloed der zonnestrallen, afsmelten en, bij gemis daarvan, worden vergroot. Indien wij de aarde van uit een verwijderd standpunt konden waarnemen, zou hare oppervlakte een dergelijk verschijnsel vertoonen. Wij zijn echter niet gerechtigd om aan te nemen dat de stof, die op de planeet *Mars* deze vlekken veroorzaakt, met het ijs of de sneeuw op onze aarde overeenkomt.

Op *Mars* volgt eene menigte van kleine planeten, waarvan de loopbanen niet zeer veel in grootte verschillen. Zij werden alle in den loop van deze eeuw ontdekt en gedurig worden er nog gevonden, die tot deze groep behooren. Tot heden (April 1877) kent men er 169. Ook aan deze planeten heeft men namen gegeven, die aan de mythologie, de plaats der ontdekking, enz., zijn ontleend. Meestal worden zij door getallen aangeduid, die de rangorde van den tijd der ontdekking aangeven.

Van de natuurlijke gesteldheid dezer kleine planeten weten wij bijna niets: door de grootste kijkers gezien, vertoonen zij zich als stippen; in uiterlijk aanzien onderscheiden zij zich niet van de kleine vaste sterren, die bij duizendtallen aan den hemel zijn geplaatst en alleen door de plaatsverandering verraden zij zich als planeten. Zij zijn alle veel kleiner dan onze maan. Ofschoon wij aangaande deze groep van kleine planeten weinig meer weten, dan hetgeen op de grootte, den vorm en de ligging van hare banen betrekking heeft, is zij toch hoogst merkwaardig: zij heeft de denkbeelden, die men zich vroeger van het planetenstelsel vormde, aanmerkelijk gewijzigd: want wij leeren dat het aantal der hemellichamen, dat tot ons stelsel behoort, waarschijnlijk zeer aanzienlijk is, waarvan wij nog slechts de grootere kennen.

Wanneer wij ons steeds verder van de zon verwijderen, ontmoeten wij, op een ruim vijfmaal grooteren afstand, dan die, waarop de aarde van haar geplaatst is, de grootste planeet van ons planetenstelsel: *Jupiter*. Deze bol, welks middellijn ruim 11 malen grooter is dan die der aarde en welks massa 338 malen die der aarde overtreft, vertoont zich, door een kijker, als eene schijf van aanmerkelijke grootte. Hare oppervlakte heeft gewoonlijk twee onregelmatige, evenwijdige, donkere strepen, tuschen welke eene lichtere streep is geplaatst. Somtijds vertoonen zich nog meerdere strepen, die gedurig veranderingen ondergaan. De planeet wentelt met eene groote snelheid om hare as, en wel éénmaal in 9 uren 55 minuten, zoodat hare dagen slechts kort zijn.

De planeet *Saturnus* is een der merkwaardigste voorwerpen van ons zonnestelsel: want, behalve dat zij, even als de overige planeten, bolvormig is, wordt zij omgeven door een zeer platten, doch breeden ring, die op eenigen afstand van het lichaam der planeet verwijderd is, en dus vrij om haar heen zweeft. Deze ring vertoont zich, door een goeden kijker gezien, in twee of meer ringen verdeeld. Door de binnenste daarvan kan men het lichaam der planeet nog onderscheiden, zoodat het schijnt, alsof dit gedeelte doorschijnend ware. Het is echter, zoowel op theoretische gronden als volgens de waarnemingen, waarschijnlijker dat de ringen van *Saturnus* niet uit samenhangende massa's bestaan, maar

uit ontelbare niet samenhangende stukken, die met verschillende snelheden, naar gelang van hunne afstanden van de planeet, rondom haar loopen. De planeet zelve vertoont zich op hare oppervlakte omgeven door eenige donkere banden, waarin nu en dan veranderingen plaats hebben. *Saturnus* is gemiddeld $9\frac{1}{2}$ malen verder van de zon geplaatst dan de aarde, of op $197\frac{1}{4}$ millioenen mijlen; zij heeft $29\frac{1}{2}$ jaar noodig om éénmaal hare baan te doorloopen, maar hare aswenteling is daarentegen zeer snel, want zij behoeft voor ééne omwenteling slechts $10\frac{1}{4}$ uur. De middellijn van *Saturnus* is bijna 10 malen grooter dan die der aarde; haar inhoud overtreft die der aarde 906 malen; doch deze planeet bestaat uit eene stof, die bijna 8 maal ijler is, dan die der aarde.

Uranus, die, na hare ontdekking in het laatst der voorgaande eeuw, gedurende omstreeks vijftig jaren voor de uiterste planeet van ons zonnestelsel werd gehouden, is ruim 19 malen verder van de zon verwijderd dan de aarde. Haar middellijn is bijna 4.2 maal en hare massa bijna $14\frac{1}{2}$ malen grooter dan die der aarde. Deze planeet loopt in ruim 84 jaren éénmaal om de zon. Voor het bloote oog vertoont zij zich als eene nauwelijks zichtbare ster, en, zelfs door de beste kijkers, doet zij zich slechts voor als een cirkelvormig schijfje, zonder dat men, tot nu toe, eenige oneffenheid of vlek daarop heeft kunnen waarnemen.

Wij hebben vroeger (pag. 17) gezien dat de planeten door de aantrekking der zon in hare banen worden gehouden, en dat deze laatste, door hare overwegende massa, het geheele planetenstelsel beheerscht. De planeten trekken elkander echter ook wederkeerig aan, doch deze aantrekking is zeer gering, in verhouding tot die der zon: eene planeet kan slechts, eene betrekkelijk geringe storing in den loop eener andere teweeg brengen, terwijl zij wederkeerig door andere in haren loop wordt gestoord; de grootte dezer storingen kan echter nauwkeurig berekend worden.

Reeds korten tijd na de ontdekking der planeet *Uranus* bespeurde men in haren loop eenige onregelmatigheid en wel eene grootere dan door de aantrekking der naaste, groote planeten *Saturnus* en *Jupiter* kon worden veroorzaakt: dit bracht sommigen op het denkbeeld dat eene nog onbekende planeet hiervan de oorzaak zou zijn. Het bleef echter jaren lang bij dit vermoeden, totdat twee toen nog jonge sterrenkundigen, ADAMS te *Cambridge* en LEVERRIER te *Parijs*, in 1847 pogingen aanwenden om dienaangaande meer aan het licht brengen; het gelukte hun inderdaad om, onafhankelijk van elkander, de plaats aan den hemel aan te wijzen, waar de storende, toen nog onbekende planeet zich moest ophouden, hare massa en de ligging van hare baan te bepalen. Hare werkelijke

opsporing aan den hemel behoefde slechts het zegel op dit schoone onderzoek te drukken. Deze bevestiging bleef dan ook niet achter: want CHALLIS te *Cambridge* en GALLE te *Berlijn* vonden haar, ter plaatse waar zij zich, volgens de berekeningen der beide eerstgemelde sterrenkundigen, moest bevinden. Men heeft haar *Neptunus* genoemd. Van hare natuurlijke gesteldheid weten wij niets: want, zelfs door de beste kijkers, vertoont zij zich slechts als eene kleine ster. Op een afstand, die 30 malen grooter is dan die, waarop de aarde van de zon zich bevindt, doorloopt deze planeet in $164\frac{3}{4}$ jaren hare baan. Voor haar vertoont de zon zich slechts als eene groote ster: want het licht, dat zij van haar ontvangt, is bijna duizend malen zwakker dan bij ons op aarde.

Wanneer wij het planetenstelsel in zijn geheel overzien, dan blijkt het, dat de planeten, met betrekking tot hare grootte, in drie hoofdgroepen kunnen worden verdeeld: 1^o *Groote planeten*; tot deze behooren de verst van de zon verwijderde: *Jupiter*, *Saturnus*, *Uranus* en *Neptunus*. 2^o. *Planeten van kleinere afmetingen*, die het dichtst bij de zon zijn geplaatst; hiertoe behooren: *Mercurius*, *Venus*, de *Aarde* en *Mars*. 3^o. *Zeer kleine planeten*, die tusschen deze beide groepen zijn geplaatst, waarvan wij er thans reeds 169 kennen. In de opvolging der grootte van de planeten, in verhouding tot hare afstanden tot de zon, vinden wij dus geen regel.

Eenige planeten worden in haren loop door andere hemelbollen, als *satellieten*, *wachters* of *manen*, vergezeld, die alle veel kleiner zijn dan de hoofdplaneet, waartoe zij behooren. Onze *Aarde* heeft er één: namelijk de *Maan*; *Jupiter* vier; *Saturnus* acht; *Uranus* vier en *Neptunus* één. Deze satellieten bewegen zich om hunne hoofdplaneten in dezelfde richting, waarin deze zich om de zon bewegen: namelijk van het Westen naar het Oosten. Hierop maken alleen de twee uiterste wachters van *Uranus* eene uitzondering: want deze bewegen zich in eene tegenovergestelde richting.

Behalve de tot hiertoe beschouwde vaste sterren, planeten en manen, is er in de oneindige ruimte van het heelal eene menigte van zeer ijle lichamen, die slechts onder bijzondere omstandigheden zichtbaar worden: namelijk dan, wanneer zij genoegzaam tot de zon en de aarde naderen: deze zijn de *Kometen*. Door de aantrekkingskracht der zon worden vele genoodzaakt om minstens éénmaal tot haar te naderen, waarbij zij van loop veranderen en de meeste weder in de oneindige ruimte hare banen vervolgen. Andere worden door de aantrekking der zon gedwongen

om, even als de planeten, gesloten kromme lijnen rondom haar te beschrijven en behooren dus, voor korteren of langeren tijd, tot ons zonnestelsel. Dit hangt af van de richting en den afstand, waartoe zij tot de zon naderen. Van de 700 kometen, van welke de ligging der banen berekend is, zijn er slechts 8, die meer bepaald tot ons zonnestelsel behooren; van deze zijn er 7, die een betrekkelijk korten omloopstijd hebben. De elliptische banen van deze 8 kometen zijn veel meer langwerpig dan die der planeten, en, daar de zon in haar gemeenschappelijk brandpunt staat, bevinden zij zich nu eens zeer dicht bij haar, dan weer ver van haar af. Voor de kometen, die slechts ééne enkele maal om de zon gaan, of zeer lange omloopstijden hebben, is het verschil in afstand waarop zij in de verschillende deelen harer baan tot de zon staan, nog veel grooter. De meeste kometenbanen onderscheiden zich bovendien van die der planeten door hare ligging, daar hare vlakken hoeken van allerlei grootte met het vlak van de aardbaan maken, sommigen zelfs van meer dan 90° , zoodat deze laatste in tegengestelde richting als de planeten rondom de zon loopen.

De meeste kometen, die ons zonnestelsel bezoeken, zijn slechts door middel van kijkers en telescopen zichtbaar. Meestal vertoonen zij zich, wanneer zij worden ontdekt, als lichtende nevels, die veel overeenkomst hebben met nevelvlekken (pag. 15). Vele hebben eene dichtere of sterker lichtende kern. Uit de meeste kometen wordt, onder den invloed der zon, uit de kern een licht-omhulsel ontwikkeld, dat, alsof het door de zon wordt afgestooten, een staart vormt. Noch de kern, noch de staart maken het wezen der komeet uit: want men heeft er waargenomen, waaraan de eene of de andere ontbrak. Sommige kometen waren van verbazend lange staarten voorzien: die van 1680 en 1811 hadden er van meer dan 20 millioen Duitsche geographische mijlen lengte. Enkele kometen hadden meer dan ééne staart: die, welke in het jaar 1744 verscheen, had er zelfs zes, die zich als een waaier uitspreidden. De geheele komeet, zoowel de kern, als het omhulsel en de staart, bestaat echter uit een zeer ijle stof: want men kan, door alle gedeelten heen, zelfs kleine sterren waarnemen. Als een tweede bewijs hoe ijel de staart der kometen is, kan onder anderen nog het volgende dienen: de komeet van 1861 had twee staarten; den 19^{den} en den 30^{sten} Juni van dat jaar, ging de aarde geheel door één dezer staarten, zonder dat er iets bijzonders werd opgemerkt, met uitzondering alleen van eene roodachtige kleur van den hemel, die in den avond van den 30^{sten} in *Engeland* en ook in *Brazilië* werd opgemerkt. Het licht der kometen is waarschijnlijk aan de zon ontleend, of wel, het wordt, onder den in

vloed der zon, uit de komeet ontwikkeld: want zij lichten des te minder, naarmate zij zich verder van de zon verwijderen. Uit het medegeedeelde is reeds op te maken, dat, ofschoon vele kometen, zelfs zonder den staart te rekenen, eene ruimte innemen, die veel grooter is dan die der aarde, hare massa toch uiterst gering is. Dit blijkt daarenboven uit den geringen storenden invloed, dien zij op den loop der planeten uitoefenen. Het is daarentegen niet zonder voorbeeld, dat de loopbaan eener komeet zoodanig door den invloed van één of meer planeten, waarlangs zij moest trekken, gewijzigd werd, dat zij een geheel anderen vorm verkreeg, waarbij dan ook de omloopstijd der komeet werd veranderd. Het verdient echter in hooge mate opmerking, dat niet alleen deze loopbanen, maar ook de kometen zelve, somtijds — behalve de ontwikkeling van den staart — groote veranderingen ondergaan. De komeet van *BIELA*, die een omloopstijd van $6\frac{3}{4}$ jaren had, was reeds meermalen waargenomen: namelijk in de jaren 1772 en 1805 en '6, doch hare korte periode werd eerst in 1826 opgemerkt. In het laatst van December 1845 zag *MAURY* te *Washington* dat deze komeet zich in twee deelen had gesplitst en dat feit werd weldra door vele sterrenkundigen in *Europa* bevestigd. De aldus verdubbelde komeet keerde in 1852 tot de zons-nabijheid terug en de afstand tusschen de twee deelen was grooter dan vroeger. In 1859 kon de komeet niet worden waargenomen, wegens haren stand, met betrekking tot het punt, waar zich toen de aarde bevond. In 1866 was die stand echter zeer gunstig voor de waarneming, doch, in weerwil van alle aangewende pogingen, was de komeet niet te vinden. Er vertoonde zich echter, toen de aarde nabij het punt was, vanwaar zij het vlak van hare baan had doorsneden, een geheel ander verschijnsel, waarop wij pag. 27 terugkomen. Dit voorbeeld van eene dubbele komeet is niet het eenige, want: behalve dat men in de geschriften der Ouden en in de gedenkboeken der Chinezen gewag daarvan vindt gemaakt, vertoonde er zich eene in het jaar 1860 in het zuidelijk halfrond, die mede dubbel was.

Het aantal der kometen is onbekend. De geschiedenis maakt van meer dan vijfhonderd gewag, die voor het bloote oog zichtbaar waren. In de laatste jaren is gebleken dat de meeste slechts door kijkers kunnen waargenomen worden, zoodat haar aantal veel grooter is.

In den laatsten tijd zijn, door de onderzoekingen van onzen te vroeg overleden landgenoot *M. HOEK*, aangaande de kometenbanen en hare ligging in de hemelruimte, belangrijke bijzonderheden aan het licht gekomen. *HOEK* heeft namelijk gevonden dat omstreeks dertig dier hemellichamen tot zes groepen kunnen teruggebracht worden, zoodanig dat de kometen, welke tot eene zelfde groep behooren, alle uit eenzelfde

uitstralingspunt der hemelruimte tot ons waren gekomen. Hierdoor heeft hij zijne stelling, dat er *stelsels van kometen* zijn, waarvan de deelen, als afzonderlijke lichamen, jaren na elkander tot ons komen, zoo goed als bewezen. Het is waarschijnlijk — zooals pag. 27 zal blijken — dat er groote verzamelingen van zeer kleine lichamen (*kometen-massa's*) met geringe snelheid in de hemelruimte, ver van de sterren, rondzweven en dat, indien zij genoegzaam onder het bereik der zon komen, zij één of meermalen in eene ellips rondom haar loopen. Door de aantrekking der planeten, kunnen die loopbanen echter zoodanig worden gewijzigd, dat zij ons zonnestelsel weder verlaten om wellicht later om eene andere ster te gaan rondloopen.

Wij hebben pag. 20 gezien dat, ter plaatse waar men, naar de gewone rangorde der afstanden gerekend, ééne planeet zou mogen verwachten, zich integendeel eene groep van kleine hemellichamen, in door elkander geslingerde banen beweegt. Het is nu niet ongerijmd om aan te nemen, dat er meerdere zoodanige groepen tot ons planetenstelsel behooren, waarvan de afzonderlijke leden zeer uitéénlopende banen beschrijven, banen die gedurig gewijzigd worden door hare onderlinge aantrekking en die der planeten. Inderdaad ontwaren wij, op elken helderen avond, eenige lichtende punten, die zich met eene groote snelheid verplaatsen; zij zijn onder den naam van *verschietende of vallende sterren of meteorieten* bekend. Velen daarvan hebben eene aanmerkelijke schijnbare middellijn en vertoonen zich met een glans, welke die der planeten *Jupiter* en *Venus* overtreft; andere daarentegen zijn nauwelijks voor het bloote oog zichtbaar. De helderste worden ook wel *vuurbollen* genoemd en zijn waarschijnlijk slechts van de vallende sterren onderscheiden, doordat zij dichter bij de aarde komen, of grooter zijn. Sommige doorloopen eene vrij lange baan langs den hemel en eenige barsten met een knal vanéén. Niet zelden vallen deze massa's op aarde neder en worden dan *aërolithen* of *luchtsteenen* genoemd. Zij dringen dan veelal een eind diep in den grond, en, wanneer zij spoedig na het nedervallen worden gevonden of uitgegraven, dan zijn zij nog warm of heet. Het verdient opmerking dat deze meteorosteenen slechts van tweeërlei aard zijn, zoodat zij óf hoofdzakelijk uit ijzer óf uit verschillende steensoorten bestaan. Deze boden uit het heelal verkondigen hunne afkomst in eene taal, die wij nog niet goed verstaan; maar zij brengen ons geene stoffen aan, die wij niet reeds op aarde kenden. Sommige meteorosteenen en ijzer-massa's hebben een aanzienlijk gewicht: in 1871 werden door NORDENSKIÖLD eenige meteorijzer-massa's in *Groenland* ge-

vonden, waarvan de zwaarste 49.000 kilo woog; eene andere woog er 20.000, enz.

Men heeft meermalen beproefd om de baan, die de meteorsteen, gedurende hunne zichtbaarheid doorloopen, te bepalen en, ofschoon de waarnemingen, wegens de groote snelheid, waarmede deze lichamen zich bewegen, niet zeer nauwkeurig overeenstemmen, is men echter eenigermate geslaagd om de hoogte, waarop zij zich boven de aarde bevonden en de snelheid, waarmede zij zich voortbewogen, te bepalen. Vooral heeft zich de hoogleeraar HEIS sedert vele jaren met het onderzoek dezer hemellichamen bezig gehouden, waarvan wij eenige uitkomsten laten volgen: van 32 vallende sterren en vuurbollen, die in Augustus 1858 gelijktijdig te *Münster* en op andere plaatsen werden waargenomen, bepaalde HEIS de hoogte bij het begin en het einde der zichtbaarheid. Van alle vallende sterren, was de eerste grooter dan de laatste, zoodat zij allen tot de aarde naderden. Het nauwkeurigst waren de volgende waarnemingen: waarbij tevens de snelheid per seconde is opgegeven, die deze lichamen hadden, met betrekking tot het middelpunt der aarde (*geocentrisch*), en die met betrekking tot de zon (*heliocentrisch*):

Hoogte.		Geocentrische snelheid	Heliocentrische snelheid
Begin.	Einde.	in D. G. mijlen.	in D. G. mijlen.
16 ³ / ₄	7 ¹ / ₄	5	9 ³ / ₄
46 ¹ / ₂	27	6 ³ / ₄	8 ³ / ₄
17 ¹ / ₂	16	8	6
15	12	6	4

Hieruit blijkt dat de snelheid, waarmede deze lichamen zich bewegen, veel grooter is dan eenige andere op aarde. Zij komt overeen met die, waarmede de aarde zich in hare baan beweegt.

In den laatsten tijd hebben ZEZEOLI en SCHIAPARELLI te *Milaan* mede hoogst belangrijke ontdekkingen aangaande het verband tusschen kometen en vallende sterren gedaan. Wanneer men de schijnbaar zoo verschillende wegen, die de vallende sterren aan den hemel doorloopen, op een tijd, waarop er vele te zien zijn, in de gedachte verlengt en wel in tegengestelde richting van hare bewegingen, dan komen deze, vrij nabij in één punt samen. Zij komen dus uit eene zelfde streek der hemelruimte en de schijnbaar zeer verschillende richting is dus slechts een gevolg der perspectief. Het punt, vanwaar op dien tijd de vallende sterren uitgaan, wordt het *uitstralingspunt* of de *radiant* genoemd. Er komen dus somtijds, van één zelfde punt des hemels, talloze lichamen langs de aarde. Overigens

loopen zij in ellipsen rondom de zon, en deze is in een der brandpunten daarvan geplaatst. Snijdt nu de baan van zoodanige meteorieten-zwerm die der aarde en bevindt deze zich op dien tijd daar zeer nabij, dan vertoon zich ook zeer vele vallende sterren. Wij moeten ons dus de vallende sterren voorstellen als lichamen, die in ontelbare menigte en van verschillende massa (sommige zelfs van weinige grammes gewicht) in langwerpige banen rondom de zon loopen en alleen zichtbaar worden, indien zij tot de aarde naderen, of in onzen dampkring doordringen. Zulke ringen van meteorieten hebben echter niet overal dezelfde dichtheid: in sommige deelen der baan zijn zij sterk opééngesloten, in andere daarentegen zeer verspreid. Zij worden waarschijnlijk lichtend en gloeiend door de wrijving, ten gevolge van de samendrukking der lucht, want, volgens de onderzoekingen van DELAUNAY en den Graaf DE SAINT ROBERT, kan, althans de zeer hooge temperatuur der vuurbollen en haar uitéénspringen, hierdoor geheel worden verklaard.

Vroeger (pag. 24) is reeds opgemerkt dat de komeet van BIELA in 1846 zich in twee deelen splitste, die in 1852 nog verder van elkander verwijderd waren; dat zij in 1859 niet kon worden gezien en dat er, in het einde van 1865 en het begin van 1866, in weerwil van alle aangewende pogingen, geen spoor van te vinden was. In den herfst van 1872 moest de komeet weder zichtbaar zijn, doch ook toen werd zij vergeefs gezocht. Op den 27^{sten} November 1872 vertoonde zich echter eene ontelbare menigte vallende sterren: het was een ware vuurregen aan alle zijden des hemels. Om slechts één enkel bericht te vermelden: *te Moncalieri* werden, volgens DENZA, door vier waarnemers in $6\frac{1}{2}$ uren 33.400 vallende sterren geteld, terwijl er nog een zeer groot aantal aan de waarneming ontsnapte. Daar de komeet, volgens de berekening, reeds vroeger door het punt der aardbaan was gegaan, waarop de aarde zich den 27^{sten} November, tijdens den meteooregen bevond, kon hei noch haar staart, noch haar omhulsel zijn, waardoor de aarde ging, maar een zwerm van deeltjes, die zich van haar hadden afgescheiden en nu afzonderlijk hare baan vervolgden. Deze meening strookte volkomen met de plaats van het uitstralingspunt der meteoren en het bleek dus dat er een innig verband tusschen vallende sterren en deze komeet bestaat. Dit is door de latere onderzoekingen van SCHIAPARELLI nog meer aan het licht gebracht: de loop van vele groepen van vallende sterren valt met banen van kometen samen. De vallende sterren zijn dus deelen, die zich van kometen hebben afgescheiden en langs hare baan voortgaan. Sommige groepen van vallende sterren zijn wellicht vroeger kometen geweest, die zich in zeer

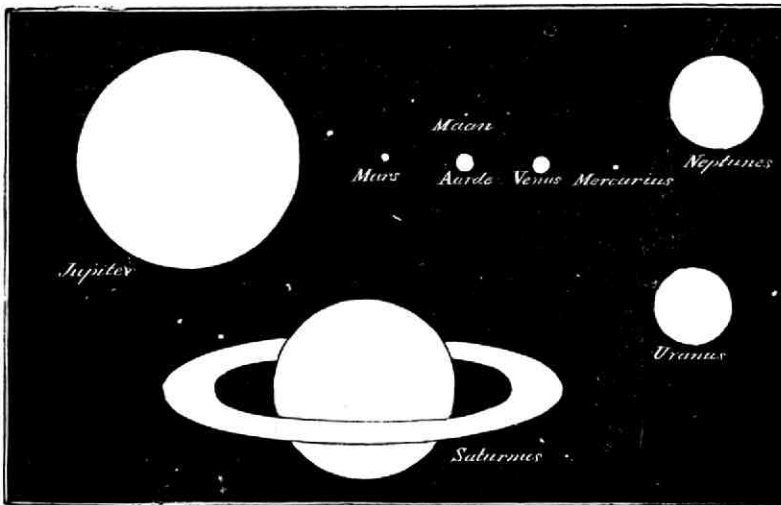
vele deeltjes hebben ontbonden. Die zwermen van kleine lichamen hebben echter niet overal dezelfde dichtheid. Heeft zoodanige zwerm, die de aardbaan snijdt, een anderen omloopstijd dan de aarde om de zon, dan zal het kunnen gebeuren dat beiden tegelijkertijd door het snijpunt harer banen gaan; er zullen zich dan zeer vele vallende sterren vertoonen; snijdt de aarde dit punt één of meer jaren vroeger of later, dan kan de meteoren-zwerm zich op een of ander punt van hare baan bevinden en er zijn er dan weinig of geen: het verschijnsel is dus periodiek, zoo werd b. v., telkens omstreeks 13 November, in 1799, in 1833 en in 1865 tot '67 een buitengewoon groot aantal vallende sterren gezien; omstreeks die jaren viel het maximum en men meent daarom dat dit verschijnsel eene periode van omstreeks 33 jaren heeft. Omstreeks den 10^{den} Augustus vertoont zich een vrij groot aantal van vallende sterren, alsook op andere dagen van het jaar. Vermoedelijk komen er vele vallende sterren, evenals sommige vuurbolien — want de grens tusschen deze beide is moeielijk aan te geven — op aarde neder, doch in fijn verdeelden staat, en daarom onopgemerkt. Men moet ook de vallende sterren, ofschoon zij waarschijnlijk uit de oplossing van kometen in zeer vele deeltjes ontstaan, niet met de staarten van kometen verwarren. Het spectroscopisch onderzoek van het licht der kometen en hare staarten, door Pater SECCHI te Rome en door VOGEL te *Bothkamp* bij *Kiel*, duidde op eene groote overeenkomst tusschen dit licht en dat van gloeiende koolwaterstoffen en het verdient in hooge mate de opmerking dat, volgens de onderzoekingen van ARTHUR W. WRIGHT, zoowel in de ijzer- als in de steenmeteorieten kooldioxyd, koolmonoxyd en waterstof voorkomen, welke gassen door verhitting kunnen worden uitgedreven.

§ 9.

De afstanden, waarop de planeten van de zon zijn geplaatst, zijn zoo groot, dat onze voorstelling daarbij veelal tekort schiet. Men kan zich echter eene duidelijke voorstelling maken van de verhoudingen, die er tusschen de afstanden der planeten tot de zon bestaan, en tevens van de betrekkelijke grootte dezer hemellichamen, indien men, in navolging van HERSCHEL de jongere, het zonnestelsel op eene kleinere schaal voorstelt.

Indien de zon eene globe ware van 6 decimeters (2 Engelsche voeten) middellijn, dan zou *Mercurius* de grootte van een mosterdzaad hebben, dat op 25 meters afstand van de globe is geplaatst. *Venus* zou worden voorgesteld door eene erwte, op 43 meters afstand; de *Aarde* insge-

lijks door eene erwt, op 66 meters; *Mars* door een grooten speldeknop op 100 meters afstand. De kleine planeten zouden kunnen worden aangeduid door zeer fijne zandkorrels, welker afstanden tot de globe van 115 tot 150 meters bedragen; *Jupiter* door een gewonen oranjeappel; *Saturnus* door een kleinen oranjeappel, op 610 meters; *Uranus* door eene groote kers, op 1250 meters en *Neptunus* door een pruim, geplaatst op 1980 meters of ongeveer 24 minuten gaans. De onderstaande figuur, geeft, op de helft der genoemde schaal, eene voor-



stelling van de betrekkelijke grootte der planeten. Denkt men zich hierbij nog, dat eenige planeten door wachters of manen zijn vergezeld, die als zandkorrels van verschillende grootte daarom loopen en dan nog eene menigte van kometen, die op alle afstanden, zelfs ver buiten de baan van *Neptunus*, daarheen zweven, dan heeft men eene oppervlakkige voorstelling van ons zonnestelsel, waaraan slechts die myriaden van kleine lichamen ontbreken, die als vallende sterren voorbij onze aarde snellen, of wel, door haar aangetrokken, somtijds op hare oppervlakte nedervallen.

Het zonnestelsel is in de hemelruimte niet in rust, maar verplaatst zich daarin met eene verbazende snelheid. De grootte dezer beweging is nog onbekend, doch verschillende berekeningen toonen aan, dat de zon, met hare planeten, zich in de richting beweegt naar het sterrenbeeld *Hercules*.

§ 10.

Het bestuur van ons zonnestelsel is naar den monarchalen vorm ingericht. De *zon* oefent, door hare geweldige massa, zulk een overwiegenden invloed uit, dat de onderlinge aantrekking der planeten, in verhouding daarmede, van weinig beteekenis is en slechts geringe wijzigingen of storingen in haren loop daarvan het gevolg zijn. Tevens is de zon de bron van warmte en licht voor het geheele planetenstelsel. Hare middellijn is $108\frac{1}{2}$ malen grooter dan die der aarde, waaruit men kan afleiden dat zij een 1.277.289 malen grooteren inhoud heeft dan de aarde. Men kan zich op de volgende wijze van de verbazende grootte van dezen bol een denkbeeld vormen: de maan is 51.000 Duitsche mijlen van de aarde verwijderd; stelt men zich nu voor dat de aarde in het middelpunt der zon geplaatst ware, dan zou de maan, op denzelfden afstand van de aarde geplaatst als thans, nog binnen de zon hare baan kunnen beschrijven, terwijl er dan nog een groote afstand tusschen haar en de oppervlakte der zon zou overblijven. Kon men met de snelheid van een spoortrein, die 7 geographische mijlen in het uur aflegt, van het middelpunt der zon naar de oppervlakte van dit lichaam voortgaan, dan zou men meer dan $1\frac{1}{2}$ jaar daartoe noodig hebben. De massa der zon is 320.780 malen grooter dan die der aarde, waaruit men, in verband met haar volumen, afleidt dat de dichtheid der zon slechts $\frac{1}{4}$ van die der aarde bedraagt; dat wil zeggen: indien de zon uit dezelfde stof bestond, waaruit de aarde is samengesteld, dan zou zij eene ruim vier malen grootere aantrekking uitoefenen dan zij thans doet.

Indien men de zon door een kijker beschouwt, die van een donker oogglas is voorzien, dan merkt men, bij een genoegzaam vergrootend vermogen, op dat hare oppervlakte als uit een netwerk bestaat, waarvan de mazen met eene sterker lichtende stof zijn gevuld, zoodat zij een korrelig aanzien heeft. Op eenige plaatsen vindt men kleine, donkere dusgenoemde *poriën*; bovendien neemt men bijna altijd vlekken op hare oppervlakte waar. Veelal schijnen deze vlekken zwart, omringd door een grauwen rand van eene onregelmatige gedaante. Haar aantal en hare uitgebreidheid is nu eens grooter, dan weder kleiner en zij verplaatsen zich vrij regelmatig. Zij komen aan den oostelijken rand te voorschijn, bewegen zich allengs naar den westelijken rand, verdwijnen daar en vele worden, na omstreeks 14 dagen, weder aan den oostelijken rand zichtbaar. Zij bewegen zich meestal in nagenoeg evenwijdige richtingen en men heeft uit deze verschijnselen afgeleid dat de zon eene omwentelende

beweging heeft. Daar sommige vlekken zich gedurende eene maand en langer vertoonen, heeft men getracht om, uit hare verplaatsing, den duur der omwenteling van de zon te bepalen. Men heeft echter bevonden, dat de uitkomsten, daardoor verkregen, vrij veel uiteenloopen: want voor vlekken, nabij den evenaar der zon, vindt men omstreeks 25 dagen, voor vlekken, die tusschen de parallelcirkels van 35 en 45 graden voorkomen, daarentegen tusschen 27 en 28 dagen, voor den duur van ééne omwenteling. Wij kunnen hieruit besluiten, dat de vlekken niet met het lichaam der zon verbonden zijn en dat er, door de verplaatsing daarvan, aan hare oppervlakte geweldige bewegingen plaats grijpen. Bovendien heeft men in den laatsten tijd gevonden dat vele zonnevlekken zelve eene draaiende beweging bezitten. Wanneer de vlekken aan den oostelijken rand der zon te voorschijn komen, of aan den westelijken verdwijnen, dan wordt altijd het donkere gedeelte het laatst zichtbaar, of het verdwijnt aan de andere zijde het eerst. Hieruit volgt, dat die duistere gedeelten dieper gelegen zijn dan de omringende, grauwe rand en het buitenste, lichtende gedeelte van de oppervlakte der zon. Behalve donkere vlekken, vertoont de oppervlakte van dit hemellichaam nog plaatsen, die meer lichtend zijn dan het overige gedeelte: deze hebben meestal een ovalen vorm; men noemt ze *zonnefakkels*. De waarneming heeft geleerd dat zij zich boven het lichtend omhulsel of de *photosfeer* der zon verheffen. Zij vertoonen zich, als zij in de nabijheid van den rand der zon komen, helderder dan de omringende deelen harer oppervlakte, omdat de lichtstralen, die zij uitzenden, minder door de daarboven liggende laag of *chromosfeer* worden opgeslorpt. Deze laag wordt op grooteren afstand steeds ijler. Zoowel de fakkels als de eerstvermelde zonnevlekken, ondergaan gedurige veranderingen, in grootte en in gedaante. De zonnevlekken vertoonen zich in sommige tijdperken veel menigvuldiger dan in andere. Een langdurig onderzoek heeft geleerd dat daarin eene periodieke toe- en afneming bestaat, waarvan de duur ongeveer elf jaren bedraagt.

Reeds vroeger had men, bij gelegenheid van eene totale zonsverduistering, opgemerkt dat, op het oogenblik waarop de donkere maanschijf zich juist voor de zon bevindt, zich langs den rand dier schijf hier en daar lichtende uitsteeksels, als vuurmassa's en vlammen vertoonen. Men heeft daaraan den naam van *protuberansen* gegeven. Later heeft JANSEN eene methode gevonden, om deze verschijnselen, ook zonder dat er eene totale zonsverduistering plaats heeft, te kunnen waarnemen. Het is gebleken dat uit de photosfeer de zon schier voortdurend geweldige uitbarstingen van vlammen plaats hebben. Deze bereiken eene hoogte boven hare

oppervlakte, die vele malen de middellijn der aarde overtreft en schieten, soms met eene snelheid van 150 kilometers per seconde, naar boven.

Behalve deze protuberansen, merkt men, bij eene totale zonsverduistering, nog een zilverwitten krans rondom de donkere maanschijf op, die aan de buitenzijde zwakker wordt. Deze behoort mede tot de zon; men heeft haar de *Corona* genoemd.

Door de onderzoekingen van KIRCHHOFF en BUNSEN heeft men, in de pag. 16 vermelde *Spectraal-analyse*, het middel verkregen om ook den aard van de bestanddeelen der zon te leeren kennen. Deze geleerden vonden dat in het omhulsel der zon zich gloeiend waterstof- en stikstofgas bevindt, en bovendien dampen van natrium, ijzer, koper, magnesium, calcium, aluminium, zink, kobalt, nikkel, baryum, cadmium, chromium, mangaan, titaan en strontium, hetwelk door velen bevestigd is. De protuberansen worden hoofdzakelijk uit gloeiend waterstofgas gevormd.

Men heeft zich zeer veel moeite gegeven om de temperatuur van de oppervlakte der zon te bepalen. De verkregen uitkomsten loopen echter zeer uitéén: volgens Pater SECCHI zou zij niet veel lager dan 10 miljoen graden zijn. Ook WATERSTON meent dat zij 9 à 10 miljoen graden is. Later vergeleek SECCHI het licht van door een galvanischen stroom gloeiende koolspitsen en vond als temperatuur der zon slechts 133.680 en 16.968 graden. ERICSON vond voor de temperatuur der zon 2.224.000 graden. ZÖLLNER berekende hare temperatuur, volgens de kracht, waarmede de protuberansen naar boven schieten, op 40.690 tot 74.910 graden, terwijl hij, door eene andere berekening, gemiddeld 27.700 graden vond en voor de inwendige temperatuur 68.400 graden. SORÉT berekende uit zijne waarnemingen op den *Mont-Blanc*, dat de temperatuur der zonsoppervlakte ver boven 3.000 graden was en VIOLLE vond, door vergelijking der zonnearmte met die van gloeiend, gesmolten metaal, slechts 2.500 graden.

Door LANGLEY zijn, op het *Alleghany-observatorium*, waarnemingen gedaan aangaande de verhouding van de warmte-uitstraling der zonnevlekken en die der photosfeer; hij vond dat de vlekken slechts 0,54 en hare randen 0.80 maal zooveel warmte uitstralen als het vlekkelooze gedeelte der zon en komt tot het besluit, dat de invloed, die de zonnevlekken, in jaren waarin zij veel of weinig voorkomen, op de temperatuur der aarde uitoefenen, niet meer dan 0,29 graden kan zijn. De waarnemingen aangaande het licht, dat de zon naar de aarde uitstraalt, leveren mede nog weinig overeenstemming op: zoo vond WOLLASTON

dat de zon 5.563 malen meer licht geeft dan eene kaars op 12 Engelsche duimen — 3 decimeter — afstand; terwijl SECCHI dit getal slechts op 1.450 stelde.

In de maanden Februari, Maart en April vertoont zich, kort na zons-
 ondergang, en in October, vóór zonsopgang, nagenoeg aan het gedeelte
 van den horizon, waar de zon is ondergegaan, of opkomen zal, eene
 bleeke, zachte lichtschemering, die niet zeer scherp begrensd is, maar
 waarvan de randen onmerkbaar met de donkere kleur des hemels samen-
 smelten. Deze lichtschemering heeft eene nagenoeg driehoekige gedaante
 en zij helt op den gezichteinder, zoodanig dat zij zich omstreeks in de rich-
 ting van den dierenriem of zodiak bevindt. Men heeft daarom aan dit
 verschijnsel den naam van *Zodiakaal-licht* gegeven. Dit licht is, vooral
 in de warme gewesten der aarde, duidelijk waar te nemen, dewijl het
 daar meer loodrecht op den gezichteinder staat en de schemering er korter
 duurt dan bij ons. Het wordt aldaar gedurende het geheele jaar waarge-
 nomen; doch vertoont zich daar meer in den vorm van een breeden
 gordel, die zich niet alleen tot boven het hoofd van den waarnemer,
 maar zelfs nog aan de tegenovergestelde zijde van den gezichteinder uit-
 strekt. Hieruit volgt, dat het zodiakaal-licht den vorm eener lens bezit,
 die zich tot voorbij de loopbaan der aarde uitbreidt.

Er zijn, aangaande den aard van het zodiakaal-licht, vele vermoedens
 geuit, doch wij moeten bekennen nog weinig zekers daarvan te weten.
 Volgens waarnemingen van ARTHUR W. WRIGHT te *Newhaven (Connecticut)*
 is het zodiakaal-licht van de zon afkomstig en wordt door vaste
 stoffen teruggekaatst. Deze zouden zeer kleine lichamen zijn — meteo-
 rieten (pag. 25) — welke rondom de zon loopen in banen, die naar
 den ecliptica samengedrongen zijn.

§ 11.

Wij hebben, in § 8, reeds eenige opgaven van den vorm en de grootte
 der aarde medegedeeld en gezien dat hare middellijn 1.719 Duitsche
 geographische mijlen, waarvan er 15 op één graad van den evenaar gaan,
 bedraagt. Hare afgeplat bolvormige gedaante is een bewijs voor de stelling,
 dat zij eenmaal in een vloeibaren toestand is geweest. Die afplatting is
 echter zeer gering: volgens de meest aangenomen uitkomst van de
 graadmetingen bedraagt zij $\frac{1}{299}$; dat is: indien men het verschil tus-
 schen een aequatorialen straal en den polairen straal, door eerstgenoem-
 den deelt, dan verkrijgt men gemelde breuk. Bij eene globe van drie
 decimeters middellijn zou zij slechts één milimeter bedragen.

Bij de invoering van het metrieke stelsel, heeft men aangenomen, dat de lengte van den meter één tienmiljoenste zou zijn van de lengte van den meridiaanboog, van den evenaar tot de polen. Het aardkwadrant zou dus eene lengte van 10.000.000 meters hebben. Latere metingen hebben geleerd, dat dit kwadrant 10.000.856 meters bedraagt, zoodat de aangenomen meter omstreeks $\frac{1}{12}$ millimeter te kort is. Voorts vindt men, door berekening, dat de aequatoriale aardstraal 6.377.397,16 m. de polaire aardstraal 6.356.078,96 m. is; dat de oppervlakte 510.000.000 vierkante kilometers en haar inhoud 1.082.042.000.000 kubieke kilometers bedraagt. Om den weg van hare oppervlakte naar het middelpunt af te leggen, zou een voetganger, die onafgebroken voortging, $47\frac{3}{4}$ dagen noodig hebben.

De dagelijksche wenteling der aarde om hare as heeft met eene volmaakt eenparige snelheid plaats en zij is dus eene natuurlijke maat voor den tijd. Zoowel bij deze omwenteling, als bij de voortgaande beweging in hare baan, blijft de as denzelfden stand behouden, met betrekking tot de sterren, zoodat deze lijn, indien men haar ter wederzijde verlengt, steeds dezelfde punten des hemels ontmoet. Er schijnt in deze bewering eene onjuistheid te zijn, omdat men zou verwachten dat de as, wanneer de aarde zich in verschillende gedeelten harer baan bevindt, ook, ofschoon zij niet van richting verandert, achtereenvolgens naar onderscheidene deelen des hemels moet gericht zijn; strikt genomen is dit zoo en doorloopen de uiteinden der as, aan het hemelgewelf, eene baan, die met die der aarde overeenkomt. Indien men echter bedenkt, hoe verbazend groot de afstand der vaste sterren is (pag. 9), zoodat wij ons op denzelfden afstand ook het hemelgewelf moeten voorstellen, dan is de baan der aarde op dien afstand schier onmerkbaar en het schijnt ons toe dat de as steeds naar dezelfde punten des hemels gericht is.

§ 12.

Daar de aarde nagenoeg bolvormig is, kunnen wij, op welk gedeelte harer oppervlakte wij ons bevinden, gelijktijdig slechts de helft van het hemelgewelf zien. Door hare dagelijksche omwenteling, moet echter eene voortdurende verandering van den stand des hemels, met betrekking tot den gezichteinder, plaats hebben: boven het oostelijk gedeelte daarvan zullen zich voortdurend vroeger onzichtbare deelen verheffen, terwijl, aan de westzijde, integendeel andere gedeelten zullen wegzinken en onzichtbaar worden.

Daar deze beweging met eene volmaakt eenparige snelheid plaats heeft, en alle voorwerpen, die ons op aarde omringen, daarin deelen, was men, sedert de oudste tijden, zeer geneigd om zich, met de aarde, in

rust te denken en de waargenomen, schijnbare beweging der hemellichamen aan eene omdraaiing van den hemel, van het Oosten naar het Westen, toe te schrijven.

De verschijnselen, die uit de dagelijksche omwenteling der aarde voortvloeien, verschillen echter, met den stand des waarnemers, met betrekking tot hare omwentelings-as. Konden wij ons juist op het eene uiteinde dezer as verplaatsen: bijv. op de Noordpool, dan zou dezelfde helft des hemels steeds voor ons zichtbaar blijven, terwijl de andere altijd beneden den gezichteinder aan ons oog bleef onttrokken. De sterren zouden noch op-, noch ondergaan, maar dagelijks cirkels schijnen te beschrijven, evenwijdig aan den gezichteinder, en wel: van de linker- naar de rechterzijde omgaande. Naarmate eene ster hooger boven den gezichteinder stond, zou de cirkel, dien zij in één dag beschreef, kleiner zijn, en, indien zij zich juist boven ons hoofd, dus: in de verlengde richting van de omwentelings-as der aarde, bevond, dan zou deze onveranderd hare plaats blijven behouden.

Verplaatsten wij ons integendeel naar den evenaar, dan zou de pool des hemels, gedurende die reis, naar den horizont zijn genaderd en, bij onze aankomst, zou zij zich juist in den gezichteinder bevinden. De tegenovergestelde pool des hemels, die zich, op onze eerste standplaats, juist onder onze voeten bevond, zou, gedurende deze verplaatsing, naar het tegenovergestelde punt van den gezichteinder zijn opgerezen en zich, bij onze aankomst onder den evenaar, mede in den gezichteinder bevinden en juist tegenover de Noordpool zijn geplaatst. Het zou ons dus toeschijnen, alsof het hemelgewelf om eene horizontale as wentelde, die in de richting van het Noorden naar het Zuiden gaat; of liever: de ligging der punten Noord en Zuid wordt naar die der omwentelings-as bepaald. Eene ster, die, voor een onder den evenaar geplaatsten waarnemer, juist in het Oosten opgaat, zal daar loodrecht opstijgen, zich, na ruim 6 uren, boven zijn hoofd bevinden en, aan de tegengestelde zijde, nederdalen of, met andere woorden: zij zal een grooten cirkel schijnen te beschrijven, die loodrecht op den gezichteinder staat en van het Oosten naar het Westen is gericht. De sterren, die aan het overige gedeelte van het hemelgewelf zijn geplaatst, schijnen insgelijks halve cirkels te beschrijven, doch deze zijn des te kleiner, naarmate zij verder ten noorden of ten zuiden van de eerstgemelde ster zijn geplaatst. Onder den evenaar zal men dus, in één dag, achtereenvolgens alle deelen van den hemel kunnen zien. Op andere dan de voormelde breedten, zal de omwentelings-as eene helling, met betrekking tot den horizont bezitten, die van de geographische breedte der plaats afhangt en, in het algemeen, zal de

poolhoogte gelijk zijn aan de geographische breedte eener plaats. Voor een waarnemer, op een gedeelte der aardoppervlakte geplaatst, dat noch onder den evenaar, noch op eene der polen is gelegen, bijv. op onze breedte, hebben de verschijnselen, die uit de dagelijksche wenteling der aarde ontstaan, een gang, die tusschen de beide vorige gelegen is: de sterren beschrijven wel evenwijdige cirkels, doch deze staan schuins op den gezichteinder, dewijl de omwentelings-as mede schuins ligt, met betrekking tot den horizont. Ééne pool des hemels is daar dus altijd boven den gezichteinder. De sterren, die zich tusschen de pool en de noord- of zuidzijde van den gezichteinder bevinden, zouden altijd zichtbaar zijn, indien het zonlicht dit niet verhinderde. Een even groot gedeelte des hemels, rondom de andere pool gelegen, is steeds onzichtbaar, terwijl, tusschen dit laatste en het eerstgemelde, voortdurend zichtbare deel des hemels, zich een gordel bevindt, waarvan de deelen zich achtereenvolgens boven den gezichteinder verheffen en weder daaronder dalen.

Daar wij niets van de dagelijksche omwenteling der aarde bespeuren, wegens de volkomene regelmatigheid, waarmede zij plaats heeft, heeft men haar in vroegere tijden niet opgemerkt, maar meende men, door den schijn misleid, dat de geheele hemel met al wat daarin is, in één etmaal rondom de aarde draaide. Er bestaan echter een paar rechtstreeksche bewijzen voor de omwenteling der aarde, waarvan vooral de slingerproef van FOUCAULT hier verdient vermeld te worden; zij berust op het volgend beginsel: indien een slinger (een zwaar lichaam aan eene lange koord opgehangen) in heen- en weergaande beweging wordt gebracht, dan blijft het vlak, waarin de slingeringen plaats hebben, onveranderd, mits er geene vreemde invloeden in het spel treden. Kon men een slinger boven de Noordpool ophangen en in beweging stellen, dan zou men, na verloop van eenigen tijd, bijv. één half uur, opmerken, dat de aarde zich, met betrekking tot het onveranderde slingervlak, gedraaid had. Na verloop van één uur, zou de draaiing reeds 15° bedragen: of $\frac{1}{24}$ van 360° . Aan den evenaar zal het slingervlak zich, met betrekking tot de omringende voorwerpen, niet schijnen te draaien. Neemt men deze proef op onze breedten, dan kan men eveneens eene draaiing der aarde, met betrekking tot het slingervlak, waarnemen. De verklaring en berekening is echter, voor andere streken dan de polen en den evenaar, niet zoo eenvoudig als voor deze plaatsen.

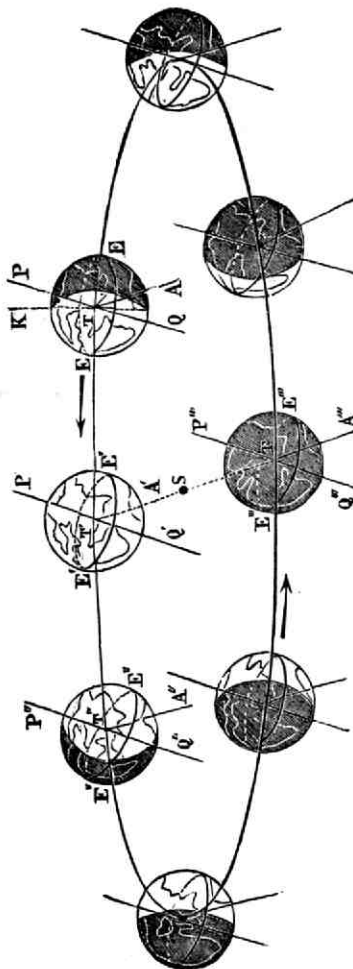
§ 13.

Indien de aarde niet van stand veranderde, met betrekking tot de

zon, dan zou dit hemellichaam, ten gevolge van de dagelijksche aswenteling der aarde, volkomen in de schijnbare beweging des hemels deelen. Eene aswenteling der aarde, zonder plaatsverandering in de ruimte, is echter niet mogelijk en het blijkt, uit den schijnbaren jaarlijkschen omloop der zon, met betrekking tot de sterren, dat de aarde in één jaar, éénmaal rondom de zon loopt. De verschijnselen, die uit den jaarlijkschen loop der aarde rondom de zon voortvloeien, kan men op de volgende wijze verklaren: stelt men zich voor op de zon verplaatst, en wel: op de noordelijke helft, dan zou daardoor het algemeene aanzien des hemels geene verandering ondergaan, daar zulk eene verplaatsing slechts gering is te noemen, met betrekking tot den afstand, waarop wij van het hemelgewelf en de vaste sterren verwijderd zijn. Beschouwden wij de aarde, van uit ons nieuw standpunt, dan zouden wij haar waarschijnlijk als eene ster der eerste grootte aan den hemel zien schitteren. Met betrekking tot de vaste sterren, zou zij zich echter langzaam verplaatsen en wel van de rechter- naar de linkerhand, zoodat zij in elk jaar éénmaal den sterrenhemel zou rondloopen. Wij zouden haar, in dienzelfden tijd, achtereenvolgens in dezelfde richtingen zien, waarin de sterrenbeelden van den dierenriem zijn geplaatst en het zou schijnen dat zij langs deze hare baan beschreef. — Hernemen wij echter onze vroegere standplaats op aarde, dan zullen wij ook, omgekeerd, de zon zich, met betrekking tot de sterren, langzaam zien verplaatsen, evenzoo van de rechter- naar de linkerhand en het zal ons toeschijnen dat de zon in één jaar den sterrenhemel rondloopt. Wij zullen haar daarbij, in dienzelfden tijd, achtereenvolgens in de richtingen zien, waarin de sterrenbeelden van den dierenriem geplaatst zijn en het moet ons voorkomen dat zij langs deze hare baan beschrijft. Tusschen de waarneming uit deze beide standpunten heeft alleen dit verschil plaats, dat, indien men, van de zon, de aarde achtereenvolgens in het sterrenbeeld de *Ram*, *Stier*, *Tweelingen*, enz. zou zien, de zon, van de aarde gezien, zich achtereenvolgens in de richting van het sterrenbeeld de *Weegschaal*, *Schorpioen*, *Schutter*, enz. zou vertoonen, welke zich juist tegenover de eerstgemelde aan den hemel bevinden. Alle waarnemingen bevestigen dit volkomen.

Indien de as der aarde loodrecht geplaatst ware op het vlak harer baan, dan zouden de dagen en nachten over den geheelen aardbol altijd even lang zijn en er zou geen verschil in de jaargetijden plaats hebben. Die as helt echter zoodanig, dat zij, met het vlak der baan, een hoek van $66^{\circ} 31'$ maakt. Stelt, in de volgende figuur, S de zon voor en zij de ellips E, E', E'' eene voorstelling in perspectief van de baan, die de

aarde, — in de richting der onder en boven de ellips geplaatste pijltjes — in één jaar aflegt, dan zal in de verschillende deelen van de loopbaan het volgende plaats hebben: laat $P' Q'$ de as der aarde voorstellen; P' de Noord-, Q' de Zuidpool. De cirkel, die de grens vormt tusschen het verlichte en donkere gedeelte der aarde, gaat dan door de beide polen. Bij



de dagelijksche omwenteling is dan ieder deel harer oppervlakte (behalve de polen zelve) even lang in de dag- als in de nachtzijde; dat is: dag en nacht duren op de geheele aarde even lang. Dit heeft plaats omstreeks den 21^{sten} Maart, of het begin der lente op het noordelijk en van den herfst op het zuidelijk halfrond.

Drie maanden later bevindt de aarde zich in den stand die aan de linkerzijde der figuur is voorgesteld. De grens tusschen de dag- en nachtzijde gaat nu voorbij de Noordpool, doch bereikt de Zuidpool niet. De plaatsen, gelegen tusschen $66\frac{1}{2}$ graad noorderbreedte en de Noordpool (dat is: binnen den Noord-poolcirkel), worden, gedurende de geheele omwenteling, door de zon beschenen; dat is: de zon gaat daar niet onder. De punten, die, buiten deze cirkel, naar de zijde van den evenaar, gelegen zijn, hebben dan dagen, die langer dan 12 uren zijn, maar, naar den evenaar, worden zij korter en korter: zoodat de plaatsen, onder den evenaar zelve, dagen en nachten van twaalf uren hebben. De Zuidpool ligt, zooals de figuur aantoont, op dienzelfden tijd

geheel in het duister. De plaatsen, tusschen die pool en den zuiderpoolcirkel gelegen, doorloopen dan cirkels, die geheel buiten het verlichte gedeelte der aarde vallen, zoodat daar dan ook de zon niet opgaat. Op minder dan $66\frac{1}{2}$ graad zuiderbreedte, doorloopt ieder punt echter, bij de dagelijksche omwenteling, deels de verlichte, deels de donkere zijde der aarde; maar de eerstgenoemde is des te grooter, naarmate het punt

dichter bij den evenaar ligt, zoodat aldaar wederom dag en nacht even lang zijn. Dit heeft plaats omstreeks den 21^{sten} Juni; dat is: het begin van den zomer op het noordelijk en van den winter op het zuidelijk halfrond.

Drie maanden later, namelijk den 23 September, bevindt de aarde zich in het punt T harer baan. De cirkelvormige grensscheiding, tusschen hare verlichte en donkere zijde, gaat dan weder, even als een half jaar vroeger, door de beide polen, zoodat alle plaatsen, bij de dagelijksche omwenteling, even lang in de verlichte als in de donkere zijde zijn. Dag en nacht is dan wederom voor allen even lang. Het is dan het begin van den herfst in het noordelijk en van de lente in het zuidelijk halfrond.

Den 21^{sten} December is de aarde in het punt harer baan aangekomen, dat in onze figuur aan de rechterzijde gelegen is. Het noordelijk gedeelte harer as helt dan van de zon af. De streken, die binnen den noord-poolcirkel gelegen zijn, liggen, gedurende de omwenteling, in het niet verlichte gedeelte, terwijl daarentegen de streken binnen den zuid-poolcirkel onafgebroken dag hebben. Op het noordelijke halfrond zijn dan de nachten langer dan de dagen, maar het verschil wordt, naar den evenaar, kleiner en kleiner, zoodat, onder den evenaar zelve, dag en nacht even lang zijn. — Op het zuidelijk halfrond heeft het tegenovergestelde plaats: het is dus daar zomer, terwijl het, op het noordelijk halfrond, winter is en omgekeerd. De vier overige, in de figuur voorkomende, standen der aarde in hare baan liggen tusschen de vier hier beschrevene in.

Daar de as der aarde, met het vlak van hare loopbaan, een hoek van omstreeks $66\frac{1}{2}$ graden vormt, maakt het vlak van den aequator der aarde een hoek van $90 - 66\frac{1}{2} = 23\frac{1}{2}$ graden, met dat der aardbaan. Ten tijde van lente- en herfst-nachtevening staat de zon in het vlak van den aequator. Voor de plaatsen, onder den evenaar gelegen, staat zij dus, op den middag, in het toppunt. Tijdens der zomer-zonnestilstand, is zij $23\frac{1}{2}$ graden benoorden den evenaar en, tijdens den winter-zonnestilstand, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ daar bezuiden. Onder de keerkringen zelve, komt de zon slechts éénmaal in het jaar in het zenith, maar, voor alle punten tusschen de keerkringen, tweemaal. Voor alle overige gedeelten der aarde is het verschil van de zonshoogte op den middag van den langsten en den kortsten dag $2 \times 23\frac{1}{2} = 47^{\circ}$. Onder de poolcirkels staat de zon, op den middag van den langsten dag, op 47° hoogte, op die van den kortsten bereikt zij dan slechts juist den horizont; op de polen zelve staat de zon, op den langsten dag, op $23\frac{1}{2}^{\circ}$ hoogte boven den gezichteinder, terwijl zij er, op den kortsten, evenveel onder staat. Voor de beide gematigde stre-

ken is het verschil der zonshoogte op den middag van den langsten en kortsten dag 47 graden en die hoogte zelve is op die dagen gelijk aan de aequatorshoogte, vermeerderd of verminderd met $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Voor onze breedte van 52° is zij dus $38^{\circ} \pm 23\frac{1}{2} = 61\frac{1}{2}$ of $14\frac{1}{2}$. De hoeveelheid warmte, die een horizontaal vlak van de zon ontvangt, hangt af: 1° van den hoek, waaronder hare stralen dit vlak treffen en 2° van den duur der bestraling. In de volgende tafel is de duur van de bestraling voor eenige parallelcirkels opgegeven:

Op de noorder- of zuider-breedte van:

0° 0'	duurt de langste dag	12 uren.
15° 44'	» » » »	13 »
30° 49'	» » » »	14 »
41° 24'	» » » »	15 »
49° 3'	» » » »	16 »
54° 31'	» » » »	17 »
58° 28'	» » » »	18 »
61° 19'	» » » »	19 »
63° 23'	» » » »	20 »
64° 50'	» » » »	21 »
65° 57'	» » » »	22 »
66° 22'	» » » »	23 »
66° 32'	» » » »	24 »
67° 19'	» » » »	30 dagen.
69° 34'	» » » »	60 »
73° 5'	» » » »	90 »
77° 38'	» » » »	120 »
82° 55'	» » » »	150 »
88° 38'	» » » »	180 »
90° 0'	» » » »	6 maanden.

Door de hier aangegeven uren van 24 af te trekken, vindt men gemakkelijk den duur van den kortsten dag.

§ 14.

Er blijft ons nog een belangrijk hemellichaam ter beschouwing over, dat, door zijne nabijheid, een opmerkelijken invloed op de aarde uitoefent: namelijk *de Maan*. Het gedeelte der maan, dat steeds naar de aarde gekeerd is, bezit, zeer nabij, eene bolvormige gedaante, maar de andere, voor ons steeds onzichtbare zijde, is eenigszins, doch zeer weinig, uitgerek;

zoodat dit hemellichaam eenigszins eivormig is en, met de spitse zijde, van ons is afgekeerd. Hare middellijn is slechts ruim één vierde van die onzer aarde of 469 Duitsche geographische mijlen en haar inhoud bedraagt niet meer dan $\frac{1}{50}$ van die der aarde. Het zichtbare gedeelte der maan heeft iets minder oppervlakte dan het *Russische rijk* en hare geheele oppervlakte is zoo groot als *Amerika*. De massa der maan is niet meer dan bijna $\frac{1}{86}$ van die der aarde. Hieruit volgt, dat de dichtheid van de zelfstandigheden, waaruit dit hemellichaam bestaat, gemiddeld 0,63 is van die der aarde. De maan volbrengt, in 29 dagen, 12 uren, 44 minuten, 2,9 seconden, ééne wenteling rondom de aarde. De baan, die zij daarbij beschrijft, is, even als die der overige hemellichamen, eene ellips, in wier ééne brandpunt de aarde zich bevindt. Zij zal dus nu eens verder van ons afstaan, dan weder nader bij de aarde zich bevinden: op haar grootsten afstand is de maan 54.644 Duitsche geographische mijlen van ons verwijderd, terwijl deze tot 48.961 mijlen kan verminderen.

Gedurende den tijd, dat de maan rondom de aarde loopt, bevindt zij zich éénmaal tusschen de aarde en de zon en, daar zij een uit zich zelf duister lichaam is, hetwelk zijn licht van de zon ontvangt, is in dien stand het niet verlichte gedeelte naar de aarde gekeerd; zij is dan voor ons onzichtbaar: het is *nieuwe* of *donkere maan*. Zij gaat dan omstreeks gelijktijdig met de zon op en onder. Nadat de maan, van het punt, waar het nieuwe maan was, afgerekend, de helft harer baan heeft doorloopen, bevindt zij zich tegenover de zon en keert ons hare geheele verlichte zijde toe: het is dan *volle maan*. Wanneer zij, van het punt harer baan, waar zij ons hare donkere zijde toekeert, zich naar dat begeeft, waar het volle maan is, dan zien wij van dag tot dag haar verlichte gedeelte in grootte toenemen. Keert zij juist de helft van hare verlichte zijde naar de aarde, dan is het *eerste kwartier*. Gaat zij echter, van den stand van volle maan af, verder in hare baan, dan zien wij het verlichte deel dagelijks in grootte afnemen, dewijl het dan niet meer rechtstreeks naar de aarde is gekeerd, ofschoon altijd de helft der maanoppervlakte door de zon wordt verlicht. Is de maan daarna zoover in hare baan gevorderd, dat zij slechts de helft van hare verlichte zijde naar de aarde keert, dan is het *laatste kwartier*. De overige standen, die tusschen deze vier gelegen zijn, laten zich verder gemakkelijk verklaren.

Elk lichaam, dat slechts aan ééne zijde wordt verlicht, werpt, aan de tegenovergestelde zijde, eene schaduw: zoo geven ook de planeten, de aarde en de maan schaduwen, die van de zon zijn afgekeerd. Dewijl de zon, gelijk wij § 9 zagen, veel grooter is dan de aarde en de overige plane-

ten en satellieten, zullen de schaduwen, die deze hemellichamen achter zich werpen, eene kegelvormige gedaante hebben. Deze zijn onzichtbaar, zoolang zij op geen lichaam vallen, waardoor zij worden opgevangen. De aarde werpt eene schaduw achter zich, die 185.000 Duitsche geographische mijlen lang is en zich dus veel verder uitstrekt dan de afstand, waarop de maan zich van de aarde bevindt. Is nu de maan in dat gedeelte harer baan, waarheen de schaduw der aarde is gericht, dan zal zij, geheel of gedeeltelijk, daardoor gaan: zij wordt daarbij van het zonlicht beroofd en vertoont zich, op alle plaatsen, waarvoor zij boven den gezichteinder is, geheel of ten deele verduisterd. Wij hebben dan eene *maansverduistering*; deze kan dus niet anders, dan omstreeks den tijd der volle maan voorvallen.

De schaduw, die de maan achter zich werpt, is omstreeks zoolang als de gemiddelde afstand der maan tot de aarde. Ten tijde der nieuwe maan zal dus hare schaduw de aarde kunnen bereiken en, als eene kleine, ronde vlek, over hare oppervlakte trekken. De plaatsen der aardoppervlakte, die in den weg gelegen zijn, welke deze vlek of schaduw doorloopt, zullen dan, door tusschenkomst der maan, geheel of ten deele van het zonlicht worden beroofd, zoodat men daar eene *zonsverduistering* waarneemt. Op de overige gedeelten der aarde zal dit verschijnsel onmerkbaar zijn. Eene zonsverduistering kan dus alleen op die plaatsen der aarde worden waargenomen, waarover de schaduw der maan trekt. Wij hebben reeds pag. 41 gezien, dat de maan zich in eene elliptische baan rondom de aarde beweegt en dat deze laatste in een der beide brandpunten van die ellips is geplaatst: zoodat de maan zich nu eens nader bij de aarde bevindt, dan weder verder van haar verwijderd is. De schaduw, die de maan achter zich werpt, zal dus niet altijd op denzelfden afstand, van de maan afgerekend, door de oppervlakte der aarde worden opgevangen en, daar deze schaduw kegelvormig is, zal ook de grootte der schaduw niet altijd dezelfde zijn. Bevindt zich de maan op haren kortsten afstand van de aarde, dan zal, voor de plaatsen, over welke het middelpunt der maanschaduw trekt, eene *totale zonsverduistering* plaats hebben. Voor de plaatsen, die meer boven of beneden den weg van het middelpunt der schaduw gelegen zijn, zal zij slechts *gedeeltelijk* of *partiëel* zijn. Bevindt de maan zich in dat gedeelte harer baan, dat het verst van de aarde verwijderd is, en tevens tusschen haar en de zon, dan zal de punt van den schaduwkegel, dien zij werpt, de aarde niet bereiken. Er zal dan geene totale verduistering plaats kunnen hebben, maar: langs den geheelen weg der schaduw, zal er een gedeelte der zon zichtbaar blijven, dat, gedurende eenigen tijd, de gedaante

van een ring zal hebben: de maan bedekt, in dit geval, de zon niet geheel: zulk eene verduistering noemt men *ringvormig*. Het is licht in te zien, dat de zonsverduisteringen alleen omstreeks den tijd der nieuwe maan kunnen plaats hebben. — Om de grootte eener verduistering aan te geven, wordt de middellijn der zon of maan in 12 gelijke deelen, *duimen* genoemd, verdeeld.

Indien de loopbaan der maan in hetzelfde vlak als dat der aardbaan gelegen ware, dan zouden wij, bij elke nieuwe maan, eene zonsverduistering en, bij elke volle maan, eene maansverduistering moeten hebben. Dit is echter niet het geval, maar het vlak van de baan der maan helt, onder een hoek van omstreeks 5° , met het vlak van de aardbaan. De maan zal zich dus in de ééne helft harer baan boven, in de andere helft daarentegen onder de baan der aarde bevinden, zoodat zij bij elken omloop slechts tweemaal het vlak van de aardbaan snijdt. Van daar dat de maan niet telkens, wanneer zij vol is, door de schaduw der aarde gaat, maar meestal boven of onder die schaduw voorbij loopt. Evenzoo trekt, bij nieuwe maan, de schaduw van dit hemellichaam veelal boven of onder de aarde door, zonder hare oppervlakte te bereiken en daarom hebben wij ook, bij elke nieuwe maan, geene zonsverduistering, noch, bij elke volle maan, eene maansverduistering.

De maan keert voortdurend nagenoeg dezelfde zijde naar de aarde. Dit blijkt reeds, voor het bloote oog, uit de vlekken op hare oppervlakte: want wij zien steeds dezelfde. Men zou licht geneigd zijn om hieruit het besluit te trekken dat de maan geene aswenteling bezit; doch dit zou valsch zijn; want: de maan draait in denzelfden tijd éénmaal om hare as, in welken zij éénmaal rondom de aarde loopt. Men kan zich dit op de volgende wijze duidelijk maken: indien wij ons éénmaal, zonder van plaats te veranderen, omdraaien, dan hebben wij het aangezicht achtereenvolgens naar alle gedeelten der wanden van het vertrek, waarin wij ons bevinden, gericht. Staat er in het vertrek eene tafel en loopen wij éénmaal daarom heen, zoodanig dat wij steeds met het aangezicht naar de tafel blijven gekeerd, dan hebben wij eveneens ééne omwenteling volbracht; want: wij hebben daarbij evenzeer het aangezicht naar alle deelen der wanden gericht. Het verschil, tusschen de eerste omdraaiing en de tweede, bestaat slechts daarin, dat wij, in het eerste geval, niet van plaats veranderden en, in het tweede, in een kring om de tafel liepen. Bij de maan heeft nu iets dergelijks plaats: zij keert steeds dezelfde zijde naar de aarde; maar diezelfde zijde zal, gedurende één maansomloop, naar verschillende deelen des hemels zijn gericht. Bij nieuwe maan is de voor ons onzichtbare zijde naar de zon gewend;

bij volle maan daarentegen is diezelfde zijde van de zon afgekeerd. De maan heeft dus, in denzelfden tijd, waarin zij de helft harer baan, rondom de aarde, heeft doorloopen, ééne halve aswenteling volbracht. Ofschoon wij dus slechts de helft der maan kunnen zien, en de andere altijd voor ons verborgen is, worden toch de verschillende deelen harer oppervlakte achtereenvolgens door de zon beschenen en één dag op de maan duurt dus even lang als de tijd die er verloopt tusschen den terugkeer derzelfde schijngestalte; dat is: ruim $29\frac{1}{2}$ van onze dagen.

Indien wij ons op de maan konden verplaatsen, dan zouden vele verschijnselen des hemels voor ons geheel anders plaats hebben dan op aarde. Vooral zou, indien wij op die zijde geplaatst waren, die steeds naar de aarde is toegekeerd, deze laatste zich als een merkwaardig hemellichaam vertoonen: zij zou zich als eene schijf voordoen, van eene $13\frac{1}{2}$ malen grootere oppervlakte, dan die, waaronder de maan zich aan ons oog vertoont. De vaste landen en zeeën zouden duidelijk te onderscheiden zijn, indien geene uitgestrekte wolkenmassa's dat beletten, en, zooals wij later zien zullen, op den *Atlantischen* en *Grooten Oceaan*, zouden wij veelal veranderlijke banden of gordels kunnen waarnemen, even als op de planeten *Jupiter* en *Saturnus*, en wij zouden, rondom de polen der aarde, ijs- en sneeuwvlakten waarnemen, die zich, naar de jaargetijden, beurtelings zouden uitbreiden en inkrimpen. Bovendien zou de dagelijksche wenteling der aarde zeer goed waargenomen kunnen worden.

Wanneer het voor ons donkere maan is, keert de aarde hare door de zon verlichte zijde naar de maan en verlicht dus de lange nachten op dit hemellichaam. Naarmate de maan echter in hare baan naar eerste kwartier voortgaat, neemt het licht der aarde voor haar af; zoodat, wanneer de maan zich voor ons half vertoont, ook de aarde, van uit de maan gezien, slechts half verlicht schijnt. Bij volle maan is de aarde, van uit de maan, onzichtbaar; dewijl zij dan hare duistere zijde naar haar toekeert, even als de maan voor ons, wanneer het nieuwe maan is. Hieruit zien wij, dat de aarde, uit de maan beschouwd, dezelfde schijngestalten oplevert als die, welke de maan voor ons vertoont.

Het licht, dat de aarde naar de maan terugkaatst, is vrij aanzienlijk: want het is zoo sterk, dat wij daardoor hare duistere gedeelten, kort voor en na nieuwe maan, duidelijk verlicht zien. Die flauwe schemering van het donkere deel der maan is onder den naam van het *aschgrauwe licht* bekend. Dit is dus zonlicht, dat door de aarde is teruggekaatst en door de maan naar de aarde wordt teruggeworpen.

De natuurlijke gesteldheid der maan is ons beter bekend, dan die van de overige hemellichamen. Zij vertoont, reeds aan het ongewapend oog, eene menigte van onregelmatige vlekken; doch, beschouwt men haar door een goeden kijker, dan vertoont zij zich als een bol, welks oppervlakte zeer ongelijk is, bedekt met bergen en dalen, steilten en afgronden. Vroeger heeft men de vlekken der maan voor zeeën aangezien en daaraan verschillende namen gegeven, als: *Zee der stortregens (Mare imbrium)*, *Zee der helderheid (Mare serenitatis)*, *Zee der dampen (Mare vaporum)*, *Zee der stille (Mare tranquillitatis)*, *Zee der wolken (Mare nubium)*. Het is echter gebleken dat deze oppervlakten niet volkomen effen zijn en geen water bevatten. Evenzoo heeft men aan de gebergten der maan namen gegeven, waarvan eenige ontleend zijn aan die op aarde; zooals: de *Alpen*, *Caucasus*, *Apenijnen*, *Cordilleras* enz. Het duidelijkst ontdekt men, door een kijker, de oneffenheden op de maan, wanneer men dit hemellichaam omstreeks de kwartier-standen beschouwt: hare oppervlakte wordt dan zoodanig door de zon verlicht, dat de verhevenheden vrij lange schaduwen werpen. Bij de verandering der verlichting, verschilt tevens de lengte dezer schaduwen, zoodat ze, bij volle maan, het minst in het oog loopen. Op dien tijd vooral vertoonen zich de verschillende gedeelten der maan met een onderscheiden licht, veroorzaakt door een ongelijk terugkaatsend vermogen; dit duidt dus op een verschil in den aard harer oppervlakte. Daar de lengte der schaduw van eenig voorwerp, dat door de zon verlicht wordt, afhangt van zijne hoogte en van den stand der zon, met betrekking tot dit voorwerp en tot het vlak, waarop de schaduw valt, heeft men, behalve van andere gegevens, ook van de lengte der schaduwen op de maan gebruik gemaakt, om de hoogten der bergen en andere oneffenheden te bepalen. Hierdoor zijn wij daarmede beter bekend, dan met die van sommige bergen onzer aarde en het is gebleken, dat er daaronder zeer aanzienlijke zijn: zooals *Calippus* in den *Caucasus* van 5.000, *Huygens*, in de *Apenijnen*, van 4.500, *Laplace* van 3.250 meters hoogte, enz. De maanbergen zijn, in verhouding tot de grootte van dit hemellichaam, veel hooger dan die op aarde. De vorm daarvan wijkt in het algemeen zeer van die der aardse bergen af; men onderscheidt voornamelijk vier hoofdvormen, namelijk: *walvlakten*, *ringgebergten*, *kraters* en *diepten*. De eerste zijn cirkelvormige of langwerpige, dikwijls zeer oneffen streken, die door een rand of wal zijn omgeven; bij vele komen in het midden zeer onregelmatige bergvormen voor. De walvlakten hebben eene lengte van 10 tot 30 Duitsche geographische mijlen; men vindt ze in lange rijen op de oppervlakte der maan. — De *ringgebergten* zijn regelmatig

van gedaante dan de voorgaande en tevens kleiner; vele zijn zelfs volkomen rond. Eenige hebben, in hun midden, een steilen berg, den zoogenaamden *centraalberg*. De randen der ringgebergten zijn, vooral aan de binnenzijde, zeer steil en hebben eene verbazende hoogte, sommige zelfs van meer dan 3.000 meters. — De bergen der maan, die men den naam van *kraters* gegeven heeft, bezitten veel overeenkomst met de ringgebergten; zij zijn echter kleiner dan deze. In het algemeen zijn zij veel uitgebreider dan de gelijknamige openingen, door welke op aarde, uit sommige bergen vuur, lava en asch wordt uitgebraakt en die wij § 20 zullen leeren kennen. In den laatsten tijd heeft men echter opmerkelijk gemaakt op sommige bergvormen der aarde, welke met de zoogenaamden kraters der maan eenige overeenkomst hebben. Wij zullen hierop, bij de behandeling der koraal-eilanden (§ 28), terugkomen. Het aantal kraters op de maan is verbazend groot: men kan er, met een middelmatigen kijker, omstreeks 20.000 waarnemen. — De *diepten* der maan hebben eenige overeenkomst met de kraters, doch zij zijn door geen wal omgeven; ook zij komen in groot aantal voor. — Eenige gedeelten der maan vertoonen ons bergvormen, welke meer gelijken op die der aarde: zij vormen *bergvlakten* en *bergketens*; doch ook deze zijn nog in gedaante eenigszins van de bergen der aarde onderscheiden. — Uit het groote verschil, tusschen de vormen der meeste oneffenheden op de maan en die op aarde, kan men dus opmaken dat of de krachten, welke op deze beide lichamen werkzaam zijn geweest, om veranderingen in hunne oorspronkelijk effen oppervlakte te weeg te brengen, zeer van elkander verschilden, of dat de aard der stoffen, waaruit die oppervlakten bestaan, bij beide zeer onderscheiden is.

De maan heeft geen dampkring, want: indien zij er een had, dan zouden wij daarin eene breking der lichtstralen moeten waarnemen, wanneer de maan zich langs sterren beweegt en deze bedekt; doch hiervan is geen spoor merkbaar. Er kan dus op de maans-oppervlakte geen water bestaan: was dit aldaar aanwezig, dan zou het spoedig in damp overgaan en een omhulsel vormen, welks bestaan wij zouden kunnen bemerken. Er kan ook op de maan geen vuur zijn: dit heeft namelijk tot zijn onderhoud zuurstofgas noodig, een der bestanddeelen van onze dampkringslucht, en, daar dit gas ontbreekt, kan er ook geene verbranding, in den gewonen zin, plaats hebben.

In weerwil van vele jaren lang voortgezette waarnemingen, met behulp van de beste instrumenten, heeft men slechts op twee plaatsen eenige verandering in den toestand der maans-oppervlakte kunnen bespeuren. De krater *Linnaeus*, die vroeger meermalen was waargenomen en

gemeten, werd in 1866 niet meer gezien. De aanzienlijke diepte, die vroeger in dezen krater bestond, is verdwenen en thans komen er slechts heuvels van geringe hoogte voor. Een tweede voorbeeld levert de dubbele krater *Messier A* en *B* op, waarvan de laatste, die vroeger rond was, een langwerpigen vorm heeft verkregen. Ofschoon men lang de maans-oppervlakte als verstijfd en onveranderlijk heeft beschouwd, komen toch aldaar nu en dan veranderingen voor.

Uit het voorgaande leeren wij, dat de natuurlijke gesteldheid der maan aanmerkelijk van die der aarde verschilt en wij kunnen hieruit afleiden, dat, indien dit hemellichaam door levende wezens bewoond is, deze in hunne bewerktuiging geheel van die op aarde moeten verschillen. Tot heden heeft men echter geen spoor van leven op hare oppervlakte waargenomen. — Zijn wij, tot nu toe, onbekend met het bestaan van levende wezens op het hemellichaam, dat het naast bij de aarde is geplaatst en dus het best kan worden waargenomen, niet minder is dit het geval met de overige lichamen van ons zonnestelsel. Daar wij echter over de geheele aarde, tot zelfs in iederen waterdruppel, beweging en leven verbreid zien, kunnen wij, bij overeenkomst, vermoeden, dat ook de talrijke bollen van ons zonnestelsel niet als logge stofklompen door de ruimte zweven: wij mogen aannemen dat ook daar beweging en leven heerschen, ofschoon wij met den vorm, waaronder zij zich voordoen, geheel onbekend zijn.

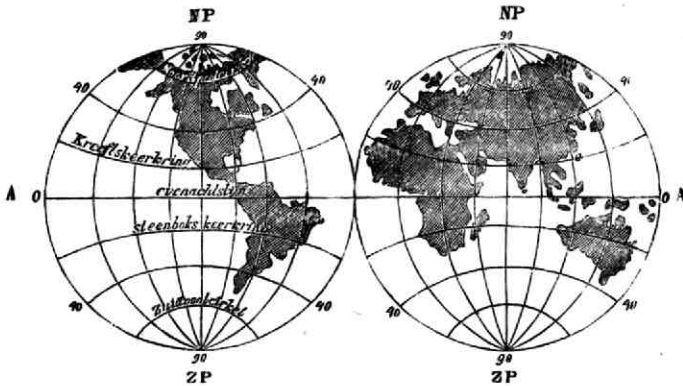
TWEEDE HOOFDSTUK.

DE VASTE OPPERVLAKTE DER AARDE.

§ 15.

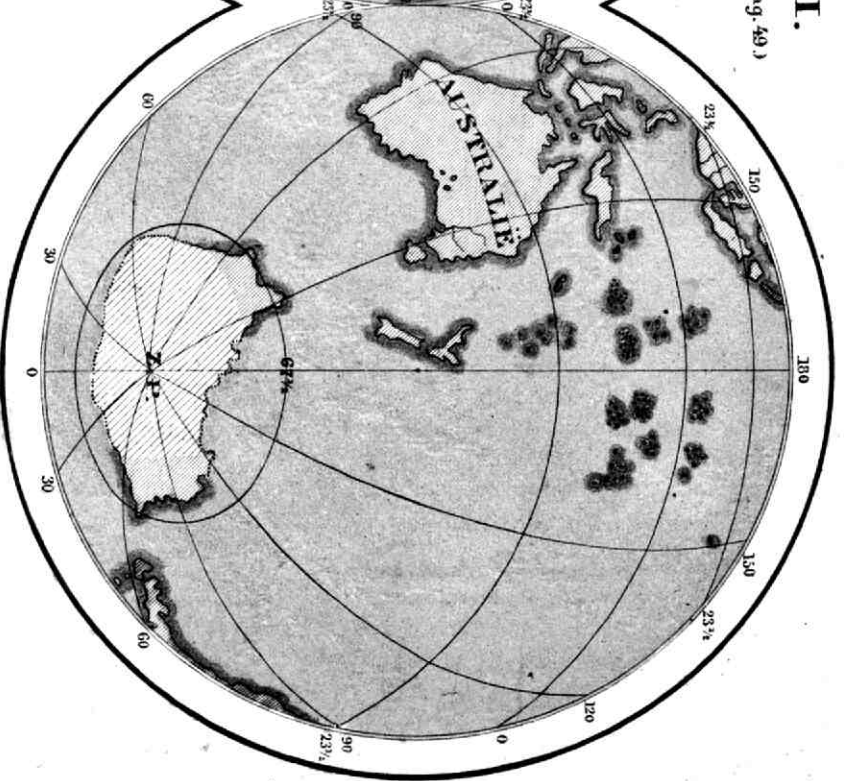
De holvormige gedaante der aarde wordt slechts zeer weinig gewijzigd door de oneffenheden van hare vaste korst: de hoogste bergen en de grootste gepeilde diepten van den oceaan zijn van geringe beteekenis, in verhouding tot den straal der aarde. Het grootste gedeelte van de vaste aardkorst is door water aan ons oog onttrokken. Deze vloeistof, welker deeltjes zoo uiterst bewegelijk zijn, heeft, onder den gezamenlijken invloed van de aantrekking der aarde en de middelpuntvliedende kracht (pag. 17), de gedeelten der oppervlakte, die het naast bij het middelpunt gelegen zijn, ingenomen en tot eene zekere hoogte bedekt: slechts een gedeelte van de vaste korst der aarde verheft zich daarboven en vormt vasteland of eilanden: verdeelt men de geheele aard-oppervlakte in 1000 gelijke deelen, dan worden daarvan 734 door de zee bedekt, terwijl de overige 266 door het land worden ingenomen; die verhouding is vrij nabij als 8:3. Het land is zeer ongelijkmatig over de aard-oppervlakte verdeeld; deze verbreiding staat echter niet in betrekking tot de wiskundige verdeling in een noordelijk en zuidelijk, of in een oostelijke en westelijk halfrond: steit men namelijk de gezamenlijke oppervlakte van het vasteland door 1000 voor, dan liggen er 750 deelen daarvan in het noordelijk en 250 deelen in het zuidelijk halfrond; of wel: er is juist driemaal meer land gelegen in het eerste halfrond dan in het laatste; even ongelijk is ook de verdeling, wanneer wij de aardoppervlakte in eene oostelijke en westelijke helft scheiden; zooals door de volgende hout-snede wordt duidelijk gemaakt. De meridiaan, die over het eiland *Ferro* gaat, als de grenslijn tusschen de beide halfronden aannemende en de geheele oppervlakte weder door 1000 voorstellende, zijn er op het oostelijk halfrond 715 en op het westelijke 285 deelen daarvan gelegen.

Nog meer valt de ongelijke verdeeling tusschen land en water op de oppervlakte der aarde, in het oog, indien men haar door een grooten cirkel in twee deelen verdeelt, waarvan eene pool op 40° zuider-breedte en 220° ooster-lengte van *Ferro* is gelegen. Het gemakkelijkst kan men zich hiervan overtuigen door eene aardglobe zoodanig te stellen, dat het vermelde punt naar boven is gericht. De helft, die zich dan boven den horizont bevindt, zal voor $\frac{24}{25}$ zee voorstellen, terwijl de andere helft, voor omstreeks de helft, door land wordt ingenomen. Op kaart I vindt men



eene voorstelling van de beide laatstgemelde helften der aardoppervlakte, zooals zij zich ter wederzijde van den bedoelden grooten cirkel voordoen. Bij deze opgaven is de uitgestrektheid van het land, dat rondom de zuidpool gelegen is, niet in aanmerking genomen, omdat dit nog grootendeels onbekend is. Indien men deze voorstelling van de verdeeling van land en water over de oppervlakte der aarde, eenigszins met aandacht gadeslaat, dan is het opmerkelijk, dat juist het dichtst bevolkte gedeelte van *Europa* in het midden van de grootste hoeveelheid land is gelegen.

Niet minder verdient de verdeeling van het land in de onderscheidene aardgordels de opmerkzaamheid, daar hiermede de meerdere of mindere bewoonbaarheid van hare vaste oppervlakte in het nauwste verband staat. Stelt men weder de geheele oppervlakte van het land door 1000 voor, dan liggen hiervan in den heeten aardgordel (of tusschen de keerkringen) 399.15; in de gematigde streken der beide halfronden, (of tusschen de beide keerkringen en de twee poolcirkels) 518.21 en in de koude streken, (of binnen de poolcirkels) slechts 82.64 deelen. Het gedeelte van de vaste aardoppervlakte, dat ter bewoning minder geschikt is, heeft dus eene betrekkelijk zeer kleine oppervlakte. Beschouwt men



I.
(pag. 49)

elk werelddeel als één geheel, en onderzoekt men hoedanig de verdeling van de oppervlakte daarvan in de verschillende aardgordels is, dan vindt men daarvoor het volgende:

	Heete luchtstreek.	Gematigde luchtstreek.	Koude luchtstreek.
Europa.	0	0,95	0,05
Azië	0,125	0,75	0,125
Afrika	0,77	0,23	0
Noord-Amerika	0,15	0,80	0,05
Zuid-Amerika	0,80	0,20	0
Australië	0,40	0,60	0

Uit dit overzicht blijkt: dat *Europa* nagenoeg geheel in de gematigde streken is gelegen; dat *Azië* voor $\frac{3}{4}$ in diezelfde streken ligt, terwijl slechts $\frac{1}{8}$ in den kouden en even zooveel in den heeten aardgordel ligt; dat *Afrika* voor meer dan $\frac{3}{4}$ aan den gloed der tropenzone is blootgesteld en slechts voor een klein gedeelte in meer gematigde gewesten zich uitstrekt; dat de beide gedeelten van *Amerika* zeer ongelijk in de aardgordels zijn verdeeld, want: terwijl *Noord-Amerika* voor $\frac{1}{8}$ in de gematigde gewesten ligt en slechts weinig voorbij den Kreefts-keerkring en den Noord-poolcirkel reikt, is *Zuid-Amerika* integendeel voor een even groot gedeelte in den heeten aardgordel gelegen, terwijl eindelijk *Australië* nagenoeg gelijkelijk onder den heeten en gematigden aardgordel is verdeeld, ofschoon het laatste gedeelte eenigszins het overwicht heeft. De kennis van de verdeling der landen in onderscheidene aardgordels is van het grootste gewicht: zij bevat de eerste grondslagen van de nadere kennis der voortbrengselen uit het dieren- en plantenrijk in de onderscheidene gedeelten der aarde en van den oorsprong van het onderling handelsverkeer tusschen de volken.

§ 16.

De grootste landmassa maakt een samenhangend geheel uit, dat uit de werelddeelen *Europa*, *Azië* en *Afrika* bestaat en, daar deze reeds aan de Ouden bekend waren, de *Oude Wereld* wordt genoemd. De beide eerste, alleen door willekeurige grenzen van elkander gescheiden, vormen, uit een natuurkundig oogpunt beschouwd, slechts één geheel: *Afrika* hangt door de — thans doorgegraven — landengte van *Suez* met *Azië* samen en, indien wij in de gedachte de eilandenreeks van den *Indischen Archipel* aanvullen, dan kan ook *Nieuw-Holland* als eene voortzet-

ting van *Azië* worden beschouwd. *Amerika* maakt een op zich zelf staand geheel uit, dat uit twee hoofddeelen bestaat: *Noord- en Zuid-Amerika* die door de landengte van *Panama* zijn vereenigd. Volgens deze wijze van beschouwen bevat de aarde slechts twee groote landmassa's, waarvan de eene op het oostelijk en de andere op het westelijk half-rond is gelegen. Vergelijken wij deze eenigszins nader met elkander, dan ontwaren wij, bij veel overeenkomst, tevens eene groote verscheidenheid. Elk der groote noordelijke landstreken, *Europa-Azië* en *Noord-Amerika* heeft, ten zuiden, tegenover zich, eene andere groote uitgestrektheid lands, zoodat men drie stelsels van vaste landen kan aannemen, namelijk: 1°. *Europa-Afrika*; 2°. *Azië-Australië* en 3°. *Noord- en Zuid-Amerika*. Indien men op eene aardglobe, met een meridiaanboog van 80°, een cirkel beschrijft, waarvan het middelpunt in de *Behringsstraat* is gelegen, dan gaat die door de straat van *Gibraltarr* en door de *Middellandsche Zee*, door *Arabië* en grootendeels langs de zuidkusten van *Azië*, zoodat slechts een gedeelte van *Voor-Indië* daarbuiten valt, terwijl de voortzetting van dezen cirkel over de landengte gaat, die *Noord- en Zuid-Amerika* verbindt. Deze cirkel vormt de *scheidings- of verbrekingsgrens*, tusschen de noordelijke en zuidelijke helften van de drie genoemde landmassa's. De zuidelijke helften daarvan komen weder in vele opzichten met elkander overeen. Het meest loopt dit met *Zuid-Amerika* en *Afrika* in het oog. Beide hebben nagenoeg de gedaante van een driehoek, waarvan de westelijke zijde is ingebogen; beide zijn aan de oostzijde met vrij scherpe punten omgebogen; *Afrika* bij kaap *Guardafui* en *Amerika* bij kaap *St. Roque*; beide loopen aan de zuidzijde met punten uit: *Afrika* met de *Kaap de Goede Hoop*; *Amerika* met *Kaap Hoorn* en ook *Australië* met de zuidpunt van *van Diemensland*, indien men dit als een deel van *Nieuw-Holland* beschouwt.

Van een anderen kant bieden de beide halfronden weder een groot verschil aan, met betrekking tot den vorm en de ligging harer landen. De grootste uitgestrektheid lands der oude wereld: *Europa-Azië*, breidt zich van het Oosten naar het Westen uit, over eene uitgestrektheid van meer dan de halve omtrek der aarde. De breedte is echter gering, met betrekking tot de lengte: zoodat zij zelfs in *Azië*, waar zij het grootst is, slechts een klein gedeelte inneemt van den afstand, die de pool van den evenaar scheidt. In *Europa* bedraagt deze uitgestrektheid nauwelijks één zesde gedeelte van den omtrek der aarde. *Amerika* bezit daarentegen zijne grootste uitgestrektheid in de richting van het Noorden naar het Zuiden: eene uitgestrektheid die omstreeks één derde gedeelte van den omtrek der aarde bedraagt; terwijl de breedte van dit

werelddeel nergens dan één zevende gedeelte van dien omtrek overtreft. Een merkwaardig gevolg van dit verschil in richting der twee grootste landmassa's der aarde is, dat in *Europa-Azië*, zich nagenoeg in de richting der aardgordels uitstrekkende, ook in de lengte van het Oosten naar het Westen nagenoeg hetzelfde klimaat heeft; terwijl *Amerika* zich door alle klimaten der aarde uitstrekt en, ofschoon minder oppervlakte dan de eerstgemelde werelddeelen bezittende, toch eene groote verscheidenheid moet opleveren.

De grenzen der vaste landen onderscheiden zich aan hare oost- en westkusten door de bijzonderheid, dat de eerstgemelde in het algemeen zeer gebogen zijn en vele schiereilanden vormen, die zich meerendeels in de richting van het Noorden naar het Zuiden uitstrekken, terwijl de westkusten minder zijn ingesneden en regelmatig er behoopen hebben.

De lengte der kusten, in verhouding tot de oppervlakte der landen, verdient nader te worden beschouwd, want: zij staat in een nauw verband met het meerdere of mindere gemak van het verkeer der bewoners van de kustlanden en, daar het verkeer der volken onderling een der machtigste hulpmiddelen tot bevordering van beschaving en welvaart is, heeft dit zelfs op de wereldgeschiedenis een onmiskenbaren invloed uitgeoefend: *Europa* is, zooals reeds bij den eersten oogopslag blijkt, het meest, in verhouding tot zijne oppervlakte, door de zee bespoeld; daarop volgt *Noord-Amerika*, dan *Australië*, dat met de daartoe behoorende eilanden eenigermate eene uitzondering maakt; vervolgens *Zuid-Amerika*, *Azië* en *Afrika*. Ten einde deze ontwikkeling der kust beter te doen zien, bevat het volgende tafeltje de oppervlakte van ieder werelddeel in vierkante Duitse geographische mijlen, de lengte der kustlijnen en het aantal vierkante mijlen dat voor elk vastland op ééne mijl lengte der kust komt:

NAMEN DER VASTE LANDEN.	Oppervlakte in □ mijlen.	Lengte der kusten.	Getal □ mijlen op eene mijl lengte der kusten.
<i>Europa</i>	178.130	4.300	41
<i>Azië</i>	796.005	7.700	103
<i>Afrika</i>	543.570	3.500	155
<i>Australië</i>	161.105	1.900	85
<i>Noord-Amerika</i>	384.340	6.000	64
<i>Zuid-Amerika</i>	363.340	3.400	107

Het overige land, dat op de oppervlakte der aarde voorkomt, en als

eilanden door den Oceaan wordt bespoeld, heeft weinig oppervlakte in verhouding tot de vaste landen. De grootste eilanden zijn in het algemeen niet ver van het vaste land gelegen, zooals: *Groot-Brittannië* en *Ierland*, *Madagascar*, *Ceylon*, *Sumatra*, *Java*, *Borneo*, *Nieuw-Guinea*, *New-Foundland*, *Haiti* of *St. Domingo*, *Cuba* enz., terwijl men, als bij uitzondering, slechts enkele eilanden van aanmerkelijke grootte in den oceaan aantreft.

§ 17.

Na deze korte beschouwing van de horizontale verbreiding van het land over de oppervlakte der aarde, moeten wij ons met de *vertikale verheffing*, of het *relief* van de vaste oppervlakte bezig houden. Om de hoogte van eenig punt, berg, of gebergte aan te geven, moet men van een bepaald vlak uitgaan. Even zoo als men de diepte der zee bepaalt door aan te geven, hoever de zeebodem beneden de oppervlakte van den oceaan gelegen is, zoo wordt ook de hoogte van landen, bergen enz. aangegeven door den afstand dien de oppervlakte of de bergtoppen hebben boven die der zee. Men stelt zich daarbij voor dat de bolvormige oppervlakte der zee, beneden die van het land is voortgezet. De loodrechte afstand tot dit denkbeeldig vlak is dan de *absolute hoogte*. Vergelijkt men echter de hoogte van een punt, berg of gebergte met die eener andere nabijgelegene, dan noemt men die de *relatieve* of *betrekkelijke hoogte*.

De onderscheidene deelen der vaste landen hebben eene zeer verschillende hoogte boven de oppervlakte der zee. Sommige gedeelten verheffen zich slechts weinig in vergelijking met andere en worden daarom *laag land* genoemd. Van de vaste landen behoort bijna de helft der oppervlakte tot het lage land, terwijl de andere helft veel hooger gelegen en ten deele met bergen bedekt is. De verhouding van het lage land tot het hoogere of *bergland*, is nagenoeg als 6 tot 7. Deze verhouding verschilt echter zeer in de onderscheidene werelddeelen. In *Europa*, *Afrika*, *Australië* en *Amerika* is het grootste gedeelte der oppervlakte laag land, terwijl in *Azië* integendeel meer bergland dan laag land wordt gevonden.

Men ontwaart bij de beschouwing van de kaart van eene landstreek of van een werelddeel, de richting, waarin de grond in het algemeen afdaaft, aan die van den loop der rivieren, dewijl alle punten van haren loop, van den oorsprong naar den mond, steeds lager en lager liggen. Zulk eene beschouwing is echter niet voldoende, daar de oor-

sprong van onderscheidene rivieren op verschillende hoogte gelegen is.

Indien wij de werelddeelen met betrekking tot hooge en lage landen nagaan, dan vinden wij dat in *Europa* zich eene lage vlakte in de richting van het Westen naar het Oosten uitstrekt. Zij vangt aan in het Noordwesten van *Frankrijk*, aan de golf van *Biscaye*, loopt door *Belgie*, *Nederland* en vervolgens langs de kusten der *Oostzee*, door *Europeesch-Rusland* tot aan het *Ural-gebergte* voort. In het oostelijk gedeelte breidt deze vlakte zich aanmerkelijk noord- en zuidwaarts uit, zoodat zij ten Westen aan de bergen van *Zweden*, ten Noorden aan de *Witte zee* en de *Ijszee* grenst en ten Zuiden de *Zwarte* en *Kaspische zee* bereikt. In *Finland* en in de westelijke deelen van *Rusland*, vindt men op deze vlakten talrijke meren. Hier en daar is deze vlakte door laag gebergte of door bergruggen afgebroken. Een zoodanige bergrug strekt zich, van uit *Denemarken*, op eenigen afstand langs de kusten der *Oostzee* uit. Bezuiden de golf van *Finland* verbreedt hij zich meer en meer, verliest tevens aan hoogte en sluit zich bijna onmerkbaar aan den breeden voet van het *Ural-gebergte*. *Moskau* ligt nagenoeg in het midden van het lage land van *Rusland* en omstreeks op het hoogste gedeelte daarvan. De gemiddelde hoogte bedraagt echter nauwelijks 150 meters boven de oppervlakte der zee.

De gemelde vlakte sluit verder ten Zuiden aan den voet der *Karpathen*. Buitendien vindt men in het Noorden van *Europa* nog de oostkusten van *Groot-Brittannie* en van *Zweden*, waarvan de eerste naar de *Noordzee* hellen en de laatste naar de *Oostzee* en de *Bothnische golf*. In het Zuiden van *Europa* komen geene zeer uitgestrekte vlakten voor: *Lombardije*, ten Noorden en Westen door de *Alpen* en ten Zuiden door de *Apenijnen* begrensd, vormt eene lage streek, waardoor de *Po* stroomt, die zich in de *Adriatische zee* uitstort. Evenzoo behoort een groot gedeelte van *Hongarije* tot het lage land, vooral dat, waardoor de *Theiss* en de *Donau* stroomen. De kleinere lage landstrekken, als: van *Andalusie*, *Estramadura*, *Guijenne*, *Provence* enz. gaan wij met stilzwijgen voorbij. Enkele nog lager, ja zelfs beneden de oppervlakte der zee gelegene vlakten, vooral in ons vaderland, verdienen hier nog te worden vermeld. De meeste daarvan zijn meren of uitgeveende plassen, die drooggemaakt zijn, zooals het *Haarlemmer meer*, de *Zijpe*, de *Beemster*, de *Schermer*, de *Purmer* en de *Zuidplas* bij *Rotterdam*. Al deze landen kunnen slechts door dijken voor de instrooming van het water worden beveiligd, terwijl ze kunstmatig door watermolens of stoomwerktuigen moeten worden ontlast van het regen- of sneeuwwater en van dat, hetwelk door wellen opborrelt of door de dijken dringt.

De groote Noord-Europeesche vlakke, waarvan zoo even melding is gemaakt, loopt ten Oosten van het *Ural-gebergte* door geheel *Azië* voort. Ten Noorden is zij begrensd door de *Ijszee*, terwijl hare zuidelijke grenzen aan de *Caspische zee* beginnen, zich langs *Balkh*, *Taschkend* en het *Baikal-meer* uitstrekken, langs *Barnaoul*, *Jenisseik* en de *Wiljy* (eene nevenrivier der *Lena*) trekken en zich dan, nagenoeg in eene rechte lijn, tot aan de *Oostkaap* van *Azië* uitstrekken. Het *Uralgebergte* breekt deze lage vlakke slechts af: zoodat zij kan beschouwd worden, te beginnen aan de golf van *Biscatje* en zich tot aan de oostelijke punt van *Azië* uit te strekken, zoodat zij meer dan de helft van den omtrek der aarde omvat. Deze lage vlakke is slechts hier en daar door lage gebergten of bergruggen afgebroken.

Verder is in *Azië* een gedeelte van *Mesopotamie*, waardoor de *Euphraat* en *Tigris* haren benedenloop hebben, laag land, dat zich in de *Perzische golf* verliest. *Voor-Indië* is grootendeels laag land dat zich van de *Perzische golf* tot aan die van *Bengalen* uitstrekt. Ten noorden wordt het door het hemelhooge *Himalaya-gebergte* begrensd; de *Indus* loopt gedeeltelijk door die streek en de *Ganges* is geheel in deze lage vlakke gelegen. Eindelijk is de westelijke helft van *Kamtschatka*, het oostelijk gedeelte van *China* dat aan de *Gele zee* grenst, van *Peking* tot *Nanking*, de noord-oostelijke helft van *Sumatra* en de kust van *Coromandel*, benevens het noordelijke gedeelte van *Ceylon*, laag land.

Ofschoon wij het binnenste van *Afrika* slechts onvolkomen kennen, weten wij dat zich aldaar laag land van eene groote uitgestrektheid bevindt, dat zich van den *Atlantischen Oceaan* tot aan het *Nijl-dal* uitstrekt. Het is grootendeels een voormalige zeebodembodem, die door de woestijn van *Sahara* wordt ingenomen. Aan de noordzijde is deze streek begrensd door het gebergte, dat den noordelijken rand van *Afrika* omzoomt, doch zijne zuidelijke grenzen zijn minder bekend. Ten Westen verliest zich deze vlakke, met eene zeer zachte glooiing afhellend, in den *Atlantischen Oceaan*.

Een groot gedeelte van de *Sahara*, ten Zuiden van *Algerie* en *Tunis* en van de *Lybische woestijn*, ligt beneden de oppervlakte der *Middellandsche zee*. In die laagste deelen worden zoutmoerassen — *Shotts* genaamd — aangetroffen. Men onderzoekt thans of men niet met voordeel, door middel van een kanaal het water der *Middellandsche zee* in deze laagste gedeelten der *Sahara* zou kunnen laten stroomen en alzoo eene binnenzee zou kunnen verkrijgen. Men meent dat er vroeger, zelfs in historische tijden, eene binnenzee heeft bestaan, doch dat de gemeenschap met de *Middellandsche zee* verzand is zoodat die binnenzee, behalve de gemelde *Shotts* is uitgedroogd.

In de *Lybische woestijn* zijn mede eenige streken, die lager dan de zee liggen. Volgens den bekenden reiziger ROHLFS ligt de karavanenhof van de Oäse *Siuah*, waar de tempel van *Jupiter Ammon* stond, waarschijnlijk meer dan 29 meters beneden den zeespiegel. Eene andere, onbewoonde Oäse: *Aradi*, ligt zelfs 75 meters daar beneden. Als een der nieuwste uitkomsten der onderzoekingen van *Afrika* kan nog, met betrekking tot het *relief* van dit werelddeel, vermeld worden, dat CAMERON, op zijn tocht dwars door het aequatoriale gedeelte van dit werelddeel, slechts als grootste hoogte van zijnen weg 1770 meters aangeeft en wel op een gebergte niet ver van de westkust. Meer binnenslands was de hoogte veel geringer.

Noord-Amerika bestaat grootendeels uit laag land: de geheele streek ten Oosten van het *Rotsgebergte* en van de oostelijke *Cordillières* is daartoe te rekenen: want deze vlakke is slechts op eenigen afstand van de oostkust, door het *Alleghany-gebergte* afgebroken. Een groot gedeelte dezer vlakke wordt, vooral in het Noord-oosten, door talrijke meren ingenomen en is door vele groote rivieren, als de *Mississippi* en zijne nevenrivieren: de *Missouri*, *Illinois* en *Ohio* doorsneden.

Een groot gedeelte van *Zuid-Amerika* bestaat insgelijks uit laag land. De geheele vlakke, welke de *Amazonen-stroom* met zijne groote nevenrivieren, de *Rio-Negro*, de *Japure*, de *Jutaij*, *Jurua*, *Purus* en *Madeira* doorloopt, moet tot de lage landen worden gerekend. Verder zuidwaarts sluit zich met eene smalle strook, eene andere lage vlakke aan, zoodat de geheele streek, ten Westen der rivier *Paraguaij* gelegen, waardoor de rivieren *Pilcomajo*, *Vermejo* en *Salado* stroomen, tot het lage land behoort. Deze vlakke loopt verder ten Zuiden en Zuid-westen van de *Rio de la Plata* voort tot aan kaap *Blanco*; zij beslaat daar bijna de halve breedte van het zuidelijk deel van *Zuid-Amerika*. Er blijft dus voor het werelddeel als hoog land over: de strook langs de Westkust, die door het *Andes-gebergte* wordt ingenomen, het grootste gedeelte van *Brazilië* en *Guiana*, benevens de kustlanden.

Ofschoon wij de binnenlanden van *Nieuw-Holland* nog slechts onvolkomen kennen, hebben ontdekkingsreizen in verschillende richtingen geleerd, dat het grootste gedeelte van dat werelddeel uit bijna effen en dor land bestaat, dat eene ware woestijn is. Slechts de kuststreken zijn met gras begroeid.

Behalve de reeds pag. 54 vermelde streken van ons vaderland, verdienen nog eenige gedeelten der aardoppervlakte, om hunne zeer lage ligging de aandacht; dewijl zij zelfs beneden de oppervlakte der zee zijn gelegen. Wij kennen in dit opzicht twee merkwaardige streken

der aarde: namelijk de *Caspische zee* met hare omstreken en de *Doodde zee*. Volgens de laatste bepalingen ligt de oppervlakte van eerstgemelde zee 26 meters lager dan die der *Zwarte zee*, en daar de omstreken van deze zee, behalve aan de zuidwestzijde, slechts weinig boven hare oppervlakte zijn verheven, biedt de aardoppervlakte aldaar eene opmerkelijke inzinking aan. De *Caspische zee* had vroeger eene veel grootere uitgebreidheid dan thans. Dit blijkt ontegenzeggelijk uit de schelpen, die tot op verren afstand rondom haar worden gevonden en tot dezelfde soorten van weekdieren behooren, als thans nog levend in die zee worden gevonden, benevens uit de vele zoutmeren die zich in hare nabijheid bevinden.

Veel lager nog ligt de oppervlakte van de *Doodde zee*. Tusschen de dubbele bergreeks, die de westkust van het zuidelijk deel van *Syrië* doortrekt, ligt eene breede, lange kloof, waarvan het laagste gedeelte door dit meer wordt ingenomen. De grond dezer kloof is het laagst gelegen gedeelte der aardoppervlakte dat wij kennen; want: de waterspiegel van het meer *Genezareth* ligt reeds 200 meters lager dan die der *Middellandsche zee*, en uit dit meer stroomt de *Jordaan* nog benedenwaarts en valt in de *Doodde zee*. De oppervlakte van het water van dit meer ligt 400 meters (volgens de metingen van BERTON en RUSEGGER 427 meters) lager dan die der *Middellandsche zee*. De bodem is zeer ongelijk en het meer heeft, op vele plaatsen eene diepte van meer dan 150 meters.

De kleine meren met bitter water, op de landengte van *Suez* die bij het graven van het kanaal met zeewater zijn gevuld en de *Soda-meren* in de *Lybische woestijn*, ten Westen van de monden van den *Nijl*, leveren mede voorbeelden op van inzinkingen van den grond, beneden de oppervlakte der zee.

De overige gedeelten van de oppervlakte der aarde verheffen zich in meerdere of mindere mate boven de zoo even beschouwde lage landen. Zijn zulke verhevenheden uitgestrekt, dan noemt men ze *hooglanden*, *bergvlakten* of *plateaux*, terwijl zij bij eene steile helling naar alle kanten, ook wel *tafellanden* worden genoemd. Vele zoodanige bergvlakten zijn in het binnenste der vaste landen gelegen. In *Europa* vinden wij een groot deel van *Spanje* uit hoogland bestaande. *Madrid* is nagenoeg in het midden eener vlakte gelegen, die gemiddeld 650 meters boven de zee ligt. *Scandinavië* rijst van het Oosten naar het Westen trapsgewijze op, zoodat bijna geheel *Noorwegen* eene in de lengte uitgestrekte bergvlakte is, waarvan het westelijk gedeelte door eene bergreeks (het *Kiölen-gebergte*) wordt gekroond. Het grootste gedeelte van *Zuid-Europa*

behoort mede tot het hooge land. Het bestaat deels uit bergvlakten, deels uit hoog gebergte.

In *Azie* komen de hoogste, ofschoon niet de grootste bergvlakten der aarde voor. Het *Dapsong-plateau* in *West-Thibet*, ligt 5334 meters boven de oppervlakte der zee; andere hooge bergvlakten zijn: die van *Bulla* 5641 meters, van *Aksäe-chin* 5066 meters en van *Voháb* 5004 meters hoog, volgens de onderzoekingen van VON SCHLAGINTWEIT. Voorts vinden wij in *Azie* nog *Arabie*, *Iran*, *Dekan* en het geheele midden-gedeelte van dit werelddeel als eene hooge vlakte, waaraan zich *Achter-Indie* sluit, terwijl *Voor-Indie* slechts door de lage landen, waardoor de *Indus* en *Ganges* hunnen benedenloop volbrengen, van deze algemeene verheffing van den grond is afgescheiden.

Voor zoo ver bekend is, vormt een groot gedeelte van zuidelijk *Afrika* tot aan de zuidelijke grens der *Sahara-woestijn* een aaneengeschakelde hooge vlakte, die hier en daar door bergen is bezet en door rivierdalen is doorsneden. In het Noorden is dit werelddeel insgelijks door een hoogen landgordel omzoomd, welks westelijk of hoogste gedeelte door het *Atlas-gebergte* wordt ingenomen. Ook aan de oostkust is het hier en daar door bergen omzoomd. Verder landwaarts in, komen in *Oost-Afrika*, niet ver van den evenaar, zelfs zulke hooge bergen voor dat hunne kruinen met eeuwige sneeuw bedekt zijn, zooals de *Kenia* en *Kilimandscharo*.

In *Noord-Amerika* is, in verhouding tot zijne oppervlakte, minder hoog land aanwezig, dan in *Azie* of in *Afrika*. In de westelijke helft van dit werelddeel komt eene hooge vlakte voor, die zich langs hare geheele lengte uitstrekt. Het *Rotsgebergte* en de oostelijke *Cordillières* zijn aan den oostelijken rand daarvan gelegen, terwijl de golven van den *Stillen Oceaan* de westzijde dezer hooge vlakte bespoelen. Het plateau van *Mexico*, in het zuidelijk gedeelte gelegen, bereikt zelfs eene hoogte van 3700 meters. Dit hooge land strekt zich, bijna onafgebroken, over de landengte van *Panama* tot in *Zuid-Amerika* uit. Daar neemt het weder in breedte toe en omzoomt, met een betrekkelijk smallen gordel, de westkusten van dit werelddeel, tot aan het *Vuurland*. De hoogte van het bergland van *Brazilie* is veel geringer dan die der hooge streken die door *Nieuw-Grenada*, *Peru*, *Chili* en *Patagonie* heentrekken.

Het binnenste gedeelte van *Nieuw-Holland* is nog te weinig bekend, om met nauwkeurigheid de afwisseling van hooge en lage landen te kunnen opgeven. De tochten, die in de laatste jaren zijn ondernomen, om dit werelddeel nader te leeren kennen en waarop men het zelfs herhaalde malen in verschillende richtingen doorkruist heeft, leidden grootendeels

door vlakke, dorre streken; hier en daar vond men gras, kreupelhout en bosschen,

Van het *zuidelijk Poolland* is nog weinig bekend. Wij weten echter dat er op eenige plaatsen zeer hooge bergen worden gevonden. De hoogste bekende berg ligt in *Victoria-land*.

ALEXANDER VON HUMBOLDT heeft, reeds voor geruimen tijd, getracht de gemiddelde hoogte der vaste landen boven de oppervlakte des *Oceaan*s te bepalen, door de uitgebreidheid der hoogten en laagten in aanmerking te nemen, die in elk werelddeel worden gevonden. Voor deze gemiddelde hoogte vond hij de volgend getallen: *Europa* 205, *Noord-Amerika* 228, *Zuid-Amerika* 345; voor de geheele *Nieuwe Wereld* 285, en voor *Azie* 352 meters. Indien dus elk werelddeel op zich zelf, door het slechten der bergen en bergvlakten, tot eene effene vlakte werd gemaakt, dan zou elk de opgegeven hoogte hebben. Om zich van deze gemiddelde hoogte der vaste landen boven de oppervlakte der zee, een ander denkbeeld te maken, heeft men berekend, dat indien al het vaste land geslecht en in zee geworpen werd, hare oppervlakte daardoor 77 meters zou worden verhoogd.

§ 18.

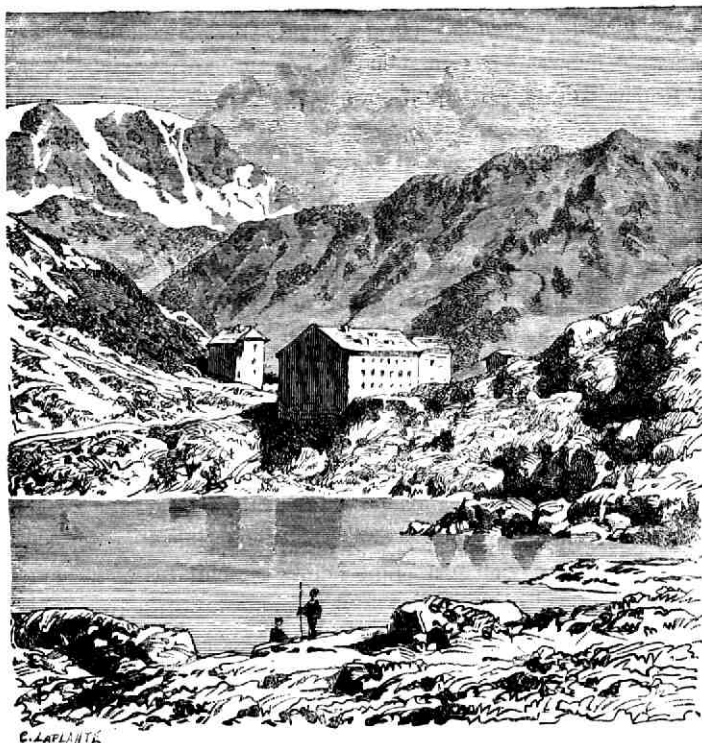
Behalve die algemeene verhevenheden van den grond, die wij hebben beschouwd, vertoont de oppervlakte der aarde nog eene menigte andere, die deels als afzonderlijke bergen, deels als bergketenen of als groepen van bergen voorkomen. Op sommige plaatsen zijn de bergen zelfs zoo zeer opééngedrongen, dat zij te zamen als het ware eene enkele massa uitmaken. Deze *gebergte-massa's* onderscheiden zich van de bergvlakten of plateaux slechts daardoor, dat de laatste trapsgewijze opklimmen, terwijl de eerste verhevene deelen of bergen, dikwijls van eene aanzienlijke hoogte, opleveren. De hoogste bergen komen veelal aan de randen der bergvlakten voor. Vele hellen aan eene zijde steil af, terwijl zij aan de andere trapsgewijze, met breede vlakken of terrassen afdalen. Zoo keeren b. v. de *Pyreneeën* hare steile zijde naar het Noorden, naar de golf van *Biscatje* en naar de vlakten in het Zuiden van *Frankrijk*, terwijl zij aan de zuidzijde slechts langzaam afdalen. De *Alpen* keeren hare steilste zijde naar de vlakte van *Lombardtje*, doch dalen aan de noordzijde golvend af. De bergen van *Noorwegen* dalen in het Westen steil naar de zee af, maar aan de oostzijde verliezen zij zich langzaam in de vlakten van *Zweden* die door de *Oostzee* en de *Bothnische golf* worden bespoeld; in *Azie* keert het *Himálaya-gebergte* — even als de *Alpen* —

zijn steilen kant naar het Zuiden, naar de vlakte van den *Indus* en den *Ganges*, doch aan de noordzijde steunt het tegen de bergvlakte van *Tibet*. In *Amerika* vinden wij een dergelijken toestand; want: de geheele westkust is door het hooge *Andes-gebergte* begrensd, dat ten oosten zich in uitgestrekte bergvlakten bij trappen verliest; zoodat men, in het algemeen beschouwd, dit werelddeel als een onregelmatig hellend vlak kan beschouwen, waarvan de hooge zijde naar den *Stillen Oceaan* is gekeerd en dat aan de oostzijde allengs naar den *Atlantischen Oceaan* afdaaft.

Behalve de bergvlakten, waarvan de randen met hooge bergen bezet zijn, en de bergmassa's, komen de bergen ook in rijen geplaatst voor, zoodat de nevens elkander geplaatste bergen met hunnen voet samenhangen. Zij vormen dan *bergketens* die meestal uit eenige rijen van bergen bestaan, die te zamen eene groote breedte hebben.

Indien men een gebergte of eene bergreeks uit de verte ziet, dan vertoont het bovenste gedeelte zich in meerdere of mindere mate golvend. Die golvende lijn, welke de naast elkander liggende toppen en laagten uitmaken wordt de *kam* (in het Spaansch *sierra*, zaag) genoemd. Over de laagste gedeelten van den kam loopen de meeste wegen, die van de eene naar de andere zijde van het gebergte voeren. Deze worden *berg-engten*, *bergpassen* (*cols*) genoemd. Ofschoon zij lager zijn dan de aangrenzende bergtoppen hebben vele nog eene aanzienlijke hoogten. Zoo loopen bijvoorbeeld omstreeks vijftig wegen of passen over de *Pyreëën* van *Frankrijk* naar *Spanje*: als de *Port d'Oo*, (3000 meters hoog); de *Brèche, de Roland* (2896 meters); *Estaube* (2561 meters); *Tourmalet* (2179 meters); *Col de Pertus* tusschen *Junquera* en *Perpignan*; *Port de Confrone* tusschen *Saragossa* en *Pau* enz. Onder de bergpassen der Alpen verdienen de volgende vermeld te worden: De *Col di Tenda* (1796 meters), de pas van den *Mont-Genèvre* (2000 meters); van den *Mont-Cenis* — waaronder thans een tunnel is geboord — (2065 meters); die van den *Grootten St.-Bernhard* (2485 meters; en van den *Simplon* (2010 meters); de pas van den *St.-Gothard* (2127 meters); de *Splügen* (2116 meters); *Semering* (980 meters) — waarover een spoorweg is gelegd —; de *Stelvio* of het *Stilfser Joch* (2775 meters), is de hoogste voor voertuigen bruikbare pas der *Alpen*. Die van den *St.-Gothard* voert over den kruin van de gebergte-massa die dezen naam draagt. In het *Himálaya-gebergte* in *Azië* en in de *Sierra Nevada* in *Noord-Amerika* komen nog veel hogere bergpassen dan in *Europa* voor. In laatstgemeld werelddeel ligt het station *Thermin* van den *Pacific-spoorweg* in het *Rotsgebergte* op eene hoogte van 2510 meters — tot heden het hoogst gelegen spoorwegstation. Onder de bergpassen van *Europa* is er een die sedert vele eeuwen

eene groote bekendheid heeft: namelijk die van den *Grooten St.-Bernhard* waarvan de onderstaande plaat eene voorstelling geeft. De weg die van *Martigny* naar *Aosta* voert, loopt over dezen bergpas, en daar die afstand ($17\frac{1}{2}$ uren gaans) niet in éénen dag kan worden afgelegd, werd op de hoogte daarvan, reeds in het jaar 962, een Augustijner klooster gebouwd, waarin de reizigers kunnen overnachten. Hier, aan de grenzen der eeuwige sneeuw, waar schier alle plantengroei ophoudt en zich slechts



Klooster van den Grooten St.-Bernhard.

kale rotswanden en ijsmassa's vertoonen, leven eenige koorheeren en bedienden, om de verkleumde reizigers te ontvangen, te voeden, te huisvesten en te verzorgen. Gedurende negen maanden van het jaar is de temperatuur aldaar beneden het vriespunt en het meer, dat door het van de ijswanden der bergen afloopende water wordt gevormd, is gedurende dien tijd bevroren.

De laagten tusschen de bergen heeten *dalen* of *valleien*. Liggen er meerdere reeksen van bergen nevens elkander, dan zijn er niet slechts, tusschen de achtereenvolgende reeksen, dalen maar ook tusschen de

verschillende bergen van elke reeks. De eerste noemt men *lengte-dalen*, de andere *dwars-dalen*. Het is echter niet gemakkelijk om de grenzen der verschillende bergen aan te wijzen: omdat zij meestal op zeer onderscheidene wijzen bij en nevens elkander zijn geplaatst; dikwijls schijnt het alsof zij in en over elkander geschoven zijn.

De bergen komen onder oneindig vele vormen voor; deze hangen grootendeels af van de steensoort, waaruit zij bestaan. Sommige hebben eene ronde of koepelvormige kruin (*Dôme*); andere rijzen in steile spitsen omhoog, als *pieken* of *naalden* (*Dents, Aiguiles*); weder andere rijzen aan de ééne zijde langzaam op en dalen aan de andere steil af, welke laatste men dan *dal-* of *rotswanden* noemt. De dalen vertoonen geene mindere verscheidenheid van vorm dan de bergen. Sommige zijn wijd geopend, andere daarentegen zijn slechts kloven, die door hemelhooge rotswanden zijn begrensd. In één woord de bergen en dalen vertoonen zulk eene verscheidenheid van afmetingen en vormen, dat het onmogelijk is daarvan eene nauwkeurige omschrijving te geven. Sommige dalen zijn aan alle zijden, als door een ringwal van bergen ingesloten; deze worden keteldalen genoemd. In vele daarvan vindt men meren, dewijl het water geene gelegenheid vindt om weg te stroomen.

§ 19.

Indien men met eenige aandacht de richting nagaat, die de gebergten en bergketenen hebben, op de onderscheidene gedeelten der aardoppervlakte, dan vertoont zich een opmerkelijk verschil tusschen de oude en de nieuwe wereld. In de eerste is de algemeene strekking die van het Oosten naar het Westen of omstreeks evenwijdig aan de parallelcirkels, terwijl daarentegen in *Amerika* de richting van het Noorden naar het Zuiden, of in die der meridianen heerscht. Slechts weinige voorbeelden zullen genoegzaam zijn, om dit aan te toonen. In *Europa* vinden wij het *Cantabrisch*-gebergte en zijne voortzetting de *Pyreneën*; deze, even als de gebergten van *Castilië* en *Andaluzië* en de hoofdmassa der *Alpen* strekken zich van oost naar west uit, even als de *Sudeten* en *Karpathen*. In *Azië* is deze richting nog meer algemeen. Het *Taurus*-gebergte en vele kortere bergketens in het zuidwesten, maar vooral het *Himälaya*-gebergte, de *Kuen-Lun*, *Thian-Schan*, *In-Schan*, *Altaï*, het *Wiljui*-gebergte enz. hebben die richting. In *Afrika* vinden wij in de bekende gebergten dezelfde strekking weder, vooral, in die welke den noordelijken rand van dat werelddeel omzoomen.

In *Amerika* is daarentegen de strekking der hoogste bergketens meer

in de richting der meridianen. Het *Rotsgebergte*, en de verschillende takken der *Cordillères* strekken zich alle in die richting uit. Het *Alleghany*-gebergte in *Noord-Amerika* en dat van *Guiana* alsmede de gebergten van *Brazilië*, die eenigszins van deze richting afwijken, zijn in vergelijking met het *Andes*-gebergte van zoo geringe beteekenis, dat zij slechts als uitzonderingen op den opgegeven regel zijn te beschouwen.

De hoogte, die de bergketenen en bergtoppen bereiken, is zeer onderscheiden. Uit hetgeen vroeger is aangemerkt, met betrekking tot de trapsgewijze afdaling der bergruggen naar ééne zijde, is licht na te gaan, dat dezelfde bergtop zich verschillend van hoogte zal vertoonen, naarmate de aangrenzende streek, zelf hooger of lager is. Daarom onderscheidt men eene volstreckte en eene betrekkelijke hoogte der bergen (bladz. 53). Een berg kan daarom eene groote volstreckte hoogte hebben, zonder zich daarom aanmerkelijk boven de hem omringende streek te verheffen, indien deze laatste zelf hoog gelegen is. Van daar dat de indruk dien het gebergte op ons te weeg brengt, niet altijd aan het denkbeeld voldoet, dat men er zich van gevormd heeft, door alleen op de opgave van de volstreckte hoogte af te gaan. Zoo is b. v. de indruk, dien de *Alpen* maken, indien men die van de noordzijde nadert, niet zoo grootsch als wanneer men ze van de zuidzijde beschouwt; want in het eerste geval is men reeds, als bij trappen, van de vlakte opgestegen, terwijl integendeel van uit de vlakte van *Lombardije*, dit trotsche gebergte tot eene veel grootere hoogte schijnt op te rijzen.

Het hoogste gebergte der aarde wordt in *Asië* aangetroffen, waar het *Himalaija*-gebergte, even als de *Alpen*, van het Noorden naar het Zuiden steeds hooger en hooger oprijst, doch aan de zuidzijde naar het lage, moerrassige land van *Hindostan*, waardoor de *Ganges* stroomt, steil afhelt. Het heeft zeer vele hooge spitsen, die met eeuwige sneeuw zijn bedekt, waaronder de *Dhawalagiri* (8400 meters), *Jawahir* (7848 meters), enz. De hoogste bekende top van dit gebergte is, volgens de opgaven van VON SCHLAGINTWEIT SAKUNLUNSKI, de *Gaurisankar* of *Mount-Everest* die 8840 meters bereikt en dus de hoogste bekende bergtop der aarde is. De *Kinchin-Jinga* die eene hoogte van 8785 meters heeft werd tot voor korten tijd als de hoogste berg der aarde beschouwd doch heeft dien rang aan den *Gaurisankar* moeten afstaan. Hoe aanzienlijk deze hoogten ook mogen wezen, zij zijn slechts gering te noemen in verhouding tot den straal der aarde; want de hoogte van den *Gaurisankar* bedraagt slechts omstreeks $\frac{1}{722}$ van dien straal; zoodat zelfs de grootste berghoogten op den algemeenen vorm van de aarde schier zonder invloed zijn.

Onder de Amerikaansche bergen bereiken er geene de hoogte van

die in *Azië*, want er zijn in het *Himálaija*-gebergte veertien bergen die hooger zijn dan de hoogste in *Amerika*. In den keten der *Andes*, zijn de *Sorato* (7696 meters), de *Ilimani* (7275 meters) en de *Chimborasso* (6532 meters) de hoogste toppen, ofschoon er nog vele van omstreeks dezelfde hoogte in dezen bergketen worden aangetroffen.

Ofschoon het binnenland van *Afrika* nog onvolkomen bekend is, weten wij toch dat er in het Oosten en Zuiden van dit werelddeel vrij hooge gebergten voorkomen. In het Noorden van *Habesch*, of *Abyssinië*, stijgt een der bergtoppen tot een hoogte van 4572 meters. De *Kenia*, 5485 meters hoog, en de *Kilimandscharo*, 5702 meters hoog, zijn ofschoon zij slechts weinig bezuiden den evenaar liggen — met eeuwige sneeuw bedekt. Ook in *Zuid-Afrika* komen in de bergreeksen, die den naam van *Drakengebergte* voeren, toppen van 3 á 4000 meters hoogte voor, die meestal met sneeuw bedekt zijn.

In *Nieuw-Holland* kennen wij geene zeer aanzienlijke bergen. Een der hoogste, de *Kosiako*, in de provincie *Victoria* heeft eene hoogte van 2187 meters.

Van het *zuidelijk Poolland* is ons slechts weinig bekend. Wij weten echter dat op eenige plaatsen, en meer bepaald langs de kusten, zeer hooge bergen worden gevonden. De hoogste zijn tot heden in *Victoria-land* aangetroffen. Van den berg *Melbourne* wordt de hoogte op 4672 meters geschat; deze is een der hoogste. Voorts heeft men nog de bergen *Herschel* en *Phillips* tusschen de 3600 en 4200 meters hoog. De vulkaan *Erebus* verheft fier zijnen kruin tot eene hoogte van 3770 meters. Onder de *Balleney-eilanden* steekt vooral op het eiland *Young*, een trotsche berg zijn hoofd tot 3700 meters omhoog.

De bergen van *Europa* bereiken geene zoo aanzienlijke hoogte als die van *Azië* en van *Amerika*. De hoogste top van het *Alpen-gebergte* is de *Mont-Blanc* (4794 meters) — of slechts ruim de helft van den *Gaurisankar* in *Azië*. Behalve deze komen er in de Alpen nog eene menigte bergen voor die slechts weinig lager dan de *Mont-Blanc* zijn, als: de *Monte-Rosa* (4683 meters); het *Finster-Aarhorn* (4275 m.); de *Jungfrau* (4167 m.); de *Mönch* (4114 m.); de *Ortles-spits* (3905 m.). Voorts heeft men in de *Pyreneën* de *Pic-Nethou*, *Maladetta* (3404 m.) enz.

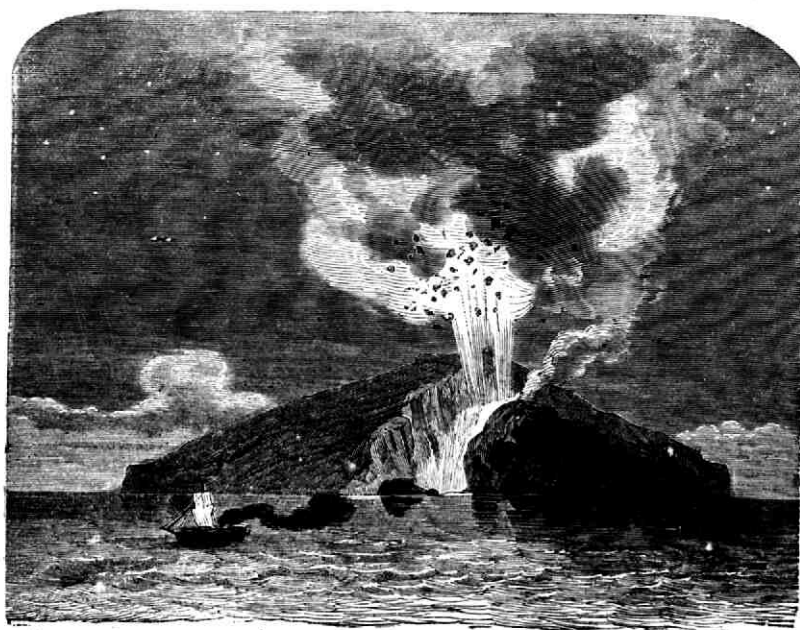
Er is een opmerkelijk verschil bij de onderscheidene gebergten, ten aanzien van de hoogte, die spmmige punten of bergtoppen bereiken, in verhouding tot die van den kam van het gebergte waartoe zij behooren. Bij sommige steken namelijk de hoogste bergtoppen slechts weinig boven den bergkam uit, zoo als de *Keilberg* in het *Ertsgebergte*, de *Sneeuwkop* in het *Reuzen-gebergte*, de *Pic-Nethou* in de *Pyreneën*; terwijl daarentegen

de *Elbrus* in den *Caucasus*, den *Mont-Blanc* en den *Mont-Cervin* (*Matterhorn*) in de *Alpen*, de *Brocken* in het *Hartz*-gebergte, de *Sorato*, *Illimani* en de *Chimborasso* in het *Andes*-gebergte de dubbele hoogte van den kam bereiken en hunne reusachtigen gedaante daarboven vertoonen.

De kennis van de hoogte der bergtoppen heeft niet het groote belang, dat men er vroeger aan toekende; de kennis van de afwisselingen der hoogte van den grond is integendeel veel belangrijker: dewijl, door het hoogte-verschil, verscheidenheid in het klimaat en de voortbrengselen ontstaat, die den grootsten invloed op de werkzaamheid en het verkeer der volken uitoefenen.

§ 20.

Onder de verhevenheden, die de aardoppervlakte aanbiedt, komen er eenige voor die, om de bijzondere verschijnselen, welke zij opleveren, hoogst merkwaardig zijn en, reeds sedert de oudste tijden, voorwerpen



De vulkaan Stromboli.

van bespiegeling en onderzoek zijn geweest. Het zijn de *vuurspuwende bergen* of *vulkanen*. De meeste onderscheiden zich reeds door hunnen vorm: daar zij alle eene meer of min kegelvormige gedaante hebben,

die een gevolg is van de verschijnselen, welke zij opleveren. Alle vulkanen zijn namelijk door onderaardsche krachten ontstaan en uit de diepte opgeworpen. Daarbij werd het oorspronkelijke gesteente verbroken of opgeheven en opgericht en de stoffen, die uit de diepte te voorschijn traden, vulden de spleten en scheuren aan, die door de opheffing waren gevormd. Bij voortgezette of herhaalde uitwerping dier stoffen, werd de berg meer en meer afgerond, doch, daar die uitwerping meestal van boven plaats had, verkreeg hij eene min of meer kegelvormige gedaante.

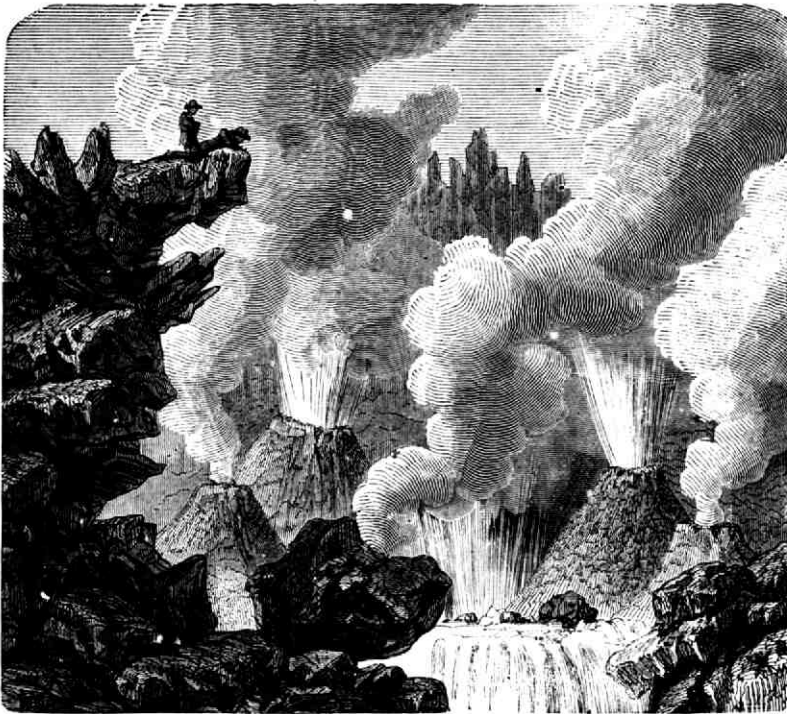
De voorgaande figuur vertoont een voorbeeld van dien aard. Het eiland *Stromboli* — een der *Liparische eilanden*, ten noorden van *Sicilië* — is namelijk geheel door vulkanische uitwerpselen ontstaan.

Op den top vertoonen alle vulkanen eene uitholling of opening, die zeer onderscheiden in vorm en grootte is en, bij werkzame vulkanen, gedurig veranderingen ondergaat. Zij wordt de *krater* genoemd, en veelal worden door haar onderscheidene zelfstandigheden uitgeworpen. Dikwijls geschiedt dit ook door scheuren of kloven in de nabijheid van den krater, of door openingen bij den top of op de helling van den berg. De vorm van den krater is zeer onderscheiden bij verschillende vulkanen. In sommige kan men zonder groot gevaar nederdalen. Bij andere is dit echter onmogelijk, wegens de verstikkende dampen en gassen, die uit scheuren en spleten opstijgen, of wel omdat, op den bodem des kraters, nog voortdurend vulkanische werkzaamheid heerscht. De volgende figuur geeft eene voorstelling van het inwendige van een krater der laatste soort. Zij stelt namelijk dien van den zoo even genoemden vulkaan op het eiland *Stromboli* voor. Deze is vooral merkwaardig om de aanhoudendheid zijner uitbarstingen, want: sedert de vroegste oudheid, reeds door HOMERUS vermeld, heeft hij niet opgehouden vuur en vlammen uit te braken, zoodat hij daarom terecht den naam heeft verkregen van de *Vuurbaak der Tijrrhenische zee*. Thans dienen nog, even als ten tijde van HOMERUS, de vuurstralen die hij uitwerpt als eene baak voor de zeelieden. Het is er echter verre van daan dat alle vulkanen zoo aanhoudend werkzaam zouden zijn.

De grootte der kraters is zeer verschillend. Zoo heeft bij voorbeeld die van de *Mauna-Loa* — een der vulkanen van de *Hawaï-archipel* — eene lengte van meer dan 5000 en eene breedte van 2500 meters. Die van de *Tengger* op *Java* heeft mede eene middellijn van omstreeks 5000 meters. Deze zijn de grootste, die wij kennen.

De verschijnselen bij de uitbarstingen der vulkanen zijn zeer onderscheiden en voor elk verschillend. Zij hangen af van de gesteldheid en

den vuurberg zelf, de helling der zijwanden en de hevigheid der uitbarsting. Wij zullen trachten daarvan eene zoo veel mogelijk algemeene be-



Gezicht in den Krater van den Stromboli.

schrijving te geven. Meestal gaat een herhaald onderaardsch gedruisch, dat meermalen met het snel rijden van zwaar beladen wagens over een steenweg wordt vergeleken, de uitbarsting vooraf. De top van den berg hult zich in eene rookkolom, die in dikte en hoogte toeneemt. De beken en bronnen, in de nabijheid van den berg, drogen op en van tijd tot tijd schudt de grond, bij een herhaald dof gerommel in de diepte. Na korter of langer tijd volgt er, met eene hevige ontploffing, eene uitbarsting, waarbij eene groote vuurkolom, rook en steenen tot eene verbazende hoogte worden opgeworpen. De zwaarte van sommige dezer steenen bedraagt honderden kilogrammen. De randen van den vuurmond storten bij de uitbarsting deels in en uit den krater, of uit kloven, die in de nabijheid ontstaan, stroomt eene dik vloeibare, aanvankelijk wit gloeiende massa, als eene vurige beek, naar beneden. Deze stroom beweegt zich met eene snelheid, die afhangt van de helling waarover hij vloeit: soms kan men dien nauwelijks

ontloopen. Bereikt hij eene steilte, dan stort hij, als een vurige waterval, naar beneden, rotsblokken, steenen en alles, wat op zijn weg ligt, met zich voerende, of, wat brandbaar is, in vlammen zettende. Door de geweldige hitte verschroeien de boomen in zijne nabijheid. Indien deze gloeiende massa echter eene vlakte bereikt, dan vermindert hare snelheid, terwijl hare vloeibaarheid langzamerhand, vooral aan de oppervlakte, afneemt. Eerst na langen tijd houdt zij geheel op te vloeien. Soms stort zij zich in eene rivier of in de zee en er heeft dan een vreeselijke strijd tusschen vuur en water plaats.

De krater gaat intusschen voort vlammen, lava en steenen uit te braken; later stijgen vervaarlijke aschkolommen in de hoogte, die, door den vuurgloed van den top des bergs, in een bloedrood licht verschijnen. Geschiedt de uitbarsting bij dag, dan worden de omstreken dikwijls, door de zich verbreidende asch, in diepe duisternis gehuld. Bij nacht is dit natuurtooneel nog indrukwekkender, dewijl dan gloeiende steenmassa's als vuurbollen de van onderen verlichte aschkolom doorklieven. De berg kraakt en dreunt; voortdurend laat zich een onderaardsch gebulder hooren. Weldra neemt ook de dampkring aan het verschijnsel deel: dikke wolken pakken zich boven den top des bergs samen en vermeerderen de duisternis; van tijd tot tijd doorklieven bliksemstralen de vuur- en aschkolommen en de donder paart zijn gerommel aan het gebulder van den vulkaan. Dikwijls gaan deze buien met geweldige winden en regenvlagen vergezeld.

De stoffen, die door de vulkanen in een vloeibaren staat worden uitgeworpen, noemt men *lava*. Zij zijn gesmolten gesteenten, voornamelijk silicaten. De lavastroomen kenmerken zich overal door de verwoestingen, die zij aanrichten. Ofschoon de temperatuur der gesmolten lava niet juist bekend is, kan men daarover toch eenigermate oordeelen uit de verschijnselen, die men daarbij heeft waargenomen: H. DAVIJ vond, dat koperdraad van 1,27 millimeter en zilverdraad van 0,85 millimeter dikte, in lava gedompeld, die bijna ophield te vloeien, oogenblikkelijk smolten. Gesmeed ijzer, dat in het jaar 1664, bij de verwoesting van *Torre del Graeco* door den *Vesuvius*, met lava was omhuld, vond men, tot eene drievoudige grootte als bladeren opgezwollen, en van binnen gekristalliseerd. Zilveren munten waren gesmolten, eenige koperen muntstukken waren onveranderd gebleven, andere hadden een kristallijn weefsel aangenomen; gouden muntstukken waren niet gesmolten. De lavastroomen bekoelen en verharden snel aan hunne oppervlakte, zoodat men, zonder gevaar, na verloop van weinige dagen daarover kan gaan, zelfs wanneer de massa van binnen nog vloeibaar is, wat somtijds jaren lang duurt.

De snelheid, waarmede lavastroomen voortgaan, hangt voornamelijk af van de helling van den grond, waarover zij vloeien: bij de toenemende afkoeling wordt de snelheid zeer klein, zoodat zij ten slotte zelfs minder dan 0,5 meter daags bedraagt. Van buiten vertoont zich dan zulk een strööm als een hoop verharde en verbroken korsten (slakken), terwijl in de diepere deelen nog vloeibare lava is, die de voortgaande beweging veroorzaakt.

Behalve de gesmolten lava, worden veelal nog stukken zeer opgeblazen gesteente in groote hoeveelheid in de hoogte geslingerd. Deze zijn dikwijls niet grooter dan zandkorrels; men noemt ze *lapilli* (steen-tjes) of, naar de volksuitspraak in *Italië*, ook wel *rapilli*. De grootere stukjes noemt men *vulkanisch zand* en de kleinste *asch*; nog grootere steenen, *bommen* genaamd, vallen in den omtrek van den krater neder, of nabij de kloof, waardoor zij worden uitgebraakt. Zij vormen, met het zand en de asch, daar rondom eene kegelvormige hoogte en bij vele vulkanen herkent men daaraan de openingen, door welke vroegere uitbarstingen hebben plaats gehad. Sommige dezer kegelvormige ophoopingingen bereiken eene hoogte van 300 meters. Een merkwaardig voorbeeld van dien aard kwam in het jaar 1538 bij *Pozzuoli*, op een paar mijlen ten westen van *Napels* voor: in een enkelen nacht vormde zich de meer dan 130 meters hooge *Monte-Nuovo*, met een krater van meer dan 100 meters diepte.

De asch wordt het hoogst opgedreven en breidt zich, hoog boven den vulkaan, naar alle zijden uit »gelijk de takken van een pijnboom» en verdonkert den geheelen omtrek. Door de fijnheid der deeltjes blijft deze asch lang in de lucht zweven en zij kan door den wind op groote afstanden worden gevoerd. Dikwijls valt zij ook met regen neder, en overdekt dan de velden en gewassen; in dit geval is zij nog verderfelijker dan de lavastroomen. Later echter, nadat zij verweerd is, kan zij veel tot de vruchtbaarheid van den grond bijdragen, indien de dikte der laag niet te groot is geweest. Bij de uitbarsting van den *Vesuvius* in 1822, lag de asch op de helling van den berg omstreeks één meter hoog, en in de nabij gelegene vlakke, meer dan 0,5 meter hoog. Bij de uitbarsting van 1794 voerde een hevige weste-wind de onafgebroken opstijgende asch naar de oostzijde van den berg en de massa vormde, bij zwaren regen, een taai deeg; bladeren en takken werden, onder dezen last, van de boomen gescheurd; vele daken vielen in en de inwoners waren verplicht zich door de vlucht te redden. — Bij de uitbarstingen van den *Etna* viel de asch niet zelden op *Malta* neder, dat er 30 geographische mijlen van verwijderd is. — Bij de uitbarsting van den vulkaan op *Sumbatta* (een der kleine *Sunda*-eilanden) in 1815, verbreidde zich de asch noord-

oostwaarts tot *Celebes*, op 60 geographische mijlen afstand gelegen en even zoo ver viel zij westwaarts op *Java*, meer dan 5,2 meters hoog. — Bij de geweldige vulkanische uitbarstingen, die in het voorjaar van 1875 op *IJsland* plaats hadden, viel de asch tot in *Noorwegen* en *Dene-marken*; dat is: op omstreeks 200 duitsche geographische mijlen afstand.

Onder de voortbrengselen der vulkanen behoort nog het *puimsteen* te worden geteld, eene bekende steensoort, die zeer poreus en, door de ingesloten lucht, soortelijk lichter dan water is, zoodat zij gedurende een geruimen tijd daarop kan drijven. Het puimsteen wordt, door eenige vulkanen, somtijds in eene verbazende hoeveelheid, uitgeworpen en vormt dan mede kegelvormige ophooping, die de opening des vulkaans omsluiten.

De uitbarstingen der vulkanen geschieden niet op regelmatige tijden, maar met tusschenpoozen van meerdere of mindere jaren, somtijds zelfs van eenige eeuwen. Zoo was bijv. de *Vesuvius* aan de oude Romeinen niet als een vulkaan bekend. De krater en de hellingen van den berg waren met zware bosschen begroeid, toen plotseling — in het jaar 79 van onze jaartelling — eene geweldige uitbarsting plaats had, waarbij de steden *Herculanium*, *Pompeji* en *Stabiae* onder asch en lava werden bedolven. Van 1338 tot 1500 was de berg geheel rustig, evenzoo van 1500 tot 1631, terwijl, in de daarop volgende eeuwen alleen, meer dan 20 groote uitbarstingen plaats hadden.

§ 21.

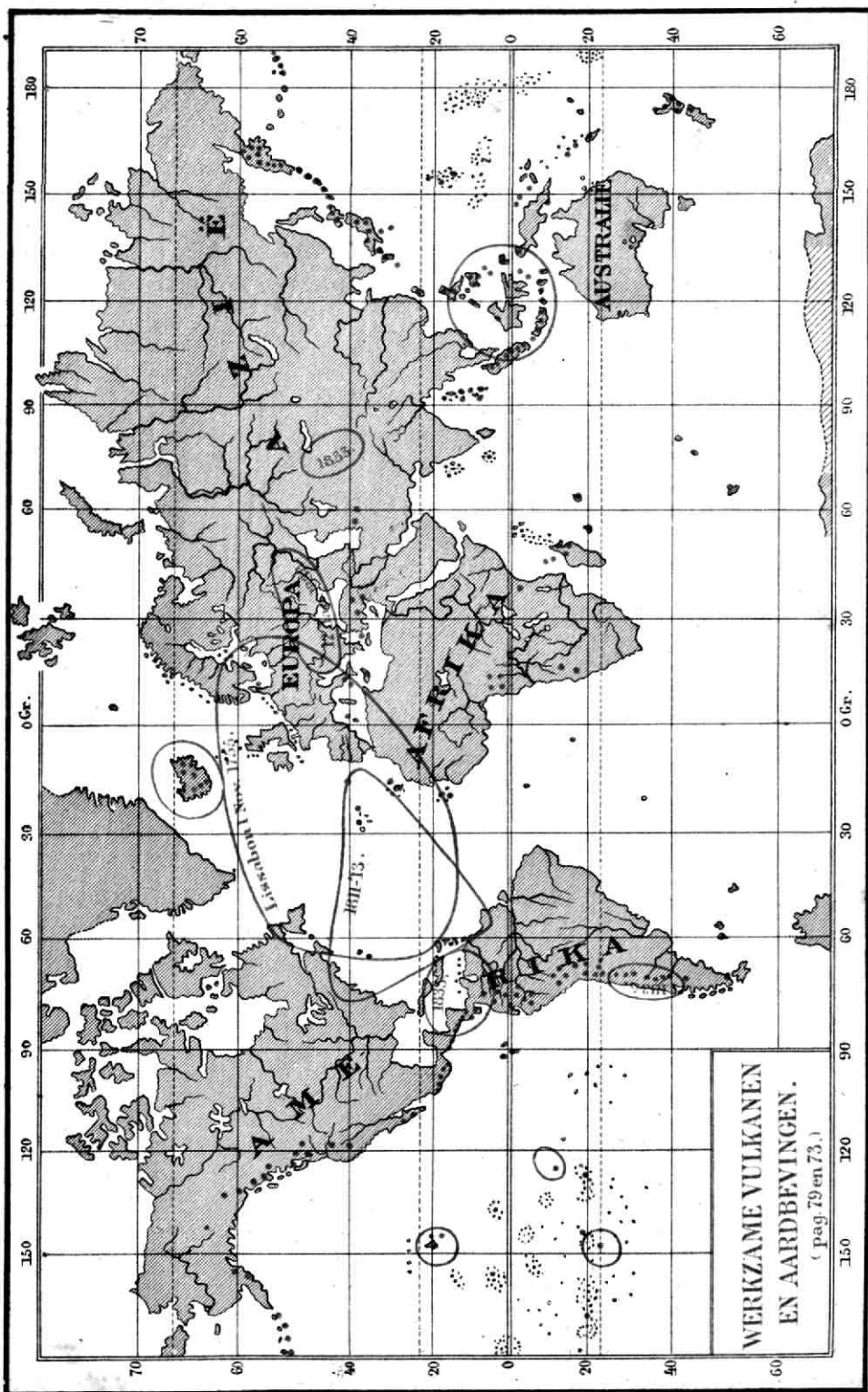
De vulkanische uitbarstingen hebben niet slechts op het vaste land en de eilanden, maar ook nu en dan op den bodem der zee plaats. Niet zelden wordt daarbij die bodem opgeheven en er ontstaat een eiland, doch dit is veelal slechts van korten duur, want weldra wordt het weder door de golven bedekt.

Aldus ontstond er, in het begin der vorige eeuw, na eene geweldige aardbeving, die een der *Azorische eilanden* verwoestte, een klein eiland ten westen van *Terceira*. Het was zoo hoog, dat men het op een afstand van 7 tot 8 mijlen zien kon. Na verloop van twee jaren was het reeds weder aanmerkelijk weggezonden en, één jaar daarna, peilde men op dezelfde plaats meer dan 155 meters diepte. — In dezelfde eilanden-groep had men, in Mei 1867, sterke aardbevingen; in den nacht van 1 op 2 Juni, had, ten N. W. van *Serreba*, mede eene vulkanische uitbarsting in zee plaats, tusschen *Terceira* en *Graciosa*. Er werden bestendig groote stee-

nen en geweldige massa's lava uit de zee opgeworpen. Op verschillende plaatsen zag men damp-uitstroomingen en kookte het water, vergezeld van zwavelreuk. — Een verschijnsel van denzelfden aard bood het eiland aan, dat, in de maand Juli 1831, tusschen *Sicilië* en *Pantellaria* oprees. Zeelieden van verschillende natiën hadden daaraan reeds niet minder dan zeven onderscheiden namen gegeven, als: *Nerita*, *Isola-Ferdinandea*, *Graham-Island*, *Julia*, enz. Eenige hadden reeds, door het hunschen hunner nationale vlag daarop, namens hunnen soeverein bezit er van genomen, in de hoop dat het zich zou vergrooten. De omtrek bedroeg 700 en de hoogte 200 meters; doch bij het einde van het jaar was het reeds verdwenen en de natuur maakte daardoor een einde aan den twist over den naam en het bezit. — Een ander voorbeeld levert het eiland op, dat in het jaar 1796 op omstreeks 10 mijlen afstand van de zuidelijke punt van *Unalashka*, een der *Aleutische eilanden*, is ontstaan. Eerst zag men eene rookkolom zich uit de zee verheffen; vervolgens verscheen er, aan de oppervlakte van het water, eene rots, die zich uit de verte als eene zwarte punt vertoonde; uit het bovenste gedeelte stegen vuurstralen op en er werden gloeiende steenen uitgeworpen. Dit verschijnsel duurde eenige maanden en in dien tijd nam het eiland, zoowel in uitgebreidheid als in hoogte, toe. Later zag men niet anders dan rook te voorschijn komen en ook deze hield, na verloop van vier jaren, op. Intusschen werd het eiland steeds grooter en hooger, zonder eenige uitwerping van vulkanische stoffen en, sedert het jaar 1806, vormt het een kegel, dien men van *Unalashka* af kan zien en waarop, aan de noordwest-zijde, vier andere kleine kegels worden gevonden. — Het is waarschijnlijk, dat vele eilanden in vroegeren tijd, door opheffing van den grond der zee, zijn ontstaan. — De *Middellandsche zee*, waarvan wij de oudste geschiedkundige berichten bezitten, levert hiervan meerdere voorbeelden op: het eiland *Santorino* of *Thera*, een der *Cycladen*, dat bijna de gedaante van een sikkels heeft, vormt, met *Therasia* en *Aspronisi*, bijna een cirkel. Volgens de oude schrijvers verscheen binnen dien cirkel eerst het eiland *Hiera*, thans *Palaeo-Kaimeni*, 186 jaren voor het begin onzer jaartelling; het nam vervolgens, in de jaren 19, 726 en 1427, in grootte toe, door eilandjes, die aan den rand oprezen. Evenzoo ontstond, binnen dienzelfden cirkel, het eilandje *Mikro-Kaimeni* in 1573, en *Neo-Kaimeni* in 1707. Dit laatste groeide achtereenvolgens aan in de jaren 1709, 1711 en 1712. Uit dit eilandje stijgen gedurig zwaveldampen op. De oprijzing dezer eilanden is wel met geene vulkanische uitbarsting vergezeld gegaan, maar de grond, waaruit zij bestaan, is geheel van vulkanischen aard. De ruimte, die door de eilanden *Santorino*, *Therasia*

en *Aspronisi* grootendeels wordt omvat, kan als een groote krater worden beschouwd, waarvan deze eilanden den rand uitmaken en dan is de opheffing dier eilanden binnen die ruimte, als eene rijzing van den bodem van dezen krater aan te merken. Met uitzondering van eenige aardbevingen, die in deze streken niet zeldzaam zijn, heerschte er, sedert meer dan anderhalve eeuw, rust. Den 29^{sten} Januari 1866 werden op *Santorino* lichte aardschuddingen waargenomen. Den 30^{sten} herhaalden zij zich en waren, vooral op *Neo-Kaimeni*, sterk. De zee verkreeg rondom dit eiland eene witte kleur en het water kwam in eene kokende beweging, waarbij een onderaardsch geluid, als van het rommelen des donders, werd waargenomen. In den nacht van den 30^{sten} op den 31^{sten} Januari zag men in het kanaal, dat *Neo-Kaimeni* van *Santorino* scheidt, vlammen uit de zee opstijgen en des morgens had het zeewater aldaar eene roode kleur verkregen. Er werd een stuk lands van *Neo-Kaimeni* losgescheurd, en, uit de daardoor gevormde kloof, stegen dichte zwaveldampen op. Des avonds begon het geheele eilandje te zinken; de huizen langs de kust gleden langzaam in de zee, zoodat de bewoners ijlings naar *Santorino* de vlucht moesten nemen. In de volgende dagen rees tusschen de beide eilanden, waar vroeger de zee vrij diep was, de bodem snel omhoog, zoodat er een eiland te voorschijn kwam, dat steeds grooter en grooter werd. Men gaf er den naam van *Georgios-eiland* aan. Den 8 Februari had het eene hoogte van 50 meters bereikt; drie dagen later vond men dat ook aan de zuidkust van *Neo-Kaimeni* de grond oprees en weldra vormde zich ook daar een klein eiland, terwijl dit laatste voortdurend daalde.

De vulkanische werkingen beneden den bodem der zee gaan echter niet altijd met de opheffing van eilanden gepaard, zooals uit het volgende kan blijken: den 17 Maart 1843 verhief zich, midden in het kanaal tusschen *Guadeloupe* en *Maria-Galante*, — beide tot de *Caraïbische* eilanden behoorende — eene zware waterzuil, van eene zwarte kleur, draaiende en stootswijze, hoog in de lucht, terwijl er aldaar een rook of damp over de zee zweefde. Men zag duidelijk dat het geene waterhoos kon wezen: want de top der zuil reikte niet tot aan de wolken; ook merkte men op dat zij trapswijze in de hoogte steeg. Het geheele verschijnsel duurde omtrent een half uur en werd klaarblijkelijk veroorzaakt door eene op den grond der zee plaats hebbende vulkanische uitbarsting. Zoodanige worden er langs de kusten van *IJsland* dikwijls waargenomen, alwaar zij onder den naam van *watervulkanen* bekend zijn.



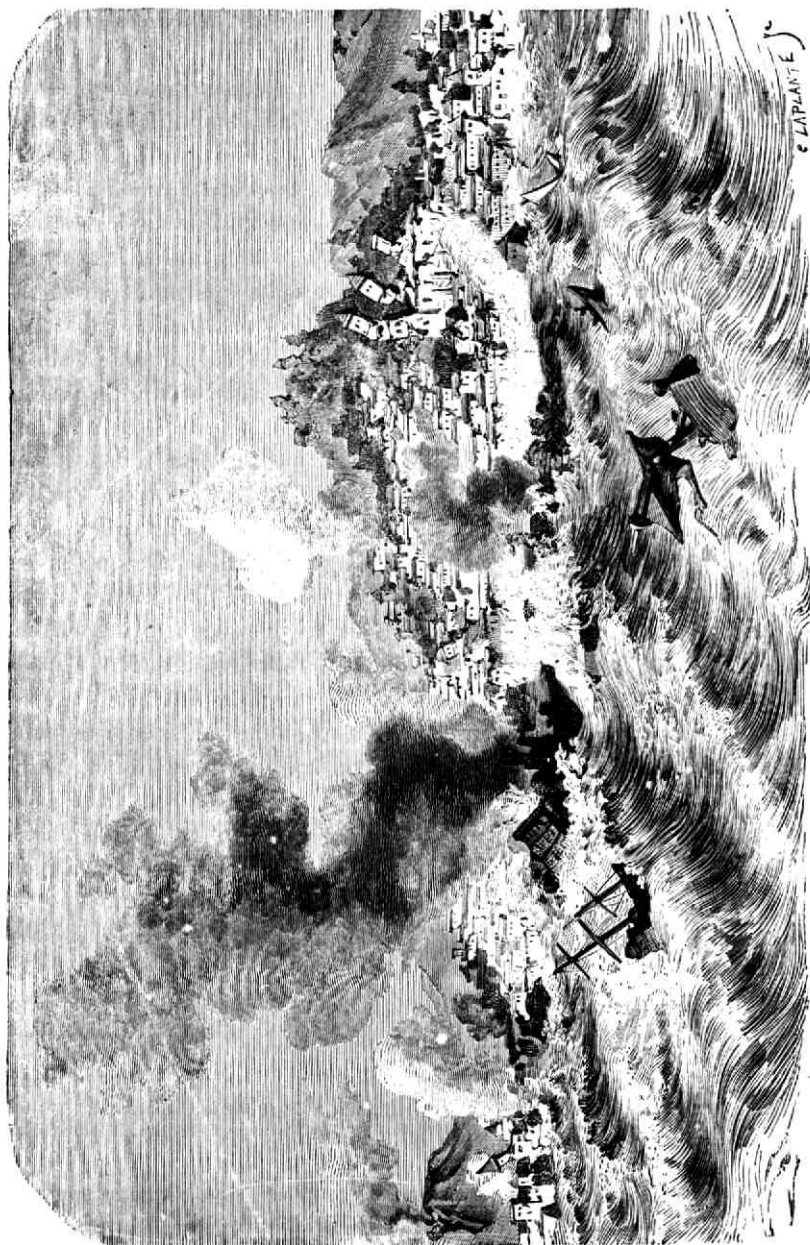
§ 22.

Onder de natuurverschijnselen, die den mensch met vrees en schrik vervullen, de macht der in het verborgen werkzame natuurkrachten openbaren en hem, tegenover deze, zijne onmacht en nietigheid doen gevoelen, zijn de *aardbevingen* de verhevenste en meest indrukwekkende. Van zijne vroegste jeugd af is hij gewoon om den grond, die hem draagt, als onwrikbaar te beschouwen, vooral in tegenstelling met het water, en hij wordt bij eene aardbeving op eenmaal in zijnen waan gestoord: de aarde beeft en slingert onder zijne voeten en niets, van hetgeen hem omringt, staat meer vast. Zelfs de dieren worden door dit verschijnsel getroffen en geven instinktmatig hunne verrassing te kennen: de honden huilen; de paarden laten hunne ooren hangen en snuiven; het liggend vee springt verschrikt op en neemt een stand aan, alsof het zich tegen roofdieren wil verdedigen. Bij dit natuurverschijnsel worden somtijds in eenige oogenblikken volkrijke steden met hare bewoners vernield, zoodat iedere puin hoop een graf is; landstreken zinken weg en bergen rijzen uit den grond op; aan de kusten rolt de zee dikwijls hare tot bergen opgehoopte golven over het land, zoodat in weinige oogenblikken de vruchten, gedurende eeuwen vergaderd, verloren gaan. De verwoestingen, die door watersnood of brand worden aangericht, zijn niet met die der aardbevingen te vergelijken: want de eerste zijn plaatselijk, terwijl de aardbevingen zich vaak over provinciën en landen, ja zelfs over geheele wereldddeelen uitstrekken.

Men onderscheidt bij de aardbevingen voornamelijk drieërlei bewegingen van den grond: de eerste zijn golvend, of op- en neergaand, waarbij loodrecht staande voorwerpen heen en weder worden bewogen, de grond en de muren van gebouwen zich openen en weder sluiten. Bij de tweede hebben hevige stooten naar boven plaats ¹⁾, waarbij voorwerpen die niet aan den grond zijn bevestigd, opspringen. Bij de derde schijnen de schokken gelijktijdig uit verschillende richtingen te komen, waardoor eene draaiing wordt te weeg gebracht. De beide laatste zijn veelal het verderfelijkt in hare uitwerkselen. Dikwijls gaat de beweging met een eigenaardig gedruisch gespaard, als van het rijden van zware wagens over een oneffen steenweg; men heeft het ook wel met eene verwijderde kannonade en met het rollen van den donder vergeleken. Zoodanig geluid

¹⁾ Personen die op de Moluksche eilanden van zoodanige stooten getuigen waren geweest, drukten zich daarover aldus uit: het was alsof wij op eene groote trom woonden, waartegen van anderen gedurig werd geslagen.

wordt ook wel waargenomen, zonder dat er eene aardbeving plaats heeft. Soms gaat het vooraf, op andere tijden wordt het weder niet op-



Aardbeving van Lissabon op den eersten November 1755.

gemerkt. Meestal hebben aardbevingen plaats, zonder eenig voorafgaand waarschuwend teeken. Dit was onder anderen het geval met die, waardoor *Lissabon* op den 1^{sten} November 1755 werd verwoest: het was des voormiddags tien ure; de lucht was helder en er heerschte eene aangename temperatuur. Wegens den kerkelijken feestdag bevonden zich duizende menschen in de kerken. Plotseling deed zich een geluid hooren, als van het rollen des donders, dat door drie schokken van aardbeving werd gevolgd. De eerste was van weinig belang, doch de tweede, die een halve minuut daarna volgde, was zoo geweldig dat de meeste gebouwen wankelden of instortten. Hierdoor verhief zich eene vreeselijke stofwolk, waardoor groote duisternis ontstond. Toen de stofmassa, na verloop van enkele minuten, ten deele was gedaald en het lichter begon te worden, volgde er een derde stoot, waarbij alles neerviel, wat nog staande was gebleven, en de verwoesting werd voltooid. Bij den eersten schok was de zee van de kust teruggeweken; bij den tweeden kwam een waterberg van vijftien meters hoogte met groote snelheid aanrollen, overstroomde een groot gedeelte der stad en voerde, bij het terugwijken, talloze slachtoffers en voorwerpen met zich. Veertig duizend menschen kwamen bij deze ramp om het leven. De voorgaande houtsnede kan eene zwakke voorstelling geven van dit ontzettend tooneel.

De duur der meeste, zelfs der hevigste, aardbevingen is zeer kort: niet meer dan weinige seconden. De stoot, waardoor *Carracas* in 1812 werd verwoest, duurde slechts 3 of 4 seconden; de drie stooten, die in 1839 eene zoo groote schade op het eiland *Martinique* aanrichtten, hadden binnen ééne minuut plaats. Somschids schudt echter de grond vele maanden, zelfs jaren achtereen: na de vreeselijke aardbeving van *Lima*, in October 1746, duurde de beweging van den bodem nog verscheiden maanden en men wil, van den 28 October tot den 24. Februari des volgenden jaars, nog 451 stooten hebben geteld. Zelfs thans nog zijn de aardbevingen aldaar zoo menigvuldig dat men er weinig acht op slaat, wanneer daardoor geene gebouwen worden omgeworpen; de inrichting daarvan is echter zoodanig, dat dit alleen bij sterke stooten geschiedt: het benedengedeelte is slechts van steen en de verdiepingen zijn van hout. In 1869 hadden er te *Lima* 42 aardbevingen plaats. Te *Cumana* sidderde de grond, na de aardbeving van 1766, gedurende 14 maanden bijna onafgebroken.

Veelal ondergaat de grond bij aardbevingen veranderingen, die blijven bestaan; eenige deelen zinken weg en er ontstaan diepe kloven, terwijl andere integendeel worden opgeheven en in eene hellende richting blijven; sommige worden zijdelings verschoven.

De richting, waarin de aardbevingen plaats hebben of zich voort-

planten, is zeer onderscheiden. Sommige hebben volgens eene rechte lijn plaats, andere weder verbreiden zich in alle richtingen, alsof zij van één middenpunt uitgaan. In vele gevallen heeft men waargenomen, dat gebergten de voortplanting óf geheel verhinderen óf althans zeer wijzigen.

Sommige aardbevingen worden slechts over eene geringe uitgestrektheid waargenomen, andere integendeel verbreiden zich over groote streken lands. De aardbeving, waardoor in 1832 *Aleppo* en eenige omliggende steden werd verwoest, bepaalde zich alleen tot *Syrië* en eenige aangrenzende streken. — Die van *Nieuw-Grenada*, op den 17 Juli 1826, werd daarentegen op eene oppervlakte van vele honderden mijlen waargenomen. Eene der uitgebreidste was echter de reeds beschreven aardbeving van *Lissabon* in 1755: deze werd gevoeld van *Lapland* tot *Martinique*, en van *Groenland* tot *Afrika*, daar *Marokko*, *Fez* en *Mequinez* gelijktijdig met *Lissabon* werden verwoest. In de *Achen-see* in het noorden van *Tyrol* daalde toen de waterspiegel plotseling meer dan één meter en keerde eerst den volgenden dag tot de gewone hoogte terug.

Hier te lande, en in het algemeen in de aangespoelde gronden, behooren de aardbevingen onder de zeldzame verschijnselen. Sommige, die elders in *Europa* plaats hadden, zijn ook hier waargenomen. Die van *Lissabon* in 1755 deed zich voornamelijk door eene plotselinge beroering van het water kennen, zoodat dit buiten zijne oevers trad en vaartuigen op het droge werden geworpen.

Op de wereldkaart n^o. 2 is door lijnen de uitgebreidheid aangegeven van eenige aardbevingen.

Meermalen vindt men in de scheepsjournalen aangeteekend dat men een plotseligen schok heeft waargenomen, alsof het schip op een klip stiet, op plaatsen waar de zee zeer diep is. Vele zoodanige verschijnselen moeten aan bewegingen worden toegeschreven, die op den bodem der zee plaats hebben en zich aan het water mededeelen. Zoo nam men in 1687 in de *Stille Zee*, op 150 mijlen van *Callao* (de haven van *Lima* in *Peru*) zoodanigen stoot waar en de aardbeving van *Lissabon* werd, op 50 zeemijlen van de kust, op schepen bespeurd. Aan de kusten gaan de aardbevingen meermalen met een kortstondig terugwijken der zee gepaard, waarna zij met eene hooge golf terugkeert, die ver in het land dringt en, bij het terugvloeien, alles met zich medesleept. Na den tweeden stoot der aardbeving, die in 1687 te *Callao* plaats had, week de zee ver van de kust terug en keerde met zoodanig geweld weder, dat de haven en de stad geheel werden verwoest. Bij de aardbeving van 1746 herhaalde zich te *Callao* dit verschijnsel: de zee verhief zich tot eene golf van meer dan 25 meters boven den gewonen stand, en deze rolde met

zulk een geweld over de stad, dat bijna de geheele bevolking omkwam; eene tweede golf voerde zelfs den grond weg, waarop de stad had gestaan. Alle schepen, die zich in de haven bevonden, werden van hunne ankers geslagen en hetzij verbrijzeld, of op de kust, of omvergeworpen. De kleinere schepen werden onder het water bedolven; vier dezer laatsten werden zelfs door de golven op anderhalve mijl van de muren der stad gesleurd.

§ 23.

Behalve de tot hertoe beschouwde vulkanische verschijnselen en de aardbevingen, zijn er nog vele andere, die getuigen dat er in het binnenste onzer aarde geene rust heerscht, maar dat er voortdurend physische en chemische krachten werkzaam zijn, waarvan wij, in velerlei vormen, de uitwerkselen ontwaren. In eenige streken, en voornamelijk in de nabijheid van nog werkzame of reeds uitgebrande vulkanen, komen waterstroomen uit den grond te voorschijn, waarvan de hittegraad zelfs het kookpunt nadert. Sommige openingen, gelijk de *Geijsirs* op *IJsland*, stooten zelfs bij tusschenpoozen stralen van kokend water tot eene aanmerkelijke hoogte op; ditzelfde is met de vulkanen te *Aqua in Guatemala* het geval. — Behalve deze, vertoonen zich nog op eenige andere plaatsen dergelijke verschijnselen: voor korten tijd heeft men in *Noord-Amerika* eene hoogst merkwaardige streek ontdekt. Zij ligt ongeveer op 44° tot $45^{\circ}-20'$ noorderbreedte en $109^{\circ}-45'$ tot $110^{\circ}-15'$ westerlengte van *Greenwich*. Ten oosten is dit terrein begrensd door het *Rots-gebergte* en zijne uitloopers. Het wordt doorstroomd door de *Yellowstone-* en de *Madisson-*rivier, die beiden in den *Missouri* vallen. Deze streek is, om hare vele natuurschoonheden, door de regeering der *Verenigde Staten* tot een Nationaal park verklaard; er mogen zich daarin geene landverhuizers vestigen en haar oorspronkelijke toestand mag niet veranderd worden. De genoemde rivieren stroomen daar in diepe kloven — *Canons* genoemd — en vormen eene menigte van prachtige watervallen. Voorts zijn er merkwaardige basaltvormingen. Het merkwaardigst zijn echter talrijke bronnen van heet water — *Geijsirs* — die met tusschenpoozen springen en het kokende water tot eene aanzienlijke hoogte opwerpen. Eene daarvan, de *Giant-Caldron* (Reuzenketel), wiens bekken eene opening van omstreeks 12 meters middellijn en van 10 meters diepte heeft, werpt bij tusschenpoozen waterstralen tot op 20 en 30 meters hoogte: een andere *Geijsir*, de *Giantess* (Reuzin), werpt bij tusschenpoozen stralen kokend water, ter dikte van omstreeks één meter, tot eene hoogte van 80 meters. Men vindt er meren met warm en koud water; een daarvan, dat

omstreeks 3 Geogr. mijlen lang en 2 breed is, is waarschijnlijk de krater van een uitgebranden vulkaan. — In *Californië* en in het noordelijke gedeelte van *Nieuw-Zeeland* komen mede Geijsirs voor. De laatste zijn, evenals die van de *Yellowstone-rivier*, door hare schoone vormingen van *kiezeltuf*, die de boorden der bekkens en terrassen als een net- of kantwerk omzoomen, zeer merkwaardig. In de Geijsirstreken, waar voortdurend eene sterke onderaardsche werking plaats heeft, dreunt de grond aanhoudend van het koken van water en het opborrelen van groote dampblazen en nu wordt er hier, dan daar eene ontploffing gehoord. — Op andere plaatsen wordt kokend slijk uit den grond opgeworpen, zooals op het eiland *Trinidad*. — Uit de moerassen, die *Soerabaja*, op *Java*, omringen, verheffen zich twee slijkvulkanen; het zijn kegelvormige verhevenheden, van omstreeks 13 meters hoogte en 300 meters omtrek; op hunnen top is een slijkmoeras van ruim 3 meters middellijn, waaruit, bij korte tusschenpoozen, groote luchtblazen opstijgen die het water over den rand doen stroomen. — Elders komt er naphtha, aardolie, bergteer, asphalt en dergelijke brandbare stoffen uit den grond te voorschijn, dikwijls met brandbare gassen en dampen, voornamelijk koolwaterstoffen, gemengd. In den laatsten tijd hebben vele van die stoffen zelfs een uitgebreide toepassing gevonden en worden op groote schaal uit de aardkorst verkregen. Men denke slechts aan het asphalt, dat tot plaveisel van straten, bedekking van daken enz. dient, en aan het petroleum dat meer en meer de olie in de lampen vervangt. Dit laatste wordt, in verschillende plaatsen van *Amerika*, meestal uit geboorde putten verkregen, voornamelijk in *Pennsylvania*, *Ohio*, *Missouri*, *Indiana*, *Kentucky* en het schiereiland van *Canada*, hetwelk door de groote meeren wordt gevormd. Tusschen *Titusville* en *Oil-city* in *Pennsylvania* zijn de voornaamste bronnen gelegen, waaronder er zijn die 150.000 liters per dag opleveren. — In het dal van den *Irawaddi* in *Burmah*, zijn vele honderden zoodanige bronnen; op het eiland *Tschelekin* in de *Kaspische zee* vindt men er omstreeks 3500; in de omstreken van *Baku*, aan dezelfde zee, komen niet alleen dergelijke bronnen voor; maar uit vele openingen stroomen brandbare gassen. Daardoor wordt, in de tempels der Guebren of Vuuraanbidders, het eeuwige vuur onderhouden. Het uitstromen van brandbare gassen heeft ook in *China* en in *Noord-Amerika* plaats. — Op andere plaatsen stroomt, uit openingen en spleten van den grond, koolzuur-gas, zooals: op den linkeroever der *Weser*, in de geheele streek tot aan het *Teutoburger-woud*; in het *Eiffel*-gebergte en op vele plaatsen in *Italië*; — op *Java* wordt de bodem van het *Doodendal*, bijzonder na sterken regen, tot een zekere hoogte met een laag koolzuur gas bedekt,

zoodat dieren daarin stikken en hunne lichamen den grond bedekken. Professor G. BISCHOFF schat de hoeveelheid van koolzuur-gas, die dagelijks uit de gasbronnen en, opgelost in water, uit de minerale bronnen in de omstreken van het *Laacher-meer* (ten N.W. van *Coblentz*) in den dampkring wordt gevoerd, op 300,000 kilogrammen. — Ten gevolge der oxydatie van *Aluin-schiefer* en van *Pyriet* of zwavelijzer, die op sommige plaatsen in den grond voorkomt, ontstaan hier en daar verschijnselen, die eenige gelijkenis hebben met die, welke bij vulkanen voorkomen. — Uit dit alles ziet men, dat er, zelfs op plaatsen die ver van vulkanen verwijderd zijn, nog werkingen in de diepte plaats hebben.

De verdeeling der vulkanen over de oppervlakte der aarde toont aan, dat de oorzaak hunner werkzaamheid niet zeer algemeen in de aardkorst is verbreid. Op de kaart n^o. 2 zijn de meeste der werkzame vulkanen door stippen aangeduid. Men ziet daarop terstond dat zij deels op zich zelve staan, deels in groepen bijeen zijn, of als in rijen zijn geschaard. Men verdeelt ze daarom in *centrale-* en in *rijen-vulkanen*. Van de eerste leveren ons de *Sandwichs-eilanden*, de archipel van *Mendana*, het *Ooster-eiland*, *Otaheite*, de *Kanarische-eilanden* en *IJsland* voorbeelden op. De geheele *Stille Zuidzee* is daarentegen als door een krans van vulkanen ingesloten, die uit verschillende deelen bestaat. Een daarvan strekt zich, van *Nieuw-Zeeland* beginnende, over de *Nieuwe-Hebriden*, benoorden *Nieuw-Guinea*, over *Mendanao*, *Luzon*, *Formosa*, *Nipon*, *Jesso* tot aan de *Kurilische eilanden* en *Kamschatka* uit. Een tweede vulkanen-gordel, die bij *Baren-Island* in de golf van *Bengalen* begint, zet zich over *Sumatra*, *Java*, *Sumbawa* en *Timor*, door de zee van *Banda* voort en sluit zich daar aan de eerstgemelde reeks. Eene derde rij begint bij de *Aleuten*, en loopt, langs de westkust van *Noord-Amerika*, tot voorbij de *Columbia-rivier*; terwijl eene vierde zich, van *Mexico* af, door *Guatemala*, en langs de geheele westkust van *Zuid-Amerika* uitstrekt, tot aan het *Vuurland* toe.

Volgens de door Prof. FUCHS te Heidelberg opgemaakte lijst zijn er in het geheel 323 werkzame vulkanen bekend, van welke er meer dan 200 langs de kusten en op de eilanden van den *Grooten Oceaan* zijn gelegen. Op sommige plaatsen der aarde vindt men er op eene kleine ruimte vele bijeen: op *Java* bijv. zijn 38 vulkanen; op de *Aleuten* 31; evenzoo zijn de *Kurillen* zeer vulkanisch. Zelfs te midden van het eeuwige ijs der poolstreken ontbreken de vuurbergen niet: want men vond op *Victoria-land* een vulkaan, de *Erebus*, die de aanzienlijke hoogte van 3779 meters heeft. Het verdient echter opmerking dat alle vulkanen of op geringen afstand van de zee of op eilanden liggen. Enkele vulkanen, die men in *Midden-Azië* meende te hebben gevonden, zijn gebleken steen-

kolenlagen te zijn, die in brand waren — wat jaren lang kan duren — terwijl het bestaan van anderen niet nader bevestigd is.

Behalve de vermelde, nog werkzame vulkanen, is er nog een groot aantal bergen, waarbij, gedurende de historische tijden, geene uitbarstingen of vulkanische verschijnselen zijn waargenomen, doch die, om hunne kraters en verharde lava- en slijkstroomen, tot de vuurbergen moeten gerekend worden. Deze noemt men *uitgebrande vulkanen*. Vele daarvan vindt men in het midden van *Frankrijk*, in *Auvergne*, *Velaij*, *Vivarais* en een groot gedeelte der *Cevennes*; ook in *Languedoc* en *Provence* vindt men een groote menigte vulkanische gesteenten. Evenzoo treft men ze aan in *Ierland*, *Schotland* en de *Hebriden*; de boorden van den *Rijn* zijn mede ruim voorzien van vulkanische voortbrengselen en oude kraters: zooals het *Eiffel*- en *Zeven*-gebergte; verder vindt men ze bij *Fulda*, in *Saksen*, *Bohemen*, *Hongarije* en *Zevenbergen*, in *Griekenland* en de eilanden, het *Euganeesch*-gebergte, in den *Caucasus*, enz. Deze zijn de zwijgende getuigen der geweldige vulkanische werkzaamheid, waarvan de aarde vroeger het tooneel is geweest.

Aangaande de oorzaken der vulkanische verschijnselen en der aardbevingen zijn, sedert de vroegste tijden, vele onderstellingen gemaakt. De meeste daarvan dragen echter de kenmerken van den tijd waarin zij zijn opgesteld en zij beantwoorden meerendeels aan de mate van ontwikkeling der natuurwetenschappen in dat tijdvak.

Er bestaan thans echter twee hypothesen, ter verklaring van de vulkanische verschijnselen, die wij hier kortelijk willen uitéenzetten:

De dagelijksche en jaarlijksche afwisseling van de temperatuur aan de oppervlakte der aarde plant zich slechts tot eene zekere diepte voort; deze verschilt naar de ligging der plaatsen en naar den aard van den grond, zoodat er op eene diepte van 20 tot 50 meters een standvastige warmtegraad heerscht. Maar op grootere diepten neemt men overal waar dat de temperatuur toeneemt, naarmate men dieper komt en, indien men de waarnemingen, die op verschillende plaatsen gedaan zijn, onderling vergelijkt, dan blijkt, dat omstreeks met elke 30 meters diepte de warmte gemiddeld één graad van den honderddeeligen thermometer toeneemt. Slechts enkele voorbeelden: in de steenkolenmijnen van *Rose-Bridge* bij *Wigan*, die men voor de diepste van *Groot-Britannië* houdt, is de temperatuur, op eene diepte van 739 meters beneden de oppervlakte van den grond, 34° van de honderddeelige schaal. De diepste geboorde put is te *Sperenberg* bij *Berlijn*, die 1269 meters diep is; aan den bodem van dezen put vond de Bergraad DUNKEL eene temperatuur van 52°,5. Bij het

boren van den tunnel door den *Mont-Cenis* vond men, op een afstand van 6448 meters van de zuidelijke opening, ter plaatse waar de bergrug het hoogst is — namelijk 1609 meters — eene temperatuur van 30°,1 C. Indien deze toeneming der warmte, naar het middelpunt der aarde toe, volgens dezelfde wet voortging, wat echter niet bewezen is, dan zou er, op eene diepte van 3300 meters, of ruim een half uur gaans beneden de oppervlakte, een warmtegraad heerschen, waarbij het water kookt, en, op eene diepte van 7 Duitschë geographische mijlen, of $\frac{1}{123}$ van den straal der aarde, zou de hitte reeds zoo groot zijn dat basalt (een vulkanisch gesteente), de meeste metalen en vele steensoorten in gesmolten, of gloeienden staat zouden verkeeren. Al wat daar binnen is, zou dus in een vloeibaren toestand zijn en de bekoelde buitenkorst, die wij bewonen, zou gevuld zijn met eene vloeistof, die ruim $5\frac{1}{2}$ malen zwaarder dan water is (zie pag. 19). De onderstelling van de vloeibaarheid van het inwendige der aarde, of dat zij althans eenmaal in vloeibaren staat geweest is, stemt geheel overeen met de waargenomen afplating: indien zij toch nimmer in vloeibaren toestand geweest ware, dan zou wel de oppervlakte der zee, maar niet noodzakelijk ook de algemeene vorm der vaste kern, eene, zoo volkomen aan de theorie beantwoordende, afgeplatte gedaante behoeven te bezitten. — Volgens deze beschouwingen rust dus de afgekoelde en verharde korst der aarde op eene gloeiende, gesmolten massa. Uitbarstingen van vulkanen worden dan door werkingen in het binnenste der aarde veroorzaakt, hetzij door uitzettingen of inkrimpingen der aardkorst, hetzij doordien dampen, van welken aard ook, de stoffen opdrijven, die zich uit de kraters der vuurbergen ontlasten. De vulkanen zouden derhalve met veiligheidskleppen kunnen worden vergeleken, door welke zich de stoffen uit het binnenste der aarde een weg banen. Aardbevingen moeten, volgens deze onderstelling, aan dezelfde werking van de inwendig vloeibare massa der aarde op hare verharde korst worden toegeschreven: zij kunnen dus ontstaan door scheuringen, plotselijke opheffingen of inzinkingen van die korst, of van dieper gelegen lagen, ten gevolge van veranderingen in de drukking van de vloeibare inwendige massa, door dampen of gassen, die ontwijken. De groote uitgebreidheid, die vele aardbevingen hebben, laat zich dan verklaren door de groote diepte, waarop de oorzaak gelegen is.

De voorgaande verklaring van de verschijnselen, die bij vulkanen en aardbevingen plaats hebben, gegrond op het bestaan van eene vloeibare kern der aarde, heeft, eerst in den loop van deze eeuw, meer en meer veld gewonnen en was, tot voor weinige jaren, vrij algemeen aangenomen. Er zijn echter tegen deze theorie, vooral in den laatsten tijd, ge-

wichtige bedenkingen in het midden gebracht. Vooreerst zijn de vulkanische verschijnselen niet zoo algemeen over de aarde verbreid als zij bij eene vloeibaarheid van de geheele inwendige massa der aarde, zouden moeten zijn: want, hoe grootsch en indrukwekkend die verschijnselen ook mogen wezen, zij zijn, in verhouding tot de geheele oppervlakte der aarde, slechts tot eene geringe ruimte beperkt. In de tweede plaats zijn de verschijnselen der praecessie en nutatie, die door de aantrekking van zon en maan ontstaan, doordien de aardas op hare baan helt, juist zoodanig, als zij bij eene vaste aardkern moeten zijn. Sir WILLIAM THOMSON, die daaromtrent onderzoekingen heeft gedaan, komt tot het besluit dat de aarde wel oorspronkelijk gloeiend vloeibaar kan geweest zijn, maar dat haar inwendige kern dit niet meer is, of dat het vloeibaar gedeelte niet in een betrekkelijk dun omhulsel is besloten. De vaste rotslagen, gevormd bij de afkoeling der oppervlakte, moeten telkens in de vloeibare, diepere lagen zijn weggezonden, omdat zij soortelijk zwaarder waren dan de vloeibare massa. Dit zou zoolang zijn voortgegaan totdat zich een soort van geraamte, uit vaste rotsmassa's, in het binnenste had gevormd. Door het neerzinken dezer vastgeworden gesteenten werd de vloeibare massa meer en meer naar boven gedreven. Volgens dezelfde onderzoekingen van THOMSON zou de aarde, indien zij van binnen geheel vloeibaar was en slechts door een betrekkelijk dun omhulsel, zooals de vorige theorie onderstelt, was ingesloten — al ware dit ook van staal — onder den invloed van dezelfde krachten, die de praecessie en nutatie veroorzaken, zich periodisch moeten vervormen. De polen, en dus ook de evenaar, zouden zich, met betrekking tot hare oppervlakte, moeten verplaatsen, zoodat de geographische breedte en lengte kleine veranderingen zouden ondergaan. Opzettelijke onderzoekingen, op het Observatorium van den *Pulkowa* bij *Petersburg* gedaan, om dat te onderzoeken, hebben echter geene verplaatsing van de aardas aangetoond. — In den laatsten tijd hebben de scheikundigen vele onderzoekingen verricht, aangaande de veranderingen, die sommige gesteenten door het vuur en door het water ondergaan, die moeielijk in overeenstemming zijn te brengen met de verschijnselen, die men bij vulkanische gesteenten heeft waargenomen. Op deze gronden, heeft men getracht eene andere theorie op te bouwen, ter verklaring der vulkanische verschijnselen. Daarbij wordt wederom, even als vroeger, eene groote rol aan het zeewater toegekend, zooals dit scheikundig op groote diepte kan werken en daarenboven nog de arbeid in aanmerking genomen, die wordt ontwikkeld wanneer groote streken lands slechts min of meer dalen. Deze nieuwe theorie is echter evenmin bewezen als die aangaande het centraal-vuur. Voorgezette onderzoe-

kingen zullen waarschijnlijk leeren dat beide verklaringen te eenzijdig zijn.

§ 24.

Er komen, vooral in bergachtige streken, nu en dan eenige verschijnselen in den grond voor, die hier dienen te worden vermeld: namelijk de *aardbranden*, *bergstortingen*, *aardvallen* en *grondverschuivingen*.

De eerste, die men ook wel *pseudo-vulkanische verschijnselen* heeft genoemd, ontstaan, wanneer lagen van steen- of bruinkolen, of andere brandbare zelfstandigheden, hetzij van zelf, hetzij door eenige toevallige oorzaak, in vuur geraken. Dit branden is echter meer een voortdurend smeulen: want bijna nooit wordt daarbij vlam waargenomen. Men ontdekt zoodanige aardbranden aan het opdrogen en de hitte van den grond; daarbij houdt eerst de plantengroei op en vervolgens wordt de bodem, door de warmte, onbegaanbaar. De bovenlagen worden dikwijls half gesmolten en verkrijgen eene verglaasde oppervlakte. Bij verderen voortgang van den onderaardschen brand, stort de grond hier en daar in, terwijl de streek, waar zulks plaats heeft, voor langen tijd, of voor altijd, onbebouwbaar is. Sommige aardbranden hebben jaren lang geduurd en zij verspreidden dan eene groote hitte. Men heeft er voorbeelden van gehad in *Boheme*: te *Messa*, *Töplitz*, *Stracka*, *Bilin*, enz.

Somtijds ontstaan er ook verschijnselen in den grond, die eenige overeenkomst bezitten met de vulkanische, doch aan den invloed van het water moeten worden toegeschreven. Zoo vindt men bijv. niet ver van den spoorweg, die van *Neuenkirchen* naar *Saarbrücken* voert, tusschen *Sulzbach* en *Duttweiler*, den zoogenaamden *brandenden berg*. Dit is eene gedurig dieper inzinkende strook van omstreeks vier honderd meters lengte en veertig meters breedte waar, uit eenige spleten, vooral nadat er veel regen is gevallen, rook opstijgt. De geologische onderzoekingen hebben geleerd dat zich aldaar lagen van aluin-schiefer in de diepte bevinden, die, door den invloed van water, onder sterke warmte-ontwikkeling worden ontleed en de vermelde verschijnselen doen ontstaan.

Alle gesteenten zijn, in den loop der eeuwen, aan verandering onderworpen: men noemt dit *verweeren*. Dit verschijnsel neemt men, op eene groote schaal, bij gebergten waar; daar dringt regen- en sneeuwwater, door kleine scheuren en spleten, diep in het gesteente door, en, onder den gemeenschappelijken invloed van lucht en water, wordt het gesteente chemisch veranderd; sommige der bestanddeelen worden meer, andere minder opgelost en langzamerhand worden hierdoor de

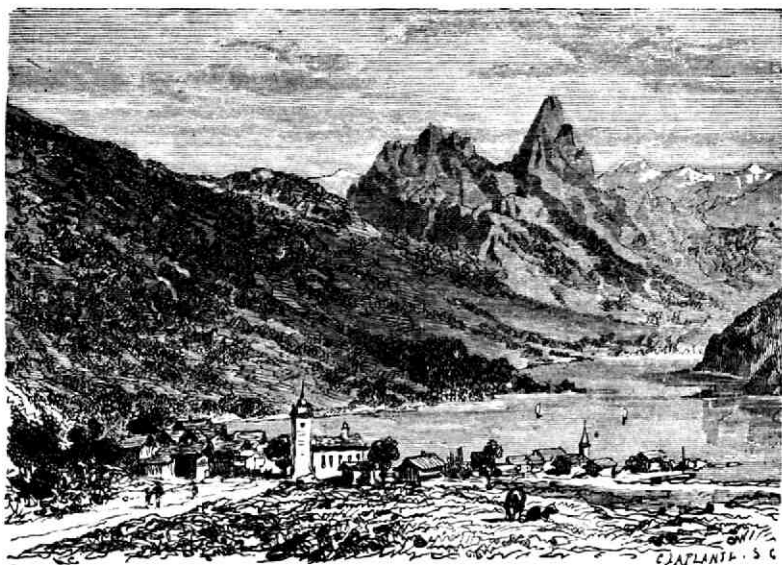
kleinste scheuren grooter en wijder, zoodat zelfs aanmerkelijke stukken los kunnen geraken. Het bij afwisseling bevrozen en ontdooien van het water, dat aldus in het gesteente dringt, draagt ook zeer tot dit verweeren bij. Van daar dat, aan den voet van alle steile bergen, en in alle enge dalen eene menigte steenen wordt gevonden van allerlei grootte. ¹⁾ Niet alleen in bergachtige streken, maar schier overal, hebben er in den grond veranderingen plaats, door het water, dat in de diepte doordringt en naar de laagste streken afvloeit. Hierdoor worden de meest oplosbare gedeelten van het gesteente opgenomen en medevoerd. Het overblijvende wordt daardoor poreuzer en is dus minder in staat om aan de drukking van de daarboven gelegen lagen weerstand te bieden. Daardoor kunnen er inzinkingen en zelfs instortingen van deze lagen plaats hebben.

Ten gevolge van de verweering van het gesteente, gebeurt het, in bergachtige steken, niet zelden, dat grootere gedeelten van een berg losraken en naar beneden storten. Zoo vindt men bijv., in het dal waardoor de *Nahe* stroomt, nabij *Oberstein*, een paar torenhooge rotsmassa's, die van den steilen bergwand van porphyr zijn neergestort en, als groote schilfers, in eene schuine richting daartegen aangeleund, zijn blijven staan. Zulke *bergstortingen* richten, naarmate de streek, waarin zij plaats hebben, meer of minder bewoond of bebouwd is, eene grootere of geringere schade aan. Er zijn voorbeelden, dat daardoor zelfs geheele dorpen vernield en vruchtbare gronden onbruikbaar werden gemaakt. Slechts enkele voorbeelden zullen genoegzaam zijn, om hiervan eenig denkbeeld te geven: de *Diablerets*, een gebergte in *Zwitserland*, stortte in het jaar 1714 in. Dit verschijnsel werd door een onderaardsch gedruisch voorafgegaan. De rotsklompen vlogen twee uren ver, doodden verscheiden menschen en veel vee en bedekten eene oppervlakte van een halve mijl in het vierkant.

Onder de merkwaardigste bergstortingen, die in deze eeuw plaats hadden, behoort die van den *Ross- of Rûfi-berg* in het Kanton *Schwyz* in *Zwitserland*. Deze berg verheft zich 1166 meter boven den waterspiegel van het meer van *Zug*, of 1582 meters boven de zee. Hij begrenst aan de eene zijde het schoone dal, waarin *Goldau* ligt bij het meertje van *Lowerz*; terwijl het aan de andere zijde door het *Rigi-gebergte* wordt ingesloten.

¹⁾ In eenige dalen van *Zwitserland*, bijv. het *Unserer-Thal* aan de *Gotthard-Strasse* zijn, op sommige van deze steenbrokken met platte bovenvlakten, zelfs tuintjes aangelegd; op andere worden aardappelen gebouwd; op andere staan hooge pijnboomen wier wortels de steenen als koorden omslingeren. Hetzelfde ziet men ook op den *Brocken* in den *Harts*.

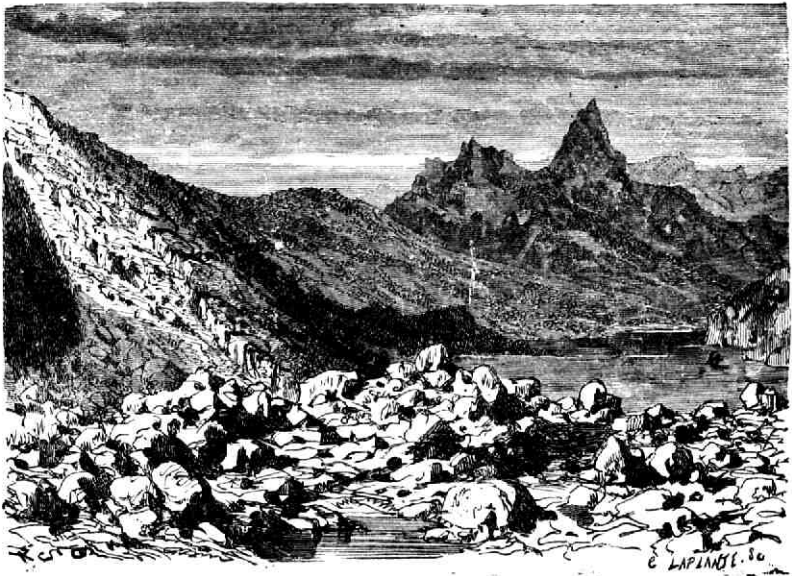
De hierbij gevoegde houtsnede vertoont aan de linkerzijde een gedeelte van den *Rüfi-berg*: de beide spitse bergen op den achtergrond zijn de *Schwyzzer-Mythen*. De *Rigi* ligt ter rechterzijde, doch buiten de teeke-



De Vallei van Goldau, vóór de bergstorting.

ning. Zoowel de *Rüfi-* als de *Rigi-berg* bestaat voornamelijk uit *Nagelfluë*, een gesteente dat uit afgeronde stukken steen, van zeer verschillende grootte, is gevormd, die door een cement van koolzure kalk verbonden zijn, het welk zeer licht verweert. Na den natten zomer van 1806 geraakte er, op den 2den September, een gedeelte van het bovenste van den top van den *Rüfi*, ter lengte van omstreeks 4000, ter hoogte van 30 tot 40 en ter dikte van meer dan 300 meters — dus van omstreeks 36 millioenen kubieke meters inhoud — los. De stukken schoven en rolden, met versnellende vaart, langs de steile wanden van den berg naar beneden, onder een geraas als van den donder. Vele dezer rotsbrokken hadden de grootte van een huis. Er verrees eene verbazende stofwolk, die de lucht vervulde en, binnen vijf minuten, was een gedeelte der heerlijke vallei tot eene aanzienlijke hoogte gevuld en in eene steenwoestijn herschapen: *Goldau*, *Lowerz*, *Büsing* benevens *Ober-Rother* en *Unter-Rother* waren geheel onder de steenen bedolven en 500 menschen vonden daaronder hun graf. Meer dan één vierde van het *Lowerz-meer* werd met steenen gevuld. De daardoor gevormde golven traden, met verbazend geweld, buiten de oevers van het meer en verwoestten, in een grooten omtrek, wat door de steenen

gespaard was, tot aan *Seeuwen*, dat op meer dan één uur gaans van *Goldau* ligt: twee kerken, honderd en elf huizen en tweehonderd en twintig stallen en schuren werden bedolven. Van de bewoners bleven alleen zij over, welke toevallig afwezig waren. De snelheid, waarmede de nederstortende steenen kwamen aanrollen, was zoo groot, dat sommige zelfs een eindweegs op de tegenovergelegen hellingen van den *Rigi* vlogen. De onderstaande houtsnede geeft eene schets van het tooneel, na den



De Vallei van Goldau, ná de bergstorting.

bergval. Zelfs thans nog is de plaats, waar de afgescheurde bergwand heeft gestaan, en de weg, waarlangs de steenen nederrolden, kenbaar door eene geheel kale strook. Door het aangevulde gedeelte van het meer *Lowerz* is een voetpad over de rotsblokken gebaad en, tusschen de steenen, ziet men, in diepe openingen, het water. De nieuwe bergspoorweg van *Arth* naar *Rigi-Kulm* is mede gedeeltelijk op de bergstorting aangelegd. Ook van den top van den *Rigi* ziet men duidelijk de plaats, waarlangs de steenstroom is neengerold. — In het laatst van Augustus 1874 had er aan den *Ross-berg* wederom eene nederstorting van rotsen plaats.

Het stadje *Caub*, aan den *Rijn* in *Nassau*, is gedeeltelijk tegen bergen gebouwd. In 1869 bespeurde men eenige beweging aan den top van een daarvan. In Februari 1875 merkte men dat, boven de huizen, die

slechts 6 tot 9 meters van den berg staan, twee diepe kloven elkander naderden. Het volumen van het gesteente, dat in beweging was, bedroeg omstreeks 90.000 kubieke meters. In den nacht van den 10^{den} op den 11^{den} Maart 1876 stortte de massa naar beneden. Acht huizen werden bedolven en 26 menschen verloren daarbij het leven. Den 17^{den} December van hetzelfde jaar had men wederom eene bergstorting op kleinere schaal.

Den 26^{sten} November 1875 had er op het eiland *Réunion* eene belangrijke bergstorting plaats. De *Mornede-Salazie*, een berg van 3090 meters hoogte, stortte inéén en daarbij werden, over eene lengte van 5000 meters, meer dan 120 hectaren grond met de nedergevallen stukken bedekt. De woningen, die aan den berg stonden, werden met hare bewoners, 62 in getal, ter hoogte van 40 tot 60 meters onder aarde en steenbrokken bedolven. Vooraf had men reeds meermalen onderaardsche geluiden of slagen gehoord. Ook deze bergstorting was een gevolg van de verweering van het gesteente. — In *Zwitserland* en elders zijn vele plaatsen, die door zoodanige bergstortingen worden bedreigd.

De *aardvallen* ontstaan, wanneer door het water, dat in onderaardsche holten bevat is, de grond is uitgespoeld en de daarboven liggende lagen, daardoor haren steun missende, naar beneden zinken. Somtijds ontstaan daardoor waterbekkens van eene aanmerkelijke uitgebreidheid. Op eene kleine schaal hebben zulke aardvallen zeer dikwijls plaats. Onder de grootere behoort die, welke in 1801 bij *Arpino* in het voormalig koninkrijk *Napels* plaats had. Aldaar zonk een stuk lands, van 200 Napeische morgen, zoo diep naar beneden, dat zelfs de toppen der hoogste boomen niet meer boven het water reikten, dat deze laagte vulde. — Een dergelijke aardval had, den 12^{den} Februari 1860, niet ver van *Noijon* in *Frankrijk* plaats. Een stuk land, met kastanjeboomen beplant, zonk plotseling naar beneden en de daardoor gevormde diepte werd met water gevuld, waaruit eene beek ontsprong. De kastanjeboomen, die op het land stonden, waren van de grootste soort, doch de inzinking was zoo diep, dat er geen spoor meer van zichtbaar bleef. — Somtijds hebben de aardvallen op eene aanmerkelijke diepte plaats, zonder dat daarbij de oppervlakte wegzinkt, en dan ontstaan schuddingen van den grond of aardbevingen, die zich over eene groote uitgestrektheid verbreiden. — Het is hoogst waarschijnlijk dat zeer vele aardbevingen ontstaan door vergruizing en instorting van gesteenten, welke rusten op zoutlagen, die door het water ten deele zijn opgelost. Er behoeven daarbij niet altijd inzinkingen van den bovengrond plaats te hebben. De aardbevingen, die zoo menigvuldig in de Rijnstreken voorkomen, en, vooral gedurende de jaren 1869 tot '71, te *Gross-Gerau* bij *Darmstadt* zeer menigvuldig waren (meer

dan 200) moeten hoogst waarschijnlijk aan instortingen, die in de diepere aardlagen plaats hebben, worden toegeschreven. — Ook door het instorten van mijnen kunnen aardvallen plaats hebben. Het stadje *Iserlohn* in *Westphalen* is daardoor, in de laatste jaren gedeeltelijk verwoest.

De *grondverschuivingen* hebben, wat hare oorzaak aangaat, veel overeenkomst met de aardvallen. Indien namelijk de grondslag van een stuk land, dat op de helling van een berg ligt, door het water wordt ondermijnd, dan zal het naar beneden schuiven, totdat het weder een genoegzamen steun vindt. Op den avond van den 1^{sten} November 1841 bespeurde men, op den *Taloria*-berg in *Tyrol*, eenige beweging in den bodem en het bleek weldra, dat er een gedeelte daarvan naar beneden zakte. Er kwam eene groote hoeveelheid water onder den grond te voorschijn, zoodat twee molens vernield en vele landerijen verwoest werden. Eene week later nam de grondverschuiving geweldig toe, zoodat er twaalf huizen en even zoovele schuren vernield en de 18 meters hooge steenen brug, benevens eene smederij en een molen in één gedrukt en verwoest werden.

§ 25.

De beschouwing der *holen* en *grotten* behoort tot de Geologie of Aardkunde, dat is: tot die wetenschap, welke over de diepere deelen der aardkorst en de veranderingen die zij ondergaan, handelt; doch ook hier moeten wij daarvan melding maken.

Men vindt, vooral in streken waar kalkgebergten voorkomen, hier en daar openingen en scheuren in den grond, waarvan sommige zich over eene aanmerkelijke lengte uitstrekken. De gedaante dezer openingen of hollen is veelal zeer onregelmatig: op eenige plaatsen zijn het slechts nauwe gangen, waardoor een mensch met moeite kan kruipen, op andere verwijden zij zich en vormen holten, die zeer uitgestrekt zijn: sommige daarvan zijn zelfs zoo groot, dat zij eene stad zouden kunnen bevatten. De grond der grotten is veelal zeer ongelijk: op sommige plaatsen daalt hij tot eene aanmerkelijke diepte af, op andere verheft hij zich weder. In vele hollen vindt men verschillende *afdeelingen* of *kamers*, die door gangen of scheuren in het gesteente met elkander gemeenschap hebben: in één woord, de gedaante en uitgebreidheid der grotten is zoo onderscheiden, dat er nauwelijks eene algemeene beschrijving van te geven is. De gesteldheid der wanden, der gewelven en van den bodem is bij vele grotten zeer opmerkelijk. Het regenwater, dat op de buitenop-

pervlakte van den grond valt, bevat steeds koolzuur; het dringt, door spleten en scheuren, tot eene aanmerkelijke diepte in het gesteente door. Op dien weg ontmoet het lagen van verschillenden aard en vooral van koolzure kalk; deze wordt in het koolzuurhoudend water gedeeltelijk opgelost en, tot aan het gewelf der grot, medegevoerd. Het water, aldaar met de lucht in aanraking komende, verliest koolzuur en verdampst; daarbij blijven de vaste deelen, die het had opgelost, achter. Op deze wijze zijn er, in den loop der eeuwen, langs de wanden en tegen de gewelven van vele grotten, harde korsten ontstaan van koolzure kalk, die een kristallijn voorkomen heeft. De volgende druppels, die door het gewelf drongen, verdampten op gelijke wijze en lieten mede eene vaste kalkmassa achter; de later volgende vloeiden langs die massa af, vergrootten haar aan de onderzijde, en, daar dit in sommige grotten gedurende vele eeuwen voortging, vormden er zich neerhangende verlengsels aan het gewelf, die onder allerlei gedaanten voorkomen.

Men noemt dit *druipsteen-vormingen*, of *stalactieten*. Men kan de wijze, waarop zij gevormd zijn, vergelijken met die der ijskegels, die wij des winters aan dakgoten en andere uitstrekende deelen van gebouwen zien ontstaan. — Vallen er bovendien zulke, met vaste stoffen bedeelde, druppels op den bodem der grot, dan ontstaan ook daar vormingen van druipsteen, die steeds hooger en hooger worden en eindelijk zoo ver reiken, dat zij zich met die der gewelven vereenigen. Deze laatste worden *stalagmieten* genoemd. Veelal bevat het met dubbel koolzure kalk bedeelde water nog andere stoffen, vooral ijzerverbindingen, waardoor aan de wanden en druipsteen ondscheidene kleuren worden medegedeeld. Het is dus niet te verwonderen, dat er door de wijze, waarop de druipsteen in de grotten ontstaat, een rijkdom van vormen en kleuren wordt geboren, waarover men verbaasd staat: hier schitteren de wanden als kristal; daar weder vertoonen zij zich als met gordijnen bedekt, die in sierlijke plooiën van de gewelven nederhangen: hier zijn het pilaren van allerlei gedaanten, die tot aan de gewelven reiken; elders weder hangen steenen, van de meest verschillende vormen, dreigend naar beneden, zoodat men met eene levendige verbeelding allerlei figuren daarvan kan maken. Voegt men nu bij dezen rijkdom van vormen nog die der kleurschakeeringen, die van de witheid van albast tot donker bruin gaan, dan kan men zich eenigszins eene voorstelling van vele grotten maken.

Onder de hollen, die zich bijzonder door hare grootte of de schoonheid der druipsteen-vormigen onderscheiden, moeten worden gerekend: de *Baummanns- en Biels-grot* in het *Harts-gebergte*; de *Adelsberger- en Magdalena-grot* in *Carinthië*, de grot op het eiland *Antiparos* en die

die van den *Mont-Serrat* in *Catalonië*. De *Mammouths-grot* in *Kentucky* in *Noord-Amerika*, is de grootste, die bekend is. Men heeft haar tien mijlen ver onderzocht, zonder nog met zekerheid het einde te kunnen bepalen van de tallooze gangen en kloven, waaruit zij bestaat. Onder de grotten van *Frankrijk* verdient vooral de *Heksen-grot*, of de *Grotte des Demoiselles* bij *Ganges* in de *Cevennes* vermelding. Zij bestaat uit eene reeks van afdeelingen, of kamers, die door kloven of gangen met elkander gemeenschap hebben. De nevensgaande houtsnede geeft eene voor-



De zaal van de Maagd (*salle de la Vierge*) in de Heksenrot of *Grotte des Demoiselles* bij *Ganges* (*Herault*) in *Frankrijk*.

stelling van een dezer kamers, die men de *Zaal der Maagd* (*Salle de la Vierge*), heeft genoemd. Men kan zich hierdoor eenige voorstelling vormen van het inwendige eener grot, ofschoon dit op duizendvoudige wijzen verschilt.

In den zomer van 1868 werd er, bij *Letmathe* niet ver van *Iserlohn*

in *Westphalen*, bij het aanleggen van den spoorweg eene grot ontdekt, waaraan men den naam van *Dechen-Höhle* heeft gegeven. Men onderscheidt daarin 15 kamers of afdeelingen. Deze grot onderscheidt zich vooral door hare prachtige stalactieten en stalagmieten en wel te meer omdat men zorg heeft gedragen, dat zij ongeschonden zijn gebleven en niet door den walm der flambouwen bezoedeld zijn. Het is eene zeer gekronkelde, breede kloof in het kalkgesteente, die 200 meters lengte heeft. Er is daarin een goed voetpad gemaakt en zij wordt door gas verlicht, zoodat men de buitengewoon schoone druipsteenvormingen dezer grot goed kan zien en bewonderen.

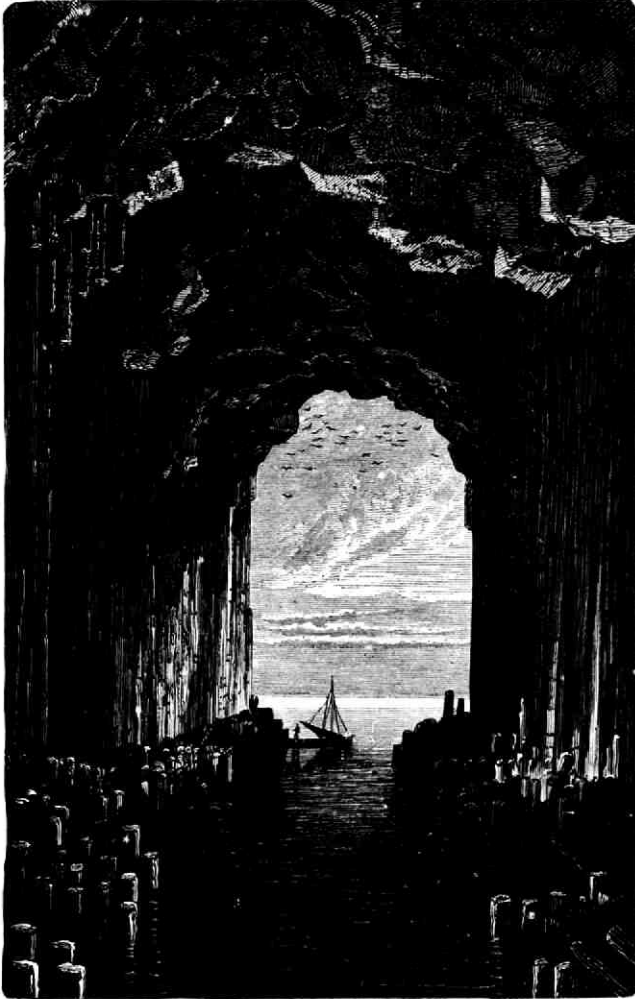
In vele grotten verzamelt zich het overvloedige water in de laagste gedeelten en vormt daar kleine meren; door andere stroomen zelfs rivieren. Een voorbeeld daarvan vindt men in de *grot van Han* (*Trou d'Han*) in *België*. Deze grot is, zoowel om hare uitgestrektheid als om de bovengemelde redenen, merkwaardig en verdient daarom hier te worden vermeld. Het riviertje de *Lesse*, dat bij *Dinant* in de *Maas* valt, stort zich, nabij het dorp *Han*, schuimend en bruisend in eene diepte, onder een overhangenden bergwand, die door eene rotspilaar wordt gesteund. Op omstreeks een half uur gaans van daar komt het weder, als uit een gewelf, te voorschijn. Indien men van die zijde de grot ingaat, doet de gids een gewerschoot. Dit geluid wordt, door de terugkaatsing tegen het gewelf, zoodanig versterkt, dat het een kanonschot gelijkt, zoodat men waant dat de grot instort. Het geluid dringt diep in het hol door en wordt, op duizendvoudige wijze, door de wanden en gewelven teruggekaatst, zoodat er een gerommel, als van den donder, ontstaat, dat meer dan twaalf seconden aanhoudt: het geluid schijnt telkens uit verder en verder verwijderde deelen der grot te komen en lost zich op in een dof gebrom. Eene kleine boot is bestemd om den bezoeker in de grot te voeren. Men plaatst zich daarin en vaart langzaam tegen den stroom der *Lesse* op; naarmate men dieper doordringt neemt de duisternis toe. Het donkere gewelf wordt lager en lager, zoodat men genoodzaakt wordt om zich plat op den bodem der boot neder te leggen. Na nog een weinig te zijn voortgevaren, wordt het gewelf hooger, de toortsen worden aangestoken en men stapt aan wal. De weg voert door een aantal gangen en kamers, waaraan men verschillende namen heeft gegeven, als: *vossen-zaal* (*salle des renards*), *zaal van den kikvorsch* (*salle de la grenouille*); de *galerij*, de *zaal van den afgrond* (*salle du précipice*), de *onvergelijkelijke* (*l'incomparable*) het *Alhambra* enz. enz. In eene daarvan is eene diepe kloof, waardoor de *Lesse* bruist. De gids werpt een bos brandend stroo daarin en men ziet die met snelheid door het water me-

devoeren. Een boomstam dient als brug over deze kloof en men vervolgt zijn weg over een bodem, die hier als puinhoopen opstijgt, daar weder sterk nederdaalt. Op vele plaatsen vindt men stalactieten van velerlei vormen. Na eene wandeling van omstreeks twee uren, verdeelt zich de weg, zoodat men door verschillende openingen de grot kan verlaten. Sommige daarvan zijn zeer eng en zoo laag, dat men er bijna door moet kruipen. Eindelijk komt men weder in het daglicht. Het is onbeschrijfelijk hoe aangenaam het oog van den bezoeker wordt aangedaan, bij den blik op het heerlijk landschap dat zich, door de zon verlicht, vóór hem uitstrekt en de liefelijke tegenstelling van het groen der velden en boomen tegen het hemelsblauw.

In sommige grotten wordt eene aanzienlijke hoeveelheid ijs gevonden, waarvan de vorming bij tusschenpoozen schijnt plaats te hebben. Men vindt bijv. in de grot van *Dobschran* in *Hongarije* eene ijslaag op den bodem van 20 en meer meters dikte. — Eene andere ijsgrot is de *Kolomrats-Höhle* bij *Salzburg*. — In *Californië* bevindt zich in den *Mount-Adam* een ijshol, dat zich vele mijlen uitstrekt. Groote hoeveelheden ijs worden daaruit gehaald en in den handel gebracht. De ijsvorming in deze grotten levert eenige moeielijkheden ter verklaring op: de eerstgenoemde ijsgrot, die door DR. KRENNER nauwkeurig is onderzocht, heeft hare opening naar het Noorden en haar bodem daalt af. Aan het onder-einde is eene kleine opening, waardoor het water kan uitstroomen; zij ligt op 1000 meters hoogte. Indien dus koude, met waterdamp bezwangerde lucht in de grot komt, dan zal zij langs den bodem strijken en daar ijslagen kunnen afzetten.

De grond van vele grotten, is, vooral op de diepste plaatsen, met eene laag zwarte aarde bedekt, van vele meters dikte. In deze aardlaag vindt men op vele plaatsen beenderen, vooral van zoogdieren, op en door elkander gelegen. Gewoonlijk zijn zij zoo verspreid, dat men slechts zelden een volkomen geraamte van eenig dier daaruit kan samenstellen. De aanwezigheid dezer beenderen in de grotten, heeft vroeger aan de natuurkundigen vele moeielijkheden ter verklaring opgeleverd. In eenige hollen zijn vooral de beenderen van eene groote soort van beeren, *hollenbeeren* genaamd, die thans zijn uitgestorven, talrijk. Daaruit moet worden opgemaakt, dat die grotten in een vroeger tijdperk der aarde aan vele opvolgende geslachten dezer dieren tot woning hebben verstrekt en dat vele beenderen afkomstig zijn van andere dieren, die zij aldaar verslonden. Deze meening is nog des te waarschijnlijker, wanneer men in aanmerking neemt, dat men aan eenige beenderen van kleinere zoogdieren, die aan de beeren tot prooi dienden, nog de indrukken der

tanden kan waarnemen, zoodat het duidelijk blijkt dat zij er aan geknaagd hebben. — In andere grotten zijn de beenderen daarentegen door waterstroomen bijeen gevoerd, hetgeen blijkt doordien de scherpe



De Fingals grot op het eiland Staffa.

kanten daarvan zijn afgeschuurd. — In eenige holen heeft men geraamten en andere menschelijke overblijfselen aangetroffen, waaruit blijkt dat deze, in voorhistorische tijden, tot begraafplaatsen of woningen van menschen hebben gediend.

Niet alle holen komen in het kalkgesteente voor: want ook in basalt worden zij, ofschoon zeldzamer, gevonden. Het basalt is een vulkanisch gesteente, dat meestal in vijfhoekige zuilen voorkomt, die evenwijdig aan elkander zijn geplaatst. De voorgaande figuur stelt de grot voor van het eiland *Staffa*, aan de kust van *Schotland*, die den naam van *Fingals-grot* draagt. Zij wordt door de zee bespoeld en men kan alleen bij zeer stil weder daarin varen.

§ 26.

In een groot gedeelte der lage landen bestaat de grond uit zand en leem; liggen zulke landen in streken, waar zelden regen valt, en waar dus ook geene rivieren en beken zijn, dan ontbreekt daar schier alle plantengroei en er heerscht eene akelige woestheid. Zulke oorden worden daarom *woestijnen* genoemd. De grond is, op sommige deelen, vrij vlak, zoodat de reiziger niets dan zand en verdroogd leem rondom zich, en het hemelgewelf boven zich ziet. Eene doodsche stilte rust op deze onherbergzame streken en het zwakste geluid wordt daarom op een zeer grooten afstand gehoord. Ofschoon effenheid en dorheid van den grond in het algemeen het karakter der woestijnen uitmaken, zijn er toch hierop vele uitzonderingen: op vele plaatsen vindt men namelijk heuvels, zelfs bergen, hooge vlakten en duinen, zooals aan zee, doch met vasteren kern. Op de hoogvlakten komt bovendien gips en keuzenzout voor. Ook bestaat de grond niet overal uit zand, op vele plaatsen is het vast gesteente of hard leem. In de laagten of dalen wordt het zand door den wind bijeen gevoerd, en op die plaatsen kan het eene aanmerkelijke diepte hebben, zoodat het reizen met paarden of kameelen zeer bezwaarlijk wordt. In de warme streken zijn de winden, die op deze vlakten heerschen, meestal verschroeiend heet. Reeds bij eene matige windsterkte verheffen zich groote wolken van stuifzand, die de lucht een roodgeel aanzien geven en aan de zon haren glans ontnemen. Wordt de wind heviger, dan komt de geheele zandvlakte in beweging en gelijkijkt eene golvende zee. Bevindt zich hier of daar eenig verheven voorwerp, dan hoopt het zand zich daarachter op, en vormt in korten tijd een heuvel, die echter even spoedig weder verdwijnt, wanneer de wind uit eene andere streek waait. Hier en daar vindt men evenwel vruchtbare plekken grond, van vrij groote uitgestrektheid, waar water en een weelderige plantengroei wordt gevonden. Zij zijn als eilanden te midden van den oceaan: men noemt ze *Oasen* en de karavanen nemen daarlangs haren weg, om zich van water en leeftocht te voorzien. De voornaamste

woestijnen der aarde zijn de *Sahara* of de groote woestijn van *Afrika*, die zich van het *Nijl*-dal tot aan den *Atlantischen Oceaan*, en gemiddeld van den 18den tot den 30sten graad noorder-breedte uitstrekt. Ook in *Zuid-Afrika* komen woestijnen van groote uitgebreidheid voor: zooals de *Kalahari-woestijn*. — Voorts heeft men die van *Arabië* en die van *Gobi* of *Schamo* in *Midden-Azië*. — In *Noord-Amerika* heeft men, ten oosten van *Californië*, eene vrij groote woestijn: het is een bergvlakte van 1500 tot 3000 meters hoogte; de *Colorado* heeft zich daardoor een bed gegraven van aanmerkelijke diepte, zoodat de randen of oevers der rivier van 500 tot 700 meters hoog zijn. — Voorts heeft men nog de woestijn *Atacama*, aan de westkust van *Zuid-Amerika*, eene 1000 meters hooge vlakte, die zich over eene lengte van 240 kilometers uitstrekt. De bodem bestaat uit een mengsel van zwart zand en klei. Op sommige plaatsen is de bodem met Chili-salpeter — salpeterzure soda — ter dikte van 1 tot 1½ meter doortrokken; deze worden *calichera's* genoemd. Zij leveren per hectare gemiddeld 560.000 kilo ruw salpeter, *caliche*, dat, na gezuiverd te zijn, naar Europa wordt gevoerd. — Een groot gedeelte van het binnenste van *Nieuw-Holland* kan mede tot de woestijnen gerekend worden. — De woestijnen komen echter niet in alle opzichten met elkander overeen maar verschillen, naar gelang van hare ligging, den aard van den grond en het klimaat. Zoo merkt men bijv. in de *Zuid-Afrikaansche woestijnen* nog hier en daar heestergewassen op, terwijl die van *Nieuw-Holland*, over verbazende uitgestrektheid, met een stekelig gras — *Spinifex* — zijn begroeid.

De *Steppen* onderscheiden zich daardoor van de woestijnen, dat de grond bijna overal met keuzenzout bedeed is en dat men er zoutbronnen en zoutmeren, ja zelfs hier en daar geheele massa's klipzout aantreft. Deze gesteldheid van den grond komt op vele plaatsen in het Oosten van *Europa* en in *Azië* voor. De steppen beginnen aan den *Dnjépr* en breiden zich, langs de kusten der *Zwarte zee*, uit, zoodat zij het geheele land, ten Noorden en Oosten van de *Caspische zee* en onafhankelijk *Tartarije* omvatten, en, daar zij zich tusschen het *Ural*- en *Altaï*-gebergte voortzetten, kan men zeggen dat zij het grootste gedeelte van *Siberië* innemen. Men kan in deze streken honderde mijlen reizen, zonder eenige afwisseling van tooneel te ontmoeten: eene gelijkmatige vlakte, hier en daar met weelderige grasgewassen bedekt en slechts door den gezichteinder begrensd, vermoeit het oog. Soms meent men een meer te zien, dat echter verdwijnt, wanneer men er toe nadert; het is een drogbeeld, dat door de straalbreking in den dampkring onstaat. (zie § 64). Tallooze wilde paarden en runderen zetten, zoolang de steppen haar groen gewaad dragen,

aan dit landschap eenig leven bij. In October begint reeds de winter, en dan worden zij met een sneeuwkleed bedekt; vreeselijke stormen woeden er dan en deze drijven de droge sneeuw met eene hevigheid, omhoog, die noch mensch noch dier kan weerstaan, terwijl de hemel helder blijft en de zon, koud en somber, hare stralen over dit aardsche oproer uitgiet. De strijd tusschen lente en winter is lang en hevig; wanneer echter zwoele winden beginnen te waaien en het sneeuwwater bij stroomen naar de laagten wegvloeit, dan wordt de aarde op nieuw met planten bedekt. De brandende zomerzon is in deze streken echter even geweldig in hare werkingen als de winterkoude; in Juni zijn de steppen verzengd: geen regenbui ontlast zich en geen dauwdruppel verfrist den dorren, gespleten grond: de zon gaat als een vuurbol op en evenzoo onder, en vertoont zich, ten gevolge door sterke verdamping, n een dichten nevel gehuld. In sommige jaren gaat de dorheid alle beschrijving te boven: de lucht is met stof van eene buitengewone fijnheid vervuld, de bronnen drogen op en het vee sterft bij duizenden van dorst: de dood zegepraalt over alles, wat leven bezit, hetzij dier of plant en de sporen der verwoesting reiken tot aan de uiterste grenzen van den gezichtesder: het is een verschrikkelijk beeld der vergankelijkheid.

De *heiden* zijn mede uitgestrekte vlakten, die slechts hier en daar door golvingen van den grond zijn afgebroken. Zij bestaan, tot op eene aanmerkelijkelijke diepte, uit zand en gerolde keisteenen, waarvan sommige, zelfs van aanzienlijke grootte, ook op de oppervlakte worden gevonden. Overigens zijn de heiden grootendeels begroeid met verschillende, daaraan eigene planten: voornamelijk *Calluna Vulgaris* of *Struik-heide* en *Erica Tetralix* of *Dop-heide*. Op plaatsen, waar de grond laag is, verzamelt zich het water en vormt daar moerrassen, ook wel *Peelen* genoemd; deze bezitten mede een eigenaardigen plantengroei. Onder gunstige omstandigheden ontstaat daarin, uit de gedurig afstervende planten, eene laag veen, somtijds van aanmerkelijke dikte en oppervlakte. De heiden beslaan in *Europa* eene groote uitgestrektheid: in het Westen beginnen zij aan de golf van *Biscaije*, zetten zich langs het *Kanaal* en de zuidkusten der *Noord- en Oostzee*, door ons vaderland, tot in *Rusland* voort, waar zij zich aan de steppen aansluiten.

In het Noorden van *Azië* vindt men, op de kusten der *Noordelijke IJszee*, tot ver binnenslands, de zoogenaamde *Thundra's*. Deze zijn onafzienbare, grootendeels met rendier-mos bedekte, moerassige vlakten, die, gedurende het grootste gedeelte van het jaar, bevroren zijn, en in den zomer slechts tot eene diepte van een halven meter ontdooien. Die tusschen de *Obi* en *Jenesseï* worden door Samoeden bewoond. Zoo ver het

oog van den reiziger reikt, ziet hij als over eene vuil-witte zee van mos en hij begroet iedere plek, die groene planten draagt, als eene Oase in deze treurige woestijn.

De uitgestrekte vlakten, die in *Noord- en Zuid-Amerika* voorkomen, zijn zeer van elkander onderscheiden, niet slechts door de gesteldheid van den grond, maar vooral door den plantengroei, omdat zij in geheel verschillende klimaten gelegen zijn. De vlakte, die ten noorden van de golf van *Mexico* gelegen is, en het gebied van den *Mississippi* en zijne zijrivieren: de *Ohio*, *Illinois*, *Missouri*, enz. bevat, maakt het vruchtbaarste gedeelte van *Noord-Amerika* uit. Aanzienlijke streken zijn daar nog met oorspronkelijke wouden bedekt; andere bevatten uitgestrekte, grasrijke vlakten, die *Savannen* of *Prairieën* worden genoemd. Ten westen van den *Mississippi* is de grond dezer Savannen eenigszins oneffen, doch grootendeels is hij vlak en onafzienbaar als de oceaan en met lang, welig gras bedekt, waartusschen verschillende bloemen prijken. Het eenige leven, wat men op deze uitgestrekte vlakten aantreft, is eene menigte kudden van wilde paarden, bisons en herten.

De vlakte van *Zuid-Amerika*, waardoor de *Amazonen*-stroom en hare talrijke zij-rivieren vloeien, is met één enkel uitgestrekt woud bedekt, en wel zoo dicht, dat het alleen langs de groote rivieren kan worden doorreisd. Deze wouden, *Silva's* genoemd, beslaan eene oppervlakte die zesmalen grooter is dan die van *Frankrijk*, en, daar zij geheel tusschen de keerkringen zijn gelegen, gaat de ontwikkeling van het plantenrijk aldaar alle beschrijving te boven. De grond, sedert duizenden van jaren door den afval der bladeren gemest, bestaat uit de vruchtbaarste bouwvaarde. De hitte is in die donkere, ondoordringbare wouden verstikkend: geen windje kan daarin doordringen, en, na de overvloedige regens, die op bepaalde tijden des jaars vallen, is des morgens alles in blauwen nevel gehuld. Van den opgang der zon, totdat zij ondergaat, heerscht er eene doodsche stilte, doch dan vereenigen zich de talrijke dieren, die deze wouden bewonen, tot een luid, onharmonisch gebrul. Dit geschiedt niet aanhoudend, maar stootswijze, zoodat het schijnt alsof de wilde dieren daartoe bij tusschenpoozen en, als in onbekende overeenstemming, worden opgewekt, totdat ten laatste het geheele woud, aan alle zijden, van het oproer dreunt. Te middernacht heerscht weder rust, doch die stilte wordt, tegen zonsopgang, weder afgebroken door een nieuw algemeen brullen van het wilde koor.

De streken, waardoor de *Orinoco* zijne golven voortstuwt, zijn mede volkomen vlak, zelfs zoo effen, dat men dagen kan reizen zonder eene verhevenheid van één meter hoogte aan te treffen. Deze vlakten, *Llano's*

genoemd, zijn geheel met lang gras en eenige andere planten bedekt. Van April tot het einde van October valt hier een overvloedige regen en honderden vierkante mijlen land worden door de rivieren overstroomd. Enkele plaatsen zijn dan, tot één en anderhalve meter hoogte, met water bedekt en er komen dan zoovele paarden en andere dieren om, dat de grond, wanneer het water is afgeloopen, naar muskus riekt, een reuk, die aan vele zoogdieren van *Amerika* eigen is. Is de regentijd voorbij, dan kleeden zich deze vlakten, door de overblijfselen van dieren en planten gemest, in een nieuw groen. Na korten tijd wordt echter alles, onder den invloed van den tropischen zonnegloed en der winden, zoodanig uitgedroogd, dat het gras verdort. Indien toevallig een vonk op die verschroeide vlakte valt, dan ontstaat er een brand, die zich van de eene tot de andere rivier uitstrekt, waardoor vele dieren omkomen en de kleiachtige grond voor jaren onvruchtbaar wordt.

Ook in het zuidelijk gedeelte van *Zuid-Amerika*, van *Patagonië* tot aan het Zuiden van *Brazilië*, worden dergelijke zeer uitgestrekte vlakten gevonden. Deze worden aldaar *Pampa's* genoemd. Zij hebben eene groote uitgestrektheid, van het Noorden naar het Zuiden, want: terwijl de noordelijke helft nog tot ver over den steenboks-keerkring reikt, is het zuidelijk deel der *Pampa's*, gedurende een gedeelte des jaars, onder hooge sneeuw bedolven. In het noordelijk gedeelte groeien daarentegen palmen en andere tropische planten. Bovendien zijn aldaar ook groote streken met lang gras bedekt, die, even als de *Llano's*, aan talrijke kudden verwilderde runderen tot verblijf dienen.

§ 27.

Waar vlakke zee-kusten uit een lossen zandgrond bestaan, en hare richting zoodanig is, dat de heerschende winden van de zeezijde komen, worden er, even als in de woestijnen, zandheuvels gevormd, die in rijen achter elkander liggen. Deze heuvels, *duinen* genoemd, zijn echter duurzamer dan die, welke in de zandwoestijnen door den wind ontstaan, doch zij zijn gewoonlijk aan eene langzame verplaatsing onderworpen. De winden, die van den zee-kant komen, drijven namelijk het zand van de zijde der duinen, die naar de zee is gekeerd, over hunne toppen landwaarts. Daar echter het zand niet onder alle hellingen kan blijven liggen, maar, naar gelang van zijne fijnheid, eene mindere of meerdere glooiing of afhelling aanneemt, zijn de duinen aan de zeezijde steiler dan aan de landzijde. Ten gevolge van dit voortdurende overwaaien van het zand naar de landzijde, wijken de duinen steeds verder landwaarts in. Die terug-

wijking bedraagt, op sommige plaatsen, jaarlijks 20 tot 25 meters. Vele streken zijn daardoor reeds onbewoonbaar geworden. Aan de kusten, waar men belang heeft bij het behoud der duinen, zooals in ons land, in *Frankrijk* en langs andere deelen van de kust der *Noordzee*, tracht men het verstuiven daarvan tegen te gaan, door er planten op aan te kweken; behalve van dennen maakt men hiertoe voornamelijk gebruik van de zoogenaamde *duinhelm*. Deze plant hecht zich vrij gemakkelijk met hare wortels in den lossen duingrond en daardoor voorkomt zij gedeeltelijk den nadeeligen invloed van den wind.

De vorming van duinen heeft op vele kusten plaats gehad en gaat gedurig voort. Aan de zuid-zuidwest- en westkust van *Nieuw-Holland* wordt het duinzand, waarschijnlijk door de kalk van vergane schelpen, tot een vasten zandsteen vervormd, waardoor zelfs struiken en boomen langs de kusten met omkorstingen worden bedekt. — De westkust van de woestijn *Sahara* is, van *Mogador* tot aan kaap *Blanco*, over eene uitgestrektheid van ten minste 150 D. G. mijlen, met buitengewoon hooge duinen, uit los zand bestaande, bedekt en de Arabier gaat somtijds één uur ver over het vlakke zand in zee, om goederen uit gestrande schepen te halen, zonder dat hij verder dan tot aan de knieën in het water behoeft te gaan. De meeste duinen zijn in historische tijden gevormd en het is waarschijnlijk dat vele zandheuvelen, die thans ver van zee liggen, vroeger als zeeduinen ontstonden. Ook op onze heiden vindt men, op vele plaatsen, zandheuvels, die vroeger zeeduinen waren. Zij onderscheiden zich nog duidelijk door de daarop groeiende duinhelm, die alleen in losse zandgronden, zooals die der duinen, tiert. De betrekkelijke hoogte van het land en water is dan op die plaatsen veranderd. Zoo vindt men in ons land, op de Amersfoortsche heide en op eenige plaatsen in *Noord-Brabant* en *Limburg*, heuvelen, die zoo volkomen met duinen overeenkomen, dat het nauwelijks te betwijfelen is, of zij zijn vroeger door de golven der *Noordzee* bespoeld. Evenzoo komen, in de steppen van *Zuid-Rusland* en in de zandwoestijn *Narijn*, tusschen de *Wolga* en de *Ural*, eenige thans begroeiide reeksen van heuvelen voor, die vele natuurkundigen voor de oude duinen der *Zwarte* en *Kaspische zee* houden. De smalle landtongen of *Nehrungen*, die zich aan de zuidelijke kusten der *Oostzee*, voor de monden der *Duna*, *Niemen*, *Pregel*, *Nogat*, *Weichsel* en *Oder* bevinden, en bekkens van zoet of brak water insluiten (*Kurisches Haff*, *Frisches Haff*, *kleine* en *grootte Haff*, enz.) moeten als rijen van oude duinen beschouwd worden, even als de *Lidi* der *lagunen* van *Venetie*.

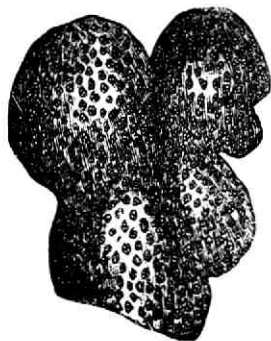
Men vindt, in de nabijheid der kusten en zelfs op grootere afstanden in zee, zandruggen, die nu eens geheel onder water zijn, dan weder ge-

deeltelijk daarboven uitsteken. Deze worden *zandbanken* genoemd. Even als de duinen door den wind eene verplaatsing ondergaan, zoo geschiedt dit, bij de zandbanken, door zeestroomen en golven; hierdoor kan het vaarwater, aan de monden van rivieren en stroomen, aanmerkelijk gewijzigd, ja de mond of uitloop daarvan geheel veranderd worden, indien zij door zandbanken wordt verstoppt. Onder de merkwaardigste zandbanken kan men die van *New-Foundland* tellen, dewijl deze eene uitgebreidheid heeft, welke die van *Engeland* overtreft. Deze verheffing van den zeebodem ligt op eene diepte van 25 tot 30 meters beneden de oppervlakte der zee, zoodat zij voor de schepen niet gevaarlijk is. Ook de groote zandbank van *Bahama* verdient hier nog te worden vermeld; zij ligt tusschen de eilanden van dien naam en *Cuba*.

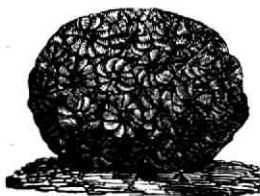
Waar de zeekusten uit rotsen bestaan, loopen deze, op vele plaatsen, over een aanmerkelijken afstand, op den grond der zee voort en dan verheffen zich hier en daar hare toppen boven het water, of zij zijn, op eene geringe diepte, voor het oog verborgen. Afzonderlijk staande rotsen worden *klippen* genoemd, en, wanneer er meerdere bij elkander geplaatst zijn, noemt men ze *riffen*. Beide zijn voor de scheepvaart zeer gevaarlijk.

§ 28.

Onder het talloos heir van schepselen, dat de zee bewoont, worden er gevonden die zeer klein en van eene uiterst teedere samenstelling zijn. Hun lichaam is geleïachtig, langwerpïg en uitgehold. Rondom de opening, die bij velen als mond dient, is eene menigte van armen, of voelertjes geplaatst, waarnaar men deze dieren *polippen* of *veelvoeten* heeft genoemd.



Porites clavaria.



Astraea viridis.



Maeandra labyrinthica.

Men vindt ze, van den evenaar af tot aan de polen toe, verbreid. Eenige soorten van polypen bezitten geene bekleedselen, de zogenaamde *naakte*

of *zachtzijdige polypen* en deze komen overal, ook in zoet water, voor. Andere scheiden eene hoornachtige stof af; ook deze zijn zeer verbreid. Doch het belangrijkste zijn voor ons die polypen, welke aan de oppervlakte van hun lichaam eene kalkachtige stof afscheiden. Hierdoor zijn eenige als in cellen ingesloten, terwijl andere weder als op een kalkachtigen stam groeien. Deze diertjes vermenigvuldigen zich zeer snel en op zeer onderscheidene wijze en, dewijl het eene uit het andere voortkomt, en, als de



Oculina hirtella.



Madrepora muricata.



Caryophylla fastigiata.

knop van een boom, uitspruit, worden zij steeds in talrijke groepen bijeen gevonden, die gemeenschappelijk op denzelfden kalkstam, of aan de oppervlakte van dezelfde kalkmassa leven. Vroegere geslachten zijn afgestorven en lieten hunne kalkachtige bekleedsels of afscheidingen achter, terwijl steeds nieuwe geslachten op denzelfden stam of op dezelfde kalkmassa voortgroeien. Aldus kunnen daardoor uitgebreide kalkrotsen, beneden de oppervlakte der zee, worden gevormd. De polypen, die zoodanige kalkrotsen of *koraal-riffen* vormen, leven bijna uitsluitend in den heeten aardgordel en wel tusschen de parallel-cirkels van 28° noorder- en zuiderbreedte. De figuren stellen stukken koraal op de ware grootte voor.

De meeste polypen leven op geene zeer groote diepte beneden de oppervlakte der zee, en, ofschoon deze voor de onderscheidene soorten verschillend is, kan men die gemiddeld op 40 tot 50 meters stellen. Op de reizen van het Engelsche oorlogschip *Challenger*, die opzettelijk voor wetenschappelijke onderzoekingen werden gedaan, heeft men, op 820 en 1140 meters diepte, nog koralen gevonden; in den archipel der *Azoren* heeft men, tusschen *San-Miguel* en *Santa-Maria*, zelfs op 1830 meters (1000 vadem) eene buitengewone hoeveelheid steenachtige koralen gevonden, welke tot eene groep behooren, die alleen in groote diepten voorkomen. Het zijn echter alle nieuw ontdekte soorten, en het

is nog niet bekend of zij ook riffen bouwen. De polypen vestigen zich op rotsen, die waarschijnlijk op geene grootere dan de eerst vermelde diepte beneden de oppervlakte gelegen zijn en breiden weldra hunne woningen, door vermeerdering en voortplanting, tot aan de oppervlakte der zee uit. Aldus bedekken zij ondiepten en de toppen der onderzeesche bergen, en doen de *koraal-riffen* en *koraal-eilanden* ontstaan, die, in ontelbare menigte, in den *Stillen Oceaan* en in den *Oost-Indischen Archipel* worden aange- troffen.

Een nauwkeurig onderzoek van deze riffen en eilanden heeft in de laatste jaren bijzonderheden aan het licht gebracht, die voor de geschiedenis der aarde van het hoogste gewicht zijn. Ofschoon de koraal-eilanden en riffen zich onder zeer verschillende gedaanten voordoen, kan men duidelijk drie hoofdvormen daarvan onderscheiden: de eerste zijn riffen, die zich onmiddellijk aan het strand of de kust aansluiten, en daarmede een samenhangend geheel uitmaken. Men heeft ze daarom *strand-riffen* genoemd. — De tweede soort loopt op eenigen afstand langs de kust, zoodat er nog eene ruimte of een kanaal tusschen het rif en de kust overblijft: deze worden *kanaal-riffen* genoemd. — De derde soort wordt, ver van het vaste land, in den oceaan aangetroffen. Het zijn de eigenlijke *koraal-eilanden*, waaraan men ook den naam van *atollen* gegeven heeft. Deze hebben eene ronde of langwerpige ringvormige gedaante, die hier en daar is afgebroken, zoodat, in het midden daarvan, een meer of eene verdieping wordt gevonden, *lagune* genoemd. De volgende figuur geeft eene voorstelling



Atol in den Grooten oceaan.

van een dergelijk atol. Deze koraal-eilanden zijn, in verbaasd groot getal, in den *Indischen- en Grooten Oceaan* verbreid. Eenige liggen afzonderlijk; andere weder in groepen bij elkander, de *Malediven* en *Carolinen*-eilanden leveren hiervan voorbeelden op. Men vindt atollen van zeer verschillende grootte, zoodat de middellijn van $\frac{1}{2}$ tot 60 en 80 geographische

mijlen bedraagt. De breedte der ringvormige strook land, die zich boven water vertoont, is zelden grooter dan $\frac{1}{4}$ mijl. Van vele atollen is het binnenmeer of de lagune opgevuld, zoodat er een eiland, van eene bijna ronde gedaante, is ontstaan. Aan de buitenzijde zijn de meeste koraal-eilanden zoo steil, dat men, op weinige meters afstand van den rand, eene diepte van 100 en meer meters vindt, of wel geen grond kan peilen. Bij vele koraal-eilanden verheft zich in het midden een bergtop, zooals op het eiland *Maurua*, waar die eene hoogte van 260 meters bereikt. Het verdient nog opmerking, dat men op sommige eilanden de koraal-rotsen boven de oppervlakte der zee vindt, waar zij dus niet oorspronkelijk kunnen ontstaan zijn, terwijl men ze op andere plaatsen weder op eene veel grootere diepte vindt, dan waarop de polypen leven, waardoor zij gevormd zijn.

De ronde vorm der koraal-eilanden, het voorkomen van koraal-rotsen op aanzienlijke diepte en ook boven de oppervlakte der zee, alsmede het steile afhellen der koraal-klippen, heeft aan de vroegere natuurkundigen vele zwarigheden ter verklaring van het ontstaan daarvan opgeleverd, tot het aan den beroemden DARWIN gelukt is die te geven. Wij hebben reeds enkele malen gelegenheid gehad, om opmerkzaam te maken op rijzingen en dalingen, die de grond, hetzij snel, zooals bij vulkanische uitbarstingen, hetzij langzaam, ondergaan heeft. Van eenige streken is bewezen, dat er eene uiterst langzame rijzing plaats heeft, terwijl wij even zeker weten dat andere zinken. Zoo weet men, b. v. dat eenige streken van *Zweden* en *Noorwegen* zich langzaam verheffen; het sterkst heeft dit aan de *Noordkaap* plaats, die in ééne eeuw meer dan 1,5 meter is gerezen. Eenige deelen van *Groenland* daarentegen zinken voortdurend naar beneden.

De polypen bouwen bij voorkeur langs de stranden: dewijl vele soorten het liefst in de branding leven, en de verklaring van het ontstaan der *strand-riffen* levert dus geene zwarigheid op. Stelt men zich echter een laag eiland voor, dat door een strand-rif is omgeven en dat voortdurend, doch zeer langzaam, daalt, dan zullen de polypen steeds aan het rif voortbouwen, en de buitenrand zal op de hoogte van het waterpas der zee blijven. De kring van koralen, die eerst het eiland omgaf, zal aan de buitenzijde steeds hooger en hooger worden, terwijl het eiland dieper daalt, en dit zelf allengs onder de golven wordt begraven. De aanwas van den koraalring kan ook nog eenigen tijd aan de binnenzijde voortgaan en aldus kan het binnenwater of de lagune allengs worden aangevuld, waartoe ook stukken koraal-rots, door de golven los geslagen en door den vloed over den rand gevoerd, kunnen bijdragen. Blijft het

eiland, met de geheele koraal-massa, bij voortduring dalen, dan wordt de lagune alleen nog door de bezinksels van het zeewater aangevuld, dat gedurende den vloed door de openingen van den ring wordt gevoerd, zoodat er eindelijk, bij meerdere daling, slechts een ring overblijft. Aldus wordt, door de onderstelling, dat koraalbouwende polyppen zich op een onderzeeschen berg vestigen en daar voortbouwen, terwijl die berg allengs daalt, het ontstaan der *ringvormige koraal-eilanden* of *atollen* volkomen verklaard en alle daarbij waargenomen verschijnselen opgehelderd. Daartoe behoort ook de groote diepte, die men aan den buitenrand dezer eilanden peilt.

De verklaring van de vorming der *kanaal-riffen* kan, na deze beschouwingen, geene zwaarigheid opleveren. Stelt men zich namelijk een strand-rif voor, op eene langzaam dalende kust, die naar de zee toe afhelt, dan zal de bouw van het strand-rif naar boven steeds voortgaan en wel voornamelijk aan de buitenzijde, waar de golven het rif bespoelen; aan de binnenzijde heeft dit in mindere mate plaats en, daar de kustlijn, door het dalen, steeds landwaarts in terugwijkt, zal er, tusschen het rif en de kust, eene met water gevulde ruimte of een kanaal ontstaan, hetwelk dus met de lagune van een atol vergeleken kan worden.

Leveren aldus de atollen en strandriffen de bewijzen van dalingen des zeebodems, de voorbeelden van rijzingen ontbreken mede niet: vele eilanden in den *Grooten Oceaan* dragen namelijk de sporen, dat zij vroeger door water zijn bedekt, en het voorkomen van koralen op groote hoogte in de *Alpen*, *Pyreneën* enz., zelfs honderden meters boven het oppervlak der zee, bewijst, dat die thans zoo verheven grond eenmaal door de golven des oceaans werd bespoeld.

Hoe klein de koraaldieren ook mogen wezen, toch zijn, door hunne vereenigde macht, belangrijke veranderingen op de aardoppervlakte te weeg gebracht. Een enkel voorbeeld moge dit ophelderen: toen de *Torres-sstraat*, tusschen *Nieuw-Holland* en *Nieuw-Guinea*, in het jaar 1606 werd ontdekt, vond men daarin zes en twintig kleine eilanden. Nadat echter, door de toenemende bevolking en ontwikkeling van het zuidoostelijk gedeelte van *Australië* (*Nieuw-Zuid-Wales*, *Victoria*, *Queensland* enz.), in den loop dezer eeuw, de gemeenschap met oostelijk *Azië* en de eilanden van den *Indischen Archipel* zeer verlevendigd werd, ondervond men gedurig toenemende bezwaren voor de scheepvaart in de *Torres-sstraat*, zoodat die niet, dan met veel gevaar, door groote schepen kan worden bevaren. Het aantal der koraal-eilandjes is namelijk zoodanig toegenomen, dat men er voor weinige jaren reeds meer dan honderd en vijftig heeft geteld en men heeft berekend dat, indien de

aangroei op dezelfde wijze voortgaat, deze straat, binnen een tijdsverloop van twintig jaren, voor de scheepvaart zal gesloten zijn. ¹⁾

Voor dat wij van de koraal-eilanden afstappen, moeten wij nog eenige oogenblikken tot de beschouwing der *maan* terugkeeren. Bij de behandeling van den vorm der bergen op de maan (pag. 46) is reeds opgemerkt, dat zeer vele daarvan ringvormige ruimten insluiten, die eenige overeenkomst hebben met de kraters van vulkanen. Men heeft die maan-gebergten daarom ook, reeds sedert langen tijd, eenvoudig weg *vulkanen* genoemd, ofschoon er nimmer eenig spoor van vulkanische werking daarbij is waargenomen. In den laatsten tijd heeft men echter opgemerkt, dat de afmetingen der deelen van de maan-vulkanen die men vroeger kraters genoemd heeft, veel grooter zijn dan die van de kraters der vuurbergen op de aarde. Om deze en andere redenen, heeft men liever die bergvormen der maan vergeleken met de atollen op onze aarde, waarmede zij zeker eene grootere overeenkomst in vorm en uitgebreidheid bezitten, dan met de kraters onzer vuurbergen. Men is hierom geenszins gerechtigd die vormingen aan dergelijke oorzaken toe te schrijven, als waardoor het ontstaan der atollen verklaard wordt, vooral daar er op de maan, gelijk wij zagen, geen water is.

¹⁾ Wij verwijzen den lezer, die meer aangaande dit belangrijke onderwerp verlangt te weten, naar het werkje van prof. P. HARTING: „*De macht van het kleine*”.

DERDE HOOFDSTUK.

DE ZEE.

§ 29.

Wij gaan thans over tot de beschouwing der *zee*, of van die groote verzameling van water, welke de laagste gedeelten van de vaste korst der aarde bedekt en meer dan twee derden van hare oppervlakte beslaat. Reeds vroeger (§ 15) is over de verdeeling van land en water op de oppervlakte der aarde gehandeld en de verhouding aangegeven, waarin het land tot het water in het oostelijk en westelijk halfrond en op de noordelijke en zuidelijke helft der aarde staat. Daarbij is tevens gebleken, dat de verdeeling van land en water niets met die wiskundige verdeeling gemeen heeft; dat de polen, in dit opzicht, geene opmerkelijke punten der aarde zijn, maar dat er zich, in de onmiddellijke nabijheid van *Nieuw-Zeeland*, een punt bevindt, dat men kan aannemen omringd te zijn door de grootste oppervlakte van water, terwijl het dichtst bevolkte gedeelte van *Europa* als het middelpunt kan worden beschouwd, rondom hetwelk het meeste land is gelegen.

De verschillende gedeelten van den oceaan hangen alle te zamen en wel zoodanig, dat men, zonder willekeur, geene afzonderlijke deelen kan aannemen, dewijl de natuurkundige grenzen geheel ontbreken. De afzonderlijke deelen onderscheiden zich echter door bijzonderheden, die grootendeels van de geographische breedte, waaronder zij gelegen zijn, afhangen. Echter heeft men de volgende verdeeling ingevoerd: 1°. de *Groote Oceaan* of *Stille Zuidzee*, die de oostkusten van *Azië*, *Nieuw-Guinea* en *Nieuw-Holland*, aan de eene, en de westkusten van *Amerika* aan de andere zijde bespoelt; 2°. de *Atlantische Oceaan*, ten oosten begrensd door de westkusten van *Europa* en *Afrika* en door den meridiaan van 30° oosterlengte van *Greenwich*, die door de zuidkust van *Afrika* gaat, terwijl hij ten westen door de oostkusten van *Amerika* bepaald wordt; 3°. de *Indische zee*, of die afdeeling des

oceans, welke door een gedeelte der oostkust van *Afrika*, verder door den genoemden meridiaan, door de zuidkust van *Azië* en de westkust van *Australië* wordt beperkt, en 4^o. en 5^o. de beide *Poolzeeën*, ingesloten door de noorder- en zuider-poolcirkels. Al deze afdeelingen des oceans springen met bochten, boezems, baaien en fiorden in de kusten der vaste landen en veroorzaken daardoor eene meerdere of mindere lengte-ontwikkeling der kustlijnen. Sommige dezer inhammen zijn wijd geopend, zooals de *Noordzee*, de golf van *Biscajje*, de *Arabische* en *Bengaalsche* zeeboezem; bij andere liggen, aan den ingang, groepen van eilanden, zooals bij den *Mexicaanschen* zeeboezem, terwijl vele slechts door nauwe kanalen met den ocean gemeenschap hebben: zooals de *Middellandsche zee*, door de straat van *Gibraltar*; de *Oostzee*, door de *Sond* en de beide *Belten*; de *Rooze zee*, door de straat van *Bab-el-Mandeb*; de *Perzische golf*, door de straat van *Ormus*, enz.

§ 30.

De waterdeeltjes van den ocean gehoorzamen, daar zij uiterst beweegbaar zijn, zeer snel aan den invloed der krachten, die er op werken. De oppervlakte van den ocean heeft dus een vorm, die volkomen beantwoordt aan de richting en grootte dezer krachten. Even als een waterdruppel, ten gevolge van de onderlinge aantrekking zijner deeltjes, eene bolvormige gedaante aanneemt, wanneer er geene andere krachten op werken, moet ook de oppervlakte der zee zoodanigen vorm aannemen. Indien dus de aarde in rust ware en hare vaste korst geene zoo groote oneffenheden bezat, die wij als vaste landen en eilanden kennen, dan zou de oppervlakte der zee eene volmaakt bolvormige gedaante bezitten. Er zijn echter vele oorzaken, waardoor deze evenwichtstoestand der zee-oppervlakte wordt gewijzigd: door de dagelijksche omwenteling der aarde om hare as ontstaat de middelpuntvliedende kracht (pag. 17) en de oppervlakte moet dus zoodanigen vorm aannemen, dat elk waterdeeltje in evenwicht is, onder den gezamenlijken invloed van de aantrekkings- en middelpuntvliedende kracht. Deze laatste brengt dus eene wijziging van de bolvormige gedaante der zee te weeg, en wel zoodanig, dat zij aan de polen wordt afgeplat en onder den evenaar wordt uitgezet. De waterdeeltjes trachten zich namelijk, ten gevolge der middelpuntvliedende kracht, van de omwentelings-as te verwijderen en wel des te meer, naarmate zij verder van die as verwijderd zijn. Die onder den evenaar zijn het verst daarvan verwijderd, en dien ten gevolge neemt de oppervlakte der zee eene sphaeroidische of afgeplat bolvormige gedaante aan.

Er is echter eene oorzaak, waardoor de oppervlakte van den oceaan niet zoo volkomen bolvormig is als men veelal meent, doch waarop tot heden weinig acht is geslagen. De oceaan is namelijk niet overal even diep. Waar hij zeer diep is, daar zijn de bovenste waterlagen, wegens haren grooteren afstand van de vaste oppervlakte daaronder, aan eene mindere aantrekking blootgesteld. Waar de zeebodem zich verheft, worden de waterdeeltjes meer aangetrokken: omdat de soortelijk zwaardere massa der vaste korst ze sterker aantrekt dan zij elkander onderling aantrekken. Waar de zeebodem langzaam naar de kusten oprijst, daar moet dit ook met de oppervlakte der zee plaats hebben. Waar de kusten steil oprijzen en door hoog gebergte begrensd zijn, moet de waterspiegel, ten gevolge van de aantrekking, ook schuins naar de kust opstijgen. Men heeft berekend dat die stijging meer dan 100 meters kan bedragen. Ofschoon deze wijziging van de sphaeroidische gedaante der oppervlakte van den oceaan betrekkelijk gering is en zij nog niet door de waarneming bevestigd is — men heeft daarnaar ook tot heden niet gezocht — is het niettemin zeker dat zij bestaat.

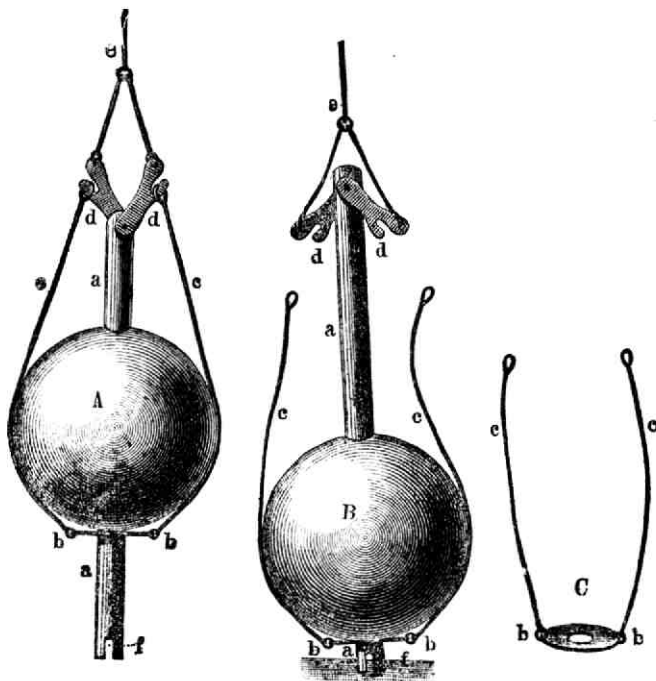
Wij zagen dat de verschillende gedeelten van den oceaan met elkander samenhangen en kunnen daaruit afleiden, dat zij ook gedeelten van den algemeenen vorm der aardoppervlakte zijn. Sommige, min of meer afgesloten zeeën, liggen echter hooger, andere lager dan de gemiddelde oppervlakte des oceans, doch dit wordt door de ligging, of andere plaatselijke oorzaken te weeg gebracht. De *Oostzee*, b. v. staat 2,5 meter hooger dan de *Noordzee*; doch het is licht na te gaan wat daarvan de oorzaak is: in deze zee ontlasten zich vele rivieren, als de *Oder*, *Weichsel*, *Duna*, *Niemen*, *Newa*, enz., terwijl zij haar water slechts door de kleine kanalen, tusschen *Denemarken* en *Zweden*, ontlasten kan. Door die zeeëngten gaat dan ook meestal een stroom naar de *Noordzee*. Bovendien is de uitdamping in de *Oostzee*, om hare noordelijke ligging, niet zeer aanzienlijk. — De *Middellandsche zee* ligt daarentegen lager dan de *Atlantische oceaan*; dien ten gevolge gaat er voortdurend een sterke stroom door de straat van *Gibraltar* naar eerstgenoemd zeebekken. Deze stroom is reeds lang bekend en men heeft meermalen de vraag gedaan, waarom de oppervlakte der *Middellandsche zee* niet eindelijk gelijk werd met die der *Atlantische*, dewijl zij toch voortdurend zulk een grooten toevoer van water verkrijgt. Men kan hiervoor echter eene zeer eenvoudige verklaring geven: er zijn maar weinige groote rivieren die zich in de *Middellandsche zee* ontlasten, zooals de *Nijl*, *Rhône*, *Ebro*, *Po* enz., zoodat zij slechts geringen toevoer van water erlangt, doch, ten gevolge van de ligging onder eene warme hemelstreek, is de verdamping aan de oppervlakte zeer aanzienlijk, zoodat

zij den toevoer van water door de rivieren overtreft. Daarom moet de oppervlakte van deze binnensee lager worden dan die der *Atlantische*, en in dit meerdere verlies wordt, door den stroom in de straat van *Gibraltar*, grootendeels voorzien. Daar, bij de verdamping van zeewater, de daarin opgeloste zouten achterblijven, is ook het water der *Middellandsche zee* zouter dan dat van den oceaen. Die zoutere, dus zwaardere lagen zijn in de diepte gelegen en men heeft daarom gemeend dat er een stroom van zouter water op den bodem van de straat van *Gibraltar* naar den *Atlantischen Oceaen* zou terug loopen. In den *Bosphorus* en in de *Dardanellen* heeft men een bovenstroom, van de *Zwarte-* naar de *Middellandsche zee*, waargenomen en een onderstroom in de tegengestelde richting. — Ook door de straat van *Bab-el-Mandeb* gaat een sterke stroom naar de *Roode zee*. De uitdamping is aldaar zeer sterk, de toevoer van water door rivieren zeer gering. In het *Suez-kanaal* gaat geen bepaalde stroom. Het water loopt nu eens in de ééne, dan in de tegengestelde richting.

§ 31.

Men heeft, reeds sedert de vroegste tijden, vele gissingen gemaakt aangaande de *diepte* van den oceaen. Wel kende men sints lang eene menigte ondiepe plaatsen, waarop gemakkelijk door het dieplood de grond kon bereikt worden, doch op de meeste was dit niet gelukt; deels omdat men daarvoor onvoldoende hulpmiddelen had, deels omdat de lijn, waaraan het dieplood bevestigd was, door sterke stroomen, in de diepte nog bleef afloopen, nadat het dieplood reeds den grond had bereikt. Eerst sedert weinige jaren is, door den Amerikaan BROOKE, een verbeterd dieplood uitgevonden, dat door de figuur op de volgende bladzijde wordt voorgesteld: a a is eene van onder uitgeholde cilindrische metalen stang, welker onderste opening f, door een zich naar binnen openend klepje, wordt gesloten. Aan het bovineinde bevinden zich twee armen d, d, die gemakkelijk op- en nederwaarts kunnen draaien. Aan het bovenste van elk dier armen is een koordje bevestigd, dat van boven bij e aan een dun ijzerdraad (klaviersnaar) is verbonden. De bol A, die doorboord is en 50 tot 100 kilogrammen weegt, wordt opwaarts om de stang a a geschoven en dan het cirkelvormig doorboorde plaatje C, hetwelk in de rechtsche figuur afzonderlijk is afgebeeld, waaraan, ter rechter- en linkerzijde, de koordjes b, c zijn bevestigd. Ten slotte worden de lissen, aan het uiteinde der genoemde koordjes, van boven aan de haken der armen d, d gehangen. De figuur ter linkerzijde vertoont het dieplood, zooals het te water wordt gelaten. Men laat nu het ijzerdraad, dat om

een haspel is gewonden, door de zwaarte van het gewicht, in zee afloopen. Wanneer het ondereinde f den zeebodem heeft bereikt, en de



stang dus stuit, dan tracht de kogel A nog iets verder te dalen. Hierdoor worden de beide armen d, d naar beneden getrokken (zie de middelste figuur) waarbij de voormelde lissen der koorden b c van de nu neergeslagen haken afschuiven. Het doorboorde plaatje C, met de daaraan bevestigde koordjes b c, benevens de kogel, schuiven van de stang af en vallen op den zeebodem. Het klepje f, onder aan de stang a, heeft zich, bij het stooten op den bodem, geopend, waarbij een gedeelte van den zeegrond in de holte dringt. — Wanneer daarna de lijn wordt opgewonden, dan blijft het plaatje C, met den kogel A, op den zeebodem liggen en is verloren; de armen d d, worden weder opwaarts getrokken en komen in den stand der linksche figuur terug; het klepje bij f sluit zich en een deel van den zeegrond wordt mede opgevoerd. — Bij het peilen van zeer groote diepten heeft het dieplood soms meer dan één uur noodig, om den zeebodem te bereiken en meer dan twee uren om te worden opgehaald. — Het voordeel van dit dieplood is hierin gelegen, dat het snel daalt, terwijl later slechts een gering gewicht behoeft te

worden opgehaald, zoodat men eene dunne snaar kan gebruiken, die slechts weinig door de zeestroomen wordt aangedaan.

Wij willen in de eerste plaats eenige uitkomsten mededeelen, die in den laatsten tijd zijn verkregen op de reis van het Engelsche oorlog-schip *Challenger* dat, onder bevel van kapitein NARES, opzettelijk voor de onderzoekingen van den oceaan was uitgerust en vermelden alleen eenige der grootste gepeilde diepten:

	Grootste gepeilde diepte in	
	Vademen.	Meters.
Tusschen <i>Madeira</i> en <i>San-Miguel</i> (Azoren)	2675	4895
» de Azoren en de <i>Bermuda-eilanden</i>	2850	5215
» de <i>Bermuda-eilanden</i> en <i>Halifax</i>	2800	5124
» de <i>Bermuda-eilanden</i> en <i>New-York</i>	2850	5215
» <i>Madeira</i> en <i>St. Vincent</i> (<i>Kaap-Verdische eil.</i>)	2400	4392
» <i>Teneriffe</i> en <i>St. Thomas</i>	3000	5490
» <i>St. Thomas</i> en de <i>Bermuda-eilanden</i>	3875	7085
» de <i>Kaap-Verdische eilanden</i> en 3°—8' N.Br. en 14°—49' W.L. van <i>Greenwich</i>	2500	4575
» <i>Pernambuco</i> en 3°—8' N.Br. en 14°—49' W.L. van <i>Greenwich</i>	2575	4712
» <i>Abrulhos-eilanden</i> en <i>Tristan-d'Acunha</i>	2350	3653
» <i>Tristan-d'Acunha</i> en de <i>Kaap de Goede Hoop</i>	2650	4849
» <i>Tristan-d'Acunha</i> en <i>Halifax</i>	3150	5744

Omtrent de diepte van den *Noord-Atlantischen Oceaan* hebben de Zweedsche expeditiën van de laatste jaren, onder de professoren PORELL en NORDENSKJÖLD, onder anderen geleerd, dat die tusschen *Noorwegen* en het *Beeren-eiland* nergens meer dan 300 vademen (569 meters) en tusschen dit eiland en *Spitsbergen* nergens meer dan 180 vademen (329 meters) bedraagt. Daarentegen werden meer westelijk, in de richting naar *Groenland*, diepten van 2170 vademen (3971 meters) en 2650 vademen (4850 meters) gevonden. — Vroegere peilingen, door de expeditie van de *Porcupine* gedaan, voor het leggen van den telegraafkabel tusschen het eilandje *Valentia*, aan de zuidwestkust van *Ierland*, en *New-Foundland* hebben geleerd dat, over drie vierden van den afstand, de diepte gemiddeld 1750 vademen (3202 meters) en de grootste diepte 2424 vademen (4616 meters) bedraagt.

In den *Indischen Oceaan* werd, door de *Challenger*-expeditie, de grootste diepte ten noordwesten van *Adelaïde* in *Australië* gevonden: namelijk 2600 vademen (4758 meters).

Tusschen *Nieuw-Holland* en *Nieuw-Zeeland* werd als aanzienlijkste

diepte door de *Challenger* 2625 vademen (4804 meters) gepeild. In de *Chineesche zee* vond men, als grootste diepte, 2225 vademen (4067 meters); maar de grootste diepte, die de *Challenger*-expeditie aantrof, was op de reis van *Yokohama* naar *Honolulu* (*Sandwichs-eilanden*), op 34° — $43'$ noorderbreedte en 144° — $2'$ oosterlengte van *Greenwich*: namelijk 3950 vademen (7224 meters). Bij de expeditie van het Amerikaansche schip *Tuscarora*, om de diepte te peilen, voor het leggen van een telegraafkabel tusschen *San-Francisco* en *Yokohama*, vond BELKNAP, op 44° — $55'$ noorderbreedte en 150° — $6'$ oosterlengte van *Greenwich*, de verbazende diepte van 8519 meters.

Om niet te uitvoerig te worden, kunnen wij hier niet alle bijzonderheden vermelden, die de peilingen in den *Grooten Oceaan* hebben opgeleverd, maar willen alleen, in navolging van Prof. PETERMANN, eenige merkwaardige diepten van dien oceaan vermelden. De namen daarvan zijn ontleend aan de schepen en hunne bevelvoerders, benevens aan personen, die tot de uitrusting daarvan hebben medegewerkt.

1^o *Tuscarora*-diepte, de reeds boven vermelde aanzienlijkste diepte, die tevens de uitgebreidste is: nl. van den *Marshall-archipel* en de *Mariannen*, langs de *Japansche*-, *Kurilische*- en *Aleutische-eilanden*, tot bij de kust van *Noord-Amerika*, van waar zij zich naar de *Sandwichs-eilanden* ombuigt. Hare gemiddelde diepte bedraagt 3000 tot 4000 vademen (5490 tot 7320 meters). Hare grootste diepte is 4655 vademen (8519 meters).

2^o *Challenger*-diepte, tusschen de *Mariannen*-, *Carolinen*-, *Alligator-Schoal*- en *los-Jardines-eilanden*, begrensd door eene diepte-lijn van 3000 vad. (5490 met.); grootste diepte 4575 vad. (8372 met.).

3^o *Miller*-diepte, tusschen de *Fanning*-, *Phoenix*-, *Tokelau*- en *Mani-niki-eilanden*; gemiddelde diepte 3000 v. (5490 m.); grootste 3448 v. (6309 m.).

4^o *Hilgard*-diepte, tusschen de *Phoenix*-, *Gilbert*-, *Lagunen*-, *Samoa*- en *Tokelau-eilanden*; gemiddelde diepte 3000 v. (5490 m.); grootste 3300 v. (5939 m.).

5^o *Wyman*-diepte, noordoostelijk van *Hawaiï*; gemiddelde diepte 3000 v. (5490 m.); grootste 3155 v. (5754 m.).

6^o *Belknap*-diepte tusschen *Hawaiï* en de *Fanning-eilanden*; gemiddelde diepte 3000 v. (5490 m.); grootste 3125 v. (5699 m.).

7^o *Ammen*-diepte tusschen *Johnston-eiland*, *Krüsenstern-klip* en *Schjetman-riif*; gemiddelde diepte 3000 v. (5490 m.); grootste 3106 v. (5665 m.).

8^o *Patterson*-diepte, tusschen *Nieuw-Holland* en *Nieuw-Caledonië*; gemiddelde diepte 2000 v. (3660 m.); grootste 2682 v. (4907 m.).

9^o *Carpenter*-diepte, tusschen *Nieuw-Guinea*, *Nieuw-Holland*, *Nieuw-*

Caledonië, de *Loyalty-eilanden*, *Nieuwe-Hebriden-* en *Salomon-eilanden*; begrensd door eene diepte-lijn van 2000 v. (3660 m.); grootste diepte 2650 v. (4850 m.).

10° *Nares-diepte*, tusschen *Nieuw-Guinea*, *Nieuw-Brittannië*, de *Carolinen-* en *Pelew-eilanden*; begrensd door eene diepte-lijn van 2000 v. (3660 m.); grootste diepte 2650 v. (4850 m.).

11° *Thomson-diepte*, tusschen *Nieuw-Holland*, *van-Diemensland*, *Nieuw-Zeeland* en *Lord-Howe-eiland*; begrensd door eene diepte-lijn van 2000 v. (3660 m.); grootste diepte 2600 v. (4758 m.).

12° *Jeffreys-diepte*, zuidwestelijk van *van-Diemensland*; begrensd door eene diepte-lijn van 2000 v. (3660 m.); grootste diepte 2600 v. (4758 m.).

13° *Gazelle-diepte*, tusschen *Nieuw-Caledonië*, *Norfolk*, *Nieuw-Zeeland* en de *Kerdamec-eilanden*; begrensd door eene diepte-lijn van 2000 v. (3660 m.); grootste diepte 2270 v. (4154 m.).

Wij hebben (pag. 76) gezien, dat de zee bij aardbevingen somtijds terugwijkt en daarna, met één of meer golven, wederkeert. De snelheid, waarmede die golven zich voortplanten, hangt van de diepte der zee af, zoodat, indien de snelheid bekend is, de gemiddelde diepte — althans bij benadering — kan worden berekend.

In Augustus 1868 had er eene hevige aardbeving in *Chili* plaats; de daardoor gevormde golf verbreidde zich, door den *Grooten Oceaan*, en, uit de waarneming van de aankomst dezer golf, op de oostkust van *Australië*, en hare voortplanting langs de westkust van *Zuid-Amerika*, is, door HOCHSTETER, volgens de tafels van AIRY, gevonden, dat de diepte van den Oceaan aldaar, van 1160 tot 3665 vadem (2123 tot 6707 meters) bedraagt. De aardbevings-golven, die in *Japan* ontstonden, en zich oostwaarts tot in *Californië* uitstrekten, hebben mede ter bepaling van de gemiddelde diepte van den Oceaan, in die streken, gediend. De uitkomsten daarvan sluiten — even als de eerstgenoemde — vrij goed aan de diepten, die door peilingen bepaald zijn.

Sommige zeeën kent men, ten opzichte van hare diepte, vrij nauwkeurig; vooral is dit met de *Noord-*, *Oost-* en *Middellandsche zee* het geval. De gesteldheid van den grond der *Noordzee* is, door vele duizende peilingen, zelfs uitstekend bekend; vooral in het zuidelijk gedeelte, langs de kusten en in het *Kanaal*. In het algemeen, is deze zee ondiep: hare gemiddelde diepte kan op 50 meters worden gesteld; nergens peilt men zelfs meer dan 600 meters. Op eenigen afstand, ten westen van *Groot-Brittanië* en *Ierland*, en ten westen en noorden van de kusten der *Golf van Biscajje*, neemt de diepte echter plotseling meer dan 600 meters toe. Evenzoo is er eene smalle, diepe, kloof lang de kusten van *Noorwegen*. Men kan dus

den bodem der *Noordzee* als eene bergvlakte beschouwen, waarvan *Groot-Britannië* en *Ierland* hooger gelegene deelen zijn. De grenzen van dit plateau strekken zich nog eenigszins ten westen van genoemde landen uit. — Het *Kanaal*, tusschen *Engeland* en *Frankrijk*, heeft een zeer ongelijken bodem: op sommige plaatsen bedraagt de diepte bijna 100 meters, terwijl elders, op weinige meters, reeds grond wordt gepeild.

De *Oostzee* heeft, ten noorden en ten oosten van *Gothland*, de grootste diepte: namelijk 240 meters. — De diepte der *Middellandsche zee* is zeer ongelijk: de straat van *Gibraltar* heeft, volgens de peilingen van admiraal SMITH, tusschen *Gibraltar* en *Ceuta*, 1280 meters diepte; verder oostwaarts neemt deze zeer toe. Langs de Afrikaansche kust is zij het grootst. Tusschen *Sicilië* en *Afrika*, bij kaap *Bon*, loopt een bergrug onder de zee voort, waarin eene diepere kloof of vallei is; de grootste diepte is aldaar 722 vademmen of 1300 meters. De grootste diepte, die tot nu toe in de *Middellandsche zee* is gepeild, bedraagt 2170 vademmen of 3960 meters, omstreeks ter halver wege tusschen den zeeboezem van *Tarente* en *Tripoli*. In het oostelijk gedeelte, is de grootste diepte, ten zuidoosten van *Candia*, 1830 vademmen (3340 meters). — De *Adriatische zee* is, in het algemeen, niet diep. — De *Zwarte zee* heeft, volgens Russische kaarten, aan de zuidelijke kust van de *Krim*, 975 meters diepte en, langs de kusten van *Abchasië*, 822 meters. In het midden heeft men echter, ten zuidwesten van de *Krim*, 1070 vademmen (1952 meters) gepeild. Het noordwestelijk gedeelte is veel ondieper. — De *Kaspische zee* is, in haar noordelijk gedeelte, zeer ondiep: het bed vormt hier de voortzetting van het lage land aan de monden van de *Wolga* en *Ural*; doch, naar het zuiden, neemt de diepte zeer snel toe, zoodat zij, ten oosten van *Derbent*, 880 meters bedraagt.

Uit de aangevoerde voorbeelden blijkt dus, dat de zeegrond eene menigte oneffenheden bezit, die, in vele opzichten, met die van de vaste aardkorst overeenkomen en dat, zoowel de afzonderlijke, als de in rijen of groepen liggende eilanden, moeten worden beschouwd als de toppen van onderzeesche bergen, bergketens of gebergten, die zich boven den waterspiegel verheffen.

Aangaande den aard en de gesteldheid van den zeebodem, op groote diepten, zijn, in den jongsten tijd, belangrijke bijzonderheden bekend geworden, vooral door de onderzoekingen van de expeditiën der Engelsche schepen *Porcupine* en *Challenger*, van het Noord-Amerikaansche schip *Tuscarora* en van het Duitsche *Gazelle*. Om hier niet te spreken van dieren, door dreggen opgehaald, uit diepten, die men vroeger voor het verblijf van levende organismen ongeschikt achtte, willen wij hier alleen

vermelden, dat uit de grootste diepten, tusschen *Yokohama (Japan)* en *Honolulu (Sandwichs-eilanden)*, op de meeste plaatsen eene roode klei werd opgehaald. Tusschen *San-Francisco (Californië)* en *Japan* was, hetgeen men uit de grootste diepte ophaalde, meerendeels van kalkachtigen aard en vormde een deegachtig slib. Het bevatte slechts hier en daar zand, en bestond meestendeels uit schalen van diatomeën en foraminiferen, nu en dan met naalden en kiezel-sceletten van kleine sponsen en polycystinen. Op andere plaatsen vindt men zand, modder, koraal en, op de steilten, rotsgrond.

§ 32.

Het *zeewater* is, indien het van mechanisch ingemengde deelen vrij is, zeer *doorzichtig*, bijna kleurloos en behoeft, ofschoon het verschillende zouten opgelost houdt (zie § 33), niet voor het zuiverste bronwater in doorschijnendheid onder te doen. Van daar, dat het zon- en daglicht, tot eene zekere diepte, daarin kan doordringen. De diepte, waarop men voorwerpen kan onderscheiden, bedraagt echter minder dan de helft van die, waartoe het zonlicht doordringt: want, indien men aanneemt, dat de opslorping van het licht, in dezelfde reden toeneemt, als de lengte van den weg, dien het licht in het water doorloopt, dan zal men witte voorwerpen op de helft der diepte kunnen onderscheiden, waartoe het licht in de zee doordringt. Het licht, dat van zoodanige voorwerpen wordt teruggekaatst moet namelijk tweemaal door de laag water gaan, die zich boven het voorwerp bevindt. Pater SECCHI liet eene wit geschilderde schijf, van 2,33 meters middellijn, bij helder weder en stille zee, horizontaal liggend, zinken. Op eene diepte van 42,5 meter werd die onzichtbaar. Dit getal, dubbel genomen, voor den heen- en teruggang van het licht, verschilt slechts weinig van 83 meters, door BOUGUER aangenomen, als de grens der doorzichtigheid van zeewater. — Het schijnt echter, dat men, op sommige plaatsen, op nog grootere diepte voorwerpen heeft onderscheiden: in enkele streken van de *noordelijke Poolzee* kan men zeer duidelijk schelpen waarnemen, die zich op 137 meters diepte bevinden en, tusschen de *West-Indische eilanden*, is, bij diezelfde diepte, het water zoo doorzichtig, dat men den bodem der zee nog duidelijk kan zien. De zeegrond wordt daar echter, vooral op den middag, door de zon voordeliger verlicht, dan in de *Poolzee*, dewijl de stralen onder een grootere hoek op het water vallen. De zeebodem vertoont zich, bij gemelde eilanden, met eene bijzondere pracht: men ziet daar, als in eene andere wereld; schelpen, koralen en andere voorwerpen schitteren met alle kleuren van den regenboog, terwijl visschen, van de vreemdste vormen, rustig door die koraalwouden dar-

telen, of, met pijlsnelle vaart, voorschieten, om hunne vervolgers te ontvluchten of hunne prooi te bemachtigen. Hierbij doet zich nog, ten gevolge der breking, die de lichtstralen in het water ondergaan, de bijzonderheid voor, dat de zeegrond op eene veel geringere diepte schijnt gelegen te zijn, dan werkelijk het geval is: zoodat men voorwerpen met de hand meent te kunnen grijpen, die zich, op vele meters diepte, beneden den waterspiegel bevinden.

De eigenaardige, *blauwgroene kleur*, die de zee, bij een helderen hemel, vertoont, en die men *zeegroen* noemt, is algemeen bekend. Zij verandert echter zeer, met den stand der zon, en vooral, met de bewolking; ook de golving heeft daarop invloed. De kleur der wolken wordt, door de oppervlakte, gedeeltelijk teruggesleekt en, daar zich deze, bij die van de overige gedeelten des hemels voegt, ontstaat er eene groote verscheidenheid in de kleurschakeeringen der zee: volgens SCORESBIJ is het zee-water, vooral in de poolgewesten, overal, waar de zee zeer diep is, donkerblauw: maar er zijn ook plaatsen, waar het groen, en zelfs olijfgroen is. De groene streken hebben hier en daar eene lengte en eene breedte van vele mijlen. Bij onderzoek van zulk groen, of olijfgroen water, bleek, dat daarin zeer vele kleine kwallen (*Medusa's*) waren, benevens een aantal van door draden verbonden kogeltjes van 0,5 tot 0,8 mm. middellijn. — Onze landgenoot KOOLEMANS BEIJNEN spreekt, in het verslag van zijn tweeden tocht, met de *Pandora*, naar de Amerikaansche poolgewesten, van de donkergroene kleur de *Baffins-baai*. — DR. C. F. A. SCHNEIDER vond, in de *Java-zee* en in den *Molukschen archipel*, groene en gele strepen, die veroorzaakt werden door een mikroskopisch wier, tot de Conferven behoorende, de *Trichodesmus erythraeus*. Volgens EHRENBURG, komt dit in vele zeeën, vooral in den *Grooten Oceaan*, bij *Californië*, in de *Roode zee*, bij *Australië* enz. voor. De kleur hangt van het tijdperk der ontwikkeling daarvan af: jong is het groen, later geel, en het wordt eindelijk rood van kleur. — D'ORBIGNY zag de zee, nabij de kust van *Brazilië*, over eene uitgebreidheid van omstreeks 15 D. G. mijlen, donkerrood gekleurd, door kleine diertjes (*Cetochylen*), die, volgens het getuigenis van walvischvangers, het voornaamste voedsel der walvissen uitmaken. — Ook door talloze infusoriën, kan de zee eene bijzondere kleur verkrijgen: DARWIN verhaalt, dat de zee, over eene oppervlakte van verscheidene vierkante mijlen, eene roode kleur had, ten gevolge van talloze infusoriën, behoorende tot het geslacht *Trichoda*, welke, ieder op zich zelf, nauwelijks $\frac{1}{4}$ millimeter groot zijn. — Op ondiepe plaatsen, hangt de kleur van de gesteldheid van den bodem af: boven kalkgrond,

of wit zand, is zij van geel tot appelgroen; boven geel zand, donker groen; boven een donkeren grond, is zij bruin of zwart, terwijl zij, boven slijk, grauw is.

De benamingen van *Roode-, Witte-, Zwarte zee, enz.* zijn meerendeels ongepast: dewijl deze zeeën zich niet door zulke kleuren onderscheiden. Vele gedeelten der zee hebben echter bijzondere tinten: in de *Golf van Guinea* is de zee wit; rondom de *Malediven* is zij zwart; men heeft den zeeboezem van *Californië* de *Vermiljoen-zee* genoemd, dewijl het water aldaar, door roode infusoriën, en de grond, door roode koralen en planten, dikwijls min of meer rood gekleur is. — Dezelfde kleur, werd, door *MAGELLAAN*, in de nabijheid van den mond des *Plata-strooms* opgemerkt. — De *Perzische zeeboezem* is, door Oostersche aardrijkskundigen, de *Groene zee* genoemd: want, in de nabijheid der Arabische kust, vindt men werkelijk vrij scherp begrensde strepen, die eene groene kleur hebben. — De *Gele zee*, aan de oostkust van *China*, draagt met recht dezen naam: want, door eene geweldige hoeveelheid slib, die de *Hoang-H* of *Gele rivier* daarin voert, wordt het water, tot ver in zee, duidelijk gekleurd.

§ 33.

De *smaak* van het zeewater is zeer walgelijk, zout en bitterachtig, en het gebruik verwekt dorst, ja zelfs braking. Dit komt van de zouten, die het bevat. De hoeveelheid daarvan verschilt slechts weinig voor verschillende deelen des Oceaans, maar vrij veel, voor min of meer afgesloten zeebekkens. Voor den Oceaan, bedraagt het gemiddeld gewicht der opgeloste zelfstandigheden 3,5 deelen in 100 deelen water: de *Atlantische oceaan* bevat een zoutgehalte van 3,552, de *Groote oceaan* van 3,471 procent. Honderd deelen van het zoutmengsel, dat in het zeewater is opgelost, bevatten gemiddeld:

Chloornatrium	78,47
Chloormagnesium	9,42
Zwavelzure magnesia	6,41
Zwavelzure kalk	4,44
Chloorkalium	1,03
Broommagnesium	0,17
Koolzure kalk	0,04
Kiezelzuur-anhydried	0,01
Ammoniak	0,01
	<hr/>
	100,00

Verder vindt men er sporen in van iodium, fluorium, phosphorzuur, boorzuur, aluinaarde, baryt, strontiaan, mangaan, ijzer, nikkell, kobalt,

koper, lood, zilver, goud en arsenicum. Door de aanwezigheid dezer verschillende bestanddeelen, is het soortelijk gewicht des zeewaters grooter dan dat van zuiver water, en bedraagt, bij eene temperatuur van 16°, ongeveer 1,026.

In de nabijheid van vele kusten, in baaien, zeeboezems en in min of meer afgesloten gedeelten der zee, is het zoutgehalte en het soortelijk gewicht des waters anders, dan in de open zee, ver van de kusten. Dit is aan het zoete water toe te schrijven, dat, door de rivieren, daarin wordt gevoerd: zoo is het water van den *Atlantischen oceaan*, tot op meer dan 20 D. G. mijlen van den mond van den *Amazonen-stroom*, minder zout dan elders. Evenzoo bezit het water van de *Middellandsche zee*, in de nabijheid van den mond der *Rhône*, een geringer zoutgehalte, dan verder van de kusten.

In meer afgesloten zeeën kan, door het instroomen van vele rivieren, zelfs het zoutgehalte des waters aanmerkelijk worden verminderd. Het water der *Noordzee* heeft, bij 15°, een gemiddeld soortelijk gewicht van 1,0261, doch dit verschilt, op de onderscheiden plaatsen, van 1,0280 tot 1,0199. — Dat der *Oostzee* bevat slechts 0,481 procent zouten, want: door de *Oder*, *Weichsel*, *Niemen*, *Duna* en vele kleinere rivieren, vooral aan de oostkust van *Zweden*, wordt eene groote hoeveelheid zoet water naar dit zeebekken gevoerd. Het soortelijk gewicht van het water der *Oostzee* bedraagt, bij 15 graden, gemiddeld 1,0086; het verschilt van 1,0232 tot 1,0003. Dit geringe zoutgehalte sluit zich ook, aan hetgeen vroeger (pag. 108) vermeld is, aangaande den stroom, die, door de *Sond* en de *grooten en kleine Belt*, naar de *Noordzee* gaat. In de *Sond* en het *Kattegat* is het zoutgehalte 1,513 procent. — Het water der *Middellandsche zee* heeft daarentegen een grooter zoutgehalte, dan dat van den oceaan: namelijk 3,794 gewichts-procenten. De reden hiervan is in de volgende omstandigheden te zoeken: bij de ligging van deze zee, onder eene vrij warme hemelstreek, verdampt er, aan de oppervlakte, eene groote hoeveelheid water, waarvan het zout achterblijft; de waterspiegel moet, dien ten gevolge dalen, en is (gelijk wij pag. 108 zagen), werkelijk lager, dan die van den *Atlantischen oceaan*; daardoor ontstaat een vrij sterke stroom, door de straat van *Gibraltar*, die dit verlies voortdurend vergoedt. Daar er echter *zuiver* water verdampt, en dit verlies door *zout* water wordt aangevuld, is het zoutgehalte grooter, dan in den oceaan. Er wordt, wel is waar, door de *Ebro*, *Rhône*, *Nijl*, en eenige kleinere rivieren, zoet water aangevoerd, doch, de hoeveelheid daarvan, weegt niet op tegen die, welke door de uitdamping verloren gaat. In de diepte is het water soortelijk zwaarder, dan nader bij de oppervlakte en

men heeft daarom, op grond van de laatste waarnemingen, beweerd, dat er, in de diepte, een stroom van soortelijk zwaarder water naar den *Atlantischen oceaan* zou gaan. Het soortelijk gewicht, van het water der *Middellandsche zee*, nabij de oppervlakte, bedraagt, gemiddeld uit zes honderd waarnemingen, 1,0289 en neemt, in overeenstemming met het aangevoerde, van het Westen naar het Oosten toe. Het maximum bedraagt 1,0320, nabij den *Griekschen archipel*, waar geen toevoer van zoet water is, dan door den regen; het minimum is 1,0253, nabij *Marseille*, dus niet ver van den mond der *Rhône*.

Het water der *Zwarte zee* heeft minder zoutgehalte, dan dat van de *Middellandsche zee*. Het soortelijk gewicht bedraagt, gemiddeld uit 200 waarnemingen, slechts 1,0134, terwijl het zoutgehalte slechts 1,589 procent bedraagt. De toevoer van zoet water, door den *Donau*, *Dnjestr*, *Dnjépr* enz. is zeer aanzienlijk. — Het water der *Roodde zee* heeft, zooals uit de ligging te verwachten is, een aanzienlijk zoutgehalte, namelijk 4,534 procent en een soortelijk gewicht van 1,036; dat der *Caraïbische zee* heeft een zoutgehalte van 3,610 procent. — De *Kaspische zee* bezit een zoutgehalte van 1,624 procent.

§ 34.

Een der prachtigste verschijnselen, die de zee oplevert, is het *lichten* of, gelijk de zeelieden het noemen, het *vuren der zee*. Soms ziet men namelijk, als het duister geworden is, de zee met eene ontelbare menigte van schitterende stippen, of roodachtige sterretjes bezaaid, die zich vooral vertoonen in het spoor, dat het schip achter zich laat en *zog* of *kielwater* genoemd wordt, benevens op de toppen der golven, die zich tegen het schip breken. Dikwijls bepaalt het zich alleen tot de golven, in de nabijheid van het schip, terwijl het zwakker wordt, naarmate zij zich verder daarvan verwijderen. Soms schijnt de zee, tot op eene zekere diepte, gelijkmatig verlicht, en dan vertoonen zich visschen en andere zeedieren vrij duidelijk, als donkere lichamen, ofschoon niet zeer scherp begrensd.

Op andere tijden vertoont zich de oppervlakte der zee met een zachten, witten glans, die haar een melkachtig aanzien geeft en het sterkst op de toppen der golven wordt waargenomen. Alle zeereizigers, die gelegenheid hadden, het lichten der zee goed waar te nemen, stemmen overeen aangaande het schoone en indrukwekkende van dit nachtelijk verschijnsel. Bij eene naderende donderbui, of wanneer er storm op handen is, wordt het veelal sterker. Bij volkomene windstilte, wordt het schier nooit waargenomen en, in het algemeen, is dit verschijnsel het

sterkst, op die plaatsen, waar de hevigste beweging des waters plaats heeft. Schept men, van het lichtende zeewater, in een vat en laat men het rustig staan, of hangt men het, als een slinger, aan eene koord, opdat het, zoo min mogelijk, in de beweging van het schip zou deelen, dan houdt het lichten weldra op. Doch roert men het water, dan begint het op nieuw en wordt even sterk als in de zee. — Indien men in zeewater, waarin diertjes zijn, die lichten kunnen, zekere prikkels aanbrengt — bijv. door er eene electricische ontlading door te laten gaan, of een verdund zuur er in te doen — dan wordt het voor korten tijd lichtend.

Het lichten der zee wordt op alle deelen van den oceaen waargenomen, doch op hooge breedten is het zeldzaam. Aan onze kusten wordt het nu en dan in de *Noordzee* gezien. Het is echter het menigvuldigst in de warme streken der aarde. Men heeft opgemerkt, dat het op sommige plaatsen meer plaats heeft dan op andere: zoo heeft men het dikwijls waargenomen op den *Atlantischen oceaen*, op omstreeks $21\frac{1}{2}^{\circ}$ noorderbreedte en 19° tot 21° westerlengte van *Greenwich*, dat is: ten Noordoosten der *Kaap-Verdische* eilanden Ook in de *Golf van Guinea* en in den *Arabischen zeeboezem* is het vrij menigvuldig; van laatstgemelden was dit reeds aan de Ouden bekend.

Men heeft reeds, sedert de vroegste tijden, getracht, de oorzaak van het lichten der zee op te sporen, en er zijn vele onderstellingen daarover, door natuuronderzoekers en geleerde reizigers, gemaakt.

In de vorige eeuw, toen de ontdekkingen aangaande de electriciteit zoozeer de algemeene opmerkzaamheid tot zich trokken, meende men schier alles hieraan te moeten toeschrijven, en onderstelde, dat het lichten der zee, dat in de nabijheid der schepen werd waargenomen, door de electriciteit zou ontstaan, die door de wrijving des waters, tegen het schip, zou worden opgewekt. — Latere onderzoekingen hebben echter geleerd, dat dit verschijnsel op onderscheidene wijzen kan ontstaan: zoo kunnen rottende zelfstandigheden een schemerachtig licht uitstralen, vooral zeevisschen en vischkuit; doch het is niet waarschijnlijk, dat zich te gelijker tijd zoovele rottende dieren bijeen zullen bevinden, dat daardoor de zee, zoover het oog reikt, lichtend zou worden. — Een nauwkeurig onderzoek, op verschillende tijden en door onderscheiden natuuronderzoekers, in het werk gesteld, heeft getoond, dat het lichten der zee veelal wordt veroorzaakt door zeer kleine diertjes, meerendeels weekdieren, kwallen, polypen en infusoriën. Onder de weekdieren, behooren tot de geslachten *Pyrosoma* (vuurlijf) en *Salpa*, soorten die lichtend zijn; onder de zeenetels (die volgens sommigen alle lichtend zijn) komen er voor, die tot de geslachten *Physalia*, *Beroë*, *Medusa*, *Pelagia* en *Noctiluca* behooren; vooral

de *Noctiluca miliaris*; onder de ringwormen: *Nereis* en *Polijnoë*; onder de infusoriën: *Ceredinium* en *Pronocentrans*. Van sommige dezer geslachten zijn alle soorten lichtend. Daar nu de omstandigheden, waaronder ééne of meer dezer soorten lichten, verschillend kunnen zijn, en al of niet gelijktijdig kunnen plaats hebben, zal het lichten der zee, nu eens door meer, dan weder door minder soorten worden te weeg gebracht en dus zeer kunnen verschillen. In alle gevallen moeten echter vele millioenen dezer dieren te gelijk licht ontwikkelen, om dit prachtige schouwspel te voorschijn te brengen. — Voor den nadenkenden zeereiziger levert het vaak de stof tot bewondering, en breekt de eentonigheid af, van zijne reis door de waterwoestijn.

§ 35.

De oppervlakte der zee kan, door velerlei oorzaken, in *beweging* worden gebracht. Eene der voornaamste is de wind. De lucht, die op het water rust, oefent, wanneer zij bewogen wordt, eenige wrijving uit, dewijl zij zich min of meer aan het water hecht. Bestond deze aanhanging niet, dan zou zij, bij eene horizontale beweging, over het water strijken, zonder het in beweging te brengen. Doch de wind werkt (zie § 49) in eene min of meer schuine richting en, daar de beweging der lucht niet gelijkmatig geschiedt, maar stootswijze, zoodat er afwisselend verdichte en verdunde luchtmassa's over het water strijken, drukt zij het water, op die plaatsen, waar de stoot het sterkt is, neder, terwijl het, een weinig verder, waar de drukking minder is, oprijst. Achter de aldus gevormde golf, is het water echter voor de werking van den wind beschut en deze kan daarom eerst een weinig verder weder daarop werken, om eene tweede golf te doen ontstaan. Aldus verbinden zich de werkingen van verschillende windstooten, en brengen het water in eene op- en neergaande beweging, die zich rollend voortplant. Het water zelf beweegt zich hierbij slechts weinig voorwaarts, zooals blijkt uit voorwerpen, die op zijne oppervlakte drijven; doch elk waterdeeltje beschrijft daarbij, ten naastenbij, eene bepaalde kromme ¹⁾. Wordt de wind sterker, dan versnelt ook de beweging; de golven worden hooger, halen elkander in en vereenigen zich tot nog grootere. Dat de golven werkelijk, door de aan-

¹⁾ Indien men een buigzaam touw, van eenige meters lengte, aan het eene uiteinde bevestigt, en het andere einde met de hand op en neer beweegt, dan komt dit in eene golvende beweging; waaruit het gezegde duidelijk wordt.

kleving der lucht en de daaruit ontstaande wrijving, op het water, ontstaan, blijkt daaruit, dat men die werking kan verminderen en zelfs geheel doen ophouden, door de oppervlakte des waters met eene zeer dunne laag eener stof te bedekken, waarop die wrijving minder is. Het is namelijk een reeds sedert lang bekend feit, dat olie, geworpen op water, dat, door den wind, in eene golvende beweging is gebracht, de golving stilt. Dit wordt op de volgende wijze verklaard: als de oppervlakte des waters door olie is bedekt, dan wordt de wrijving van den wind of luchtstroom aanmerkelijk verminderd en de kracht daarvan wordt deels aangewend om de olie tot een uiterst dun vlies uit te breiden, deels om dit vlies, in de richting van den wind, over de oppervlakte van het water voort te schuiven. In sommige gevallen kan het storten van olie met vrucht worden aangewend. De hoeveelheid, die men behoeft, om, b. v. rondom een schip, de golven te stillen, is niet zeer groot: want de olie breidt zich spoedig tot een vlies uit, dat in dikte met eene zeepbel overeenkomt. Ook vertoont het dan, even als deze, verschillende kleuren.

Indien men de vlakte van het onbewogen water ter vergelijking aanneemt, dan verheft zich, bij een golvend water, een gedeelte boven dit vlak, terwijl daarnaast eene diepte ontstaat. Het eerste noemt men een *golfberg*, het tweede een *golfdal*. In de open zee kunnen de golfbergen eene hoogte van 4 tot 6 meters, en zelfs meer bereiken, terwijl de diepte der golfdalen even zoover beneden de gemiddelde hoogte des waters gaat. — Het gebeurt echter niet zelden, dat twee of meer golven, door windvlagen voortgezweept, elkander inhalen en het water aldus tot eene veel grootere hoogte, dan die der overige golven, wordt opgestuwd. Men ziet dit reeds, in de verte, aan het zilverkleurig schuim, dat, in allerlei kronkelingen, den kam van deze golven kroont. Bruisend rollen zij op het schip aan en overstelpen het, vaak alles met zich medevoerend, wat niet stevig bevestigd is, terwijl zij het soms aanmerkelijk beschadigen. Zulke hooge golven worden *stortzeeën*, of kortweg, *zeeën* genoemd. — De zeelieden onderscheiden *hooge* en *moeielijke* zeeën; de eerste komen alleen in den oceaan, ver van de kusten, voor, en ontstaan, door de aanhoudende werking van een sterken wind of storm uit eene zelfde streek. De bewegingen van het schip zijn daarbij min of meer regelmatig. — Moeielijke zeeën ontstaan, wanneer de wind, na eenigen tijd sterk te hebben gewaaid, van richting verandert, of zooals soms bij orkanen (§ 54), met kracht, uit eene tegenoverstelde streek komt. Gedurende den overgang, van de eene richting der golving, in de andere, heeft de zee dan een verschrikkelijk aanzien: de golven rijzen loodrecht op, zoodat de zee schijnt

te koken. — Moeielijke zeeën ontstaan ook op plaatsen, waar de diepte snel afneemt, en dus de regelmatige beweging van het water wordt gestoord: de zuidspits van *Afrika* bijvoorbeeld, zet zich nog, tot eenigen afstand beneden de zee, voort. Deze minder diepe streek draagt den naam van *Agulhas-* of *Naald-bank*, of het *Kaapsche rif*. Bij sterke noordwesten-winden verheffen zich daar de golven zeer hoog en zijn onregelmatig. De oude Portugesche zeevaarders noemden daarom die streek de *Storm-kaap*. — Ook op eenigen afstand voor den ingang van het *Engelsche kanaal* wordt de zee plotseling ondieper, zoodat men daar, met de gewone hulpmiddelen, grond kan peilen; op deze dusgenaamde *Gronden* loopt dikwijls eene moeielijke zee. — Bij de vaart om *Kaap-Hoorn* vindt men hetzelfde verschijnsel.

Het vreeselijk aanzien der zee, bij een storm, en het daarmede gepaard gaande gevaar, waardoor de reiziger, en zelfs de zeeman wordt aangegrepen, zijn geene uitlokkende omstandigheden, om aangaande de hoogte en snelheid der golven, nauwkeurige waarnemingen te doen. Dit is echter, door den beroemden reiziger SCORESBIJ en vele anderen na hem, geschied. Zij betreffen de hoogte, lengte en snelheid der golven in den *Atlantische Oceaan*, die hij, aan boord van het stoomschip *Hibernia*, op 37°—55' westerlengte van *Greenwich* en omstreeks 51° noorderbreedte, tijdens een storm, die 36 uren duurde, heeft kunnen waarnemen. Ten einde alles goed te zien, was hij op eene der raderkasten van de boot gezeten, eene plaats, die niet zonder gevaar was. Hij kon aldus nagaan, hoeveel golven, die zich boven den gezichteinder verhieven, voorbij hem heengingen, en, door de hoogte van het oog, boven den gemiddelden waterspiegel, in aanmerking te nemen, vrij nauwkeurig ook de hoogte der golven bepalen. Evenzoo kon hij, uit den tijd, dien een golf noodig had, om de (bekende) lengte der boot te doorloopen, met inachtneming van de snelheid en den koers der boot, de snelheid vinden, waarmede de golven voorbij rolden. Deze bedroeg 14,7 m. per seconde, eene snelheid, welke die der spoortreinen overtreft. Ook de lengte der golven, of de afstand van een golfberg, tot den daarop volgenden, kon worden bepaald: zij bedroeg, door elkander gerekend, van 170 tot 182 meters. — De admiraal FITZ-ROY heeft, op den *Atlantischen Oceaan*, bij diepe zee, golven waargenomen van 18,3 meters hoogte, boven het golfdal. Zij hadden eene snelheid van 9,5 tot 15,2 meters per seconde.

Indien men de zwaarte des waters in aanmerking neemt, en tevens let, op de verbazende snelheid, waarmede de golven tegen steile kusten, zee-weeringen en schepen komen aanrollen, dan kan men reeds nagaan, hoe vreeselijk de kracht is, die zij kunnen uitoefenen: de ingenieur THOMAS

STEVENSON heeft hierover waarnemingen gedaan, aan de westkust van *Schotland*, die aan het volle geweld der golven van den *Atlantischen oceaan* is blootgesteld. Hij vond, dat zij, gedurende de vijf zomermaanden van 1843 en 1844, gemiddeld eene kracht van 2.983 kilogrammen op den vierkanten meter hadden uitgeoefend. Gedurende de zes wintermaanden, had deze kracht 10.185 kilogrammen op den vierkanten meter bedragen: dat is ruim driemaal meer. De grootste drukking nam men waar op den 29^{ten} Maart 1855: zij bedroeg, op elken vierkanten meter, 29.701 kilogrammen. Deze laatste kracht is omstreeks honderd en twintig malen grooter dan die, welke een vernielende orkaan uitoefent. (§ 49). — In de *Noordzee* was de kracht der golven veel minder: want de grootste drukking bedroeg slechts bijna de helft der laatste.

De *deining* is eene golvende beweging der zee, waarbij zich het water, zonder aanmerkelijken wind, tot eene groote hoogte kan verheffen. De golven zijn altijd ronder dan die, welke, bij storm, rechtstreeks door den wind, worden veroorzaakt. Dikwijls komen zij uit eene geheel andere richting, dan die van den wind. Zij worden door storm veroorzaakt, die op eenigen afstand woedt, of geheerscht heeft en, indien de koers van een schip in de richting loopt, vanwaar de *deining* komt aanrollen, dan heeft men kans in een storm of orkaan te loopen. Door de *deining* worden schepen veelal in eene, voor de zeelieden onaangename, beweging gebracht: want de zeilen worden dan niet door den wind gespannen, tegen welken zij anders, als het ware, leunen en de masten slingeren, met het schip, krakend heen en weder.

De *branding* vertoont zich alleen aan de kusten, of op ondiepten en riffen, waar de golvende beweging des waters den grond bereikt. De golven worden namelijk, op ondiepe plaatsen, hooger, en volgen korter op elkander; hare kammen rijzen in steile punten op, die zich, als een wit schuim, omkrullen, zij vallen plotseling neder, rollen nog een eind voorwaarts en keeren dan weder terug. Weldra ontmoeten zij de nieuw aankomende golven en, daar deze eene tegengestelde richting hebben, ontstaat er een strijd, waarbij het water tot eene verbazende hoogte kan stijgen. Op zeeeringen en dijken kan de *branding* een ongelooflijk geweld uitoefenen. Een paar voorbeelden mogen daarvan ten bewijze strekken: bij den storm van den 11^{den} Januari 1866 werden, te *Cherbourg*, rotsblokken van 2000 tot 3000 kilogrammen gewicht, waarop de havendam is gebouwd opgenomen en op en over de borstwering van den dijk geworpen. Eenige bleven op die borstwering liggen op eene hoogte van acht meters boven den waterspiegel. — Ook onze zeeeringen zijn, na westelijke of noordwestelijke stormen, de zwiigende getuigen van de vreeselijke kracht

der golven: want men vindt dan dikwijls geheele rijen paalwerk, dat, tot eene aanmerkelijke diepte, in den grond was geheid en waarvan de tuschenruimten met zware steenen waren gevuld, omvergeworpen, door- of weggeslagen. — Ook het volgende kan dienen als een voorbeeld van de kracht der golven op onze kusten: aan de buitenzijden van de steenen havenhoofden van het *Noordzee-kanaal* zijn, als golfbrekers, zware beton-blokken gestort, van 5 en van 10 kub. meters inhoud, die ieder omstreeks 10,000 of 20,000 kilogrammen wegen. Aan het vooreinde van het zuider-havenhoofd zijn uitsluitend van de zwaarste blokken gestort. Bij den storm van 1 Januari 1877, is een dezer 20,000 kilogr. zware stukken, gelicht en, na over het 8 meters breede hoofd geschoven te zijn, gekanteld en, aan de binnenzijde, in de haven terecht gekomen. Opmerkelijk was het te zien, hoe de blokken, door den stormvloed in beweging gebracht, op elkander hadden ingewerkt, zoodat sommige, met hunne kanten, door schuring, diep in andere waren gedrongen.

De diepte, waarop de golvende beweging des waters zich uitstrekt, schijnt, volgens sommige proeven en waarnemingen, vrij groot te zijn en zich zelfs 350 malen verder uit te breiden, dan de hoogte der golven zelve. zoodat golven, van 3 meter hoogte, tot eene diepte van meer dan 1000 meters, nog eenige uitwerking zouden kunnen te weeg brengen. Volgens andere waarnemingen schijnt die beweging niet zoo diep te worden voortgeplant, zoodat er althans, op groote diepte, geene aanmerkelijke beweging meer plaats heeft. Volgens AIMÉ, plant zich de golfbeweging, op de reede van *Algiers*, minstens 40 meters beneden de oppervlakte voort. Sommige verschijnselen, die zoowel in de open zee, als in de nabijheid der kusten worden waargenomen, duiden echter eene omwoeling van den grond aan. De kracht dezer beweging neemt waarschijnlijk zeer snel af, met de toeneming der diepte: want anders moesten ondiepe zeeën, zooals b. v. de *Noordzee*, waarvan de bodem op vele plaatsen uit slijk en modder bestaat, na een storm, zeer troebel zijn; doch dit is niet het geval.

§ 36.

De zee is, behalve door de golfbeweging, nog aan een afwisselend dalen en rijzen onderworpen, dat men de *ebbe* en *vloed*, of het *getij* noemt. Wij zullen ons eerst bezig houden met het verschijnsel zelf, en zien, hoe het zich, in de verschillende deelen van den oceaan, vertoont, om daarna tot de verklaring daarvan over te gaan. — Aan onze kusten, en op de meeste andere, heeft dit verschijnsel op de volgende wijze plaats: wan-

neer de zee, bij den vloed, hare grootste hoogte heeft bereikt, dan blijft zij, gedurende een korten tijd, op dit peil staan en begint, eerst zeer langzaam, daarna sneller te dalen om, wanneer zij bijna haar laagsten stand (ebbe) heeft bereikt, weder langzamer te dalen. Dan blijft zij korten tijd op haar laagste peil, waarna zij, eerst langzaam, dan sneller, en eindelijk weder langzamer rijst. Tusschen twee achtereenvolgende rijzingen, of dalingen, verloopen omstreeks $12\frac{1}{2}$ uren. De hoogte der vloedden is, op dezelfde plaats, niet altijd even groot, maar neemt nu eens af, dan weder toe, zoodat zij somtijds vrij groot zijn en, op andere tijden, nauwelijks merkbaar. Deze toe- en afnemings in hoogte hangt af van den stand der maan, met betrekking tot de zon en de aarde, zoodat de hoogste vloed ten tijde der nieuwe en volle maan, de laagste bij de kwartierstanden plaats heeft. De eerste noemt men *springvloed*, de laatste het *doode getij*. Bovendien hangt de hoogte van den vloed af van den afstand der maan tot de aarde en van de grootte der afwijking, die zij, ten noorden of ten zuiden van den evenaar, heeft.

De hoogte, die de vloedden bereiken, is, op verschillende deelen der aarde, zeer onderscheiden. Onder den evenaar is zij, in het algemeen, het grootst en vermindert naar de polen toe: de plaatselijke gesteldheid, alsmede de richting en kracht van den wind, oefenen daarop evenwel een grooten invloed uit. Men kan, in het algemeen, op grond van theoretische beschouwingen, zeggen, dat de hoogte der vloedden des te minder is, naarmate het water dieper is, en dit wordt door de waarnemingen niet tegengesproken. In de open zee bedraagt de hoogte van den vloed nauwelijks één meter, terwijl zij, in enge zeeboezems, somtijds vele meters bereikt. Zoo verheft zich de vloed, in de bocht van *St. Malo*, aan de Fransche kust van het *Kanaal*, somtijds 16 meters; te *Bristol* bereiken de springvloedden dikwijls meer dan 11 meters, en te *Annapolis*, in de *Funday-baai* in *Noord-Amerika*, komt de vloed meermalen 12 meters hooger dan de ebbe. Ook de tijd, waarop de vloedden invallen, kan, door stormen, zeer worden vervroegd of vertraagd, en, in het algemeen, zijn er vele onregelmatigheden in dit verschijnsel waar te nemen, die door plaatselijke oorzaken worden bepaald; zoo zelfs, dat, op eenige plaatsen, noch ebbe noch vloed is, terwijl men dit toch zou verwachten, op andere weder slechts éénmaal ebbe en vloed in 25 uren, enz.

§ 37.

Dewijl de hoogte, die de vloedden bereiken, wanneer er geene storingen door stormen worden veroorzaakt, gelijk wij zagen, voornamelijk

van den stand der maan, met betrekking tot de aarde en de zon, afhangt en, bovendien nog in verband staat met den afstand der maan tot de aarde en met de grootte harer afwijking ten noorden of ten zuiden van den evenaar, is het zeer natuurlijk de oorzaak van de ebbe en vloed aan de werking van de maan en de zon toe te schrijven. Wij hebben vroeger (pag. 17) gezien, dat de aarde, door de aantrekking der zon, in hare baan wordt gehouden, en dat de maan evenzoo, ten gevolge van de aantrekking, die de aarde op haar uitoefent, eene ellips rondom de aarde beschrijft. Die aantrekking is echter wederkeerig, openbaart zich in eene opheffing der zoo bewegelijke waterdeeltjes van den oceaan, zoowel door de zon, als door de maan. Om, bij de verklaring van de ebbe en vloed de zaak zoo eenvoudig mogelijk voor te stellen, zullen wij eerst den invloed der zon en der maan elk afzonderlijk nagaan en dan zien, hoe, uit de gezamenlijke aantrekking dezer beide hemellichamen, dit verschijnsel kan worden verklaard. Daarenboven zullen wij onderstellen, dat de geheele oppervlakte der aarde door water bedekt is, dat overal even diep is, zoodat de beweging der waterdeeltjes door geene vaste landen of eilanden wordt gestoord.

Door de aantrekking der zon, zou het water, aan de naar haar toegekeerde, of dagzijde der aarde, zich verheffen en eene golf vormen, die, omdat zij steeds naar de zon zou zijn gericht, ten gevolge van de dagelijksche omwenteling, in 24 uren, éénmaal rondom de aarde zou loopen. Maar ook aan de tegenovergestelde of nachtzijde moet vloed wezen. De reden hiervan is deze: het middelpunt der aarde ligt dicht bij de zon, dan de zijde, die van de zon is afgekeerd; de aantrekking werkt dus sterker op het middelpunt — en dus op de geheele vaste aardkern, als samenhangend geheel — dan op het laatstgemelde, van de zon afgekeerde gedeelte der oppervlakte, en daarom zal zich het water meer van de zon verwijderen en ook daar een vloed vormen. Met andere woorden: indien men zich eene lijn voorstelt, die door het middelpunt der zon en dat der aarde gaat, dan zal deze, genoegzaam verlengd zijnde, de aarde in twee punten snijden. Nu ligt het naar de zon gekeerde punt, het middelpunt der aarde en het van de zon afgekeerde punt in dezelfde lijn, maar op verschillende afstanden van de zon, waarom zij ook met eene verschillende kracht zullen worden aangetrokken. Daar nu het gedeelte der vaste, samenhangende aardkorst, dat binnen de dagzijde der aarde begrepen is, sterker wordt aangetrokken, dan het verder verwijderde gedeelte, dat binnen de nachtzijde der aarde is bevat, wordt de vaste oppervlakte, aan de nachtzijde, als het ware, onder water getrokken: zoodat er dus, aan twee tegenovergestelde zijden, vloed moet ontstaan. Het is licht in te zien

dat het, tusschen de plaatsen, waar deze beide vlooden zijn, ebbe zal wezen, en dat er dus, door de dagelijksche wenteling der aarde, op elk punt harer oppervlakte, door de aantrekking der zon, tweemaal vloed en ebbe zal moeten ontstaan. Deze vlooden zullen echter, tusschen de keerkringen, het hoogst zijn: dewijl de aantrekking der zon aldaar het meest rechtstreeks werkt.

Even als de zon, verwekt ook de maan, aan twee tegenovergestelde gedeelten van de oppervlakte de aarde, vlooden. Door de grootere nabijheid der maan, is de aantrekking, die zij op den oceaan uitoefent, sterker: en wel zoodanig, dat zij zich nagenoeg tot die der zon verhoudt als 5 : 2. De totale aantrekking der zon op de aarde is wel is waar veel grooter dan die der maan; doch het *verschil* in afstand van de dag- en nacht-zijde der aarde, tot de zon is, in verhouding tot den geheelen afstand, veel kleiner, dan dat van de deelen die *naar* en *van* de maan zijn gekeerd, in verhouding tot den afstand der maan.

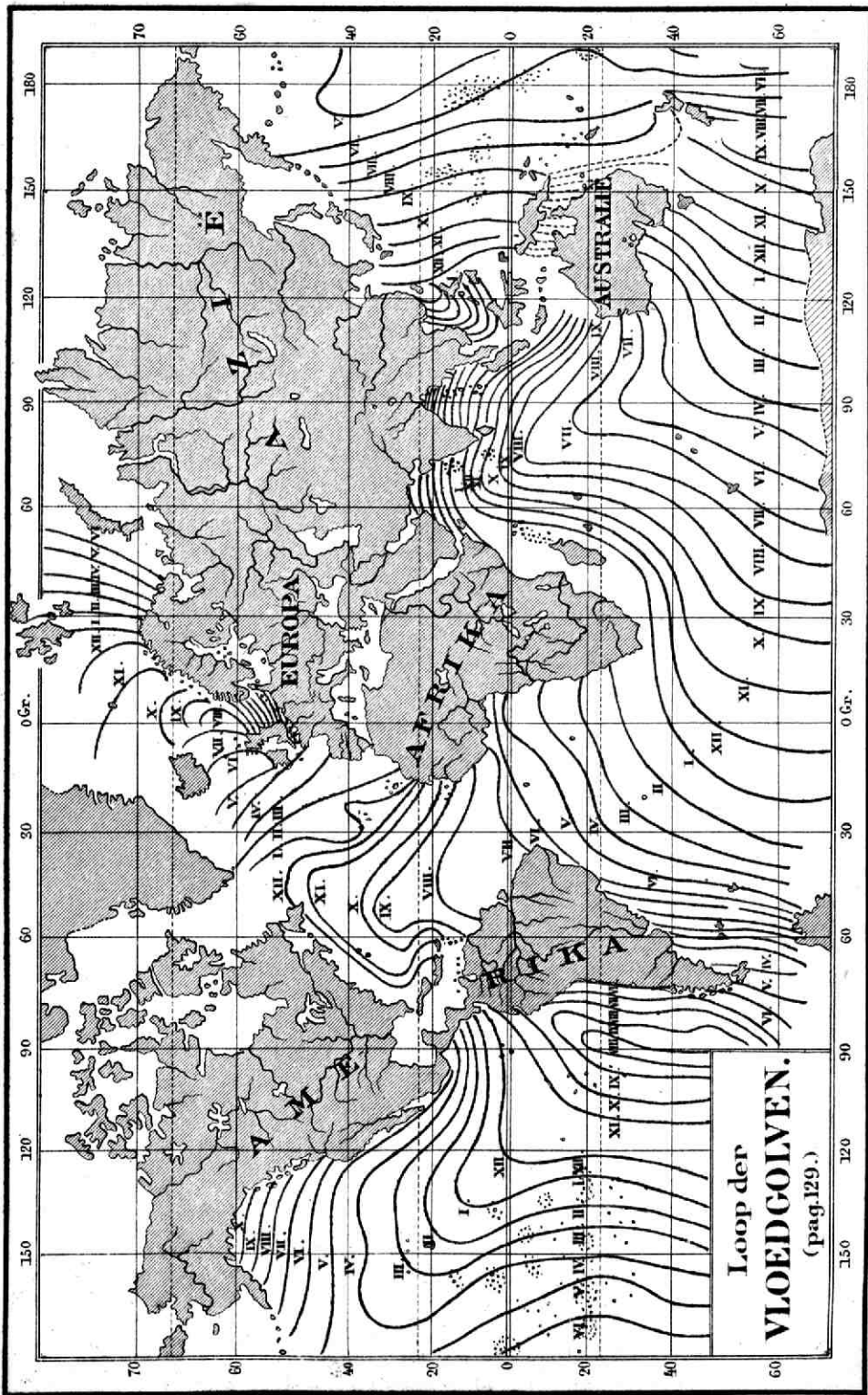
Daar de maan, gemiddeld, in 24 uren en 50 minuten, schijnbaar éénmaal om de aarde loopt, zullen ook de beide vlooden, die zij verwekt, in dien zelfden tijd éénmaal rondom de aarde loopen. Stelt men nu, dat op een zekeren tijd, de vloedgolf der zon en die der maan samentroffen, dan zouden zij één enkelen vloed uitmaken, van eene grootere hoogte, dan door elk dezer hemellichamen afzonderlijk ontstaat; het zou dan *springvloed* zijn. Doch letten wij, wanneer dit kan plaats hebben, dan zien wij, dat zulks alleen kan gebeuren, wanneer de maan in dezelfde richting staat, met betrekking tot de aarde, als de zon, of wel in tegenovergestelde richting; dat is: ten tijde der nieuwe en volle maan. Na verloop van één of meer dagen, zullen de beide gemelde vloedgolven niet meer gelijktijdig op dezelfde plaats komen: want die, welke door de aantrekking der maan ontstaat, zal elken dag gemiddeld 50 minuten later komen, dan die der zon. Hierbij ontstaan echter geene twee afzonderlijke vloedgolven, maar zij vereenigen zich en de aantrekkingen der beide hemellichamen werken zoodanig, dat zij elkander versterken of verzwakken.

De vloed, door de maan verwekt, is steeds grooter dan die der zon, en heeft dus altijd het overwicht. Ten tijde der kwartierstanden van de maan, is haar stand, met betrekking tot de zon, zoodanig, dat de door haar verwekte vloed het meest door die der zon wordt verzwakt. De vlooden bereiken dan de geringste hoogte; dit noemt men het *doode getij*.

§ 38.

In de voorgaande § is ondersteld, dat de geheele oppervlakte

III.



der aarde met water bedekt was, doch, daar dit niet het geval is, zullen de getijden ook eenigszins anders moeten plaats hebben, dan daaruit is afgeleid: vooreerst zijn de waterdeeltjes van den oceaan niet volkomen bewegelijk, zoodat zij niet oogenblikkelijk gehoorzamen aan de krachten, die er op werken. Van daar dat de vloed, zelfs in de open zee, niet plaats heeft op het oogenblik, dat de maan door den meridiaan gaat, maar omstreeks één half uur later; de vloedgolf is dus omstreeks 113 mijlen oostelijker, dan de plaats, waar de maan door den meridiaan gaat. — Ten tweede kunnen de vloedgolven de maan, in hare schijnbare dagelijkse beweging, van het Oosten naar het Westen, niet geheel volgen; omdat zij, door de groote vaste landen, in haren loop worden gestuit. Hierbij veranderen zij tevens veelal van richting, zoodat zij zelfs, in plaats van uit het Oosten naar het Westen, in tegenovergestelden zin kunnen loopen. Dit heeft vooral plaats, indien eene vloedgolf, door eene vernauwing des oceans, in een ander, meer afgesloten zeebekken of boezem dringt. De hieruit gevormde vloedgolven, moeten dan als *secundaire*, die uit de eerste zijn afgeleid, beschouwd worden.

Uit dit een en ander blijkt, dat het bepalen van den loop der vloedgolven onder de moeijlijkste vraagstukken behoort. Voor eenige jaren hebben echter twee Engelsche geleerden, LUBBOCK en WHEWELL, getracht de kennis daarvan tot meerdere volkomenheid te brengen. De laatstgenoemde trok, om een aanschouwelijk beeld van dien loop te ontwerpen, op eene kaart lijnen, gaande door alle plaatsen, waar het te gelijker tijd vloed is. Hierdoor wordt wel reeds veel licht, over deze vroeger zoo duistere zaak verspreid, doch het onderzoek moet nog verder worden voortgezet. Op de kaart III vindt men eene voorstelling van die *lijnen van gelijktijdigen vloed* of *Isorachiën* (door WHEWELL ook *cotidal lines* genoemd). De lijnen, die voluit zijn getrokken, zooals die in den *Indischen* en *Atlantischen Oceaan*, stellen, van uur tot uur, den waarschijnlijksten vorm en de richting van het hoogste gedeelte eener vloedgolf voor. De getallen, bij deze lijnen geplaatst, geven de uren aan, waarop zich elke vloedgolf in den voorgestelden stand bevindt. De gestippelde lijnen, die vooral in den *Grooten Oceaan* voorkomen, duiden de standen van de vloedgolf aan, die minder zeker bekend zijn.

Bij eene beschouwing van de kaart, ziet men aanstonds, dat de vloedgolf, die in den *Grooten Oceaan* ontstaat, westwaarts voortrolt, tot aan de oostkusten van *Azië* en der eilanden, tusschen dit werelddeel en *Nieuw-Holland* gelegen; waar zij zich, in onregelmatige vloed, verliest. Vervolgens, ten zuiden van *Nieuw-Holland* voortgaande, verbreidt zij zich naar de *Indische zee* en wel zoo, dat het te gelijker tijd in den *Arabischen Zeeboezem*,

aan de oostkust van *Madagascar* en aan de *Kaap de Goede Hoop* vloed is. Om, van de zuid-oostkust van *Nieuw-Holland*, tot laatstgemelde plaatsen voort te gaan, besteedt zij 10 of 11 uren. Daarna dringt dezelfde golf in den *Atlantischen Oceaan*, waarbij zij zich meer noordwaarts buigt en gelijktijdig aan de westkust van *Afrika* en aan de oostkust van *Zuid-Amerika* vloed verwekt. Vervolgens rolt zij, deels rechtstreeks, op de kusten der *Vereenigde Staten* aan en gaat deels voorbij de kusten van *Europa*. De golf, die in den *Arabischen zeeboezem*, op de oostkust van *Madagascar* en nabij de *Kaap de Goede Hoop* vloed bracht, had dus 13 of 14 uren noodig, om bij *Portugal*, de kust van *Europa* te bereiken. Twee uren later is zij reeds tot aan de zuidwest-kust van *Ierland* en den mond van het *Engelsche Kanaal* gevorderd. Vervolgens gaat zij steeds voorwaarts, dringt in het *Kanaal van St. George* en loopt tevens langs de westkust van *Ierland* en *Schotland*. De voornaamste golf gaat dan noordoostwaarts, bereikt de kusten van *Noorwegen* en *Lapland* en brengt vloed in de *Witte Zee*. Maar, bij het verlaten van de noordkusten van *Schotland*, verdeelt zij zich, zoodanig dat er tevens een vloedgolf zuidwaarts, langs de oostkusten van *Groot-Brittanië*, gaat, die in den mond der *Theems* treedt. Zij had dus 18 uren noodig, om den weg rondom *Engeland* en *Schotland* af te leggen. Intusschen is de golf, die zich aan den mond van het *Engelsche Kanaal* van de hoofdgolf had afgescheiden, verder in dit kanaal doorgedrongen, en is reeds langs de Belgische en Nederlandsche kusten gegaan, zoodat zij het noordelijkste onzer eilanden juist is voorbijgerold. Den weg van *Ostende* tot aan den noordelijken hoek van *Holland* heeft zij, in ongeveer 8 uren, afgelegd. Men ziet op de kaart, dat, zoowel de vloedgolf, die van het Noorden komt, en, langs de oostkust van *Groot-Brittanië*, zuidwaarts gaat, als die, welke door het *Kanaal* dringt, en, op onze kusten, vloed brengt, *secundaire* of *afgeleide golven* zijn, die met elkander niets, dan haren oorsprong, gemeen hebben. Het kan dus licht gebeuren, dat twee vloedgolven elkander ontmoeten, of wel, dat eene vloedgolf, met een ebbedal samentreft. In het eerste geval, zullen zich die beide golven tot ééne enkele, die eene veel grootere hoogte heeft, vereenigen; in het tweede geval, zullen zij elkander, geheel of gedeeltelijk, vernietigen en er zal geene, of slechts eene geringe rijzing van het water plaats hebben. — Men kan zich door eene proef hiervan overtuigen: werpt men, op eenigen afstand van elkander, te gelijk twee steenen, in een stil water, dan vormen zich, rondom de plaatsen, waar zij vielen, eene reeks van kringvormige golven, die steeds grooter worden en weldra elkander ontmoeten; doch elke beweging zal zich, onafhankelijk van de andere, voortplanten. Op de plaatsen, waar twee golfbergen elkander ontmoeten, zal eene grootere

verheffing des waters plaats hebben; waar twee golfdalen gelijktijdig aankomen, zullen diepere golfdalen worden gevormd; terwijl overal, waar een golfberg met een golfdal samentreft, geene verandering in de hoogte des waters zal plaats hebben. — Dergelijke verschijnselen hebben hier en daar in de *Noordzee* plaats: kapitein HEWETT, die door de Engelsche regeering belast was, om de diepte der *Noordzee* nauwkeurig te onderzoeken, en daartoe duizenden peilingen deed, heeft dien onderlingen invloed (*interferentie*) der golven aldaar het eerst waargenomen. Ongetwijfeld bestaan er op vele andere plaatsen zoodanige interferentieën.

Ofschoon de vloed en eb elkander op elke plaats, na verloop van gemiddeld $12\frac{1}{2}$ uren, opvolgen, moet men zich niet voorstellen, dat dezelfde vloed in dien tijd den halven weg rondom de aarde, aflegt; er zijn gelijktijdig meerdere golven, die elkander met zoodanige snelheid opvolgen, dat de vloed, op elke kust, na omstreeks $12\frac{1}{2}$ uren plaats heeft. Op de kaart blijkt dit aanstonds; want: wanneer men van de westkust van *van Diemensland* af, (waar de vloedgolf b. v. te 12 ure is), in de richting van den voortgang der golven voorttelt, dan vindt men, van eerstgemelde plaats af, tot in de *Witte zee*, vijf vloedgolven. De golf, die bij *van Diemensland* is ontstaan, komt dus eerst na twee dagen in de *Witte zee*, doch in dien tusschentijd zijn er aan eerstgemelde plaats weder vier golven voorbij gegaan. — Het is evenmin eene zelfde watermassa, die, over de oppervlakte der zee, rondom de aarde rolt; want: daar de vloedgolven slechts klein zijn, in vergelijking met de geheele hoeveelheid water des oceaans, behoeft er, in die groote massa, slechts eene geringe beweging der waterdeeltjes plaats te hebben, om eene vloedgolf te vormen.

Uit het voorgaande blijkt, dat de vloedgolven, op de meeste kusten, eerst korteren of langeren tijd na haar ontstaan, aankomen. Van daar bijv. dat de springvloed, op onze kusten, eerst anderhalven dag na volle en nieuwe maan komen. Voor andere plaatsen is dit tijdsverloop langer of korter.

Men is gewoon den tijd van den vloed voor eenige plaats en op den dag der nieuwe en volle maan te bepalen, naar den doorgang van dit hemellichaam door den meridiaan: onverschillig of de vloedgolf zelve reeds bij een vroegeren doorgang ontstaan is, neemt men steeds den laatsten, om daarnaar den tijd van hoog water te bepalen. Dit tijdsverloop, tusschen den doorgang der maan, door den meridiaan eener plaats, en de vloed, is voor elk punt der kust, binnen zekere grenzen, standvastig; het wordt de *haventijd* van dat punt der kust genoemd en moet door waarnemingen worden bepaald. Wil men dus, ten naasten bij, den tijd van den vloed op eenigen dag kennen, dan telt men den haventijd op, bij

den tijd, waarop de maan door den meridiaan der plaats gaat — De haventijd is echter niet volkomen standvastig, maar wordt eenigszins grooter of kleiner, naar gelang van den ouderdom der maan, dat is: naar het getal der dagen, die, na de nieuwe maan, verlopen zijn. Wil men ook de hoogte van den vloed kennen, dan moet men insgelijks op den maans-ouderdom acht geven, en weten hoelang de springvloeden na nieuwe of volle maan invallen.

Behalve de vermelde omstandigheden, zijn er nog andere, die op de hoogte des waters invloed uitoefenen: naar gelang de maan noorder- of zuider-declinatie heeft, zal de vloed zich meer naar het eene of het andere halfmond verplaatsen: dit geldt ook, hoewel in mindere mate, voor de zon; bovendien heeft de afstand, waarop de maan van de aarde is, invloed op de hoogte der vloeden. Is zij, bij nieuwe of volle maan, op haren kortsten afstand, dan bereiken de springvloeden hunne grootste hoogte. Door den samenloop van die omstandigheden en, vooral wanneer zij gepaard gaan met stormen, die het water naar de kust stuwen, kunnen de springvloeden, voor lage streken, die door dijken tegen het overstromen der zee beveiligd zijn, zeer gevaarlijk worden.

Eindelijk kan men licht nagaan, dat, in afgeslotene zeebekkens en meren, slechts in geringe mate ebbe en vloed kan ontstaan, tenzij deze eene vrij groote oppervlakte hebben. In de *Middellandsche zee* b. v. is slechts een zwak spoor van ebbe en vloed merkbaar; zoodat dit verschijnsel aan de Ouden niet bekend was. Te *Venetië* heeft men echter eene periodieke verandering in de hoogte van het water van omstreeks één meter. — In de *Oostzee* is geene ebbe en vloed waargenomen. — In den laatsten tijd heeft men, door zeer nauwkeurige waarnemingen, spooren daarvan bemerkt in de groote meren van *Canada*.¹⁾

¹⁾ Het zal niet ongepast zijn, hier eenige bijzonderheden te vermelden, die op de ebbe en den vloed langs onze kusten betrekking hebben: uit waarnemingen, in het jaar 1835 gedaan, blijkt, dat de vloedgolf 9 uren 43 minuten besteedt, om, van *West-Kappelle* naar *Rottum*, voort te rollen. De snelheid van dien voortgang, is niet overal dezelfde; zij wordt door de meerdere of mindere diepte des waters gewijzigd, zooals uit het volgende tafeltje blijkt:

	Afstand, in D.G. mijlen:	Tijd- ruimte:	Snelheid per uur, in D.G. mijlen:
Van <i>West-Kappelle</i> tot de <i>Delflandsche-Hoofden</i>	9,5	1 U. 20 M.	7,1
• de <i>Delflandsehe-Hoofden</i> tot <i>Katwijk</i>	4	0 " 27 "	8,9
• <i>Katwijk</i> tot <i>Petten</i>	9	0 " 41 "	13,2
• <i>Petten</i> tot <i>Kijkduin</i>	3	3 " 39 "	0,8
• <i>Kijkduin</i> tot <i>Rottum</i>	21	3 " 36 "	5,8

§ 39.

Het water van den oceaan wordt, tusschen de keerkringen, voortdurend sterk verwarmd, waarbij de bovenste lagen zich uitzetten, zoodat de waterspiegel der zee aldaar eenigszins wordt verhoogd; in de koude streken heeft het tegenovergestelde plaats. Daardoor ontstaan de *zeestroomen*, en wel die van warm water aan de oppervlakte, en die van koud water in de diepte.

In de keerkrings-gewesten, verdampft meer water dan in de gematigde en koude streken der aarde, terwijl er, in laatstgemelde, weder meer regen en sneeuw valt, dan er, door verdamping, verloren gaat. Daar echter de oppervlakte des oceaans, onder den invloed der aantrekkings- en middelpuntvliedende kracht, steeds eene afgeplat bolvormige gedaante moet behouden, ontstaan er, ter herstelling van het evenwicht, velerlei stroomen in den oceaan, die door hunne hoogere of lagere temperatuur duidelijk onderscheiden kunnen worden van de overige deelen der zee. De warme stroomen, die zich, bijna zonder onderscheid, aan de oppervlakte bevinden, zijn dus het best bekend. De koude stroomen

De duur der ebbe is niet aan die van den vloed gelijk, dewijl hier eens de ebbe, elders weder de vloed langer duurt.

De hoogte, die de vlooden aan onze kusten bereiken, hangt, behalve van den betrekkelijken stand der zon en maan, grootendeels af, van de richting en kracht van den wind. De volgende opgaven doen de gemiddelde hoogten nader kennen, onafhankelijk van den wind:

	Vershil in hoogte van hoog en laag water:		Vershil in hoogte van hoog en laag water:
<i>Vlissingen</i>	3,70 meters.	<i>Katwijk</i>	1,68 "
<i>West-Kappelle</i>	3,45 "	<i>Pelten</i>	1,61 meters.
<i>Brouwershaven</i>	3,00 "	<i>Nieuwe-Diep</i>	1,07 "
<i>Goedereede</i>	1,82 "	<i>Terschelling</i>	1,68 "
<i>Hellevoetstuis</i>	1,75 "	<i>Ameland</i>	1,96 "
<i>Brielle</i>	1,49 "	<i>Roitum</i>	2,34 "

Uit deze tafel blijkt, dat de hoogte van de vloedgolf, in de *Noordzee*, afneemt, naarmate zij zich noordoostelijk voortplant; dat zij aan het *Nieuwe-Diep* het kleinst is; maar, langs de eljanden, weder toeneemt.

Deze opgaven zijn slechts als gemiddelden te beschouwen: want, bij buitengewone omstandigheden, kunnen er aanmerkelijke afwijkingen plaats hebben. Te *Katwijk* b. v., waar het gemiddelde verschil tusschen ebbe en vloed, volgens de voorgaande opgaven, 1,68 meters bedraagt, kan de zee tot 3,401 meters boven A.P. (wat vrij nabij gelijk is aan de gemiddelde hoogte van den bodem om *Amsterdam*) worden opgestuwd, terwijl hare oppervlakte, bij oostenwind en ebbe, tot 1,37 meters beneden dit peil kan worden verlaagd: het verschil tusschen een hoogen en lagen stand der zee, kan aldaar dus bijna 5 meters bedragen.

men daarentegen vloeien meerendeels in de diepte en, wegens de moeielijkheid der waarneming, kent men die nog niet zoo volkomen.

Langs de kusten van *Portugal*, gaat een koude stroom, zuidwaarts en voorts, langs de geheele zuidwestkust van *Afrika*, tot aan de golf van *Guinea* toe. — Een andere koude stroom loopt, van de *Zuidelijke IJsee*, langs de westkust van *Zuid-Amerika*; zij wordt de *Peruviaansche* of *Humboldt-stroom* genoemd. — Uit *Straat Davis* komt mede een koude stroom, die langs de oostkust van *Noord-Amerika* loopt. (Zie kaart IV.)

De stroomen, die in hunnen loop veel in geographische breedte veranderen, moeten, ten gevolge van de aswenteling der aarde, aanmerkelijke verandering in hunne richting ondergaan: bij die dagelijksche wenteling doorloopen namelijk niet alle deelen van hare oppervlakte cirkels van gelijke grootte. De deelen, die onder den evenaar gelegen zijn, doorloopen de grootste cirkels en deze zijn kleiner, naarmate zij dichter bij de polen liggen. De omtrek b. v. van den parallelcirkel van 60° , is slechts de helft van die des evenaars en aan de polen is die omtrek gelijk nul. — Daar alle deelen van de oppervlakte der aarde, in *denzelfden tijd*, cirkels van *verschillende grootte* doorloopen, hebben zij ook eene verschillende snelheid, zoodat een punt, dat op 60° breedte ligt, slechts de halve snelheid bezit, van een punt, dat onder den evenaar is gelegen. Bij de aswenteling der aarde doorloopt ieder punt van den evenaar in 24 uren 40.000 kilometers, of 463 meters per seconde; elk punt, van den parallelcirkel van 60° breedte, slechts de helft. Dit geeft dus een verschil van 231,5 meters per seconde. — Ofschoon de waterdeeltjes van den oceaan in hooge mate beweeglijk zijn, gehoorzamen zij aan de wet der traagheid (pag. 17), zoodat zij, zonder den invloed van uitwendige krachten, noch de richting, noch de snelheid hunner beweging kunnen veranderen. Werd dus eene watermassa op eenmaal, van eene groote noordelijke of zuidelijke breedte, naar den evenaar verplaatst, dan zou zij eene geringere omwentelings-snelheid hebben, dan het water aldaar bezit, en met veel minder snelheid oostwaarts gaan dan het overige water aldaar; dat is: zij zou, met betrekking tot dit laatste, *westwaarts* gaan. Het water, dat uit de poolzeeën naar den evenaar stroomt, deelt dus niet terstond in de grootere omwentelings-snelheid der aarde aldaar, maar blijft eenigszins achter. Hierdoor, alsmede door de bestendige noord-oosten en zuid-oosten winden of *passaten* (waarover wij § 51 zullen handelen), ontstaan, in de zeeën der warme streken, groote stroomen, van het Oosten naar het Westen, die men *Equatoriaal-stroomen* noemt. In den *Atlantischen Oceaan* ontstaat die aan de zuidwestkust van *Afrika* (zie kaart IV). Van

daar keert hij zich, ten gevolge van de aswenteling der aarde en den passaatwind, westwaarts ¹⁾, naar *Zuid-Amerika*; met eene snelheid van $\frac{3}{4}$ tot 1 D. G. mijl in het uur, en verdeelt zich in drie takken: een loopt langs de kusten van *Brazilië*, doch keert zich weldra om; hij verliest zich in de richting van het eiland *Tristan-d'Acunha*. Een andere loopt noord-westwaarts, verdeelt zich nog in twee nieuwe takken en verliest zich daarna. Een derde gaat langs de kusten van *Guyana* en dringt, tusschen de *kleine Antillen*, in de *Caraïbische zee*; vervolgens treedt hij in de *Golf van Mexico*, loopt dicht langs de kust, voorbij den mond van den *Mississippi*; en bereikt daarna den engen doorgang tusschen de zuidpunt van *Florida* en het eiland *Cuba* en treedt, onder den naam van *Golfstroom*, in den *Noord-Atlantischen Oceaan*.

De sterk bewogen wateren van de *Caraïbische zee* en van den *Mexicaanschen* zeehoezem zijn dus de onuitputtelijke bronnen van den warmen *Golfstroom*, die zich, met geweld, tusschen de klippen en eilanden van *Bahama* dringt, langs de oostkust van *Florida* noordwaarts stroomt, — met eene snelheid van $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{4}$ D. G. mijlen, naarmate het winter of zomer is — tot dat hij, in eene aan de oostkust der *Vereenigde Staten* van *Noord-Amerika* evenwijdige richting, nabij het vaste land den rechten weg naar *Kaap-Hatteras* inslaat. Volgens de waarnemingen, die door de *Challenger-expeditie* zijn gedaan, had de *Golfstroom*, tusschen de *Bahama-eilanden* en *New-York*, in Mei 1873, eene breedte van omstreeks 15 D. G. mijlen. Bij het intreden in dien stroom klom de temperatuur van het zeewater plotseling van 18° op 22° C. De diepte of dikte van den hoofdstroom bedroeg slechts 100 vadem (183 meters). — De stroom, die tot *Kaap-Hatteras* smal en zeer snel was, komt hier reeds in de nabijheid van den pag. 134 vermelden kouden stroom, die uit het Noorden komt, waardoor hij van de kust wordt afgedrongen en loopt, over de zandbanken, tot aan de zuidelijke punt van *New-Foundland*. Daar wendt hij zich eerst noord-oost-, vervolgens oostwaarts. Hij breidt zich waaivormig, als een warme mantel, meer en meer uit, doch wordt daarbij tevens trager in zijne beweging; waarbij hij zich in twee deelen splitst: een tak steekt langzaam naar de *Azorische eilanden* over, waar hij zich zuidwaarts naar de kust van *Afrika* wendt, om op nieuw zijn eindeloozen kringloop te beginnen. Een ander gedeelte van het, onder den zonnegloed der keerkringen, sterk verwarmde water, dringt echter verder

¹⁾ Zooals bekend is wordt de windrichting aangeduid naar de hemelstreek van waar die komt; bij de zee-stroomen daarentegen wordt de richting aangegeven door de hemelstreek, waarheen die gaat.

noordwaarts en, door de aldaar heerschende zuidwesten-winden in zijn loop begunstigd, bereikt het zelfs de kusten van *Noord-Europa* en verzacht daar 's winters de strengheid van het klimaat. Aan de eenzame kusten van *Schotland* en *Noorwegen*, voert de *Golfstroom* dikwijls boomen, planten en zaden aan, die uit de tropische gewesten van *Amerika* afkomstig zijn. Het drijfhout, waaronder de kostbaarste houtsoorten, die de bosschen van het tropische *Amerika*, in grooten overvloed, opleveren en door de rivieren in zee worden gevoerd, is op die kusten zoo menigvuldig, dat de bewoners het opvisschen en zich daarvan als brandstof bedienen. Het is als de aalmoes van den rijke, die door de armen in overdaad wordt verteerd. Ook *IJsland* deelt nog eenigszins in dit voordeel; ja, op de westkust van *Spitsbergen* worden drijfhout en overblijfselen van vergane schepen gevonden, die door den *Golfstroom* derwaarts zijn gevoerd. Zelfs op de westkust van *Nowaja-Semlja* is nog eene verhooging van de temperatuur der zee, van den *Golfstroom* afkomstig, opgemerkt.

Hetgeen in den aanvang dezer § gezegd is, aangaande de verplaatsing van water, uit groote noorder- of zuiderbreedten, tot nader aan den evenaar, is de reden, waarom zich de *Equatoriaal-stroom* van de kust van *Afrika* westwaarts naar *Amerika* wendt, en waarom het, in de *Caraïbische zee* en den *Mexicaanschen zeeboezem* verwarmde water, na door de straat van *Florida* gegaan te zijn, zich later oostwaarts weder, deels naar *Afrika*, deels naar *Europa*, keert. Omgekeerd zullen de koude stroomen, die in de richting naar den evenaar gaan, zich westwaarts keeren, terwijl de warme, die naar de polen gaan, zich oostwaarts moeten wenden; doch, indien zij door vaste landen of eilanden hierin verhinderd worden, loopen zij langs de kusten. De poolstroomen van den *Noord-Atlantischen Oceaan* zijn daarom ook voornamelijk aan de oostkust van *Noord-Amerika* merkbaar. Door den kouden, drijfijfs voerenden stroom, die langs de oostkust van *Groenland* loopt, wordt de temperatuur der lucht aldaar zeer verlaagd, zoodat die eene sterke tegenstelling oplevert met de westkust van *Noorwegen*, op dezelfde breedte, welke door den *Golfstroom* wordt verwarmd. Het water, dat uit de *Hudsons-* en *Baffins-baai* en uit de zee om *Groenland*, zuidwaarts stroomt, voert van daar ijs, langs de oostkust van *Noord-Amerika*, waardoor de warmte, van het land, tot op grooten afstand van de kusten, ook zeer wordt verminderd. — Ditzelfde is het geval in den *Grooten Oceaan*: de poolstroom, die aan de westkust van *Zuid-Amerika*, langs de kusten van *Patagonië*, *Chili* en *Peru* gaat, en, zooals wij zagen, onder den naam van *Peruviaanschen-* of *Humboldt-stroom* bekend is, wendt zich, — even als de *Equatoriaal-stroom* van den *Atlan-*

tischen Oceaan, — snel westwaarts, zoodra hij nader aan den evenaar komt en verliest zich in den *Stillen Oceaan*. Evenzoo komt er een stroom uit de noordelijke deelen van dien oceaan, die zich ombuigt en, ten noorden van den evenaar, een equatoriaal-stroom vormt, die zich min of meer aan den vorigen sluit, zoodat er in deze zee een breede stroom bestaat, die zich, ter wederzijde van den evenaar, tot op omstreeks 28° noorder- en zuiderbreedte, uitstrekt. Langs de oostkust van *Japan* gaat een warme stroom, die eenigermate met den *Golfstroom* kan worden vergeleken: het water, dat rondom de *Philippijnsche eilanden* sterk verwarmd is, vloeit noordoostwaarts naar *Japan* en die stroom buigt zich, even als de *Golfstroom*, oostwaarts. Deze wordt door de Japanners *Kuro-Sivo*, dat is: *Zwarte stroom* genoemd en draagt dien naam, wegens de donkere kleur van zijn water, die hij met den *Golfstroom* gemeen heeft. Zijne temperatuur is echter niet zoo hoog, als die van dezen laatsten. Hij verwarmt de noordelijke westkust van *Noord-Amerika* en wendt zich dan achtereenvolgens zuid-, zuidwest- en westwaarts, zoodat hij zich aan den *Equatoriaal-stroom* sluit.

Behalve de vermelde stroomen in den *Atlantischen- en Stillen Oceaan*, komen er, ook in de *Indische zee*, nog verschillende voor, die wij niet alle zullen vermelden. Echter verdient nog de stroom, die langs de *Kaap de Goede Hoop* gaat, en onder den naam van *Kaap-stroom* bekend is, te worden genoemd, omdat deze eene zoo groote snelheid heeft: hij vloeit, even als snelvlietende rivieren, met eene snelheid van meer dan ééne D. G. mijl in het uur.

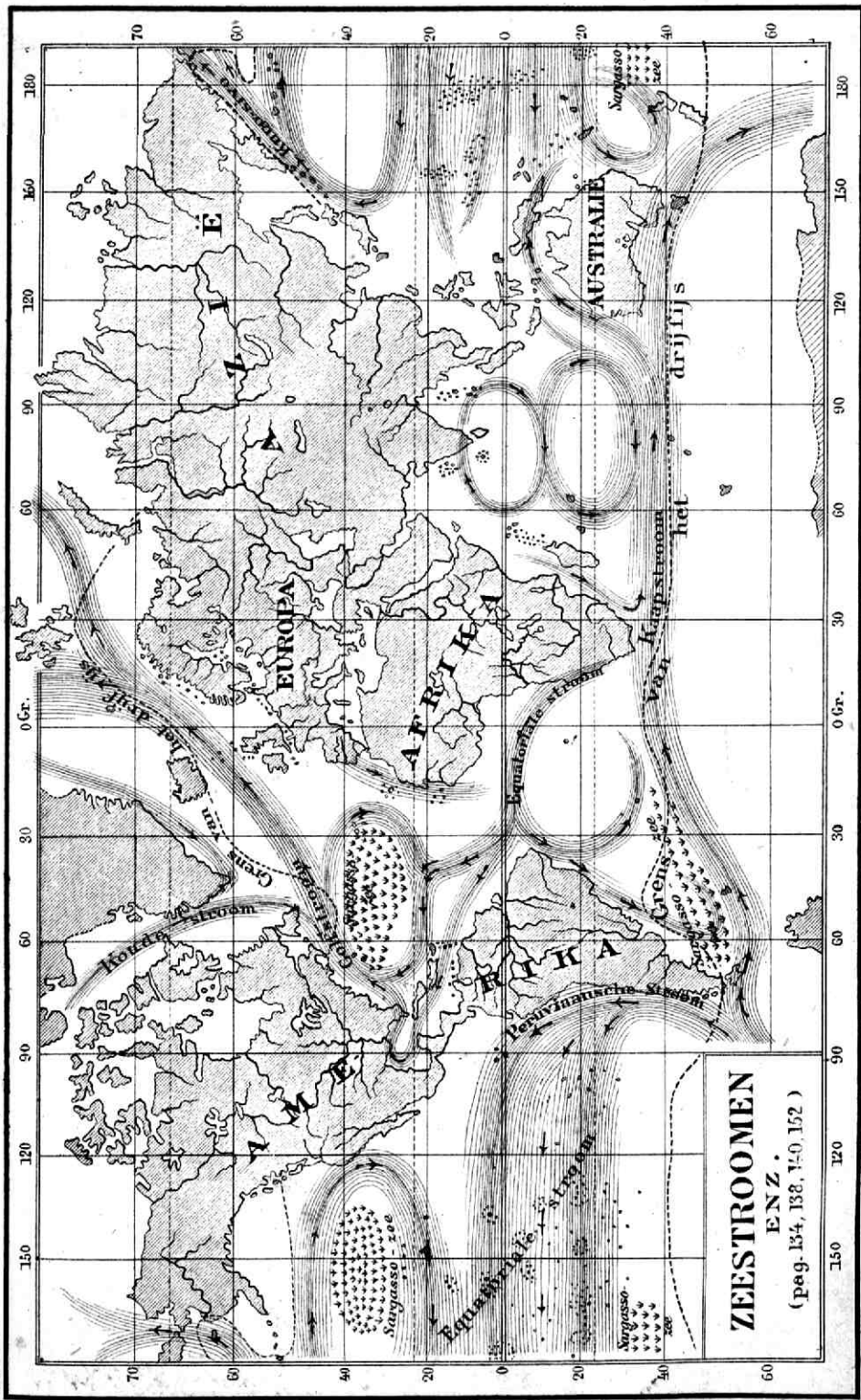
Het bestaan dezer verschillende stroomen in de zee blijkt op onderscheidene wijzen: vooreerst kan men, aan de temperatuur van het zee-water terstond bemerken, dat men in een zeestroom is doorgedrongen: dewijl het meestal warmer, zelden kouder is, dan de overige gedeelten der zee. Een enkel voorbeeld moge dit staven: Kapitein DUCHESNE, die zeer dikwijls de reis tusschen *Europa* en *Noord-Amerika* heeft gedaan, vond, in November 1865, tusschen 40° en 41° noorderbreedte en 64° tot 70° westerlengte van *Greenwich*, dus ten zuiden van *Nieuw-Schottland*, in den *Golfstroom*, de temperatuur der lucht tusschen 4° en 5° der honderddeeelige schaal, terwijl die van het zeewater van 14° tot 21° bedroeg. Bij de laatstgemelde temperatuur, dampte de zee als een kokende ketel. — Ten tweede blijkt hun bestaan, uit den invloed, dien zij op den koers der schepen uitoefenen: want deze kunnen daardoor zeer worden medegevoerd of vertraagd. — In de derde plaats blijkt het bestaan, vooral der warme zeestroomen, door den invloed dien zij op het klimaat van de kustlanden, welke zij bespoelen, uitoefenen. De westkusten van *Europa* en van *Ame-*

rika hebben, in den winter, eene hoogere temperatuur dan zij, volgens hare breedte, zouden moeten hebben.

§ 40.

Wij zullen (§ 52), bij de behandeling der luchtstroomen, zien, dat er, in de tropische streken van den *Atlantischen*-, *Stillen*- en *Zuid-Indischen Oceaan*, regelmatige winden waaien; terwijl, in het noordelijk gedeelte van laatstgemelde zee, periodieke winden heerschen, die nu eens in de richting van het land naar de zee, dan in tegengestelde richting waaien. Deze winden, waarvan de eerste *Passaten*, de tweede *Moesons* worden genoemd, veroorzaken stroomen in het water, die men *driftstroomingen* noemt. Het zijn langzame bewegingen van gedeelten van de oppervlakte der zee, die zich, wel is waar, niet tot zoo groote diepte uitstrekken, als de vroeger vermelde zeestroomen, maar toch het hare bijdragen tot verplaatsing en dooréénmenging van het water des oceaans. In de gematigde streken van de beide halfronden, hebben deze stroomingen de richting der heerschende winden. Zoo is de richting der driftstroomingen, in het noordelijk gedeelte van den *Atlantischen*- en *Stillen Oceaan*, van het zuidwesten naar het noordoosten. Het is niet gemakkelijk de driftstroomingen van de overige zeestroomen te onderscheiden. De eerste zijn meer tot de bovenste lagen van den oceaan bepaald; terwijl de meeste der laatsten zich tot grootere diepte uitstrekken. Ten zuidwesten van *Nieuw-Holland* ontstaat eene strooming, die eerst noordwaarts loopt (zie de kaart IV); aldaar verdeelt zij zich in twee deelen; het eene deel gaat tusschen de oostkust van gemeld wereldeel en *Nieuw-Zeeland*; het andere loopt eerst noordwaarts, langs de westkust van *Australië*, doch wendt zich, zoodra het onder den invloed van den zuid-oostpassaat komt, op eenmaal naar het Noordwesten, dringt tot in de *Arabische zee* en gaat deels ten noorden, deels ten zuiden van *Madagascar*. Het eerste dringt gedeeltelijk in de straat van *Mozambique* en vervolgt zijn weg langs de oostkust van *Afrika*. — De driftstroomingen in de *Indische* en *Chineesche zee* hebben eene verschillende richting, naar gelang van het jaargetijde, zoodat zij klaarblijkelijk door de wisselende richting der moesons worden bepaald.

Wanneer men die menigvuldige, deels door verschil van warmte, deels door winden, of door de getijen veroorzaakte stroomingen en golfbewegingen nagaat, dan blijkt, dat de wateren van den oceaan, op de menigvuldigste wijze worden dooreengemengd: zoodat waterdeeltjes, die zich nu bij elkander bevinden, na verloop van eenigen tijd, naar tegen-



ZEESTROOMEN
ENZ.
(pag. 134, 138, 140, 152)

overgestelde deelen van de oppervlakte der aarde kunnen worden gevoerd.

Meermalen worden zeestroomen, door ondiepten, riffen, zandbanken en dergelijke, in hunne vaart gestuit, en dan ontstaan eigenaardige bewegingen des waters, die veelal ronddraaiend zijn. Op eene kleine schaal kunnen wij dit, hier en daar in onze rivieren en binnenwateren, waarnemen. Zulke bewegingen worden *draaikolken* of *maalstroomen* genoemd. Een der meest bekende voorbeelden hiervan is de *Maalstroom* aan de kust van *Noorwegen*, bij de twee zuidelijkste der *Lofoten-eilanden*. Deze wordt door de ebbe en den vloed veroorzaakt, die, tusschen talrijke klippen en rotsen dringt. Het water wordt daarbij in eene dwarrelende beweging gebracht, zoodat het, op enkele plaatsen, zelfs aanmerkelijk stijgt. Deze maalstroom, die door vroegere schrijvers zoo schrikwekkend werd afgeteekend, alsof elk schip, dat in zijne nabijheid kwam, reddeloos verloren zou zijn, is echter niet zoo gevaarlijk: er wordt hier althans veel vischvangst gedreven. — In de straat van *Messina* wordt een maalstroom gevonden, in de nabijheid van twee rotsen, die, reeds in de oudheid, onder de namen van *Scylla* en *Charybdis*, bekend waren. Deze zijn op ruim 2 D. G. mijlen afstand van elkander gelegen. Ofschoon de Ouden hiervan veel verhaalden, en deze maalstroom, voor hunne nog gebrekkige schepen, gevaarlijk was, komt hij toch in geene vergelijking met die, op de kusten van *Noorwegen*; zoodat men, bij den tegenwoordigen toestand der scheepvaart, daarop weinig acht slaat.

In weerwil van de menigvuldige stroomingen, die, in allerlei richtingen, den ocean doorloopen, zijn er echter enkele plaatsen, waar het water slechts weinig in die algemeene beweging deelt. Aldaar groeit eene menigte van zeevieren, vooral *Fucoïdeën* eene van de meest verbreide familiën van gezellige planten, die in de zee voorkomen. Waar de warme *Golfstroom* zich, van de bank van *New-Foundland*, oostwaarts keert en, niet ver van de *Azoren*, een tak naar het Zuiden zendt (pag. 135) daar is de *Sargasso-zee*, of die groote verzameling van wieren, voornamelijk *Sargassum bacciferum* of *Fucus natans*, die reeds de bezorgdheid van COLUMBUS en zijne tochtgenooten opwekten, daar zij de vaart van zijne schepen vertraagden. Om de groene kleur, die de zee aldaar heeft, geeft men aan deze verzameling van planten ook wel den naam van *Krooszee* of van *Fucus-bank van Flores* en *Corvo*. Zij strekt

zich van 16° of 17° tot omstreeks 38° noorderbreedte, en van 28 tot 79 graden westerlengte van *Greenwich* uit. Tusschen 38° en 39° westerlengte wordt echter slechts weinig zeewier gevonden, zoodat de vermelde ruimte, van omstreeks 680 D. G. mijlen lengte en 405 mijlen breedte, uit twee verschillende ophooping van zeeplanten bestaat. — De hier vermelde is echter niet de eenige ophooping van zeewier: het eiland *Tristan-d'Acunha*, in den *Zuid-Atlantischen oceaan*, is door een gordel van zeeplanten, die zich tot *Kaap-Hoorn* uitstrekt, omgeven; voornamelijk *Macrocystis pyrifera*, welk wier in de zeeën der zuidelijk gematigde luchtstreek zeer menigvuldig is en zich van daar, tot in de poolstreken uitbreidt. Planten van 30 tot 60 meters lengte zijn zeer gewoon; enkele worden 200 tot 300 meters lang. Zij zijn, als kabels, van de dikte van een manslijf, doorengestremgeld. — In den *Grootten Oceaan* komen ook dergelijke Sargasso-zeeën voor: de grootste daarvan ligt ten noorden der *Sandwichs-eilanden* en eene kleinere ten zuidoosten van de *Chatham-eilanden*. (Zie de kaart IV). Eene tallooze menigte van kleine zeedieren bewoont deze eeuwig groene, door zwoele winden bewogene plantenzee, die eene aangename tegenstelling oplevert met de blauwe kleur van het zeewater. — Wegens hun gehalte aan koolzure soda en jodium, worden vele wieren ter bereiding dezer stoffen gebruikt.

§ 41.

De *temperatuur van het zeewater* speelt eene gewichtige rol, niet alleen met betrekking tot de zeestroomen (§ 39), maar ook tot die van den dampkring. Het is dus noodzakelijk om daarvan eenige bijzonderheden mede te deelen. Wij bepalen ons in de eerste plaats tot de temperatuur aan de oppervlakte en op geringe diepte, om later die in grotere diepte te bespreken.

De verwarming, door de zon veroorzaakt, is, zooals licht is in te zien, op den middag het grootst; het maximum der luchttemperatuur valt echter eerst 1 tot 2 uren na den middag; bij het water valt dit maximum nog later. In eene diepe zee, is echter de *dagelijksche wisseling* der temperatuur van het zeewater, aan de oppervlakte zeer gering en bedraagt nauwelijks 1°. Bij mindere diepte van het water, waarbij de zonnestralen tot den bodem kunnen doordringen en nog éénmaal teruggekaatst worden, kan die wisseling, vooral in den zomer en bij heldere lucht, meerdere graden bedragen.

De temperatuur der oppervlakte van den oceaan heeft verder ook eene *jaarlijksche periode*. In het noordelijk halfrond is de oppervlakte der

zee in Augustus het warmst, en in Februari het koudst; het omgekeerde keeft op het zuidelijk halfrond plaats. De hoogste en laagste temperaturen vallen bij de zeeoppervlakte, omstreeks ééne maand later dan bij de lucht. De jaarlijksche wisseling is in de open zee het kleinst en wordt, naar de kusten toe, grooter; in ondiepe wateren kan die wisseling, indien geene stroomen daarop invloed uitoefenen, betrekkelijk aanzienlijk worden, doch zij is steeds kleiner, dan die der lucht. — Tusschen de keerkringen is zij gering; zij wordt, op hoogere breedten, grooter en bereikt hier, in den *Atlantischen Oceaan*, zelfs 5 en meer graden. In ingesloten zeebekkens is zij veel grooter, en stijgt, b. v. in het *Skagerrak*, tot meer dan 15°.

Zoo als licht is in te zien, vindt men de hoogste temperatuur der zee in de keerkringsgewesten. De *Atlantische Oceaan*, die in dit opzicht het best bekend is, bezit in de maand *Februari*, tusschen *Zuid-Amerika* en *Midden-Afrika* eene zeer hooge temperatuur. De grootste warmte komt voor bij *Kaap St.-Roque*, de oostelijkste punt van *Zuid-Amerika*, waar zij 27,5 bereikt, en in de *Golf van Guinea*, waar zij 28,5 bedraagt. Deze streek der grootste warmte heeft de geringste breedte aan de Afrikaansche kust en verbreedt zich, naar de zijde van *Amerika*, waar zij zich van *Rio-de-Janeiro* tot aan de *Bahama-eilanden* uitstrekt. De temperatuur der *Golf van Mexico* bedraagt, in deze maand, 24° en dit warme water wordt, door den *Golfstroom*, langs de kusten van *Noord-Amerika*, verder gevoerd. In het algemeen neemt de temperatuur van het zeewater, noordwaarts, langs de kusten van *Amerika*, veel sneller af, dan langs die van *Afrika* en *Europa*. In de richting van *Florida* naar *Noorwegen*, en zelfs tot *Spitsbergen*, neemt de temperatuur, ten gevolge van den *Golfstroom*, slechts langzaam af. In het zuidelijk halfrond wordt de oostkust van *Amerika* door eene veel warmere zee bespoeld, dan de Afrikaansche westkust. — De *Groote oceaan* is, aan de westkust van *Zuid-Amerika*, kouder, dan de *Atlantische oceaan*, op gelijke breedte; daarentegen heeft de *Indische zee*, aan de oostkust van *Afrika*, eene zeer hooge temperatuur.

In *Augustus* ligt het warmste gedeelte van den *Atlantischen oceaan* geheel ten noorden van den evenaar. De temperatuur stijgt, in de *Golf van Guinea*, tot 27°; in de *Mexicaansche Golf*, de *Caraïbische zee*, benevens in de zee, ten oosten van *Florida*, en ten noorden van de *Antillen* zelfs tot 29°. Het warmste gebied strekt zich, aan de Amerikaansche zijde, van den evenaar tot 40° noorderbreedte, uit. Langs de oostkust der *Vereenigde Staten*, neemt de temperatuur, naar het Noorden toe, snel af. Bij de bank van *New-Foundland*, wordt de temperatuur der zee, door

het smelten der daarheen gedreven ijsbergen, aanzienlijk verlaagd. In den omtrek van het *Jan-Maijen-eiland* en aan de oostkust van *IJsland* vindt men eene koudere streek. De oostelijke helft der *Noordzee* is steeds warmer dan de westelijke, ten gevolge van den *Golfstroom*. Langs *Spitsbergen* loopt nog een tak van het warme water van den *Golfstroom*, terwijl in het oostelijk gedeelte van de *IJsee* een andere tak in de richting van *Nowaja-Semlja* voortdringt. Daarentegen gaat er een stroom van koud water ten oosten van *Spitsbergen*, tot aan het *Beeren-eiland*. In den *Zuid-Atlantischen-oceaan* is de temperatuur, in Augustus, daarentegen omstreeks 5° kouder, dan in Februari. — Hetzelfde is het geval in den *Grooten-Oceaan*, ten westen van *Zuid-Amerika*; de temperatuur is hier, op eenigen afstand der kust van *Peru*, in Augustus niet hooger dan 17°,5. Terwijl het noordelijk en zuidelijk deel van den *Atlantischen oceaan* een temperatuur verschil oplevert van 2° tot 3°, bedraagt dit, voor den *Grooten oceaan*, slechts 1°. — Ten oosten van *Zuid-Afrika* heeft de *Indische zee* in Augustus eene lagere temperatuur dan in Februari. Onder de zeeën ten zuiden van den evenaar, is de *Indische oceaan* echter het warmst: zijne temperatuur overtreft die van den *Zuid-Atlantischen oceaan* 1°,5 en die van het zuidelijk deel van den *Stillen oceaan* 1°.

De gemiddelde jaarlijksche temperatuur van de westelijke helft van de *Middellandsche zee* bedraagt 18° tot 19°, terwijl het oostelijke bekken van deze binnensee 2° tot 3° warmer is. — De *Zwarte zee* bezit daarentegen eene gemiddelde temperatuur van niet meer dan 14°. — De *Rode zee* bezit, ten noorden van den 20^{sten} graad N.Br., eene gemiddelde temperatuur van 25°; terwijl, ten zuiden van dezen parallel-cirkel, de gemiddelde temperatuur 27°,5 bedraagt.

De *hoogste temperatuur*, die men aan de oppervlakte der zee heeft waargenomen, bedroeg 34°,5 en werd in de nabijheid van *Aden* gevonden. — In den *Indischen oceaan*, in de nabijheid der kust van *Siam*, nam men 32°,8 waar en, op andere plaatsen derzelfde zee, 31° en 32°.

Tot hiertoe hebben wij ons bezig gehouden met de temperatuur der zee, welke aan, of niet ver beneden hare oppervlakte is waargenomen. Wij zullen thans de *temperatuur* beschouwen, die op *grootere diepten* heerscht. Onze kennis daarvan dagteekent eerst van den laatsten tijd, en is, vooral door de expedities der *Porcupine*, *Challenger*, enz. veel uitgebreid.

De reden, waarom niet reeds vroeger daaromtrent meer licht is verspreid, ligt in de moeielijkheid der waarneming: in vroegeren tijd trachtte men nl. water uit de diepte op te halen om vervolgens de temperatuur daarvan te bepalen. Daartoe bediende men zich van een metalen

cilinder, van onder en van boven met kleppen gesloten, die zich naar boven konden openen. Onder aan den cilinder werd, om dien sneller te doen zinken, een gewicht gehangen, terwijl hij, van boven, aan eene lijn was bevestigd, die men, tot de verlangde diepte, in zee kon laten afloopen en daarna weder ophalen. Bij het neerdalen, openen zich de beide kleppen naar boven en laten het water doorstroomen; doch, bij het ophalen, sluiten zij zich, zoodat men, bij eene goede inrichting, water verkrijgt uit de begeerde diepte, om daarvan de temperatuur te bepalen. Wegens de onzekerheid, van het al of niet sluiten der kleppen en de verandering, die de temperatuur, gedurende het ophalen, ondergaat, heeft men deze methode verlaten. — In den laatsten tijd bedient men zich van maximum- en minimum-thermometers, die opzettelijk voor dit doel zijn vervaardigd, omdat de gewone thermometers, onder den geweldigen waterdruk in de diepte, worden gebroken. Daar echter de bol van den thermometer, in groote diepte, eenigszins wordt samenge-drukt, wordt hij vooraf aan eene sterke drukking, door middel eener waterpers, onderworpen en de correctie, door de drukking veroorzaakt, bepaald, zoodat die in rekening kan worden gebracht. De thermometer wordt in een metalen koker ingesloten en, met een gewicht bezwaard, aan eene lijn nedergelaten. Na het ophalen, leest men dan de hoogste en laagste temperaturen af, waaraan hij is blootgesteld geweest.

Reeds vroegere zeevaarders hadden beproefd de temperatuur in de diepte te bepalen; het was, o. a. aan SCORESBY, gebleken, dat die zeer laag is en hij leidde reeds daaruit het gevolg af, dat overal in den oceaan, op groote diepte, eene temperatuur zou heerschen, die slechts weinig boven het vriespunt is gelegen. Deze meening is, door de jongste onderzoekingen, volkomen bevestigd: wij willen, als een voorbeeld van de afneming der temperatuur met de diepte, de uitkomsten der waarnemingen mededeelen, door THOMSON, in 1873, aan boord van de *Challenger*, in den *Noord-Atlantischen Oceaan* gedaan, op 25°—25' N. Br. en 20°—12' W. L. van *Greenwich*, dus ten Z.W. van het eiland *Ferro*:

Diepte in		Temperatuur
Vademen.	Meters.	C.
0	0	19°,5
100	183	17°,2
200	366	13°,7
300	549	11°,0
400	732	9°,5
500	915	7°,6
600	1.098	6°,5

Diepte in		Temperatuur
Vademen.	Meters.	C.
700	1.281	6°,2
800	1.464	5°,6
900	1.647	4°,7
1.000	1.830	4°,6
1.100	2.013	3°,8
1.200	2.196	3°,5
1.300	2.379	3°,1
1.400	2.562	2°,8
1.500	2.745	2°,6

In grootere diepten vond men overal temperaturen tusschen 0° en 2°: zoodat daardoor, in het algemeen, wordt bevestigd, dat, op den bodem van het diepe *Noord-Atlantische bekken* zich water bevindt, dat uit de poolstreken afkomstig is. In den *Zuid-Atlantischen Oceaan* is de temperatuur van het zeewater, op gelijke diepte, nog lager, dan in den *Noord-Atlantischen*, zooals, in het algemeen, het zuidelijk halfmond, onder gelijke geographische breedte, kouder is dan het noordelijk. De laagste temperatuur, die in het zuidelijk gedeelte, door de *Challenger-expeditie* werd waargenomen bedroeg slechts 0°,2: en wel tusschen *St. Paul* en *Fernando-Noronha*. — Het is licht in te zien, dat de lage temperatuur, van het zeewater, in de diepte, zelfs onder den evenaar, haren oorsprong verschuldigd is aan het toevloeien van water, dat in de beide poolstreken sterk is afgekoeld, terwijl de warme zeestroomen, en zelfs de *Golfstream*, gelijk wij reeds pag. 135 zagen, zich slechts tot eene geringe diepte uitstrekken. Tusschen de keerkringen, en vooral in de nabijheid van den evenaar, ontmoet men het polaire water op eene geringere diepte beneden de oppervlakte, dan in de gematigde en koude streken. Reeds op diepten, van 300 tot 500 vademen (549 tot 915 meters) vond men, onder den evenaar, respectievelijk temperaturen van omstreeks 10° tot 15°. De geheele watermassa tusschen laatstgenoemde diepte en den bodem, op 2500 vademen (4575 meters) is op eene temperatuur, begrepen tusschen 5° en 0°.

De waarnemingen, omtrent het soortelijk gewicht van het zeewater, toonen ook, dat in het gedeelte van den *Atlantischen Oceaan*, hetwelk buiten de keerkringen gelegen is, de dichtheid der bovenste lagen grooter is dan die der diepere. In het equatoriale gedeelte is er bijna geen verschil: de dichtheid der lagen aan de oppervlakte is dezelfde, als die der lagen aan den bodem. — In den *Noord-Atlantischen Oceaan* blijft, volgens MOHN, de temperatuur, zoowel in de *Fjorden* (diepe inhammen) als op de banken, buiten de kust van *Noorwegen*, in de diepte, het

geheele jaar door, boven 0°. Nergens is op den bodem ijskoud water gevonden; slechts in den winter komt het aan de oppervlakte voor. In het binnenste der *Fjorden*, waar het water, buiten de riviermonden, zoeter en de diepte geringer is, benevens aan de kust, waar het water ondieper is, komt, in strenge winters, ijs voor. Overigens zijn de *Fjorden* en de kusten van *Noorwegen*, zelfs in de koudste winters, vrij van ijs. — In de diepe geul, tusschen de *Faröer* en de *Shetlands-eilanden*, vindt men, op 320 vademmen (586 meters) diepte, water van 0° en, op 500 vademmen (915 meters), van —1°. Op den bodem, op 640 vademmen (1172 meters), is de temperatuur van het water —1°,4. Daarentegen is zij, in de *Skagerrak-kloof*, op 320 vademmen (586 meters) diepte, 5" boven het vriespunt.

Eene dergelijke afneming der temperatuur, als wij boven in den *Atlantischen Oceaen* leerden kennen, heeft men ook in den *Grooten Oceaen* gevonden. Waar de regelmatige afneming niet door stroomen werd gestoord, was de temperatuur, op 1000 vademmen (1830 meters) diepte, reeds tot haar minimum gedaald, nl. 1°,7 en daar beneden blijft zij dezelfde.

Indien wij al deze feiten samenvatten, dan blijkt daaruit, dat het koudere en dichtere water, zooals te verwachten was, overal naar de laagste plaatsen afdaald, en de grootste diepten van den oceaen met zeer koud water gevuld zijn, of althans met zulk water, dat, wegens zijne lage temperatuur en zijn groot zoutgehalte, alsmede door de groote drukking, waaraan het is blootgesteld, de grootste dichtheid bezit. Door de lage temperatuur van het zuidelijk halfmond, dringt het koude water dier gewesten tot zelfs ten noorden van den evenaar door. De warme zeestroomen hebben, hoe belangrijk de rol ook zij, die zij aan de oppervlakte van de zee vervullen, slechts een gering volumen, vergeleken met de geheele massa van het water des oceaans.

Het *bevrozen* van water heeft, aan de oppervlakte der aarde, op eene zoo groote schaal plaats en is zoo rijk in gevolgen, dat het, ten einde die eenigszins te kunnen overzien, noodig zal zijn daaromtrent vooraf eenige algemeene beschouwingen mede te deelen. Wij bepalen ons eerst tot het zoete water; daarna tot het zeewater. Beide zijn uiterst slechte geleiders voor de warmte; van daar dat, indien de verwarming van boven plaats heeft, bijv. door de zonnestrallen, de warmte tot eene betrekkelijk geringe diepte doordringt. Het water zet zich, bij verwarming, uit en wordt daardoor soortelijk lichter, zoodat de warmere deelen niet zinken, maar

steeds aan de oppervlakte blijven. De verwarming van een diep water moet dus, deels door het indringen der zonnestralen, deels door het vermengen van de warme deelen met de dieper gelegene koudere, plaats hebben. Wordt water integendeel afgekoeld, dan trekt het zich samen en wordt soortelijk zwaarder. Deze inkrimping houdt evenwel geen gelijken tred met de afkoeling: want, indien zuiver water tot vier graden is afgekoeld, heeft het de grootste dichtheid. Gaat de afkoeling verder voort, dan zet het zich weder uit, zoodat de dichtheid, bij nul graden, bijna dezelfde is, als bij acht graden, boven het vriespunt. Bij den overgang, van den vloeibaren in den vasten toestand, wordt het, door de daarbij vrij wordende warmte, nogmaals uitgezet, zoodat ijs soortelijk lichter dan water is en daarop drijft.

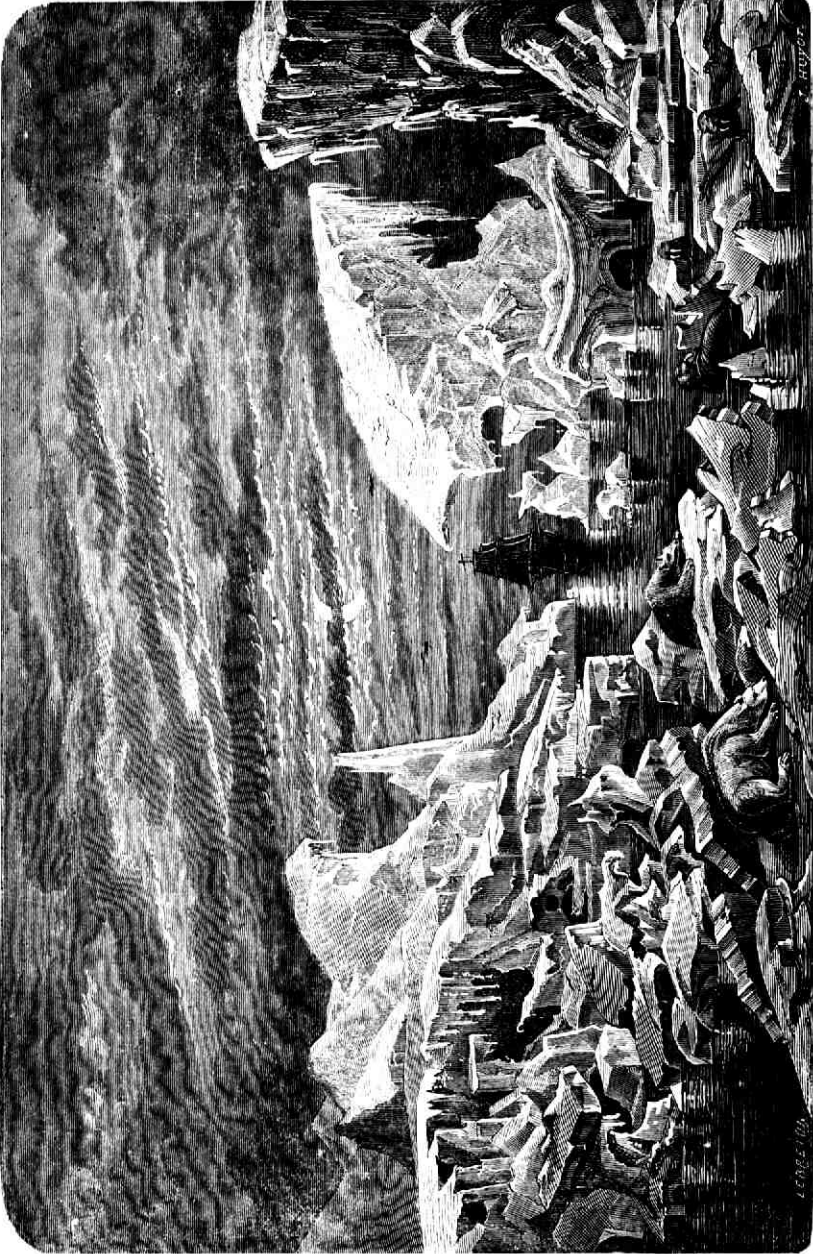
Wanneer de temperatuur der lucht afneemt, dan koelt de oppervlakte van het water het eerst af: het trekt zich samen, wordt daarbij soortelijk zwaarder en de afgekoelde deeltjes beginnen naar beneden te zinken. Gedurende het dalen ontvangen zij echter, van de onderliggende deeltjes, warmte en bereiken dus den grond niet. Intusschen zijn er, in hunne plaats, nieuwe waterdeeltjes aan de oppervlakte gekomen, die evenzoo worden afgekoeld en nederzinken; op deze wijze gaat de afkoeling voort, totdat de geheele watermassa, of althans de bovenste lagen, tot de temperatuur is gekomen, waarbij zij hare grootste dichtheid heeft. Wordt zij nu echter nog meer afgekoeld, dan houdt het nederzinken der waterdeeltjes, die zich aan de oppervlakte bevinden, op, want: zij zetten zich dan weder uit en blijven, daar zij soortelijk lichter zijn, aan de oppervlakte. Zij kunnen dan verder afkoelen, en werkelijk tot ijs overgaan. — Er zijn echter omstandigheden, waaronder de temperatuur van het water ver beneden het vriespunt kan dalen, zonder dat het bevriest. Die toestand noemt men *oversmelting* (*surfusion*). Dit is o. a. het geval met water in zeer nauwe buizen of spleten en wanneer het in volkomen rust is. Het kan dan 10 en zelfs 15 graden beneden het vriespunt afkoelen, zonder vast te worden. Eene geringe beweging is dan echter voldoende om het, op éénmaal, te doen bevrozen, en wel onder sterke warmteontwikkeling, waardoor het zich vormende ijs tevens wordt uitgezet en dus zeer poreus is. Een in het water geplaatste thermometer rijst daarbij plotseling tot 0 graden. Bij het bevrozen van eene watermassa onder de gewone omstandigheden, heeft dit vastworden niet op de oppervlakte gelijktijdig plaats: eerst vormen zich, hier en daar, kleine ijskristallen, waaraan zich weder andere voegen, zoodat er lange naalden ontstaan, die een netwerk over de oppervlakte vormen. In de tusschenruimte hiervan vormen zich nieuwe ijskristallen, zoodat er zich, eindelijk, eene

samenhangende ijslaag, over de geheele oppervlakte uitbreidt. Indien deze eenmaal gevormd is, gaat het bevroren niet zoo snel voort: want de waterdeeltjes, die zich onder het ijs bevinden, moeten de warmte, die zij bezitten, grootendeels eerst aan het reeds gevormde ijs afgeven, alvorens te bevroren. Aldus dient dit ijsvlies tot beschutting tegen het verdere bevroren, en wel, des te meer, dewijl ijs een zeer slechte geleider der warmte is. Hierdoor en uit het vroeger vermeldde, aangaande de afkoeling der geheele watermassa, wordt gemakkelijk verklaard, waarom ondiepe wateren, bij het invallen van de vorst, sneller bevroren dan diepere. — Het bevroren van water, onder groote drukking, geschiedt eenigszins anders dan hier is vermeld: BOUSSINGAULT vond dat water, dat, bij het maximum van dichtheid, in een stalen cilinder was gesloten, bij eene temperatuur van 24 graden onder nul nog niet was bevroren en, volgens PUSCHL, zou dit maximum van dichtheid, lager worden, naarmate de drukking toeneemt: en wel 1° voor 87 atmosferen drukking; het vriespunt zou daarbij slechts $\frac{2}{3}$ graad lager worden. In water, dat min of meer door den wind wordt bewogen, schijnt het bevroren meestal zoo te geschieden, als boven is opgegeven.

De straks vermeldde eigenschap des waters, om, bij het bevroren, zich uit te zetten en een vast lichaam te vormen, van een minder soortelijk gewicht (0,90 tot 0,95 van die van water, naarmate het meer of minder lucht bevat), is voor de huishouding onzer planeet hoogst gewichtig: indien toch het water zich bij het bevroren niet uitzette, maar, of dezelfde ruimte bleef beslaan, of wel zich samentrok, dan zouden de gevormde ijsdeeltjes, of in de overige vloeistof zweven, of zij zouden naar den grond zinken. In de koude en gematigde streken zou zich, in diepe wateren, waar geene zonnwarmte tot op den grond doordringt, eene ijsmassa ophoopen, die nimmer weder zou ontdooien en, jaarlijks vermeerderd wordende, zou zij zich weldra tot aan de oppervlakte uitstrekken. De zomerzon, zou deze ijskorst slechts gedeeltelijk ontdooien; visschen en alle dieren, die uitsluitend in water leven, zouden sterven; in één woord: de geheele huishouding zou op aarde veranderen en een groot gedeelte van hare oppervlakte zou voor planten en dieren onbewoonbaar zijn.

Het bevroren van zeewater geschiedt niet op dezelfde wijze als dit bij zuiver water plaats heeft, doch is nog niet in alle bijzonderheden bekend. Door de zouten, die het bevat, wordt het vriespunt verlaagd, zoodat het eerst begint vast te worden wanneer de temperatuur ruim twee graden beneden het nulpunt gedaald is. Het in zee gevormde ijs bevat minder zouten, dan het zeewater, waarin het gevormd is, zoodat de overblijvende vloeistof rijker aan zouten is. Deze eigenschap wordt op tweeërlei

wijze in toepassing gebracht: vooreerst tot het verkrijgen van drinkwater, door zeeijs herhaaldelijk te laten bevriezen en ontdooien · ten tweede



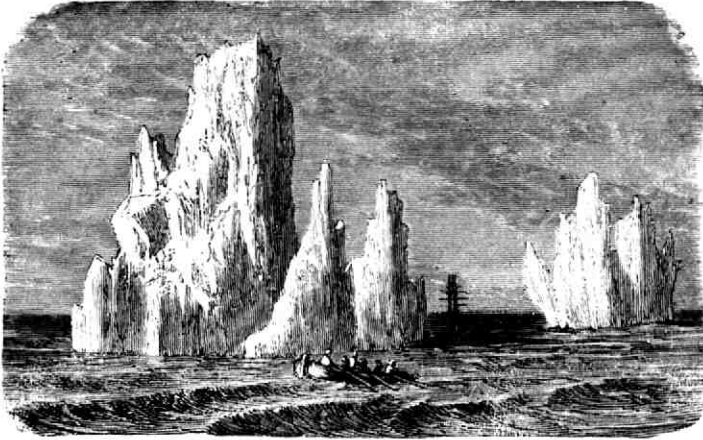
IJ:velden der Noordpool-streken.

door zeewater herhaaldelijk in ondiepe vijvers te doen bevrozen en het gevormde ijs te verwijderen, verkrijgt men eene vloeistof, die zoo rijk is aan zouten, dat zij slechts weinig behoeft te worden ingedampt om daaruit keukenzout te verkrijgen. Dit geschiedt o. a. langs de oostkusten van *Siberië*. — Ook het zeewater heeft eene grootste dichtheid, die, volgens de proeven van MÜNCKE, bij — 5,25 graden gelegen is. De onderzoekingen van anderen, als: MARCET, DESPRETZ en NEWMANN, komen daarin overeen, dat het zeewater befrist, voordat het zijn maximum van dichtheid heeft bereikt. Het schijnt echter, dat het zeewater zelden befrist, wanneer de temperatuur juist zijn vriespunt bereikt, maar dat het dan in een toestand van oversmelting verkeert, vervolgens, bij afname der temperatuur, op ondiepe plaatsen, aan den bodem befrist, om eerst daarna, als los, sponsachtig ijs, naar de oppervlakte te komen. De nasporingen van EDLUND aangaande de ijsvorming in de *Oostzee*, *Bothnische*- en *Finsche Golf* en op de kusten van *Noorwegen*, komen daarin overeen, dat de zee plotseling door platte, ronde, lensvormige ijsmassa's, ter gemiddelde grootte van een tafelbord, die van den grond oprijzen, wordt bedekt. Die ijsmassa's vriezen vervolgens zeer snel aan elkander. EDLUND haalt het voorbeeld aan van een schip, dat, op omstreeks vier honderd meters afstand van de kust, zoo snel door dit oprijzend grondijs werd ingesloten, dat het de kust niet kon bereiken; hij vermeldt voorts, dat, door vele dezer ijsbrokken, gedeelten van den grond: als zand, steenen, enz. naar boven worden gevoerd.

In de beide koude aardgordels is de zee grootendeels met ijs, dat eene aanmerkelijke dikte heeft, bedekt, en de stukken bezitten eene zoo groote uitgebreidheid, dat men ze te recht met den naam van *ijsvelden* bestempelt. Nevensgaande figuur stelt zulke ijsvelden der Noordpool-streken voor.

De ijsvelden, die men aan de kusten van *Groenland* en *Spitsbergen* vindt, zijn, door elkander gerekend, 7 tot 9 meters dik, terwijl sommige eene oppervlakte van 300 tot 400 vierkante mijlen hebben, zoodat men ze, zelfs van den top der hoogste mast, niet overzien kan. Men vindt er hier eens, waarvan de oppervlakte volkomen effen is; elders weder die eene zeer ongelijke oppervlakte hebben. Overigens komen de ijsschotsen onder allerlei gedaanten voor: nu eens als verbazend groote zuilen, dan weder als heuvels en half verwoeste torens. Aan deze laatsten geeft men den naam van *ijsbergen*. De volgende figuur stelt eenige ijsbergen der Noordpool-streken voor. Niet zelden zijn ze met groote steenhoopen en rotsblokken bezwaard, die aan steile kusten daarop zijn gestort. Het ijs, dat zich langs de kusten vormt, kan dikwijls eene aanzienlijke dikte bereiken, zoodat het boven de masten der schepen uitsteekt. Neemt men

nu in aanmerking, dat het gedeelte, dat zich boven water bevindt slechts $\frac{1}{8}$ van hare geheele massa bedraagt, dan kan men nagaan welke ver-



Ijsbergen der Noordpool-streken.

bazende gevaarten deze ijsbergen zijn. De ijsvelden worden in de open zee gevormd, terwijl de ijsbergen door de gletschers (§ 76), in de nabijheid der kust, geleverd worden.

De kleinere ijsklompen, die in de branding en dikwijls over eene groote uitgestrektheid in zee drijven, hebben veelal een afgeronden waarom zij door de zeelieden *pannekoeken* worden genoemd. Deze vorm van ijsbrokken komt vrij menigvuldig voor. Zij verkrijgen waarschijnlijk een dergelijken vorm, door de afbrokkeling, bij de onderlinge botsing, die door den golfslag plaats heeft, waarbij de kanten worden afgerond. — In het noordelijk halfrond is *Nowaja-Semlja* en *Spitsbergen*, gedurende den geheelen winter, tot in de lente, door het ijs ingesloten, terwijl *Groenland* dan door een ijsgordel wordt omvat, die bijna tot aan de westelijke spits van *IJsland* reikt. In het hoogste bereikte Noorden van *Amerika*, ten noorden van *Smith's-Sound* zijn, volgens de berichten van NARES, bevelhebber der laatste Engelsche Noordpool-expeditie, der *Alert* en *Discovery*, de ijsmassa's, in den loop der eeuwen, zoodanig op, over en onder elkander geschoven, dat het onmogelijk was, verder door te dringen, dewijl de oppervlakte van het ijs zoo oneffen was als de gezamenlijke daken eener groote stad. Aan deze uitgestrekte verzameling van dus genoemd *pakijs*, gaf NARES den naam van *Zee der eeuwigdurende Ijsmassa's* (*Palaeocrystic sea*). Op sommige plaatsen werd de dikte daarvan op 70 meters geschat.

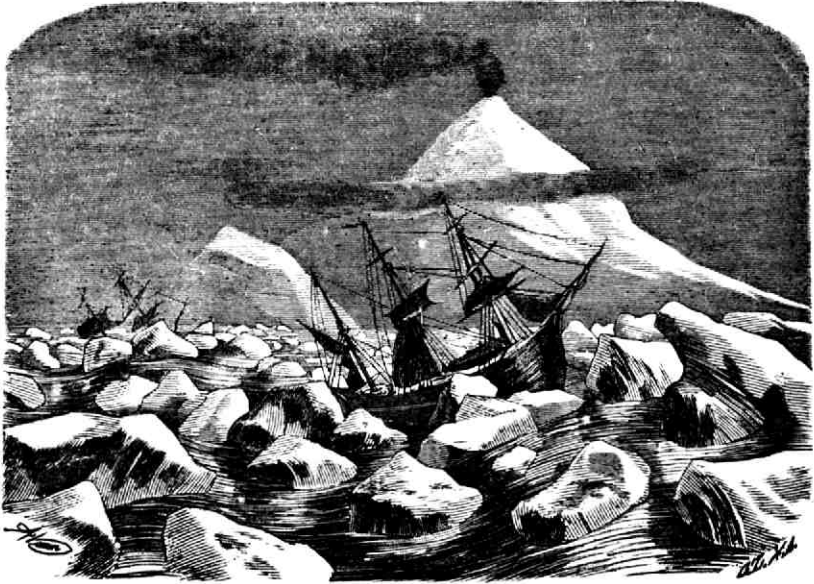
In den zomer breekt het ijs gedeeltelijk op: onder een geweldig

gekraak, scheuren de ijsvelden van één en worden, door den wind — daar de oneffenheden van het ijs als zeilen dienst doen — en voornamelijk door het naar den evenaar stroomende koude water, naar zuidelijker streken gedreven, waar zij dan, door de warmte, allengs gesmolten worden. In den zomer brengt de groote noordelijke *Poolstroom* (pag. 134), die langs de kusten van *Groenland* en *Labrador* zuidwaarts vloeit, in vereeniging met den stroom uit *Straat-Davis*, ijsbergen tot aan den rand van den *Golfstroom*, ja voert ze zelfs dwars daardoor henen: een bewijs dat de *Golfstroom* daar niet zeer diep is, zoodat het onderste deel van den ijsberg zich in den *Poolstroom* bevindt. Schepen, die van *Europa* naar *Noord-Amerika*, of omgekeerd, varen, ontmoeten dikwijls ijsbergen.

Volgens eene mededeeling van MÜHRIJ, uit het extract-journaal van het Amerikaansche schip *Lady-Arbella*, kapitein N. B. GRANT, ontmoette deze, op de reis van *Hamburg* naar *New-York*, in Mei 1854, ter plaatse waar de koude stroom, als een hoefijzer, in den *Golfstroom* dringt (pag. 135), 24 groote en verscheidene kleinere ijsbergen. Zoo ver het oog reikte, was de geheele oceaan er letterlyk door bedekt. Hij schatte hunne gemiddelde hoogte, boven de zee, op omstreeks 20 tot 25 meters; vijf of zes hadden de dubbele hoogte. Hunne, in de meest fantastische vormen vooruitspringende pieken, leverden een inderdaad verheven schouwspel op. Het zal nauwelijks noodig zijn op te merken, dat de ijsbergen, bij nacht, voor de scheepvaart hoogst gevaarlijk zijn. Dikwijls zijn zij in mist en nevel gehuld (zie § 55), zoodat men ze eerst opmerkt, wanneer men er reeds zeer nabij is. De afneming der temperatuur van het water en van de lucht, wanneer men er toe nadert, kan echter tot een waarschuwend teeken dienen. Ook de afneming van het zoutgehalte van het zeewater, kan als aanwijzing van de nabijheid van ijsbergen dienen. Indien zij namelijk zoover zuidwaarts zijn voortgedreven, dat zij zich in warme streken bevinden, smelten zij sterk af, zoodat men op eenige zelfs water-vallen ziet. Het zoete water, dat door het smelten ontstaat, breidt zich ver over de oppervlakte van het zoute, en dus soortelijk zwaardere, zeewater uit. In de omstreken der *Bank van New-Foundland* (pag. 100) komen de ijsbergen, in de lente en den zomer, zeer menigvuldig voor, zoodat de haven van *St.-Johns* er meermalen door versperd is; zij voeren meestal groote massa's steenen mede, die, bij het smelten, naar den bodem des oceaans zinken. Het is daarom waarschijnlijk dat de geheele *Bank van New-Foundland* door de ophooping daarvan is ontstaan.

De ijs-massa's, die het zuidelijk *Poolland* begrenzen, zijn nog aanmerkelijker, dan die, welke de *Noordpool* insluiten; want zij strekken zich nog verder dan deze naar den evenaar uit. Ook naderen de ijsvelden,

die zich daarvan afscheuren, nog meer tot den evenaar dan die der *Noordpool*-streken: want men ontmoet ze tot nabij de *Kaap de Goede Hoop* en aan den mond der *Plata-rivier*. Nevensgaande figuur stelt het pakijs voor, in den omtrek van den pag. 79 genoemden vulkaan *Erebus*,



Pakijs bij het zuidelijk Poolland, in de nabijheid van den vulkaan *Erebus*.

in het *zuidelijk Poolland*. Op de kaart N^o. IV vindt men de grenzen van het drijtjjs der polen door gestippelde lijnen aangeduid.

Het is licht in te zien, dat de temperatuur, niet alleen in den omtrek der drijvende ijsbergen, maar, indien zij zeer menigvuldig zijn, ook, over eene aanmerkelijke streek, zal verlaagd worden. Daar de hoeveelheid ijs in het eene jaar veel aanzienlijker is dan in het andere, ontstaan daardoor soms aanzienlijke afwijkingen der temperatuur beneden de gemiddelde, die zelfs op den groei der aangekweekte gewassen invloed uitoefenen: zoo kwam in het jaar 1816, van *Massachusetts* tot *Pennsylvanië*, de mais niet tot rijpheid, ten gevolge van de vele ijsmassa's, die uit het Noorden kwamen afdrijven. De zomer van datzelfde jaar kenmerkte zich, ook in westelijk *Europa*, door eene lage temperatuur en buitengewoon veel regen.

VIERDE HOOFDSTUK.

DE DAMPKRING.

§ 42.

Behalve het druipend vloeibaar omhulsel, dat wij hebben beschouwd, heeft de aarde nog een ander, uit gas en dampvormige bestanddeelen samengesteld, hetwelk zij, zoowel bij hare dagelijksche aswenteling, als bij haren loop rondom de zon, met zich voert. Dat omhulsel wordt de *dampkring* genoemd. Het is zeer doorschijnend en kleurloos: het eerste blijkt, uit den grooten afstand, waarop wij voorwerpen kunnen onderscheiden; terwijl, indien de dampkringslucht eene eigene kleur bezat, voorwerpen, die op een grooten afstand zijn, zich min of meer met die kleur zou den vertoonen, als door een gekleurd glas.

De blauwe kleur des hemels moet, volgens BREWSTER, worden toegeschreven aan terugkaatsing van het licht in de dampblaasjes, die altijd in menigte in de lucht zweven, hetgeen blijkt uit de polarisatie, die het licht, dat de hemel ons toezendt, vertoont. De kleur wordt steeds donkerder, naarmate men zich hooger boven de oppervlakte der aarde verbeft, zoodat men, op eene groote hoogte, b. v. op den *Gawrisánkar*, de hoogste bekende top van het *Himálaya-gebergte*, de zon als een gloeiende bol aan een donker blauwen hemel zou zien staan. Konden wij ons buiten den dampkring verplaatsen, dan zou de hemel eene zwarte kleur vertoonen, en, even als men in eene diepe kloof of put, niet den bodem maar een onbepaald donker ziet, zou ons oog in de grenzeloze ruimte des heelals staren: de sterren zouden aldaar met eene ongekende pracht schitteren.

Daar de dampkring de aarde gelijkmatig omhult, zien wij door de dunste laag, wanneer wij recht naar boven zien, terwijl die laag steeds dikker wordt, naarmate wij ons oog meer naar den gezichteinder wenden: van daar dat de kleur des hemels het donkerst is in het toppunt en, naar den gezichteinder toe, lichter wordt.

De *dampkringslucht* is een *mengsel* van verschillende gassen en dampen: de voornaamste bestanddeelen daarvan zijn *stikstof-gas* en *zuurstof-gas*. In het eerste alleen kan, zooals de naam reeds aanduidt, mensch noch dier ademen; ook voor het onderhouden der verbranding is dit gas ongeschikt. Het zuurstof-gas is, mede, bij een langdurig verblijf, zoowel voor den mensch, als voor de meeste dieren schadelijk; het wordt echter voor de ademhaling en tot onderhouding der verbranding noodzakelijk vereischt en deze laatste heeft daarin veel heviger plaats dan in de dampkringslucht. De innige vermenging dezer beide gassen, in eene behoorlijke verhouding, maakt de dampkringslucht voor de ademhaling geschikt. Deze verhouding is zoodanig, dat 100 *maten* dampkringslucht, 20,93 deelen zuurstof en 79,07 deelen stikstof bevatten, terwijl 100 gewichtsdeelen dampkringslucht, 77 deelen zuurstof en 23 deelen stikstof bevatten. Deze verhouding is, over de geheele oppervlakte der aarde, zoowel boven het land als boven den oceaan dezelfde; zelfs de lucht, die men van de toppen van hooge bergen, of van luchtreizen medegebracht heeft, was uit dezelfde bestanddeelen en in dezelfde verhouding samengesteld. Men heeft wel nu en dan kleine verschillen gevonden, tusschen de samenstelling der lucht boven den oceaan en boven het land, alsook bij dag en bij nacht, benevens in de verschillende jaargetijden; doch deze zijn uiterst gering. — De zoo innige en gelijkmatige vermenging van gassen van verschillend soortelijk gewicht, als in de dampkringslucht voorkomen, wordt veroorzaakt door de *diffusie*, n.l. die eigenschap der gassen, om zich, onafhankelijk van hun soortelijk gewicht, volkomen te vermengen. De winden dragen ook veel tot de vermenging bij.

In de laatste jaren heeft men de zuurstof, behalve in den gewonen, nog in een anderen toestand leeren kennen, waarin zij eene verhoogde chemische werking uitoefent, waaraan men den naam van *Ozon* heeft gegeven heeft. De zuurstof speelt in dien toestand eene gewichtige rol, doch latere onderzoekingen moeten daaromtrent nog veel aan het licht brengen.

Behalve stikstof en zuurstof, komt er in de dampkringslucht nog eene kleine hoeveelheid *kooldioxyd* en sporen van *ammoniak-gas* voor. De hoeveelheid van het eerste bedraagt slecht van 0,03 tot 0,05 p.c. van het volumen der lucht; doch deze geringe hoeveelheid is toereikend om aan alle planten der aarde de koolstof te verschaffen, voor de vorming van hout en bladeren. Het tweede komt in nog geringere en veranderlijke mate in den dampkring voor. Als plaatselijke, of meer toevallige bijmengselen moeten waterstof, koolmonoxyd, zwaveldioxyd enz. worden aangemerkt.

Waterdamp is altijd, in meerdere of mindere mate, in de lucht bevat:

somtijds kan hij zelfs in aanzienlijke hoeveelheid voorhanden zijn, b. v. bij zwaren mist. (Zie § 55).

Behalve de vermelde gassen en dampen komen er in de lucht altijd nog fijne, zwevende deeltjes van verschillenden aard voor: als sporen en kiemen van verschillende lagere planten en dieren, waardoor de gisting, rotting, enz. worden aan den gang gebracht, verder uiterst fijn verdeeld zand en andere deeltjes van den bodem, die door luchtstroomen in de atmosfeer worden gevoerd, terwijl, door de op pag. 16 vermelde Spectraalanalyse, steeds de aanwezigheid van natrium-verbindingen wordt aangetoond. Hoe talrijk deze deeltjes — dusgenoemde *zonne-stoffes* — zijn, kan men zien wanneer een zonnestraal in eene duistere ruimte valt.

De dampkringslucht is voortdurend onderworpen aan verschillende invloeden, die hare samenstelling trachten te veranderen: deze zijn echter van tegengestelden aard, zoodat zij elkander vernietigen: door de ademhaling der menschen en dieren, de verbranding, verrotting, de vulkanen en andere oorzaken, worden voortdurend verbazende hoeveelheden kool-dioxyd in de lucht gevoerd. Indien dit gas daaruit niet verwijderd werd, zou de lucht, na verloop van korter of langer tijd voor de ademhaling van menschen en dieren ongeschikt worden. — De planten oefenen echter een tegengestelden invloed op de lucht uit. Deze nemen het kool-dioxyd daaruit op, leggen de koolstof daarvan, gebonden aan waterstof, zuurstof en stikstof en andere elementen, in hun lichaam vast en ademen daarentegen weder zuurstof uit. Hierdoor blijft de samenstelling der lucht voortdurend bijna standvastig en steeds geschikt om de ademhaling der dieren en planten te onderhouden.

§ 43.

De *dampkringslucht* is, even als alle gassen, in zeer hooge mate *veerkrachtig*: wordt eene zekere hoeveelheid daarvan in eene bepaalde ruimte ingesloten en deze ruimte, door uitwendige drukking, verkleind, dan biedt de ingesloten lucht, tengevolge van de onderlinge afstooting harer deeltjes, aan die samendrukking tegenstand, en wel des te meer, naarmate de kracht grooter is, die haar samendrukt; hare dichtheid en spanning zijn daarbij in rechte reden met de samendrukkende kracht, terwijl de ruimte, die zij inneemt, met die kracht in de omgekeerde reden is. Wordt de ruimte, waarin zij bevat is, daarentegen vergroot, dan blijft de lucht die steeds geheel vullen. Hare dichtheid en spanning neemt af, volgens dezelfde wetten. Eene bepaalde hoeveelheid lucht kan

dus eene groote ruimte vullen, en omgekeerd, kan zij in eene zeer kleine worden samengeperst.

Daar de aarde alle deeltjes van den dampkring aantrekt, kan men uit het voorgaande afleiden, dat de lucht niet op alle hoogten boven de oppervlakte der aarde dezelfde dichtheid heeft, of evenveel is samenge-drukt: stelt men zich voor dat eene kolom dampkringslucht, door denk-beeldige horizontale vlakken in lagen is verdeeld, elk b. v. van 100 meters dikte, dan wordt de onderste laag door al de daarboven liggende gedrukt; de lucht zal dus daar het dichtst zijn, en, door hare veerkracht, de daarboven liggende dragen. De daarop volgende laag zal, niet door de onderste worden gedrukt, dus minder dicht zijn dan deze, en dit gaat, voor alle boven elkander liggende lagen, voort, zoodat de dichtheid der lucht steeds afneemt, naarmate men hooger komt. Deze afneming der dichtheid moet evenwel hare grenzen hebben en de dampkring is niet tot in het oneindige uitgebreid. Hoewel wij de *hoogte* waarop de *dampkring* zich boven de aarde uitstrekt, niet juist kunnen bepalen, zijn er toch zekere grenzen, die de luchtdeeltjes niet overschrijden kunnen: Vooreerst weten wij, dat er geene lucht kan zijn buiten de grens waar de aantrekkingskracht der aarde gelijk is aan de middelpuntvliedende kracht: want elk luchtdeeltje, dat deze grens overschreed, zou in de hemelruimte worden weggeslingerd. Onder den evenaar, waar de mid-delpuntvliedende kracht het grootst is, ligt deze grens op 26.000 kilo-meters. — Ten tweede: heeft waarschijnlijk de veerkracht der lucht hare grenzen, en daarom zal zich ook geen luchtdeeltje verder van de aarde kunnen verwijderen, dat tot daar, waar deze veerkracht met de aantrek-kingskracht der aarde in evenwicht is.

Indien de onderstelling juist is, dat de vallende sterren (pag. 26) eerst beginnen zichtbaar te worden, wanneer zij in den dampkring komen, dan zou, op eene hoogte van 115 kilometers, volgens HEIS en van 155 kilometers, volgens Amerikaansche waarnemingen, de dampkrings-lucht reeds eene genoegzame dichtheid bezitten, om dit verschijnsel te veroorzaken. — Indien de dichtheid der luchtlagen overal evenredig ware aan de drukking, die zij, door de daarboven liggende, ondervinden, dan zou de dichtheid op 74 kilometers hoogte, slechts 0,0009 van die aan de oppervlakte der aarde bedragen en reeds op eene hoogte van 60 kilome-ters zou zij ijler zijn dan de grootste verdunning, die wij, door middel van de beste luchtpompen, kunnen voortbrengen, zoodat de hoogte des damp-krings wellicht niet veel meer dan 74 kilometers bedraagt. — Verschijn-selen, aan de morgen- en avondschemering ontleend, geven voor de hoogte van den dampkring gemiddeld 79,5 kilometers en, volgens de

nauwkeurige waarnemingen van JULIUS SCHMIDT, te *Olmütz* en te *Athene* gedaan, zou de hoogte des dampkrings 's winters 77 en 's zomers 57 kilometers bedragen. Volgens de waarnemingen van DR. BEHRMANN, aangaande de schemering, zou de hoogte van den dampkring, tusschen 18° N.Br. en 20° Z.Br., 61 kilometers zijn. — Ofschoon de bepaling der hoogte, door de waarneming der schemering, kleinere uitkomsten oplevert dan die, door het zichtbaar worden der vallende sterren, zijn zij niet in rechtstreeksche tegenspraak met elkander: want die der schemering geven alleen de hoogte aan, waarop nog deeltjes in den dampkring zijn, die het zonlicht terugkaatsen, zoodat de aanwezigheid van nog hooger liggende lucht daardoor niet wordt uitgesloten.

Ofschoon de hoogere streken van den dampkring voor ons ontoegankelijk zijn, kunnen wij echter, door de waarneming van den barometer, onderricht worden van de veranderingen, die er in de *drukking van den luchttoecaan*, boven ons, voorvallen. De luchtdeeltjes, door de aarde aangetrokken, oefenen op alle voorwerpen, die zich aan hare oppervlakte bevinden, en op die oppervlakte zelve, eene zekere drukking uit; de barometer leert ons de grootte daarvan kennen. De kwikkolom, die in de barometerbuis bevat is, is steeds in evenwicht met de drukking van eene kolom dampkringslucht die dezelfde grondvlakte als die kwikkolom heeft, doch zich tot aan de uiterste grenzen van den dampkring uitstrekt. Vermeerdert de drukking des dampkrings, dan rijst ook het kwik in de buis des barometers hooger, omdat zij steeds met die drukking in evenwicht moet blijven; vermindert daarentegen de drukking, dan daalt de kwikkolom.

Bij het beklimmen van bergen vermindert de drukking des dampkrings, naarmate men hooger stijgt: dewijl de luchtlaag, die men beneden zich heeft, aldaar niet meer drukt. Deze vermindering is ook aan de afneming der hoogte van de kwikkolom in de buis des barometers waar te nemen: want het kwik daalt des te lager, naarmate men hooger stijgt. Op dit beginsel berust het meten van de hoogte der bergen, door middel van den barometer.

Aan de oppervlakte der zee is de gemiddelde hoogte van het kwik in de barometersbuis 760 millimeters. Dit duidt aan, dat elk gedeelte van de oppervlakte der aarde, dat niet hooger dan de zee gelegen is, door den dampkring gedrukt wordt met een gewicht, dat even groot is, alsof deze oppervlakte met eene zee van kwik overdekt ware, ter hoogte van 760 millimeters; of wel, daar het soortelijk gewicht van het

kwik 13,5959 bedraagt, alsof de aarde met eene laag water, ter hoogte van 10,33 meter bedekt ware. Tevens volgt hieruit, dat elke vierkante centimeter van de oppervlakte der aarde door den dampkring wordt gedrukt met een gewicht van 1,033 kilogrammen.

Indien men de oppervlakte der aarde op 510 millioen vierkante kilometers stelt (pag. 34), kan men, met behulp der voorgaande gegevens, het gewicht van den geheelen dampkring berekenen. Men vindt daarvoor namelijk 5.268300.000000.000000 kilogrammen.

Dampkringslucht is, indien zij volkomen droog is, bij het vriespunt en bij de drukking, waaronder zij gemiddeld aan de oppervlakte der zee voorkomt, 773 malen lichter dan een gelijk volumen zuiver water, en, daar een kubiek decimeter van dit laatste een kilogram weegt, zal een kubieke decimeter dampkringslucht 1.29319 gram wegen.

De drukking, die de dampkring uitoefent, is, op dezelfde plaats, niet altijd even groot. Dit blijkt uit de wisselingen van de hoogte der kwikkolom in den barometer. Die verschillen ontstaan, deels uit de verandering van de warmte in den dampkring, deels door de toe- of afnemng van de hoeveelheid waterdamp, die in de lucht bevat is; ook de windrichting heeft daarop een grooten invloed. De wisselingen in de luchtdrukking zijn tweeeërlei: namelijk *periodieke* en *niet periodieke* of *toevallige*.

De *periodieke wisselingen* der luchtdrukking worden in *dagelijksche* en *jaarlijksche* onderscheiden. De eerste zijn het grootst en het regelmatigst tusschen de keerkringen en nemen naar de polen af, zoodat men ze, in onze streken, slechts uit lang voortgezette waarnemingen kan leeren kennen.

Bij de *dagelijksche wisseling* der luchtdrukking, heeft men twee maxima, of hoogste en twee minima, of laagste standen in het etmaal. De eerste vallen omstreeks te tien ure des voormiddags en des avonds, de laatste omstreeks te vier ure des morgens en des namiddags. Die tijdstippen veranderen echter een weinig met de jaargetijden. De grootte dezer dagelijksche veranderingen van den barometerstand is tusschen de keerkringen grooter dan in de gematigde en koude luchtstreken: zij bedraagt, te *Batavia* 2 millimeter; in ons land gemiddeld slechts 0,55 millimeters.

De *jaarlijksche afwisselingen* in de drukking der lucht zijn op de meeste plaatsen veel grooter dan de dagelijksche. Zij hangen, op het vaste land, nauw te zamen met de temperatuurs-veranderingen, die in den loop des jaars voorkomen. Wanneer b. v. in den zomer, boven het midden van *Azië*, de lucht sterk door de warmte wordt uitgezet, dan vloeit zij, in de hoogere streken des dampkrings, naar alle zijden weg, en de luchtdrukking daalt, in Juli tot een minimum. Bij de afnemng der tem-

peratuur krimpt de lucht weder in: er vloeit van alle zijde lucht toe en omstreeks Januari klimt de luchtdrukking tot een maximum. Het jaarlijksche verschil bedraagt te *Barnaol* in *Siberië* gemiddeld 18 mm. Dergelijke verschillen in de jaarlijkschen gang der luchtdrukking, hebben, ofschoon in mindere mate, in alle groote vaste landen plaats. Boven den *Noord-Atlantischen Oceaan* is deze gang nagenoeg volkomen tegenovergesteld: op *IJsland* bijv. valt er een maximum in Mei en een minimum in Januari. De jaarlijksche wisseling bedraagt bijna 13 mm. De afwisselende hoeveelheid waterdamp in de lucht, oefent hierbij een grooten invloed uit. — In de tropische gewesten, waar geregeld afwisselende winden (*moesons*) heerschen, zijn de jaarlijksche veranderingen mede vrij groot en hangen meerendeels van de windrichting af. — Voor het grootste gedeelte van westelijk *Europa*, zijn die daarentegen vrij klein: want daar zijn meestal de grenzen der streken, waar groote veranderingen, in tegengestelden zin plaats vinden. — Op den oceaan zijn de jaarlijksche veranderingen der luchtdrukking in het algemeen kleiner, dan boven de groote vaste landen. Men vindt, op den *Atlantischen oceaan*, tusschen 30° en 40° N.B. en tusschen 20° en 30° Z.B. streken, waar de luchtdruk respectievelijk 769 en 767 m.m. bedraagt. Tusschen die streken, even benoorden den evenaar, is een minimum gelegen van omstreeks 760 m.m.

Om den toestand en de veranderingen der luchtdrukking op de aardoppervlakte aanschouwelijk voor te stellen, heeft men op de wereldkaart lijnen getrokken, die de plaatsen verbinden, waar dezelfde gemiddelde luchtdrukking heerscht. Aan deze lijnen heeft men den naam van *Isobaren*, of *Lijnen van gelijke luchtdrukking* gegeven. Zoo heeft men b. v. eene isobare van 755, 760, 765 m.m. enz. Het spreekt van zelve dat, voor plaatsen, die boven de oppervlakte der zee gelegen zijn, de barometerstand tot dit vlak moet worden herleid.

Daar de luchtdrukking, gelijk wij zagen, in den loop van het jaar groote veranderingen ondergaat, heeft men ook de isobaren, voor de afzonderlijke maanden, op kaarten getrokken, b. v. voor Januari en Juli, in welke beide maanden, op de meeste plaatsen de hoogste en laagste standen vallen.

De *toevallige afwisselingen* der luchtdrukking zijn, in het algemeen, het kleinst in de keerkringslanden en worden, naar de polen toe, grooter: op *IJsland* bedroeg bijv. het verschil tusschen den hoogsten en laagsten barometerstand die van 1823 tot 1837 werd waargenomen, niet minder dan 93,76 millimeters. Een der laagste barometerstanden, die hier te lande werden waargenomen, kwam op den 25 December 1821

voor: deze was 715,8 millimeters; een der hoogste viel op 6 Maart 1852 en bedroeg 783,9 millimeters: dus een verschil van 68,1 millimeters. De veranderingen zijn, in onze streken, in de wintermaanden het grootst: zoodat zij, b. v. bij stormen, in een enkelen dag, meer dan 30 millimeters kunnen bedragen.

De uitgestrektheid, waarover de niet periodieke veranderingen in de luchtdrukking zich verbreiden, is zeer verschillend en hangt met de grootte en duur der rijzing of daling nauw te zamen. In vele gevallen neemt de luchtdrukking, over vele landen, te gelijk toe en af, zoodat de barometer, in vrij ver van elkander verwijderde plaatsen, te gelijker tijd daalt of rijst. Uit gelijktijdige waarnemingen, over een groot gedeelte van *Europa* gedaan, blijkt, dat die bewegingen van den lucht-oceaan zich met eene zeer groote snelheid voortplanten. De snelheid daarvan moet, even als bij het water (pag. 131), van de eigenlijke beweging der lucht worden onderscheiden en heeft weinig daarmede gemeen: want het gebeurt niet zelden, dat er aanmerkelijke rijzingen of dalingen van den barometer plaats hebben, zonder dat er sterke wind wordt waargenomen. De luchtverplaatsing zou dan in de hoogere streken des dampkring kunnen plaats hebben, doch de geringe snelheid waarmede, de wolken zich bewegen, duidt meestal aan, dat er, ook in de hoogere lagen van den dampkring, geen of zwakke wind heerscht.

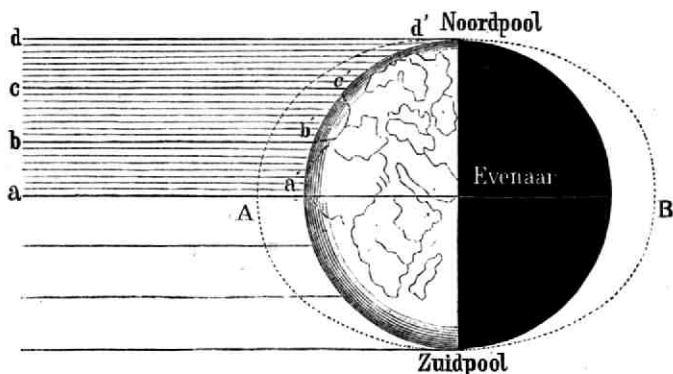
§ 44.

De zon is de voornaamste bron van licht en warmte voor de aarde, en, daar deze beide voor het bestaan, zoowel van de dieren- als plantenwereld, onmisbaar zijn, is de beschouwing van de *verdeeling der warmte* over de aardoppervlakte en de veranderingen, die zij ondergaat van het grootste belang. De warmte oefent daarenboven op de verschijnselen van den dampkring, zulk een grooten invloed uit, dat zij als de hoofdoorzaak van de meeste daarvan moet beschouwd worden.

De zon straalt, naar alle richtingen van het heelal, hare licht- en warmtestralen uit. Slechts een zeer klein gedeelte daarvan wordt, door den dampkring en de zich daarbinnen bevindende aarde, opgevangen. Wij willen deze warmtestralen thans, in haren verderen weg, vervolgen. Vooraf moeten wij echter opmerken dat, daar de aarde zich in eene ellips rondom de zon beweegt, ook haar afstand, tot dit hemellichaam in den loop des jaars verandert: op den 1^{sten} Januari is de aarde het naast bij de zon en een half jaar later, het verst daarvan verwijderd. Daar nu de hoeveelheid der opgevangen stralen, in de omgekeerde reden is van de

tweede machten der afstanden tot de zon, volgt hieruit, dat ook de aarde, op het eerstgenoemde tijdstip meer zonnestralen zal opvangen dan op het laatste. Dit verschil is echter niet groot, zoodat wij het buiten onze verdere beschouwingen kunnen laten. — Voordat de zonnestralen de oppervlakte der aarde bereiken, moeten zij door den dampkring gaan en hierbij wordt eene zekere hoeveelheid licht en warmte opgeslorpt. Hoe langer de weg is, dien de zonnestralen door den dampkring moeten afleggen, des te meer zal de sterkte daarvan worden verminderd. Dit verlies zal het minst zijn, wanneer zij loodrecht vallen, doch des te grooter worden, naarmate zij schuiner invallen: dewijl dan de weg, dien zij moeten afleggen, langer wordt. Van daar dat wij den op- en ondergang der zon, met het ongewapend oog, ongehinderd kunnen waarnemen en dan nauwelijks iets van de warmte gevoelen, die dit hemellichaam ons toezendt. Volgens verschillende waarnemingen heeft men berekend, dat, bij volkomen heldere lucht en bij eene loodrechte invalling der zonnestralen — zooals dit tusschen de keerkringen op den middag voorkomen kan — slechts drie vierde der warmtestralen de oppervlakte der aarde bereiken, het overige één vierde wordt door de dampkringslucht opgeslorpt. Voorts heeft men, uit proeven en waarnemingen, afgeleid, dat de warmte, die de aarde, in den loop van één jaar, van de zon ontvangt, genoegzaam zoude zijn, om eene ijskorst, die de geheele aarde omvatte, van 25 tot 30 meters dikte, te smelten ¹⁾. De warmte, die door den dampkring wordt opgeslorpt, dient om de temperatuur daarvan te verhoogen.

Bovendien hangt de verwarming, die de aardoppervlakte van de zon



ontvangt, al van den hoek, waaronder de zonnestralen die oppervlakte

¹⁾ HERSHEL geeft 25,71 meters; POUILLET daarentegen 30,89 meters.

treffen. De voorgaande figuur stelt de aarde voor, tijdens de nachtevening, wanneer dus (§ 13) de grens, tusschen de dag- en nachtzijde, door de beide polen gaat. Bepalen wij ons alleen tot het noordelijk halfrond en beschouwen wij de 3 lichtbundels a b, b c, en c d, die een gelijk aantal zonnestrallen bevatten, en de oppervlakte der aarde tusschen den evenaar en de Noordpool van a' tot d' treffen, dan ziet men terstond, dat de bundel a b slechts den gordel, van de breedte a' d' verwarmt, terwijl de bundel b c zich over een breedere gordel b' c', en de bundel c d zich over den breedsten gordel c' d', d. i. tot aan de Noordpool, uitstrekt. Men ziet tevens, dat de hoek, waaronder die stralen de oppervlakte treffen, van a', of den evenaar, tot nabij de Noordpool kleiner en kleiner wordt en, aan de pool zelve, slechts rakelings langs de oppervlakte der aarde strijken, zoodat de voorwaarden, voor de verwarming, van den evenaar naar de polen steeds ongunstiger worden.

Uit het voorafgaande blijkt dat, bij den schuinen inval van zonnestrallen, twee omstandigheden samentreffen, om de werking daarvan te verzwakken: vooreerst de opslorping; in de tweede plaats, de minder voordeelige hoek van inval.

De zonnestrallen ontmoeten, bij hunne aankomst op de aardoppervlakte, lichamen van zeer verschillenden aard: vooreerst water; zij dringen daarin gedeeltelijk door en dienen tot verwarming daarvan; een ander gedeelte wordt, op de oppervlakte daarvan, teruggeskaatst en draagt bij tot verwarming der onderste luchtlagen, terwijl een gedeelte der warmte dient om water te doen verdampen, waarbij eene groote hoeveelheid warmte gebonden wordt. — Een ander gedeelte valt op zand, kale gesteenten en ijs- of sneeuwvlakten. Van de beide eersten worden slechts de buitenste oppervlakten verwarmd en dringt de warmte, door geleiding, verder naar binnen door. De warmtestralen, die op ijs- en sneeuwvlakten vallen, worden grootendeels teruggeskaatst en dienen overigens tot smelten daarvan. — Nog een ander gedeelte valt op een met planten bedekten bodem en de warmte dient hier grootendeels om de sappen der planten te doen verdampen en hun groei te bevorderen. — De verhooging der temperatuur is zeer verschillend voor de bovengenoemde lichamen. Om twee redenen is die het minst bij het water: vooreerst omdat deze vloeistof, van alle lichamen, die wij kennen, de grootste hoeveelheid warmte behoeft, om verwarmd te worden, of, gelijk men dit uitdrukt, de grootste *warmte-capaciteit* bezit; maar ook, in de tweede plaats dewijl de warmtestralen diep daarin doordringen, zoodat hunne werking over eene grootere massa wordt verdeeld, dan bij ondoorschijnende, vaste lichamen. Water wordt dus, onder gelijke om-

standigheden, veel langzamer verwarmd dan de vaste aardoppervlakte.

Indien de aarde alleen warmte ontving, en deze niet, op eenigerlei wijze, verloor, dan zou hare temperatuur voortdurend moeten toenemen. Zoodanig verlies heeft echter werkelijk door *uitstraling* plaats. De temperatuur van alle lichamen hangt geheel van de gelijktijdige ontvangst en het verlies van warmte af: zijn beide gelijk, dan verandert zij niet; overtreft de eerste het tweede, dan neemt de temperatuur toe; in het omgekeerde geval vermindert zij. De hemelruimte bezit eene zeer lage temperatuur: waarschijnlijk meer dan 142 °onder nul, en daarom verliest de aarde voortdurend van hare warmte. Dit verlies zou zeer aanzienlijk zijn. indien de aarde geen dampkring had en is, bij eene heldere lucht, gedurende den nacht, werkelijk zeer groot. Dit blijkt bij ons te lande uit de nachtvorsten, die soms laat in de lente en vroeg in den herfst voorkomen; terwijl in *Bengalen*, waar de temperatuur des nachts nooit onder het vriespunt daalt, zelfs ondiep water, ten gevolge der uitstraling, bevriest, zoodat men daarvan gebruik maakt tot het verkrijgen van ijs.

Het verdient echter te worden opgemerkt, dat de dampkring, even als alle warmte-doorlatende (*diathermane*) lichamen, des te meer warmtestralen laat doorgaan, naarmate de temperatuur der warmtebron, waaruit zij hunnen oorsprong hebben, hooger is: vandaar dat de zonnestralen, afkomstig van een lichaam van eene zeer hooge temperatuur (pag. 32), gemakkelijker, door den dampkring, de aarde bereiken, terwijl omgekeerd, de warmtestralen, die van de aarde naar de hemelruimte uitgaan, in veel geringere mate door den dampkring worden doorgelaten, omdat zij afkomstig zijn van een lichaam, hetwelk eene betrekkelijk lage temperatuur bezit. De dampkring werkt dus op dezelfde wijze als de glazen ramen van de broeikassen, die eveneens veel zonnestralen doorlaten, doch de warmtestralen, die door de planten worden uitgezonden, grootendeels terughouden. Bij een helderen hemel en eene droge lucht is de uitstraling het sterkst; een groot watergehalte der lucht, zelfs in onzichtbaren toestand, vermindert de uitstraling. Wanneer de lucht daarentegen met wolken is bedekt, dan kaatsen deze de uitgestraalde warmte weder naar de aarde terug, zoodat de nachtelijke afkoeling gering is.

De lichamen bezitten een verschillend vermogen om de warmte op te nemen en weder uit te stralen: gladde en spiegelende lichamen, die de warmtestralen met gemak terugkaatsen, bezitten insgelijks het vermogen om de minste warmte uit te stralen. Tot de spiegelende lichamen kunnen wij ook het water rekenen. Lichamen met eene ruwe oppervlakte nemen de warmte het gemakkelijkst op, doch stralen haar weder

licht uit. Voorwerpen, die het snelst verwarmd worden, koelen dus ook weder spoedig af. Ook de lucht straalt, hoewel in geringe mate, warmte uit.

De *verdeeling der warmte over de aardoppervlakte* is aan voortdurende afwisselingen onderworpen. Beschouwen wij thans den *dagelijkschen gang der warmte*, vooreerst zooals die bij een onbewolkten hemel plaats heeft. Nauwelijks verheft zich, des morgens, de zon boven den oostelijken gezichteinder, of de warmte, die zij ons toezendt, is reeds toereikend om tegen het verlies der uitstraling op te wegen; de temperatuur daalt dus niet meer. Naarmate de zon hooger stijgt, nemen hare stralen in kracht toe, of liever: zij worden door opslorping in de dunnere laag dampkringslucht, minder verzwakt en treffen meer loodrecht de oppervlakte van den grond. Aldus neemt de warmte niet alleen tot aan den middag toe, maar gemiddeld tot omstreeks twee uren na den middag, zoodat de grootste warmte van den dag tusschen één en drie uren valt. De zon heeft, op den middag, hare grootste hoogte boven den horizon bereikt, en hare stralen werken wel op dien tijd het krachtigst, doch nog een paar uren daarna zijn zij sterk genoeg, om niet alleen in het voortdurend verlies door de uitstraling te voorzien, maar zelfs om dit te overtreffen. Na dien tijd echter verkrijgt de uitstraling langzaam weder de overhand, terwijl ook de weg, dien de zonnestrallen door de dampkringslucht moeten doorloopen, na den middag langer en langer wordt. De thermometer daalt: eerst langzaam, daarna sneller, totdat de zon weder aan de westerkim ondergaat. Na zonsondergang gaat het verlies door uitstraling voort: de thermometer daalt gedurende den geheelen nacht, ofschoon langzaam, tot den volgenden zonsopgang toe. — Daar de temperatuur in de schaduw niet zoo veranderlijk is als in den rechtstreekschen zonneshijn, plaatst men altijd, wanneer men de temperatuur der lucht wil bepalen, den thermometer in de schaduw, tegen de noordzijde van het gebouw, zoodat de zonnestrallen dien noch rechtstreeks treffen, noch, bij terugkaatsing, de waarneming storen.

Ofschoon wij ondersteld hebben, dat er zich geene wolken aan den hemel bevonden, heeft toch, al zijn die aanwezig, de gang, dien de warmte gedurende één etmaal volgt, in het algemeen op de vermelde wijze plaats. — Het opgegevene geldt niet alleen voor onze streken, maar voor de meeste plaatsen van de oppervlakte der aarde. Het is licht in te zien, dat de dagelijksche gang der warmte, op verschillende breedten, zal gewijzigd worden: en wel des te meer, naarmate de afwisseling in

den duur der dagen op eene plaats grooter is. Tusschen de keerkringen, waar dag en nacht steeds omstreeks even lang zijn, is de dagelijksche wisseling, gedurende het geheele jaar, bijna even groot, zoodat het verschil tusschen den hoogsten en laagsten thermometerstand van één dag, grooter is dan dat tusschen de warmste en koudste maand. — In de gematigde streken is er, in de verschillende jaargetijden, meer verschil tusschen den dagelijkschen gang der luchttemperatuur. Indien wij den gang der warmte in den zomer en in den winter, b. v. voor onze streken, vergelijken, dan zal dit aanstonds in het oog loopen: wanneer, in den zomer, de zon, omstreeks te vier uren, boven den horizon komt, neemt de warmte van dat tijdstip, tot omsteeks twee uren na den middag, toe. De thermometer stijgt dus, gedurende een tijdsverloop van tien uren, en daalt gedurende veertien uren. In den winter daarentegen, wanneer de zon eerst omstreeks te acht uren opgaat, rijst de temperatuur insgelijks tot omstreeks te twee uren. Hij bereikt dan, in zes uren, den hoogsten stand; terwijl de daling, gedurende achttien uren plaats heeft. Het verschil, tusschen den hoogsten en laagsten stand, is daarom in de onderscheiden jaargetijden niet even groot, maar, vrij nauwkeurig, in dezelfde verhouding als den duur der dagen. — Hoe meer men tot de polen nadert, des te grooter wordt, volgens de tabel pag. 40, het verschil tusschen den duur van dag en nacht: gedurende den zomer is er, binnen de poolcirkels, een tijd, dat de zon niet ondergaat en in den winter, waarin zij niet opgaat. In beide gevallen is het gemiddelde verschil, tusschen de hoogste en laagste temperatuur zeer gering of valt geheel weg. Dit is o. a. het geval te *Vardö* in *Noorwegen*, waar de zon, van het midden van November tot het einde van Januari, onzichtbaar is. In December bedraagt het gemiddelde, dagelijksche verschil van de temperatuur niet meer dan $0^{\circ},4$ en, in Januari $0^{\circ},5$. In den zomer daarentegen, verandert de zonshoogte, van den middag tot middernacht, en daardoor verschilt ook hare uitwerking, in de verschillende uren van het etmaal: hier bestaat derhalve dan eene dagelijksche verandering der luchttemperatuur; deze bedraagt, voor *Vardö* $3^{\circ},5$.

De grootte der dagelijksche afwisselingen van de temperatuur is zeer verschillend, naar gelang van de geographische breedte. Daarenboven oefent de plaatselijke gesteldheid daarop eenen grooten invloed uit. Op plaatsen, die nabij de zee of op eilanden liggen, is het verschil, tusschen den hoogsten en laagsten stand niet zoo groot, als voor zulke, die ver van de zee verwijderd zijn. De reden hiervan is licht na te gaan: indien men in aanmerking neemt, wat in het begin dezer § gezegd is aangaande de groote warmte-capaciteit des waters, in betrekking tot die van andere

lichamen, kan men nagaan, dat dezelfde hoeveelheid zonnewarmte, voor eene plaats, die aan zee of op een eiland, en eene andere, die ver van de zee verwijderd is, eene zeer verschillende uitwerking moet hebben. Op de eerste plaats wordt de temperatuur der lucht weinig verhoogd, daar zij grootendeels in die des waters deelt, dat slechts weinig warmer wordt. Voor eene ver van zee gelegene plaats daarentegen, wordt de grond — om zijne geringere warmte-capaciteit — op den dag, snel verwarmd en stijgt dus ook de temperatuur der lucht hooger dan aan zee. Bij nacht heeft het omgekeerde plaats. In het algemeen, is daarom het verschil tusschen den hoogsten en den laagsten stand des thermometers, in den loop van een etmaal, grooter, naarmate de plaatsen verder van de kusten zijn verwijderd. Een merkwaardig voorbeeld, van groote en snelle wisseling der temperatuur in de binnenlanden van *Afrika*, wordt door LIVINGSTONE vermeld: aan den westelijken oever van het meer *Nyassa* worden de steenen, door den zonnegloed, sterk verwarmd, zoodat men zich, zelfs des avonds, nog niet daarop kan nederzetten. Daarna worden zij echter, door de sterke nachtelijke uitstraling, van buiten zoo zeer afgekoeld, dat de buitenste lagen, ten gevolge der samentrekking, met een donderenden knal er afspringen. — Ook in *Syrië* en in de noordelijke deelen der *Woestijn van Sahara* zijn, door WETSTEIN, benevens door VATONNE en DUVEIJRIER, dergelijke verschijnselen waargenomen. — Meer bepaald blijkt dit uit de waarnemingen, door ROHLFS, in 1874, in de *Lybische Woestijn* gedaan. In de maand Maart van dat jaar bedroeg de hoogste temperatuur, in de schaduw, 34°, terwijl als laagste 4° onder nul werd waargenomen. Het verschil tusschen beide bedraagt niet minder dan 38°. — De boven geschetste, dagelijksche gang der temperatuur wordt echter dikwijls door storende invloeden, gewijzigd, en kan, op sommige dagen, zelfs geheel worden veranderd. Onder die invloeden moet het betrekken der lucht en vooral eene verandering in de richting van den wind geteld worden.

Indien men, voor eenige plaats, den gemiddelden dagelijkschen gang der temperatuur wil leeren kennen, dan moet men, bijv. van uur tot uur, den stand des thermometers opteekenen en dit gedurende eenige jaren voortzetten. Daar die gang echter, in de onderscheiden maanden des jaars, zeer verschillend is, moet zij ook afzonderlijk berekend worden. Uit waarnemingen, die slechts eenige malen daags zijn gedaan, kan de gemiddelde temperatuur van elken dag berekend worden, vooral indien daarbij tevens het maximum en minimum is opgeteekend, dat door daartoe ingerichte thermometers wordt aangegeven.

§ 45.

Even als de dagelijksche gang der warmte een hoogsten en laagsten stand heeft en van den eenen tot den anderen langzaam, doch meestal met schommelingen, overgaat, heeft dit ook bij den *jaarlijkschen gang der warmte* plaats, zoodat deze laatste eene herhaling op groote schaal van de eerste oplevert. Wanneer wij de keerkringslanden uitzonderen, dan heeft de warmte, in het noordelijk halfrond, gemiddeld den volgenden gang: van het midden van Januari af, neemt de temperatuur eerst langzaam toe, daarna groeit zij, in April en Mei, sneller aan; vervolgens weder langzamer, tot omstreeks het midden van Juli, wanneer de warmte hare grootste hoogte bereikt. Daarna neemt zij, eerst langzaam, in September en October, sneller, vervolgens weder langzamer af, en bereikt, omstreeks het midden van Januari, weder den laagsten stand. Hieruit ziet men, dat, in het algemeen, de grootste koude in Januari, de grootste warmte in Juli valt, terwijl, in de maanden April en October, eene gemiddelde temperatuur heerscht. — Op de zuidelijke helft der aarde heeft de temperatuur juist den tegenovergestelden loop.

Het is echter bekend, dat de temperatuur, die op een zekeren datum, of in eene maand, of zelfs gedurende nog langeren tijd heerscht, niet in alle jaren dezelfde is, maar dat er, in dit opzicht, aanmerkelijke *afwijkingen van de gemiddelde of normale temperatuur* voorkomen. Men kan die gemiddelde gang der warmte, des te nauwkeuriger leeren kennen, naarmate de waarnemingen gedurende een grooter aantal van jaren zijn voortgezet. De afwijkingen, die in sommige jaren zijn voorgekomen, wegen meerendeels tegen elkander op, omdat zij meestal nu eens boven, dan weder onder de normale, zijn.

Tusschen de keerkringen zijn, in het algemeen, de jaarlijksche afwisselingen der temperatuur veel kleiner, dan in de gematigde en koude gewesten, zoodat, op sommige eilanden, de dagelijksche afwisseling grooter is, dan het verschil van de warmste en koudste maand (zie pag. 165).

Men kan, in het algemeen, stellen, dat de temperatuur-wisselingen, die in den loop des jaars voorkomen, grooter en grooter worden, naarmate men zich van den evenaar verwijderd. Doch wij zullen later (§ 47) zien, dat er vele uitzonderingen op dezen regel zijn, die in de ligging en plaatselijke gesteldheid hare oorzaken hebben.

Het is gemakkelijk na te gaan, waarin de reden van deze toeneming der verschillen, met de geographisch breedte, gelegen is: gelijk wij zagen, hangt de uitwerking, die de zonnestralen op eene plaats uitoefenen, voor-

namelijk van twee zaken af, als 1^o van den tijd, dien de zon boven den gezichtseinder is, en 2^o van de min of meer schuine richting, waarin hare stralen de oppervlakte van den grond treffen. Uit de tafel, op bladzijde 40, voor de lengte der dagen, op verschillende breedten, gegeven, blijkt reeds het groote verschil dat er in dit opzicht bestaat: want, terwijl de langste dag, op 16^o—44' breedte, slechts dertien uren duurt, vertoeft de zon, op 58^o—28', gedurende achttien uren boven den gezichtseinder. De kortste dag duurt, op eerstgenoemde breedte, nog elf uren, op laatstgenoemde slechts zes uren.

De hoek, waaronder de zonnestrallen, op onderscheidene breedten, den grond treffen, is mede zeer verschillend. In alle landen, die tusschen de keerkringen liggen, gaat de zon tweemaal in het jaar door het toppunt. In de plaatsen, die juist onder de keerkringen liggen, gaat zij éénmaal in het jaar, op den middag, door het toppunt, terwijl zij, een half jaar later, op den middag 47^o van het toppunt is verwijderd. In de gematigde streken verschilt de hoogte, die de zon op den middag van den langsten en kortsten dag bereikt, 47^o — dat is de dubbele helling van de ecliptica op den evenaar — doch, bij deze afwisseling, is er tevens een groot verschil tusschen de lengte van den weg, dien de zonnestrallen in den dampkring moeten afleggen: in den winter komt de zon, in onze breedten (zie pag. 40), op den middag slechts 14½^o boven den horizon; in den zomer daarentegen, bereikt zij eene hoogte van 61½^o: in den winter is de gemelde weg ruim drie malen grooter dan in den zomer, en dus de opslorping van warmte en licht evenzeer. Aan de Noordpool zelve komt de zon, op den 21^{sten} Maart, boven den horizon, en loopt dien dagelijks geheel rond, terwijl zij steeds in hoogte toeneemt; dit duurt tot den 21^{sten} Juni, wanneer zij hare grootste hoogte, nl. 23½^o, bereikt; vervolgens neemt zij, terwijl zij steeds den horizon rondloopt, in hoogte af, om, op den 23^{sten} September, weder tot de kim terug te keeren en, gedurende een half jaar, onder den gezichtseinder te vertoeven. Aan de polen valt dus de jaarlijksche verandering der temperatuur met de dagelijksche samen.

§ 46.

Op dezelfde wijze, als de gemiddelde temperatuur van een dag bepaald wordt, kan men ook die van een willekeurig tijdperk, b. v. van eene maand of een jaar, berekenen. Heeft men, voor eene plaats, de gemiddelde temperatuur van eenige jaren berekend, dan kan men daaruit de gemiddelde temperatuur dier plaats afleiden: deze wordt nl. gevonden

door de gemiddelde temperaturen der afzonderlijke jaren bij elkander te tellen en die som door het aantal der jaren te deelen, waarover de waarnemingen loopen.

Indien de aarde overal eene gelijksoortige oppervlakte had, zoodat het vermogen, om de zonnewarmte op te nemen en uit te stralen, voor alle deelen hetzelfde was; indien verder alle gedeelten dezer oppervlakte even hoog, boven den zeespiegel, gelegen waren, dan zou de gemiddelde jaarlijksche temperatuur, van alle plaatsen, alleen van hare geographische breedte afhangen. De ongelijke verdeling van land en water over de aardoppervlakte (§ 15), het verschil in hoogte harer verschillende deelen (§ 17), benevens de zeestroomen (§ 39) oefenen echter een aanmerkelijken invloed op de gemiddelde jaarlijksche temperatuur uit, zoodat deze, voor twee plaatsen, die op zeer verschillende breedten gelegen zijn, dezelfde kan zijn; of omgekeerd, voor twee plaatsen, op dezelfde breedte gelegen, zeer kan verschillen: zoo is b. v. de gemiddelde jaarlijksche temperatuur in *de Krim* vrij nabij gelijk aan die, welke bij ons te lande heerscht, ofschoon beider ligging 8° in breedte verschilt. Omgekeerd is die van ons land 10° hooger dan die van het zuidelijk deel der *Hudsons-baai*, dat op dezelfde breedte ligt.

Om een overzicht van de verdeling der temperatuur over de oppervlakte der aarde te verkrijgen, zou men op kaarten, nevens de plaatsen, waar langdurige waarnemingen zijn gedaan, hare gemiddelde temperatuur kunnen aanteekenen. Dit hulpmiddel zou echter onvolkomen zijn. Veel gemakkelijker wordt echter het overzicht, indien men, zooals door VON HUMBOLDT het eerst is gedaan, op eene wereldkaart, lijnen trekt, welke door die plaatsen gaan, welke eene zelfde gemiddelde jaarlijksche temperatuur bezitten. Deze noemt men: *Isothermische lijnen*, of kortweg: *Isothermen* (*lijnen van gelijke warmte*). Om haar aantal niet te groot te maken, trekt men ze gewoonlijk van 5 tot 5 graden van de thermometer-schaal.

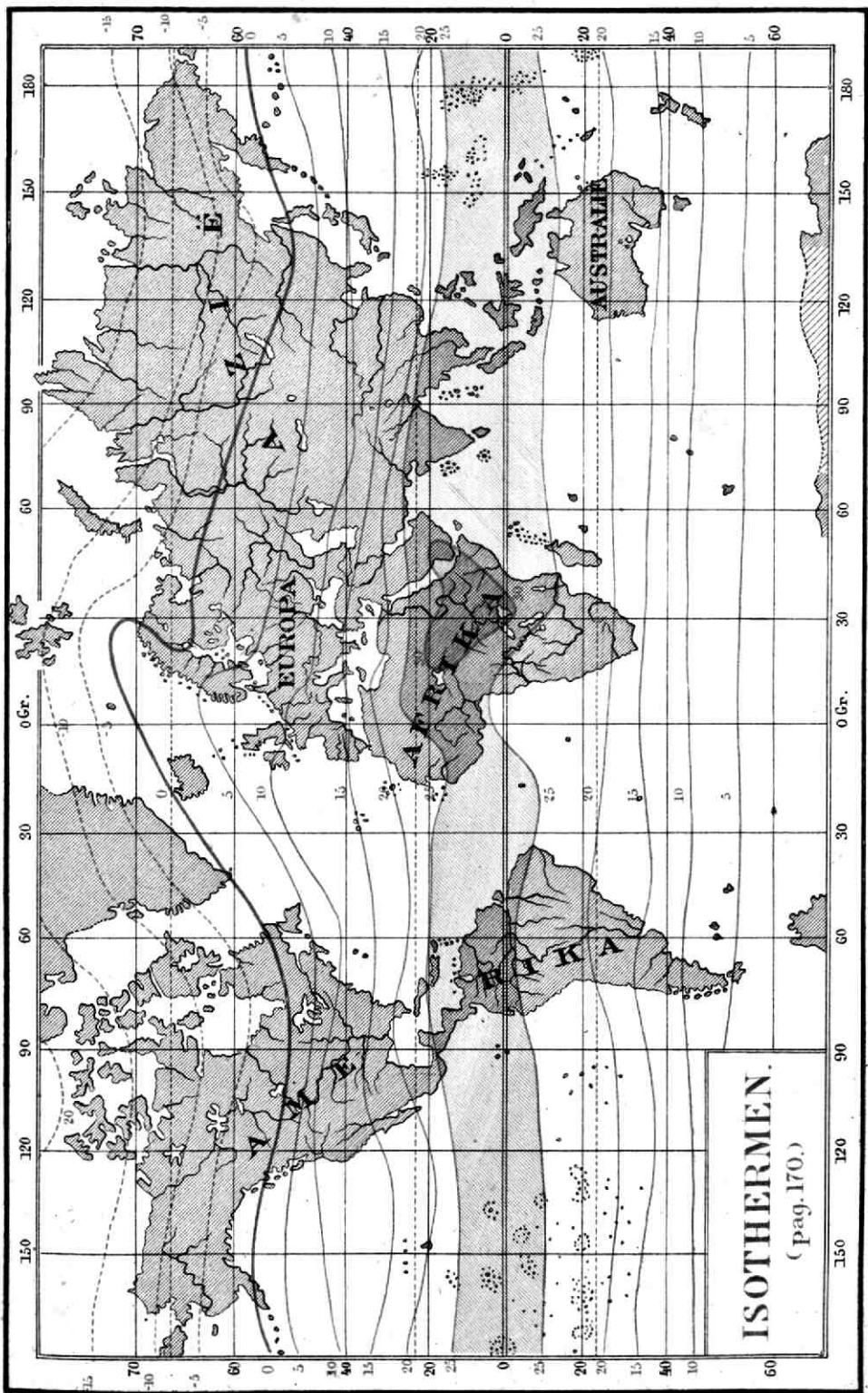
Daar echter, zooals wij § 48 zullen zien, de temperatuur der lucht met de hoogte afneemt, moet men, aan de gemiddelde jaarlijksche temperatuur der meeste plaatsen, eene correctie aanbrengeu, om die te verkrijgen, welke zij zouden hebben, wanneer zij op dezelfde hoogte als de zeespiegel gelegen waren: twee plaatsen kunnen b. v. op verschillende hoogte, zeer nabij elkander liggen, en daardoor een groot verschil in temperatuur opleveren, wat niet zou bestaan, indien zij op dezelfde hoogte gelegen waren.

Zoo beschrijft men eene lijn, die de plaatsen vereenigt, waar de gemiddelde, herleide, jaarlijksche temperatuur 0° is, en noemt deze: de

isotherme van 0°; eene andere trekt men door die plaatsen, waar de gemiddelde jaarlijksche temperatuur 5° is, enz. Deze lijnen loopen, op verre na, niet evenwijdig met de parallel-cirkels, zooals dit het geval zou zijn, indien de gemiddelde jaarlijksche temperatuur alleen van de geographische breedte afhing. Zij vertoonen integendeel verschillende buigingen, waarvan de beteekenis de volgende is: eene bocht naar de pool duidt aan, dat de warmte in die richting verder doordringt, dan in de daarnaast gelegen deelen, terwijl eene buiging, naar den evenaar aantoon, dat de warmte aldaar niet zoo ver doordringt, als ter wederzijde daarvan. De kaart N°. V stelt den loop der isothermen op de oppervlakte der aarde voor.

Volgen wij den loop b. v. der *isotherme van 0°* in het noordelijk halfrond, dan merken wij terstond dat zij groote bochten maakt. Zij loopt dicht langs het zuidelijk deel der *Hudsons-baai*, onder 50° breedte; vervolgens gaat zij oostwaarts, door *Labrador*, dan wendt zij zich zuidoostelijk, tot de zuidspits van *Groenland*; daarna langs de noordkust van *IJsland*, waar zij den poolcirkel snijdt, totdat zij, op 73° breedte, haar noordelijkste punt bereikt. Van hier loopt zij, eerst oostwaarts, daarna zuidoostwaarts, om zich nu plotseling naar het Zuiden en Westen om te buigen en het binnenland van *Finmarken* en *Lapland* te bereiken. Van hier gaat zij, door het noordelijk deel der *Bothnische golf*, oostwaarts over de *Witte zee*, daalt, in *Siberië*, meer en meer naar het Zuiden, tot zij, in het *Amurland*, weder den parallel-cirkel van 50° bereikt. Nu loopt zij opnieuw naar het Noorden, doorsnijdt het eiland *Shagalin* en vervolgens *Kamtschatka*, om, in het noordoostelijk deel van het schiereiland *Alaska*, haar noordelijkste punt in die streken te bereiken, dat op 62° breedte gelegen is. Van daar loopt zij meer naar het Zuiden, om zich naar het zuidelijk deel der *Hudsons-baai* te begeven. — Hare beide noordwaartsche bochten, tusschen *IJsland* en *Noorwegen* en in de nabijheid van het schiereiland *Alaska*, zijn beide het gevolg van warme zeestroommen, die wij § 39 onder de namen van *Golfstroom* en *Japanschen stroom* leerden kennen. De eerste maakt, dat de gemiddelde temperatuur der lucht, tusschen *Noorwegen* en *Spitsbergen*, op 73° breedte, dezelfde is als die, welke, 23° zuidelijker, in het oostelijk deel van *Noord-Amerika* en *Azië*, op 50° breedte, heerscht.

De *isotherme van 10°* loopt slechts zeer weinig ten zuiden van ons land en gaat dus vrij nabij door die streken, waar de gemiddelde temperatuur van het jaar gelijk aan de onze is. In *Europa* loopt zij, op 54° N. Br., midden door *Ierland*, vervolgens daalt zij, tot in de nabijheid van *Londen*, loopt door de *Noordzee*, vervolgens eenigszins ten noorden



ISOTHERMEN.

(pag. 170.)

van *Brussel*. Hier begint zij sterker te dalen, loopt bezuiden *München* en *Weenen*, langs de noordkust der *Zwarte Zee*, door de *Krim*, vervolgens, over het zuidelijk deel der *Caspische Zee*, naar *Yarkand*, waar zij, op 38° breedte, het meest tot den evenaar nadert. Vervolgens loopt zij, eenigszins noordwaarts, tusschen de eilanden *Jesso* en *Nippon*, van waar zij, op den *Stillen Oceaan*, op nieuw eenigszins rijst, om de westkust van *Noord-Amerika*, omstreeks den 48^{sten} breedtegraad te bereiken. Van hier daalt zij, in de *Vereenigde Staten*, eenigszins, om zich naar de oostkust, in de nabijheid van *New-York* te begeven. Vervolgens gaat zij, steeds opklimmende, over den *Atlantischen Oceaan*, om de westkust van *Ierland* te bereiken.

Zooals de kaart aanwijst, buigen zich alle isothermen, in het noordelijk halfmond, boven den *Atlantischen-* en *Grooten Oceaan*, naar het Noorden, terwijl zij, boven *Amerika* en *Azië*, zich naar het Zuiden wenden. De temperatuur der lucht is dus aldaar, boven den oceaan, hooger, dan boven het vaste land.

Ter weerszijde van den evenaar, strekt zich een gordel rondom de aarde uit, waarvan de gemiddelde jaarlijksche temperatuur 25° overtreft, en die dus door de beide isothermen van dien graad wordt ingesloten. Hij omvat een aanzienlijk deel van de oppervlakte van onze planeet, zooals het best blijkt, wanneer men de beide isothermen, waardoor zij begrensd wordt, op eene aardglobe teekent. De breedte van dezen gordel wisselt, in de verschillende deelen der heete luchtstreek, eenigszins af: het smalst is hij ten westen van *Midden-Amerika* en aan de westkust van *Afrika*; het breedst in den *Indischen Oceaan* en oostelijk *Afrika*, waar hij bijna de geheele ruimte, tusschen de beide keerkringen omvat. — Binnen dit gebied liggen echter streken, waar de gemiddelde jaarlijksche temperatuur nog hooger is: b. v. aan de noordkust van *Zuid-Amerika*, waar zij 27° en in *Oost-Indië*, waar zij 28° bedraagt.

Het *warmste gedeelte der aarde* wordt ingesloten door de isotherme van 30° en ligt, zooals op de kaart is aangewezen, in de oostelijke helft van *Midden-Afrika*, tusschen 2° Z. Br. en 20° N. Br.; en het zuidelijk deel der *Roode Zee*. Deze streek omvat tevens die, waar, gelijk wij pag. 142 zagen, de temperatuur van het zeewater het hoogst is; zij ligt, bijna uitsluitend, in het noordelijk halfmond.

In het zuidelijk halfmond, waar, zooals wij pag. 48 zagen, de oceaan verreweg de overhand bezit, boven het land, is de loop der isothermen veel regelmatig, dan in het noordelijk halfmond; de grootste onregelmatigheden treft men aldaar in de nabijheid van den evenaar aan, zoo dat de isothermen, naarmate men op hogere breedten komt, meer den

loop der parallel-cirkels volgen. Zij buigen zich hier, aan de westkust van *Afrika* en van *Zuid-Amerika*, naar den evenaar, terwijl zij, in het binnenste der beide vaste landen, naar de zuidpool naderen. Het land is dus hier, over het algemeen, warmer dan de oceaan; juist het omgekeerde van hetgeen wij in het noordelijk halfrond leerden kennen. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de koude zeestroomen, die op het zuidelijk halfrond talrijker zijn, dan op het noordelijk.

Uit den onregelmatigen loop der isothermen, in het noordelijk halfrond, kan men afleiden, dat de Noordpool waarschijnlijk niet het koudste punt van dit halfrond is: er zijn aldaar waarschijnlijk twee punten, die het koudst zijn, en met den naam van *koude-polen* worden bestempeld: de eene in *Amerika*, ten noorden van de *Behringstraat*; de andere in *Siberië*, omstreeks den poolcirkel, in het stroomgebied der *Yana*. Hare gemiddelde jaarlijksche temperaturen verschillen waarschijnlijk niet veel van -20° .

De ligging der koude-pool in het zuidelijk halfrond, is, wegens gebrek aan waarnemingen, niet nauwkeurig bekend, maar zal waarschijnlijk niet veel van de geographische zuidpool verschillen.

§ 47.

Twee plaatsen kunnen dezelfde gemiddelde jaarlijksche temperatuur hebben, zonder dat nochtans hare luchtgesteldheid eene groote overeenkomst heeft: de zomer eener plaats kan zeer warm, de winter daarentegen zeer streng zijn, zoodat hieruit eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur ontstaat, welke met die eener andere plaats overeenkomt, die minder warme zomers, maar tevens zachtere winters heeft. *Astrakan* en *Dublin* b. v., liggen onder dezelfde isothermische lijn en hebben dus dezelfde gemiddelde temperatuur: doch de warmte der maand Juli, is, voor *Astrakan*, $25^{\circ},0$, voor *Dublin* slechts $15^{\circ},9$, terwijl die van Januari, voor *Astrakan*, $10^{\circ},7$ onder nul en voor *Dublin* $3^{\circ},6$ boven nul is. De zomerwarmte is dus, te *Astrakan*, $9^{\circ},1$ aanzienlijker, de winterkoude daarentegen $14^{\circ},8$ grooter dan te *Dublin*.

Even als men, om een algemeen overzicht te hebben, van de verdeling der warmte op de aardoppervlakte, de Isothermen getrokken heeft, zoo heeft men ook lijnen getrokken, die de verdeling der warmte in den zomer en in den winter aangeven. De lijnen gaande door alle plaatsen waar de gemiddelde temperatuur der drie zomermaanden (Juni, Juli en Augustus) dezelfde is, en die men mede gewoonlijk voor elke vijf graden van den thermometer trekt, worden *Isotheren* of *lijnen van gelijke zomerwarmte* genoemd.

Evenzoo heeft men lijnen op de kaart getrokken, gaande door alle plaatsen, waar de temperatuur der drie wintermaanden (December, Januari en Februari) dezelfde is. Ook deze trekt men gewoonlijk voor elk vijftal graden van de thermometer-schaal. Deze lijnen worden *Isochimenen* genoemd, of *lijnen van gelijke wintertemperatuur*. Beide soorten van lijnen zijn vooral belangrijk voor de beschouwing van de verbreiding der planten en dieren over de aarde. (Zie: hoofdstuk VII).

Zoo als wij pag. 167 zagen, komt de gemiddelde jaarlijksche temperatuur omstreeks overeen met die der maanden April en October. De jaar-isothermen geven derhalve eene vrij getrouwe voorstelling van de verdeeling der luchttemperatuur in de lente en den herfst, dat is: op den tijd dat de gemiddelde temperatuur van den dag met die van het jaar overeenkomt. Daar dit tijdstip niet, voor alle punten der aardoppervlakte, volkomen overeenstemt, zullen er echter nog kleine verschillen bestaan tusschen de kaarten, die de isothermen, en die welke de gemiddelde temperatuur van de lente en den herfst aangeven.

Ten einde de jaarlijksche verandering der temperatuur, die door geen dezer lijnen wordt aangeduid, nog duidelijker zichtbaar te maken, heb ik nog andere lijnen ingevoerd: namelijk die, van *gelijke jaarlijksche afwisseling der temperatuur*, waaraan ik den naam van *Isoparallagen* gegeven heb. ¹⁾

De kaarten, waarop de Isothermen, Isotheren of Isochimenen zijn getrokken, geven wel een beeld van de verbreiding der warmte over de aarde, hetzij in het algemeen, hetzij voor de twee tegenovergestelde jaargetijden, doch zij geven nog geen volkomen denkbeeld van de wijze, waarop de warmte-verdeeling, in den loop des jaars, verandert, of b. v. van de verplaatsing, die de Isotherme van 10°, in den loop des jaars, ondergaat. Om die te leeren kennen, zijn door Dove, te *Berlijn*, kaarten ontworpen, die den gemiddelden warmte-toestand der aarde voor elke maand aanduiden. Deze geleerde heeft, voor elke maand, eene kaart gegeven, waarop lijnen zijn getrokken, die door alle plaatsen gaan, waar de gemiddelde temperatuur 5°, 10° enz. is, zoodat men de veranderingen, in de verdeeling der warmte, gedurende den loop des jaars, met het oog kan volgen. Om daarvan eenigermate een denkbeeld te geven, willen wij, in de eerste plaats, de verdeeling der warmte in de maand Januari beschouwen. De isotherme van 0° loopt dan, van de *Farøer*, noordoostelijk over de *Lofoten*, van waar zij zich plotseling zuidelijk wendt, de kusten

¹⁾ Zie: Aanteekeningen van het verhandelde in de Sectie voor Natuur- en Geneeskunde van het Prov. Utr. Genootschap v. Kunsten en Wetenschappen. 1865. Met eene kaart.

van *Noorwegen* en *Denemarken* volgt, midden door ons land gaat, omstreeks den loop van den *Rijn* volgt, om zich, in *Zwitserland*, oostelijk te wenden; vervolgens loopt zij door het noordelijk deel der *Zwarte zee*, langs den *Caucasus*, verdeelt de *Caspische zee* in twee, omstreeks gelijke deelen, om zich, in *Azië*, meer naar het Zuiden te wenden en de noordelijke afhelling van den *Himálaya* te volgen. Van hier klimt zij, in *China*, meer noordwaarts, over de zuidpunt van *Corea*, door *Nippon*, om vervolgens meer te stijgen en, boven den *Grooten Oceaan*, de *Aleuten* te bereiken. Zij snijdt de westkust van *Noord-Amerika* omstreeks op 55° N. Br., daalt in dit werelddeel vrij sterk zuidwaarts, tot *St. Louis*, gaat daarna omstreeks oostwaarts over *Washington*. Boven den *Atlantischen Oceaan* loopt zij vrij nabij noordoostelijk, om de *Faröer* te bereiken. — Wij kunnen hieruit zien: 1° dat binnen het gebied, dat door deze lijn is ingesloten, gemiddeld, in de koudste maand van het jaar, overal vorst heerscht, zoodat zij een vrij groot gedeelte van het noordelijk halfrond inneemt. — 2° dat de vorst in de beide groote vaste landen: *Noord-Amerika* en *Europa-Azië*, het verst naar den evenaar doordringt en wel zoodanig, dat zij in beide werelddeelen tot omstreeks 38° breedte zich uitstrekt, d. i. tot die van *Athene*. — 3°. dat de vorst, boven de beide groote oceanen, bij lange na niet zoover tot den evenaar doordringt, zoodat zelfs de temperatuur der lucht, boven de zee aan de kusten van *Noorwegen*, ten noorden van den poolcirkel, boven het vriespunt blijft, als gevolg van de hoogere temperatuur door de warme stroomen aldaar en van de groote warmte-capaciteit van het water.

Binnen het gebied, dat door de vermelde isotherme wordt ingesloten, liggen de plaatsen, waar de grootste koude heerscht, die omstreeks 40° onder nul bedraagt. De eene ligt in *Siberië*, noordelijk van *Jakoetsk*, de andere ten noordwesten der *Parry-eilanden* in de richting van oostelijk *Siberië*.

De warme gordel, die door de isothermen van 25° wordt begrensd, ligt meer ten zuiden dan ten noorden van den evenaar. De warmste streken, waarvan de gemiddelde temperatuur meer dan 30° bedraagt, worden allen in het zuidelijk halfrond boven het vaste land van *Afrika* en *Australië* gevonden.

In het tijdsverloop van Januari tot Juli, verplaatsen zich alle isothermen naar het Noorden. Die van 0° sluit daarbij, in het noordelijk halfrond, een steeds kleiner gebied in, zoodat dit, in Juli, of geheel verdwijnt, of slechts in de tot nog toe onbekende streek, rondom de Noordpool gelegen is. — De isotherme van 0° volgt, in het zuidelijk halfrond, omstreeks den 60sten breedtegraad.

De gordel, waarvan de gemiddelde temperatuur in Juli meer dan 25° bedraagt, en die dus door de beide isothermen van dien graad is begrensd, ligt, voor het grootste gedeelte, op het noordelijk, slechts voor een klein deel in het zuidelijk halfond. Het smalst is deze warme streek boven den *Allantischen Oceaan*, doch bezit, boven *Afrika*, *Zuid-Azië*, den *Indischen Oceaan* en *Amerika*, eene aanzienlijke breedte. De plaatsen, waar de hoogste temperatuur heerscht, bevinden zich, in deze maand, op vrij hooge noordelijke breedte: nl. in *Noord-Afrika*, *Arabië*, het zuidelijk deel van *Azië* en *Midden-Amerika*. In de beide eerstgenoemde streken bedraagt de gemiddelde temperatuur meer dan 35°, zoodat dit, zooals wij reeds pag. 171 zagen, de warmste streken der aarde zijn. Bij *Panama* is de gemiddelde temperatuur insgelijks meer dan 30°.

it het behandelde, aangaande de verdeeling der warmte over de oppervlakte der aarde, blijkt, dat deze in de eerste plaats wordt bepaald door de richting, waarin de zonnestralen hare oppervlakte treffen, benevens den duur der dagen, doch dat de werking der zonnestralen, zeer wordt gewijzigd door de gesteldheid der oppervlakte: bestaat deze uit water, dan wordt dit slechts weinig verwamd, omdat deze vloeistof eene zoo groote warmte-capaciteit bezit. Treffen de zonnestralen echter het vaste land, dan zal daarvan de temperatuur veel meer worden verhoogd, doch, bij afwezigheid der zon onder, of bij een lageren stand van dit hemellichaam boven den horizon, zal er, door uitstraling, ook weder meer worden verloren. De nabijheid des oceaans moet als eene wijzigende oorzaak worden aangemerkt, en hieruit ontstaat een groot onderscheid tusschen de temperatuurs-veranderingen der kustlanden en de streken, welke verder van de kust zijn verwijderd. De kustlanden en eilanden onderscheiden zich door een vrij groote gelijkmatigheid van temperatuur: de zomers zijn er koel, de winters daarentegen zacht; dit noemt men het *kust- of eiland-klimaat*. — Naarmate men zich echter van de kusten verwijderd, wordt zoowel de dagelijksche als jaarlijksche afwisseling der temperatuur grooter. Op warme dagen volgen daar koele nachten; terwijl heete zomers door strenge winters worden afgewisseld. In het binnenste der groote vaste landen, vooral in *Azië* en *Noord-Amerika*, ontstaat daardoor, het zogenaamde *continentaal-klimaat*. Een enkel voorbeeld moge dit meer doen uitkomen: *Amsterdam* en *Nertchinsk* (in *Siberië*) liggen nagenoeg op dezelfde breedte. De gemiddelde temperatuur van de warmste en koudste maand bedraagt:

	Januari.	Juli.	Vershil.
te <i>Amsterdam</i>	+ 1 ^o ,7	+ 17 ^o ,8	16 ^o ,1
» <i>Nertchinsk</i>	— 29 ^o ,0	+ 18 ^o ,0	47 ^o ,0
Vershil.	+ 30 ^o ,7	— 0 ^o ,2	

Het verschil van de warmste en koudste maand bedraagt dus, voor *Amsterdam* 16^o,1, voor *Nertchinsk* 47^o,0, waaruit dus de invloed van het continentaal-klimaat duidelijk blijkt. Dit verschil ontstaat vooral doordien de maand Januari te *Nertchinsk* zooveel kouder is dan te *Amsterdam*. De eerstgemelde plaats heeft dus, met betrekking tot de breedte, waarop zij ligt, een zeer koel klimaat, of wel *Amsterdam* is zeer begunstigd. Ditzelfde geldt voor zeer vele plaatsen. Om dit nauwkeuriger te leeren kennen, onderzocht DOVE welke de *gemiddelde temperatuur* is voor *elken breedtegraad* en vergeleek hiermede die, welke werkelijk op verschillende lengten daarop heerscht. Hij vond voor die gemiddelde temperatuur:

Breedte.	Noordelijk halfrond.			Zuidelijk halfrond.
	Januari.	Juli.	Jaar.	Jaar.
90 ^o	— 32 ^o ,5	— 0 ^o ,7	— 16 ^o ,5	
80 ^o	— 29 ^o ,1	+ 1 ^o ,1	— 14 ^o ,0	
70 ^o	— 24 ^o ,4	+ 7 ^o ,3	— 8 ^o ,9	
65 ^o	— 21 ^o ,1	+ 10 ^o ,9	— 5 ^o ,2	
60 ^o	— 15 ^o ,8	+ 13 ^o ,5	— 1 ^o ,0	
50 ^o	— 6 ^o ,8	+ 17 ^o ,0	+ 5 ^o ,4	
40 ^o	+ 4 ^o ,6	+ 22 ^o ,4	+ 13 ^o ,6	12 ^o ,5
30 ^o	+ 14 ^o ,8	+ 25 ^o ,8	+ 21 ^o ,0	19 ^o ,4
20 ^o	+ 21 ^o ,1	+ 27 ^o ,6	+ 25 ^o ,2	23 ^o ,4
10 ^o	+ 25 ^o ,1	+ 27 ^o ,1	+ 26 ^o ,6	25 ^o ,5
0 ^o	+ 26 ^o ,4	+ 25 ^o ,9	+ 26 ^o ,5	26 ^o ,5

Hij leidde hieruit af dat vele plaatsen eene hoogere jaarlijksche temperatuur hebben, dan zij, volgens hare breedte, zouden moeten bezitten; terwijl echter, voor andere, het omgekeerde plaats heeft. Deze afwijkingen noemde hij *anomaliën* en, na die voor een groot aantal plaatsen te hebben berekend, trok hij, op eene wereldkaart, lijnen, gaande door de plaatsen, waar deze anomaliën gelijk zijn; dat is: lijnen, gaande door alle plaatsen, welker jaarlijksche temperatuur 5^o, 10^o enz. hooger of lager is, dan zij, naar hare breedte, zouden moeten wezen. Aan deze lijnen gaf men den naam van *thermische Isanomalien* of *Isametralen*. Uit deze blijkt, dat geheel *Europa*, het grootste gedeelte van *Afrika*, *Arabië*, *Perzië*, *Voor- en Achter-Indië*, de eilanden van den *Indischen-Archipel*, *Nieuw-Holland*, benevens de oostkusten van *Zuid-Amerika* en een gedeelte der westkust

van *Noord-Amerika* eene hoogere temperatuur hebben, dan zij, volgens hunne ligging, moeten bezitten, terwijl het overige gedeelte der aarde, vrij algemeen, eene te lage temperatuur heeft, met betrekking tot zijne ligging.

Het was nu de vraag of deze verhouding gedurende het geheele jaar bleef bestaan, of wel in den loop daarvan veranderde. Daartoe ontwierp DOVE ook de Isanomalen van de warmste en de koudste maand, dat is van Januari en Juli, waarvoor de normale temperaturen insgelijks in de vorige tabel zijn opgegeven. Daarbij bleek o. a. dat geheel *Europa* en *Australië*, in Januari, eene hoogere temperatuur bezit, dan zij naar de ligging, zouden moeten hebben, doch dat met het grootste gedeelte van *Azië* en *Noord-Amerika*, het tegengestelde plaats heeft. In Juli daarentegen bezit bijna het geheele met water bedekte gedeelte der aarde, met uitzondering van den *Indischen Oceaan*, eene lagere temperatuur dan daar, volgens de ligging, zou moeten heerschen.

Sommige streken bezitten, ten gevolge van plaatselijke toestanden, een ander klimaat dan zij, volgens hare breedte zouden moeten bezitten: bergketens stuiten b. v. heerschende winden, die koude of warmte aanbrengen, en daardoor wordt de gemiddelde temperatuur van het geheele jaar, of van sommige maanden verhoogd of verlaagd, terwijl tevens de bewolking en de meerdere of mindere hoeveelheid regen, die er valt, kan bijdragen om het klimaat te wijzigen: zoo bestaat er b. v. een aanmerkelijk verschil tusschen de luchtsgesteldheid van *Noorwegen* en die van *Zweden*. Die van het eerstgemeld land is betrekkelijk zacht, dewijl de heerschende zuid-westen wind over den *Golfstroom* is gegaan, en daardoor verwarmd is, en tevens veel regen en mist aanbrengt; *Zweden* daarentegen, deelt reeds meer in het strenge klimaat van *Rusland*.

In het algemeen kan men opmerken, zooals reeds pag. 170 is vermeld, dat de gemiddelde jaarlijksche warmte hooger is aan de west- dan aan de oostkusten der groote vaste landen, voornamelijk in de gematigde aardgordels. Dit verschil is vooral aanzienlijk, wanneer men de temperatuur der westkust van *Europa* met die van de oostkust van *Noord-Amerika* onder dezelfde breedte vergelijkt. Als algemeene uitkomst van zijne onderzoekingen, vond DOVE het volgende: onder geringe breedten is de gemiddelde temperatuur van het jaar op het noordelijk halfrond grooter dan op het zuidelijk: op hoogere breedte schijnt echter het tegengestelde het geval te zijn. De grootste warmte valt gemiddeld op 10° N. Br. De gemiddelde temperatuur der geheele lucht — d. i. het gemiddelde der maandelijksche temperaturen van alle plaatsen op aarde — is in Juli het grootst en in Januari het geringst. De eerste overtreft de laatste

met omstreeks 4^o,5. Dit komt voornamelijk, doordien het noordelijk half-rond een warmeren zomer heeft dan het zuidelijk, terwijl de winter-temperaturen van beide halfronden veel minder verschillen.

Tot dus verre spraken wij alleen over den gemiddelden toestand, zooals die uit veeljarige waarnemingen is afgeleid. Het is echter algemeen bekend, dat de gemiddelde temperatuur van een jaar, op dezelfde plaats, niet altijd dezelfde is, maar eenige graden hooger of lager kan zijn, dan die van voorgaande of volgende jaren. Zulke afwijkingen van den gewonen gang der warmte duren somtijds eenige jaren achtereen en zijn, over geheele landen of werelddelen, verbreid. Zoo was b. v. de temperatuur, van Juni 1815 tot December 1816, in westelijk *Europa* en noordwestelijk *Amerika*, buitengewoon laag; in het Oosten van *Europa* daarentegen aanmerkelijk hooger dan gewoonlijk. — In December 1829 heerschte er eene buitengewone koude, die zich voornamelijk van *Leipzig* tot *Lemberg*, ja zelfs in *Kasan* deed gevoelen; doch in denzelfden tijd had men in *Siberië* en in *Noord-Amerika*, zacht weder. — De winter van 1851 op 1852 onderscheidde zich in *Midden-Europa*, tot in *Rusland* toe, door eene buitengewone zachtheid, doch uit het Zuiden van dit werelddeel, en zelfs uit *Algerië* klaagde men over menigvuldige sneeuw en koude; zelfs in de *Vereenigde Staten van Noord-Amerika* was deze winter buitengewoon streng. — Ook de winter van 1866 was in *Europa* zeer zacht: doch daarentegen in *Siberië*, *Fezzan* en in *Noord-Amerika* ongemeen streng. — Ofschoon dus de temperatuur, in verschillende jaren zeer onderscheiden over eenig half-rond verdeeld kan zijn, is het echter waarschijnlijk, dat er steeds dezelfde hoeveelheid warmte over de oppervlakte der aarde is verbreid, zoodat elk uiterste van warmte of koude in eene streek, door een uiterste van koude of warmte in eene andere wordt opgewogen.

Vallen de uitersten der temperatuur op plaatsen waar bovendien gewoonlijk eene grootte hitte of koude heerscht, dan kan de temperatuur tot eene ongemeene hoogte stijgen, of tot een schier ongeloofelijk lagen graad afdalen. Zoo werd door BURGHARDT, te *Esné* in *Oppe-Egypte*, gedurende het heerschen van den heeten wind, dien men *Chamsin* (§ 52) noemt, eene temperatuur van 47^o waargenomen. — In *Suez* werd, gedurende de Fransche expeditie, eene temperatuur van 52^o5 en te *Murzuk* (op 25^o54 Noorderbreedte) eene van 562 graden waargenomen. — De beroemde reiziger G. ROHLFS, die de woestijn van *Sahara* herhaaldelijk doorreisde, vond de warmte

aldaar, in den zomer van 1864, schier onverdragelijk; de temperatuur teekende des middags zelfs 69°0 C.

PARRY zag daarentegen, op het eiland *Iglulik*, den alcohol-thermometer op 42,8 graden beneden het vriespunt staan. — *Weyprecht* en *Payer* vonden, toen zij, in Februari 1873, tusschen het ijs vastzaten, het minimum der temperatuur 46°2. — FRANKLIN nam, te *Fort-Entreprise* (op 64°50 N. Br.) — 49,7 graden; BACK, te *Fort-Reliance*, (62°46 N. Br.), 56,7 graden onder het vriespunt waar. — Bij de overwintering der *Alert* en *Discovery*, onder NARES en STEPHENSON, in den winter van 1875 op '76 werd als laagste temperatuur, op 83°20' N Br. en 86°30' O. L. van *Greenwich* gevonden — 57°7. Gedurende 47 dagen, bleef het kwik waarvan het vriespunt 40° onder 0° ligt, bevroren. — De laagste temperatuur op aarde werd echter door *Katakazie* en *Neverow*, den 20^{ten} Januari 1838, te *Jakutzk* in *Siberië* waargenomen: zij bedroeg —60,0°. — De uitersten der waargenomen temperaturen der lucht op aarde verschillen derhalve 129°. Om zich eenigszins eene voorstelling te maken van deze uiterste temperaturen, kan o. a. dienen, dat de hoogste temperatuur, die in ons land werd waargenomen, 34°4 en de laagste —25,3 bedraagt. De eerste kwam voor te *Utrecht*, den 4den Augustus 1857; de tweede te *Maarsbergen* in 1795.

Ofschoon de afwijkingen, die de temperatuur in den loop van één of meer jaren ondergaat, vrij aanmerkelijk kunnen zijn, kunnen wij echter noch tot voortdurende, noch tot blijvende veranderingen van de klimaten der aarde besluiten, althans niet gedurende de historische tijden. Op grond van vele, door ARAGO bijeengebrachte, gegevens aangaande het bevrozen van rivieren en het verbouwen van verschillende gewassen, komt men tot de overtuiging dat de gemiddelde temperatuur van westelijk *Azië*, sedert de tijden van MOZES en die van het Zuiden en Midden van *Europa*, sedert de tijden der Romeinen, nagenoeg onveranderd gebleven is. Ditzelfde is ook, door SCHOUW, voor *Denemarken* en *Scandinavië* aangetoond.

§ 48.

Zoals wij reeds vroeger (pag. 161) zagen, wordt een gedeelte der zonnestralen, bij haren doorgang door den dampkring opgeslorpt, en dient derhalve tot verwarming der lucht. Het grootste gedeelte dringt echter tot de aarde door, en verwarmt hare oppervlakte. De luchtlagen, die met deze oppervlakte in aanraking zijn, worden niet alle en daardoor ver-

warmd, maar ook door de warmte, welke de aarde zelve uitstraalt. Deze laatste, afkomstig van eene warmtebron van een betrekkelijk lage temperatuur, kunnen niet hoog in den dampkring doordringen, maar worden, door de onderste lagen, opgeslorpt. Die lagen worden dus, om eene dubbele oorzaak, sterker verwarmd, dan de hooger gelegene. Van daar dus eene vrij sterke afneming der temperatuur wanneer de hoogte toeneemt. In de tweede plaats wordt de lucht door die verwarming, nabij de oppervlakte, uitgezet en stijgt, — omdat zij soortelijk lichter wordt, dan de omringende — opwaarts. Bij dit opstijgen, komt zij echter in ijlere luchtlagen, zet zich, om daarmede in evenwicht te komen, uit en verbruikt daarbij grootendeels het arbeidsvermogen, dat zij, in den vorm van warmte, nabij den bodem had verkregen. — Onder verschillende omstandigheden, dalen echter ook koude luchtstroomen nederwaarts. Daar zij hierbij in dichtere lucht vallen, worden zij, om daarmede in evenwicht te komen, samengedrukt, en herkrijgen daarbij arbeidsvermogen, in den vorm van warmte. In het algemeen verliezen dus opstijgende luchtstroomen warmte, door de uitzetting; terwijl neerdalende aan warmte winnen, tengevolge der veerkracht der lucht (pag. 155).

Indien men zich dus, hetzij door het beklimmen van hooge bergen, hetzij door met een luchtbol op te stijgen, boven de oppervlakte der aarde verheft, dan neemt in het algemeen de warmte af. Deze afneming heeft, zoowel in de warme als in de gematigde en koude gewesten der aarde plaats. Daar vele verschijnselen in den dampkring als: regen, hagel, sneeuw, enz. van de verdeling der temperatuur, in de verschillende luchtlagen, afhangen, heeft men zich veel moeite gegeven om de wetten, die deze afneming volgt, te leeren kennen. Men heeft daarioe drie verschillende wegen gevolgd, en wel: 1°. Door de temperatuur te bepalen bij het bestijgen, of gedurende het verblijf op bergen en die te vergelijken met gelijktijdige waarnemingen, die in de vlakte, of aan den voet der bergen werden verricht. — 2°. Door temperatuur-waarnemingen te doen bij het opstijgen met luchtballons en die mede met gelijktijdige te vergelijken, die nabij den grond werden verricht. — 3°. Door den invloed te onderzoeken, dien de barometerstand en temperatuur uitoefenen op de hoogte waarop de hemellichamen zich boven den horizon vertoonen: de straalbreking (§ 63) hangt namelijk van deze beide grootendeels af en dus ook de hoogte.

Bij het bestijgen van bergen, in verschillende streken der aarde gelegen, zijn talrijke waarnemingen gedaan aangaande de afneming der temperatuur met de hoogte. Wanneer men, van deze waarnemingen zoodanige nitsluit die klaarblijkelijk, om plaatselijke of voorbijgaande oorza-

ken, van den regel moesten afwijken, dan vindt men, dat de temperatuur op de bergen, in het algemeen één graad afneemt, bij elke 178,7 meters vermeerdering der hoogte, boven den grond. Deze opgaaf moet echter slechts als eene gemiddelde waarde beschouwd worden. Daaruit volgt, dat eene oprijzing van den grond van 104 meters, ten opzichte der temperatuur-vermindering, omstreeks gelijk staat met eene verplaatsing naar de pool van één breedte-grad.

De afneming der warmte met de hoogte is, gelijk talrijke waarnemingen hebben geleerd, niet op alle tijden van den dag dezelfde. Zij is het langzaamst op de koudste, het snelst op de warmste uren van den dag; dat is, men zal zich, gedurende den nacht, meer moeten verheffen om bijv. een graad afneming der temperatuur te vinden, dan bij dag. Dit bleek reeds uit de waarnemingen, die DE SAUSSURE, gedurende 14 dagen, op den *Col du Géant* deed, vergeleken met die te *Genève*. Gemiddeld had des morgens te 4 ure de vermindering van één graad der temperatuur, op eene hoogte van 211 meters plaats, terwijl, des namiddags te 2 ure, reeds voor elke 141 meters hoogte dezelfde temperatuur-afneming werd gevonden.

BRAVAIS en MARTINS vonden, gedurende 44 dagen, in Juli en Augustus, op het *Faulhorn*, voor middernacht en drie ure 's morgens, 200 meters; voor 3 en 6 ure na den middag, 139 meters. Zij vergeleken hunne waarnemingen met gelijktijdige te *Milaan*, *Genève* en *Zürich*. — KÄMTZ vond, in Juni, gedurende 29 dagen, op den top van den *Rigi*, voor 3 ure des morgens, eene afneming der temperatuur van één graad op 181 meters, terwijl dezelfde afneming, des namiddags te 9 ure reeds op 122 meters plaats had. De vergelijking geschiedde, met de waarnemingen te *Zürich*. Dezelfde natuurkundige vond, bij een verblijf van 24 dagen, in September en het begin van October op het *Faulhorn*, voor 6 ure 's morgens, eene afneming van één graad, voor elke 297 meters, terwijl, voor 3 ure des namiddags, dezelfde temperatuur-vermindering reeds op 162 meters hoogte plaats had.

Het groote verschil in de afneming der warmte, op de koudste en de warmste uren van den dag, deed het vermoeden ontstaan, dat er in dit opzicht ook een verschil in de koude en warme maanden zou bestaan en dit is door de waarnemingen, volkomen bevestigd: HORNER vond bijv. voor den *Rigi* de verheffing, voor 1^o afneming der temperatuur, in Juni gemiddeld 161 meters, in Januari 653 meters. — KÄMTZ berekende, door vergelijking der waarnemingen, op den *Grooten St. Bernard*, met die van *Genève* en 30 andere, ten noorden en ten zuiden gelegene plaatsen, dat men in Januari eene afneming der temperatuur van één graad heeft

op 270 meters, in April en Juni daarentegen reeds op 176 meters. De afwijking, die in de eerstgemelde maand voorkomt, moet waarschijnlijk aan de sneeuw worden toegeschreven, die hier nog in April ligt, waaruit een grooter verschil met de lager gelegene streken ontstaat, dan anders het geval zou zijn. Nieuwere waarnemingen en berekeningen toonen aan, dat de temperatuur des morgens in December 1° daalt voor elke 276 meters hoogte, terwijl zij, in Augustus, reeds voor 147 meters verheffing, 1° vermindert.

Uit het vroeger medegedeelde kan men echter gemakkelijk inzien, dat de afneming der temperatuur met de hoogte, bij algemeene verheffingen van den grond, zooals op bergvlakten, minder snel zal zijn, dan op alleenstaande bergtoppen.

De snelle afneming der temperatuur op de warmste uren van den dag en in den zomer, de minder snelle vermindering op de koudere uren en in den winter, geven ons grond om te besluiten, dat de afwisseling der temperatuur met de hoogte, zoowel gedurende den dag, als in het jaar steeds kleiner en kleiner wordt en eindelijk geheel verdwijnt; zoodat er, op een zekere hoogte in den dampkring, geen temperatuurverschil in de jaargetijden meer bestaat.

Op de hier vermelde waarnemingen berust de herleiding der op hooger gelegen plaatsen waargenomen temperaturen tot de oppervlakte der zee (pag. 169). *Genève* b. v. ligt 379 meters boven den zeespiegel: zijne gemiddelde temperatuur is 10°3, d. i. 2°,0 lager, dan zij zijn zou, indien de plaats aan de oppervlakte der zee gelegen ware.

Bij de waarnemingen, op bergen, had men meermalen vrij groote afwijkingen opgemerkt, in de afneming der temperatuur met de toename der hoogte; men meende die aan plaatselijke invloeden te moeten toeschrijven, die in bergachtige streken zeer veel voorkomen, doch hield steeds de meening vast dat overal en ten allen tijde de temperatuur regelmatig afneemt, naarmate men hooger stijgt. Daarom werd men zeer verrast door de uitkomst, die de luchtreis van BARRAL en BIXIO, op den 27 Juli 1850, te *Parijs*, opleverde. Bij hunne opstijging was de lucht zwaar bewolkt, de thermoter stond op 17°6. Kort te voren was er veel regen gevallen. Na weinige minuten bevonden zich de luchtreizigers in een wolkenlaag, die hier en daar in dichtheid af- en toenam, of in verschillende lagen, die zich boven elkander bevonden. Op 3751 meters hoogte, bevonden zij zich in een zeer dichten nevel en de temperatuur was tot 0°5 beneden het vriespunt gedaald. Op omstreeks 6000 meters hoogte, teekende de thermometer nagenoeg -10°. De luchtreizigers werden door eene menigte ijsdeeltjes bedekt, die, als kleine naaldvormige

kristallen, in de plooiën van hunne kleederen bijeenrolden; de temperatuur daalde zeer snel, zoodat de thermometer, op 6521 meters hoogte, 45° beneden het vriespunt aanwees. Op 7016 meters, het hoogste punt dat zij bereikten, teekende de thermometer —39°7, eene koude, welke die van de meeste winters in *Siberië* overtreft. Aan de oppervlakte was de temperatuur, gedurende de luchtreis, bijna niet veranderd.

Deze uitkomsten deden de wenschelijkheid inzien, om de verdeeling der temperatuur in de verschillende luchtlagen, meermalen door opstijgen met luchtballons te onderzoeken, Daartoe zijn in *Engeland*, door WELSH en GREEN, en vooral door GLAISHER en COXWELL zeer vele luchtreizen ondernomen. Eenmaal steeg men des avonds op. Op den 5 September 1862 bereikten de laatstgemelden zelfs de verbazende hoogte van 9143 meters: dat is 303 meters hooger dan de *Gaurisankar* en de grootste hoogte, die ooit door menschen is bereikt of wellicht immer zal bereikt worden ¹⁾. In een overzicht van zijne gedane luchtreizen, gaf GLAISHER, als uitkomst daarvan op, dat de afnemning der temperatuur met de hoogte zeer verschilt, naarmate de lucht helder of bewolkt is. In het eerste geval vond hij, als gemiddelde uitkomst, eene afnemning van één graad voor 55 meters; bij hoogten echter van meer dan 7620 meters moest men tienmaal meer opstijgen, om eene daling van één graad der temperatuur te verkrijgen. Bij nacht scheen een andere wet voor de verandering der temperatuur met de hoogte te heerschen; want zij nam dan soms, zelfs bij vermeerdering daarvan, toe. Bij betrokken of bewolkte lucht hebben mede groote afwijkingen van den algemeenen regel plaats. Door MENDELEEF zijn de waarnemingen van GLAISHER aan eene nadere berekening onderworpen, waardoor hij de uitkomst verkrijgt

¹⁾ Bij deze luchtreis stegen GLAISHER en COXWELL tot eene grootere hoogte op dan hier is opgegeven, doch deze is niet juist bekend. Waarschijnlijk zelfs tot 10698 meters. Op eene hoogte van omstreeks 6500 meters kon GLAISHER moeielijk zien; bij 6821 meters hoogte onderdond hij moeielijkheid om de instrumenten af te lezen. Tusschen 7325 en 8840 meters viel hij in flauwte, zoodat hij den stand der instrumenten niet meer kon aflezen. De ballon steeg intusschen hooger en hooger en, bij eene waarschijnlijke hoogte van 10668 meters (35000 Engelsche voeten) verloor COXWELL het gebruik zijner handen. Hij opende toen echter de klep, om gas uit te laten, door het koord tusschen de tanden te nemen. Op omstreeks 8800 meters begon GLAISHER weder te herstellen en, na tot 7620 meters gedaald te zijn, hervatte hij zijne waarnemingen. Op de hoogte van 8000 meters, was de temperatuur tot 20.5 graden beneden het vriespunt gedaald; de barometer teekende 247,8 millimeters, op 9143 meters hoogte, dat is, de drukking van den dampkring was tot op één derde van de gewone verminderd. Onder zulk eene geringe luchtdrukking, worden het aangezichten de handen der luchtreizigers donkerblauw. -- Bij de merkwaardige luchtreis, den 17 April 1875 door SIVEL, CROË-SPINELLI en TISSANDRIER ondernomen, werden de beide eerste de slachtoffers, daar zij wegens gebrek aan lucht, door de groote verijling, ontkwamen.

dat de afneming der temperatuur in het algemeen evenredig is aan die der luchtdrukking.

De onderzoekingen, van DR. PRESTEL te *Emden*, hebben geleerd, dat in de onderste luchtlagen, op weinige meters boven de oppervlakte van den grond, doorgaans eene geringe *toeneming der temperatuur met de hoogte* plaats heeft. In de bergachtige streken gebeurt het niet zelden, dat de door afkoeling aan de bergwanden verdichte lucht, naar het dal stroomt en aldaar eene sterke afkoeling plaats heeft. Hierdoor gebeurt het niet zelden dat b. v. de wijnstokken in de dalen bevrozen, terwijl zij, op grootere hoogte, langs de berghellingen, ongedeerd blijven.

Waar men zich op aarde moge bevinden, overal heerscht, zelfs in den zomer, op eene zekere hoogte boven de oppervlakte eene temperatuur waar een thermometer 0° zou aanwijzen. Boven die grens zal dus het ijs of de sneeuw niet smelten. — De bergtoppen, die zich hooger verheffen, zullen dus met eeuwigdurende sneeuw bedekt zijn, want, wat beneden als regen valt, is, op die hoogten, meestal sneeuw. Men moet echter in verschillende streken tot onderscheidene hoogten opklimmen om zoodanige lage temperatuur aan te treffen; onder den evenaar hooger dan in de gematigde streken en hier weder hooger dan in de koude gewesten. Alle punten waar de sneeuw, zelfs in den zomer, niet meer smelt, liggen in een gebogen vlak, dat, tusschen de keerkringen, het hoogst boven de oppervlakte der aarde ligt en allengs naar de gematigde en koude streken afdaalt, totdat het in de laatstgenoemde den grond bereikt. Boven dit vlak valt er meer, beneden minder sneeuw, dan er in den zomer wegsmelt. De gestippelde lijn, in de figuur op pag. 161 geeft eene doorsnede van den gemiddelden loop van dit vlak op de oppervlakte der aarde. Dit vlak wordt de *gemiddelde grens der eeuwigdurende sneeuw* of kortweg de *sneeuwgrens* genoemd. Het heeft, ten naastenbij, eene ellipsoidische of afgeplat bolvormige gedaante. Daar de afplatting daarvan echter grooter, dan die der aarde is, snijdt dit vlak de aardoppervlakte, in de nabijheid der beide poolcirkels. Deze doorsnijdingen worden de *sneeuwlijnen* genoemd. De hoogte der sneeuwgrens op de bergen, wordt grootendeels door de hoe-grootheid en den duur der zomerwarmte bepaald, in verbouding tot de hoeveelheid sneeuw, die in den winter valt. Staan op eene zekere hoogte, deze beide zoodanig tot elkander, dat de eerste juist toereikend is, om de gevallene sneeuw te smelten, dan is ook aldaar de sneeuwgrens. De hoogte dezer grens is aan de zon- en schaduwzijde der gebergten verschillend: op gebergten aan de kusten, is de sneeuwgrens in het algemeen lager

dan op die, welke meer in het binnenste der vaste landen gelegen zijn: want op de eerste is de lucht vochtiger, er valt meer sneeuw en de zomers zijn koeler, dan op de laatste. Daarom wordt eene *laagste, hoogste en gemiddelde sneeuwgrens* onderscheiden.

De volgende tafel bevat de hoogte der onderste sneeuwgrens op verschillende gedeelten der aarde:

N A M E N.	Breedte.	Onderste grens der eeuwige sneeuw.
Zuidwestpunt van <i>Spitsbergen</i>	78° N.	0 meters.
<i>Noordelijk Groenland</i>	75 »	715 »
<i>Noordkaap (Noorwegen)</i>	71 »	715 »
<i>Sulitelma (Lapland)</i>	67 »	1169 »
<i>Oster-Jökul (IJsland)</i>	65 »	936 »
<i>Folgefonden (Noorwegen)</i>	60 »	1560 »
<i>Kamschatka</i>	57 »	1600 »
<i>Altai</i>	50 »	2144 »
<i>Alpen</i>	46 »	2708 »
<i>Elbrus (Kaukasus)</i>	43 »	3373 »
<i>Pyreneën</i>	43 »	2728 »
<i>Ararat</i>	40 »	4433 »
<i>Etna</i>	37 ¹ / ₂ »	2900 »
<i>Sierra-Nevada</i>	37 »	3440 »
<i>Himalaija</i> (noordelijke helling)	31 »	4190 »
» zuidelijke »	30 »	3920 »
<i>Mexico (Popocatepetl)</i>	19 »	4500 »
<i>Abyssinië</i>	13 »	4287 »
<i>Sierra-Nevada-de-Merida</i>	8 »	4550 »
<i>Cordilleras van Quito</i>	0	4824 »
» » <i>Chili</i>	15 Z.	4853 »
<i>Portillo en Peuquenes (Chili)</i>	33 »	4488 »
<i>Andes</i> (aan de kusten van <i>Chili</i>)	42 »	1832 »
<i>Straat van Magellaan</i>	54 »	1130 »

Wij zien hieruit dat de hoogte der sneeuwgrens, in het algemeen, van de poolstreken naar den evenaar toeneemt, maar dat de ligging der bergten, en vooral hun afstand van den oceaen, daarop eenen grooten invloed uitoefenen.

De hoogte der sneeuwgrens verandert ook met de jaargetijden, zooals

uit de volgende opgaven blijkt; bovendien ligt zij, in koele zomers, lager dan in warme. Volgens de onderzoekingen van H. v. SCHLAGINTWEIT-SAKUNLUNSKI is die hoogte en de gemiddelde temperatuur in:

M A A N D E N.	Himalaja-gebergte.		Kora-Korum.	Kuen-lun.
	Zuidzijde	Noordzijde.	Gemiddeld.	Gemiddeld.
	hoogte. temp. m	hoogte temp. m.	hoogte. temp. m.	hoogte. temp. m.
Dec., Jan., Febr.	2730 + 3°,3	2520 0°,0	2440 - 2°,2	1980 0°,0
Maart, April, Mei	3800 + 4°,4	4270 + 1°,7	4575 0°,0	3660 + 4°,4
Juni, Juli, Aug.	4880 + 7°,2	5180 + 6°,1	5640 + 6°,1	4575 + 8°,3
Sept., Oct., Nov.	4270 + 1°,7	4720 - 0°,5	5600 - 3°,9	3660 + 4°,4

Ofschoon deze opgaven, waarschijnlijk, tengevolge van verdere onderzoekingen en waarnemingen, eenige wijzigingen zullen ondergaan, ziet men daaruit duidelijk de verandering van de hoogte der sneeuwrens in de jaargetijden, en het verschil aan de zon- en schaduwzijde in het *Himalaja-gebergte*.

§ 49.

Wanneer de dampkringslucht, door eenige oorzaak, in beweging wordt gebracht, en van de eene plaats naar de andere vloeit, dan neemt men dezen stroom als *wind* waar. De beweging der lucht geschiedt: zooals wij reeds pag. 121 zagen, niet altijd in eene horizontale richting, er komen op- en neerdalende luchtstromen voor, die wij later (§ 50) zullen beschouwen. Bij den wind komen voornamelijk drie zaken in aanmerking: namelijk zijne *richting*, *snelheid* en de *drukking*, die hij op de voorwerpen uitoefent, die hij ontmoet.

Om de *richting* van den wind waar te nemen, bedient men zich van windvanen, op torens en huizen geplaatst. De inrichting daarvan is algemeen bekend en men vindt ze overal, doch zeer vele zijn voor haar doel ongeschikt. Daarom willen wij hier op de voornaamste vereischten daarvan opmerkzaam maken: vooreerst moet eene windvaan gemakkelijk kunnen draaien, om, zelfs bij zwakken wind, de richting van den luchtstroom aan te duiden. — Ten tweede, moet de stang, waarop de windvaan rust, sterk zijn en *volkomen loodrecht* staan. Is aan dit tweede vereischte niet voldaan, dan heeft de vaan steeds eene neiging om zoodanigen stand aan te nemen, dat het zwaarder deel het meest naar beneden

hangt; er is dan eene groote windkracht noodig, om haar uit dien stand te brengen. — Ten derde moet de windvaan zoover boven alie omringende voorwerpen uitstekten, dat men verzekerd is dat de heerschende luchtstroom daarlangs vloeit, en niet, door andere voorwerpen, is teruggekaats; voorts is het wenschelijk dat het zwaartepunt in de draaiingsas gelegen is. — Zelfs de richting der zwakste winden kan nog, aan die van den rook, die uit hooge schoorsteenen opstijgt, worden waargenomen.

De richting, waarin de wolken drijven, komt altijd volkomen overeen met die van den luchtstroom, waarin zij zich bevinden, doch, daar het niet zelden gebeurt, dat de luchtstroomen, op eene groote hoogte, eene andere, ja zelfs eene tegenovergestelde richting hebben, dan, die nabij de oppervlakte van de aarde, zou dit aanleiding tot misverstand kunnen geven. Men zegt wel eens, dat eene bui tegen den wind indrijft; dit is echter niet mogelijk: indien eene wolk in eene andere richting drijft, dan die van den wind, aan de oppervlakte van den grond, dan duidt dit alleen aan, dat de richting des luchtstrooms, op de hoogte, waar de wolk drijft, anders is, dan nabij de oppervlakte der aarde. Het gebeurt ook niet zelden, dat wolken, die schijnbaar op dezelfde hoogte drijven, in verschillende richtingen voortgaan. Hieruit kan men afleiden, dat er somtijds twee of meer luchtstroomen die in verschillende richtingen voortgaan, boven elkander aanwezig zijn.

Men is gewoon de *richting* van den wind aan te duiden door den naam der streek van den gezichteinder, *van waar* de wind komt. Van de vier hoofdstreken: Noord, Oost, Zuid en West, uitgaande, verdeelt men den hoek, tusschen twee opeenvolgende hoofdstreken, in vier gelijke deelen, zoodat men langs den geheelen omtrek van den horizon, zestien windstreken telt. Daar de namen der winden met verschillende letters beginnen, is men gewoon om, korthedshalve, slechts de eerste letters van die namen te gebruiken. Wanneer wij, van het Noorden uitgaande, door het Oosten, Zuiden en Westen, weder naar het Noorden omgaan, dan komen de zestien windstreken in de volgende orde te staan:

N, nno, NO, ono, **O**, ozo, ZO, zzo, **Z**, zzw, ZW, wzw, **W**, wnw, NW, nnw, **N**.

Men ziet hieruit, dat de benaming der windrichtingen, die niet tot de vier hoofdrichtingen behooren, uit die der hoofdrichtingen worden samengesteld, zoodanig dat Noord en Zuid, steeds vóór, Oost of West wordt genoemd. Zoo is de benaming der streek, die juist tusschen het Noorden en Oosten ligt, Noord-oost; voor die, tusschen het Zuiden en Oosten, ZO. enz. De namen der streken, die tusschen NO, ZO, ZW of

NW en N, O, Z, en W liggen, worden op deze wijze samengesteld: b. v. NNO, ONO, OZO, ZZO, enz.

De *snelheid* van den wind kan zeer verschillend zijn, en, naar mate deze grooter is, zal ook zijne sterkte, of de drukking, die hij op de lichamen, die hij ontmoet, uitoefent, grooter zijn; van het schier onmerkbaar zuchtje af, dat nauwelijks de bloemen op hare stengels doet wiegelen, kan de kracht daarvan tot een storm of orkaan aangroeien, die huizen omverwerpt, boomen ontwortelt en, in zijne vernielende vaart, zelfs steenen voortsleurt.

De verschillende sterkten van den wind, worden, door bijzondere benamingen, aangeduid. Bij de zeelieden zijn die eigenaardig en naar de zeilen genoemd, die men, bij eene bepaalde sterkte van den wind, gemeenlijk voeren kan. Van de zwakste tot de sterkste opklimmende, komen zij in deze volgorde te staan: *stille*, *flauwe-koelte*, *labber-koelte*, *lichte bramzeils-koelte*, *bramzeils-koelte*, *stijve bramzeils- en marszeils-koelte*, *gereefde marszeils-koelte*, *dichtgereefde marszeils-koelte*, *onderzeils-koelte*, *gereefde onderzeils-koelte*, *storm*, *hevige storm* en *orkaan*. Ofschoon deze benamingen haren grond alleen in de ondervinding der zeelieden hebben, en de kracht van den wind dus slechts geschat is, geven zij echter eene geregelde opklimming van de kracht van den wind te kennen. Er bestaat echter een groot verschil in de zeilen, die men voeren kan, naar gelang van den koers, dien men wenscht te sturen, met betrekking tot de windrichting. DR. F. J. STAMKART heeft, in een uitvoerig en zeer nauwkeurig onderzoek, aangetoond, dat men, bij het schatten van de windkracht, steeds, in plaats van deze, de *snelheid* van den luchtstroom schat, en heeft, door menigvuldige waarnemingen en berekeningen, de betrekking tusschen de eene en de andere trachten te bepalen. De opmerking, dat de rook, die uit hooge schoorsteenen opstijgt, en door den wind wordt medegevoerd, spoedig dezelfde snelheid als deze heeft, gaf hem aanleiding, om de snelheid van den wind, met vrij groote nauwkeurigheid, te bepalen en deze, zoowel met gelijktijdige schattingen van de windkracht op *Zwanenburg* (halfweg *Amsterdam* en *Haarlem*), als met vroegere bepalingen te vergelijken. Uit dit schoone onderzoek is o. a. gebleken, dat, indien men de winden, gelijk dit op *Zwanenburg* geschiedde, van stille tot storm, door de getallen van 0 tot 10 onderscheidt, de snelheden van den wind, naar de benamingen der zeelieden, de volgende zijn:

Schattingstallen.	Snelheid in meters per seconde	Benamingen bij de zeelieden.
0	1,3	Stilte.
1	3,5	Flauwe koelte.
2	5,7	Labber-koelte.
3	7,9	Lichte Bramzeils-koelte.
4	10,2	Bramzeils-koelte.
5	12,4	Stijve Bramzeils- en Marszeils-koelte.
6	14,6	Gereefde Marszeils-koelte.
7	16,8	Dichtgereefde Marszeils-koelte.
8	19,0	Onderzeils-koelte.
9	21,2	Gereefde onderzeils-koelte.
10	23,4	Storm.

De kracht van den wind, of, de drukking, die hij tegen de voorwerpen uitoefent, die hij ontmoet, staat met de snelheid in het nauwste verband. Men kan aannemen, dat deze kracht in reden is van de tweede machten der snelheden: zoodat een luchtstroom die twee, drie, viermalen, enz. sneller is, dan eene andere, ook vier, negen, zestien, enz. malen meer drukking uitoefent dan deze. Deze kracht hangt echter niet alleen af van de snelheid van den wind, maar ook van de dichtheid der bewogen lucht; en, daar deze weder van de drukking en de temperatuur afhangt, is het licht in te zien dat de juiste bepaling der windkracht aan groote zwaarigheden is onderworpen. Deze zwaarigheden worden nog vermeerderd, door de omstandigheid, dat, bij het doen der waarnemingen, de sterkte van den wind ieder oogenblik verandert. De drukking of kracht, die de wind op de voorwerpen uitoefent, hangt bovendien van den vorm daarvan af: langs voorwerpen met bolle oppervlakte glijdt de luchtstroom af, is die daarentegen hol, dan heeft er opstuwung plaats.

De werktuigen, die dienen om de snelheid of de kracht van den wind te bepalen, worden *anemometers*, dat is *windmeters*, genoemd. Ter bepaling van de *snelheid van den wind*, bedient men zich meestal van den *anemometer van WHEWELL*. Dit instrument bestaat uit eene loodrechte as, die zeer gemakkelijk kan draaien. Aan het boveneinde daarvan, is een rechthoekig, gelijkarmig kruis aangebracht, dat horizontaal ligt. Aan elk uiteinde dezer armen is een holle, metalen, halve bol bevestigd, zoodat de openingen loodrecht staan; zij zijn allen naar dezelfde zijde gericht, zoodat er steeds één of twee in hunne holle zijde den wind opvangen.

Zooals hiervoor vermeld is, zal dus, de door den wind uitgeoefende drukking, in de holle oppervlakten grooter zijn, dan tegen de bolle, daarom gaan eerstgemelde in de richting van den wind mede, terwijl de bolle zijden bij de ronddraaiende beweging der as, tegen den wind indraaien. Aan het ondereinde der as is eene schroef zonder einde gesneden, in welker gangen de tanden van een rad grijpen. Bij iederen omgang van de as, gaat dit rad dus één tand vooruit. Op de as van dit rad is een rondsel, waarin weder de tanden van een tweede rad grijpen, terwijl de tanden van een derde rad grijpen in die van een rondsel, dat op de as van het tweede rad bevestigd is, enz.; zoodat men eene inrichting verkrijgt, overeenkomende met de telwerken der gasmeters, zoodat men 10tallen, 100tallen, 1000tallen enz. van omwentelingen der as kan aflezen. Door berekeningen en proeven heeft men gevonden, dat het middelpunt der halve bollen zich, bij het omdraaien van het molentje, met eene snelheid beweegt, welke $\frac{1}{3}$ van die van den wind is: kent men derhalve de afstanden dier middelpunten, tot de draaiingsas, en het aantal omwentelingen, dat zij, in een bepaalden tijd, gedaan heeft, dan kan men daaruit de gemiddelde snelheid van den wind afleiden.

Bij de anemometers van OSLER, die de *drukking van den wind* aangeven, is aan de windvaan eene horizontale stang aangebracht, die gemakkelijk voor- en achterwaarts kan schuiven en wel zoodanig, dat zij tegenover de windvaan staat. Aan het uiteinde dezer stang, dat naar de zijde gekeerd is, vanwaar de wind komt, is eene loodrechte plaat, van eene bekende oppervlakte, bevestigd, zoodat deze altijd den wind opvangt. Wanneer de plaat door den wind achteruit wordt bewogen, worden daardoor eene of meer veeren gespannen. De kracht, die daartoe noodig is, wordt vooraf bepaald. Uit de grootte der verschuiving, die de stang ondergaat, leidt men de drukking van den wind af; zij wordt in kilogrammen op den vierkanten meter uitgedrukt.

Beide soorten van anemometers zijn gewoonlijk zoo ingericht, dat de snelheid, of de drukking van den wind voortdurend worden opgeteekend.

Indien men aanneemt, dat de drukking van den wind in reden van de tweede macht der snelheid is, en de beste gegevens gebruikt, die er aangaande de verhouding tusschen deze beide grootheden bestaan, dan kan het volgende tafeltje dienen, om de snelheid en kracht van verschillende winden te doen kennen. Ook hierbij is men gewoon om de windkracht te schatten en die schatting door een getal voor te stellen. In het volgende tafeltje is eene schatting in tien trappen aangenomen en de benamingen, in het dagelijksch leven gebruikelijk, zijn daarbij gesteld:

BENAMINGEN.	Schattings- getallen.	Snelheid in meters per secunde.	Drukking in kilogrammen op den □ meters.
Stilte	0	0	0,0
Zwakke wind	1	5	2,5
Matige »	2	10	10,0
Sterke »	3	15	22,5
Stormachtig.	4	20	40,0
Storm	5	25	62,5
Hevige storm	6	30	90,0
	7	35	122,5
Orkaan	8	40	160,0
Vernielende orkaan	9	45	202,5
	10	50	250,0

Ofschoon de bovenstaande tabel, voor onze streken, volgens de beste gegevens, is opgemaakt, mag echter niet onvermeld blijven, dat er wel enkele malen grootere snelheden en winddrukkingen zijn waargenomen, dan die, welke hierin voorkomen; bij een storm, die van 10 op 11 September 1876 te *Sydney* heeft gewoed, had de wind gedurende 1 tot 2 minuten, eene snelheid van 68,33 meters per secunde, waarbij hij eene drukking van 571 kilogrammen op den □ meter uitoefende, volgens de aanwijzingen van den anemometer.

Het is gemakkelijk in te zien, dat de richting en kracht van den wind, door plaatselijke oorzaken, aanmerkelijk kan gewijzigd worden. De aardoppervlakte en de voorwerpen, die zich daarop bevinden, oefenen nl. een aanzienlijken weerstand uit op de lucht, die daarlangs stroomt. Dit is voornamelijk in bergachtige landen het geval: de wind volgt hier veelal de richting der dalen en vertoont zich, op nabijgelegen plaatsen, dikwijls met een zeer verschillende richting en kracht. In nauwe bergkloven wordt de luchtstroom dikwijls sterk samengedrukt en kan daardoor tot een hevigen storm aangroeien. In andere, laag gelegen streken, van een bergachtig land, is daarentegen de windsterkte doorgaans gering. Op zee en in de vlakten is de weerstand der lucht geringer, zoodat de winden hier eene grootere snelheid en regelmatigheid verkrijgen. Zoo hebben b. v., in ons land, de oosten- en zuidoostenwinden aanmerkelijk

minder kracht, dan de westen- en noordwesten-winden, daar de eersten door den weerstand, die het land oplevert, aanmerkelijk worden verzwakt terwijl de laatsten vrijelijk van de *Noordzee* kunnen toevloeien.

Hoe verder men zich van de aardoppervlakte verwijderd, des te vrijer zal de beweging der lucht zijn, en des te grooter ook de snelheid van den wind. Dikwijls nemen wij waar, dat de wolken zich met eene vrij groote snelheid bewegen, terwijl het aan de oppervlakte der aarde volkomen stil is. Op hooge bergtoppen neemt men dikwijls sterke winden waar. De luchtballons doen hunne reizen meestal met eene snelheid, die overeenkomt met die van een storm, terwijl de wind, aan de oppervlakte der aarde, veel zwakker is. Tijdens het beleg van *Parijs* in 1870 vertrok eene luchtballon, waarin zich de heeren ROLLIER en DESCHAMPS bevonden, op den 24^{ten} November, des nachts te half 12 ure van daar; zij dreef terstond naar het Noorden en daarna boven de zee. Toen de ballon weder boven het land was gekomen had hij eene oostelijke richting aangenomen. De nederdaling geschiedde op eene eenzame, met sneeuw bedekte vlakte, te 4 ure des namiddags van den volgenden dag, en het bleek toen, dat de luchtreizigers in de nabijheid van *Christiania* waren aangekomen. Zij hadden dus de reis met een gemiddelde snelheid van minstens 54 meters per seconde afgelegd, welke die van vele orkanen overtreft. — Ook bij een geringer verschil in hoogte, vertoont zich een onderscheid in de kracht van den wind. Niet zelden gebeurt het, dat de bovenste zeilen van een schip, door den wind gespannen worden, terwijl de onderste slap hangen.

§ 50.

Ofschoon er vele oorzaken, voor het ontstaan der winden zijn, moet de ongelijke verwarming van de oppervlakte der aarde, als de meest algemeen en voornaamste beschouwd worden. Ten einde het *ontstaan der winden* in het algemeen, op te helderen, zullen wij de wijze nagaan, waarop de land- en zeewinden, op de eilanden der warme aardstreken, hunnen oorsprong nemen, dewijl dit een der eenvoudigste voorbeelden is en wij daaruit vervolgens het ontstaan der regelmatige en veranderlijke winden kunnen afleiden.

Even als alle lichamen, zet zich ook de lucht door verwarming uit en trekt zich, bij afkoeling, te zamen. Bij de uitzetting wordt zij soortelijk lichter, dan de overige lucht, en stijgt daarom naar boven; bij de afkoeling heeft het tegenovergestelde plaats. Wordt dus eenig gedeelte van de oppervlakte der aarde sterker dan de omringende streken, verwarmd,

dan zet zich de lucht, boven die plaats, uit, wordt soortelijk lichter en stijgt naar boven, terwijl hare plaats weder door koudere lucht wordt ingenomen, die van onder, nabij de oppervlakte, van alle zijden toestroomt. Die opstijging is zelden, of nooit loodrecht, maar schier altijd met eene zijdelingsche verplaatsing vergezeld, omdat de lucht bovendien bijna altijd min of meer in beweging is.

In den winter kunnen wij het ontstaan van luchtstroomen door verwarming, in het klein, in onze verwarmde vertrekken waarnemen. De lucht, die met de warme kachel in aanraking is, stijgt naar boven, en de koude lucht stroomt langs den grond toe, om hare plaats in te nemen. De opgestegen lucht verbreidt zich, onder het opstijgen, en koelt aan den zolder, de muren en vooral aan de vensters af: van daar dat het ons veelal toeschijnt, alsof de ramen tochten. Na deze afkoeling daalt de lucht weder naar beneden, stroomt opnieuw langs den grond naar de kachel, enz. — Op eene andere wijze kunnen wij des winters nog het bestaan van luchtstroomen waarnemen, indien wij de deur van een verwarmd vertrek, dat met eene andere, niet verwarmde ruimte, gemeenschap heeft, bijv. één of twee handbreedten, openen: de *warme lucht*, die steeds het hoogste gedeelte van een vertrek inneemt, *stroomt* dan, door het bovenste gedeelte der opening, *naar buiten*; terwijl de *koude lucht*, door het onderste gedeelte, *naar binnen* dringt. Men erkent de richting dezer beide luchtstroomen aanstonds, indien men eene brandende kaars in de opening houdt: in het bovenste gedeelte gaat de vlam buitenwaarts, in het onderste integendeel naar binnen; terwijl er, omstreeks ter halver hoogte, eene plaats is, waar de beide stroomen in evenwicht zijn, zoodat de kaars daar rustig brandt.

Passen wij dit toe op de luchtstroomen, die, ten gevolge van de verwarming der aarde door de zon, moeten ontstaan, en nemen wij tot voorbeeld een eiland, in de warme gewesten gelegen, waar de meeste verschijnselen in den dampkring eene groote regelmatigheid hebben: de temperatuur van het land stijgt, gedurende den dag, sterker, dan die der zee, omdat het eene mindere warmte-capaciteit bezit, en de zonnestrallen minder diep indringen, dan in het water. De lucht wordt dus, boven het land, meer uitgezet en rijst naar boven; gedurende het opstijgen koelt zij echter langzamerhand af, vermengt zich met de koudere bovenlucht en verbreidt zich naar alle zijden. Door dat oprijzen der lucht, boven het land, wordt het evenwicht verbroken en er moet dus een toevoer van de zeezijde plaats hebben. Die toestrooming, langs de oppervlakte, is de *zeewind*. Deze waait, gedurende den dag, en matigt de hitte. De zeewind is het sterkst in de nabijheid der kusten, en neemt, meer binnenslands, langzamerhand

in kracht af, of liever: hij wordt daar, aan de oppervlakte, minder merkbaar, omdat hij, door over het land te strijken, allengs verwarmd wordt, en opstijgt. — Na zonsondergang heeft het tegendeel plaats: het land bekoelt namelijk sneller, dan het water; de lucht wordt, boven het land, dichter en vloeit, naar de zeezijde, terug. Aldus ontstaat, bij nacht, de *landwind*. Het is licht in te zien, dat de zon gedurende eenigen tijd het land moet verwarmd hebben, voordat de opstijgende stroom tot stand komt, en dus ook de zeewind een aanvang neemt. Daarom begint die ook, eerst eenige uren na zons-opgang te waaien en duurt, tot omstreeks zonsondergang, voort; daarna ontstaat er eene stilte, waarop de landwind volgt, die gewoonlijk tot 's morgens aanhoudt.

Uit het voorgaande ziet men, dat de winden voornamelijk op twee wijzen ontstaan: in het eene geval stroomt de lucht *naar de plaats toe, die verwarmd is*; in het andere stroomt zij *van de plaats af, die afgekoeld is*. In het eerste geval zegt men, dat zij *door aspiratie*, in het tweede, dat zij *door impulsie* ontstaan.

Het is licht in te zien, dat niet alleen in eene dagelijksche periode en op eene beperkte ruimte, zooals een eiland in de tropische gewesten, maar ook op grootere schaal, bij verwarming of afkoeling van een eenigszins uitgebreid gedeelte der aardoppervlakte, luchtstroomen moeten ontstaan. In vele gevallen, zal de kracht dezer stroomen afhangen van de grootte der verwarming of afkoeling en van de uitgestrektheid der streek, waar die plaats heeft. — Er zijn echter nog andere omstandigheden, waaronder luchtstroomen, en wel van zeer groote snelheid, kunnen ontstaan. Wij komen daarop later terug, bij de behandeling der stormen en orkanen. (§ 54).

Indien, door eenige oorzaak, eene sterke verwarming of afkoeling ontstaat, dan zal deze zich door den barometerstand kenbaar maken. In het eerste geval zal deze dalen, in het tweede rijzen. Van de plaats, waar een maximum van luchtdrukking is, zal de lucht in alle richtingen wegstroomen. Rondom de plaats van het maximum, bestaat eene reeks van isobaren (pag. 159) van lagere barometerstand. De richting van den luchtstroom zal dus omstreeks loodrecht op de richting der isobaren zijn. Indien er, omgekeerd, in eenige streek een minimum der luchtdrukking bestaat, dan kan men daar rondom eene reeks van isobaren trekken, van hoogere barometerstand. De lucht zal, van alle zijden, naar de plaats van het minimum toestroomen, en wel omstreeks van die streken, waar hoogere barometerstanden heerschen, naar de streek, waar zij lager is. Het afstroomen der lucht van een maximum en het toestroomen naar een minimum heeft echter niet loodrecht op de richting der isobaren plaats, ten

gevolge van de dagelijksche omwenteling der aarde. Liggen de isobaren zeer nabij elkander, dan toont dit aan, dat er, op een kleinen afstand, een groot verschil in luchtdrukking is; de toe- of afstrooming der lucht zal dan zeer snel geschieden en de wind dus sterk zijn. Liggen de isobaren ver van elkander, dan zal de toe- of afvloeiing langzamer zijn en de windkracht ook geringer. Om die verschillende toestanden in getallen voor te stellen, heeft men den *Gradiënt* ingevoerd, waardoor men het barometerverschil (of verval), over eene bepaalde lengte uitdrukt, loodrecht op de richting der isobaren; dat is: het verschil in barometerstand, op een afstand van ééne Duitsche Geographische mijl.

§ 51.

Op de zeeën, tusschen de keerkringen, wordt een vrij bestendige wind waargenomen, dien men de *Passaat* of *Oost-passaatwind* noemt. Deze strekt zich, tot omstreeks 25 graden benoorden en bezuiden den evenaar uit. Deze grenzen verplaatsen zich echter eenigszins in de verschillende jaargetijden, zoodat zij, gedurende onzen zomer, iets meer noordwaarts gelegen zijn dan in den winter. In het algemeen is deze wind, benoorden den evenaar, bijna noord-oostelijk; daar bezuiden bijna zuidoostelijk, waarom men de eerste ook wel *Noordoost-*, en de tweede *Zuidoost-passaat* noemt. Ter plaatse, waar deze luchtstroomen aan elkander zouden grenzen, vindt men eene streek, even benoorden den evenaar, waar meestal windstille heerscht, en die men daarom den *Stiltegordel* noemt, ofschoon de stilten door veranderlijke winden, stormen en onweersbuien, van zware regens vergezeld, worden afgewisseld.

In de gematigde streken van het noordelijk halfmond zijn de zuidwesten winden de heerschende, terwijl in die van het zuidelijk halfmond de noordwesten winden de overhand hebben. Waar de noordoost-passaat aan het gebied der zuidwesten winden grenst, vindt men mede eene streek van stilten, veranderlijke winden en sterke regens; even zoo heeft de polaire grens der zuidoost-passaat eene dergelijke streek. De eerste noemt men de *Stiltegordel van den Kreefts-keerkring*, terwijl men de tweede naar den *Steenboks-keerkring* heeft genoemd, omdat beide niet ver van de genoemde cirkels zijn gelegen. Op andere plaatsen komen nog winden voor, die van dezen algemeenen regel afwijken, doch de zoo even opgegeven verbreiding der winden kan als de voornaamste beschouwd worden. Zij is op de kaart N^o. VI voorgesteld.

Wij moeten thans de oorzaken trachten op te sporen, waardoor de winden, in het algemeen, aldus over de oppervlakte der aarde verdeeld

zijn en aantonen, dat deze verdeling een noodzakelijk gevolg is van de wijze, waarop de aarde door de zon wordt verwarmd.

Bij de verklaring van het ontstaan der land- en zeewinden (pag. 193), zagen wij, dat er, wanneer eene streek door de zon verwarmd wordt, een stroom van verwarmde lucht is, die, meestal in eene schuine richting, opstijgt, en een van koude lucht, aan de oppervlakte, die de plaats der opgestegene inneemt en het verbroken evenwicht herstelt. Dewijl nu de aarde, tusschen de keerkringen, meer dan elders verwarmd wordt, zal daar verwarmde lucht opstijgen, terwijl er twee andere stroomen, van koude lucht, de eene van het Noorden, de andere van het Zuiden, aan de oppervlakte zullen toevloeien, om de plaats der opgestegen lucht weder in te nemen. Op deze wijze moeten er, aan de oppervlakte, twee stroomen of passaten ontstaan, waarvan de eene uit het Noorden, de andere uit het Zuiden, naar den evenaar, stroomt. Op de grens, waar deze beide elkander ontmoeten, kunnen hunne bewegingen hetzij elkander allengs vernietigen en stilte doen ontstaan, of door hunnen wederzijdschen aandrang, stormen en veranderlijke winden verwekken. De verwarmde lucht, die tusschen de keerkringen is opgestegen, zal, op eene zekere hoogte gekomen, zich noord- en zuidwaarts uitbreiden en, in de noordelijke gematigde streken nederdalende, een zuidenwind doen ontstaan, in de zuidelijke daarentegen een noordenwind.

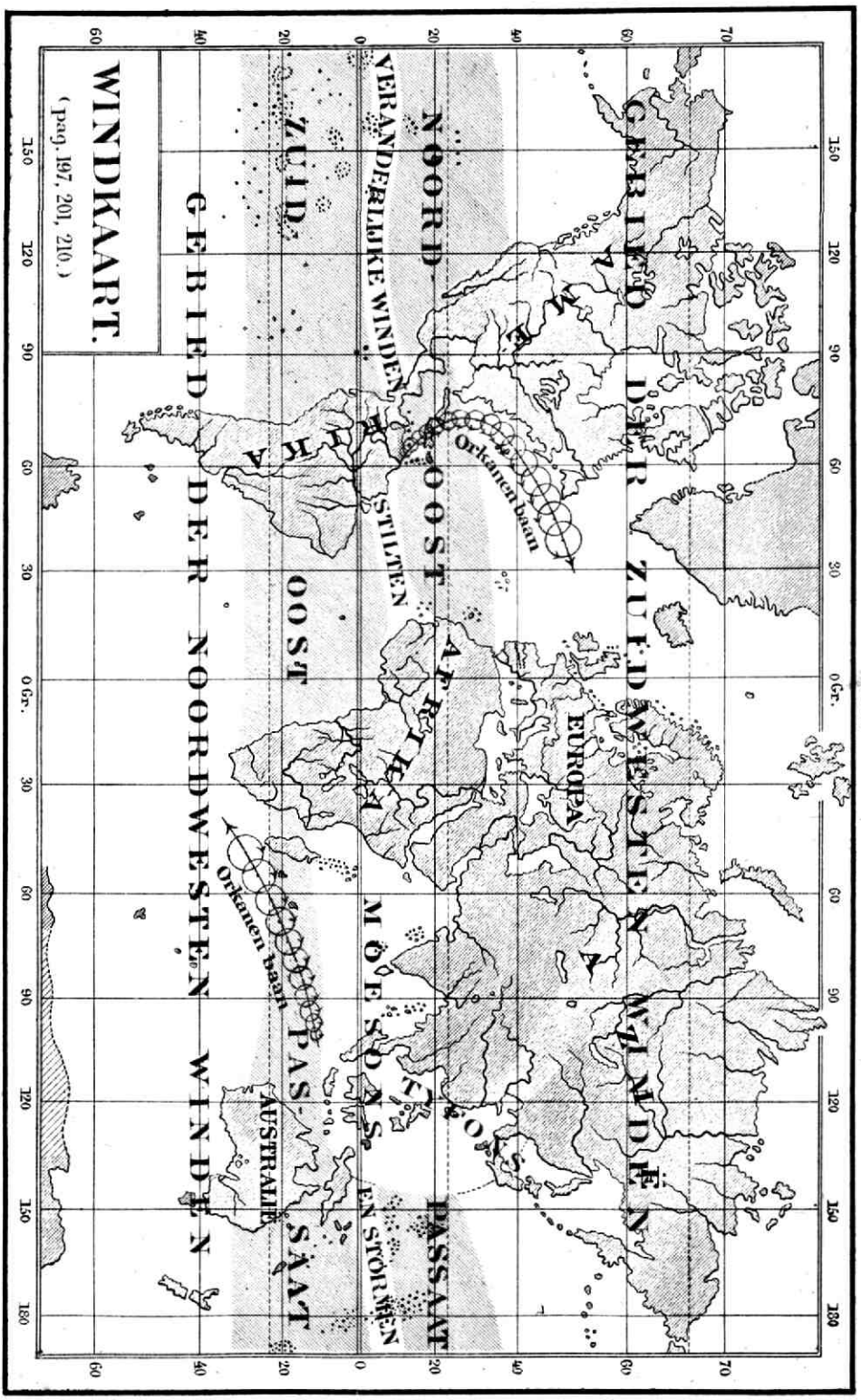
Deze verklaring komt niet geheel met de waargenomen verschijnselen, zooals wij die zoo even opgaven, overeen; doch wij hebben hier stilzwijgend ondersteld, dat de aarde in rust is, en geene dagelijksche wenteling om hare as volbrengt. Geven wij echter acht, op den invloed, dien de aswenteling op de onderscheidene luchtstroomen uitoefent, en hoe hunne richting daardoor gewijzigd wordt, dan zullen wij zien, dat de voornaamste verschijnselen, die wij bij de winden opmerkten, zich voldoende laten verklaren. — Bij de behandeling van het ontstaan der zeestroomen (pag. 134), zagen wij reeds, dat, door de dagelijksche beweging der aarde, elk punt harer oppervlakte een cirkel beschrijft, en dat de omtrek daarvan des te grooter is, naarmate dat punt nader bij den evenaar ligt: zoodat elk punt van den evenaar den grootsten cirkel beschrijft. De aarde voert, bij hare aswenteling, den dampkring met zich mede. Wanneer nu een gedeelte van dien dampkring op eenmaal werd verplaatst, b. v. van het midden van *Europa* naar den evenaar, dat is naar eene plaats, die sneller omwentelt, dan zou deze lucht zich langzamer oostwaarts bewegen, dan de voorwerpen, onder den evenaar, en, ten aanzien van die voorwerpen, achter blijven. Dewijl de aarde van het Westen naar het Oosten wentelt, zouden de voorwerpen, onder den eve-

naar, het verplaatste gedeelte des dampkrings doorklieven of met hunnen oostkant daar tegen botsen en het zou zijn, alsof er een *oostenwind* waaide.

Zien wij nu, wat er zal gebeuren, indien een luchtstroom uit de gematigde gewesten van het noordelijk halfrond, naar den evenaar stroomt. De lucht van dezen stroom heeft aanvankelijk de omwentelingsnelheid van de plaats, waar de wind is ontstaan; naarmate zij verder zuidwaarts komt, ontmoet zij voorwerpen, die, in hunne dagelijksche omwenteling, een grooter cirkel beschrijven en dus sneller oostwaarts gaan. Deze voorwerpen doorklieven dus met hunne oostkanten den uit het Noorden komenden stroom, waarom het schijnt alsof de luchtstroom uit het noord-oosten komt. De lucht die dus, in het noordelijk halfrond, langs de oppervlakte der zee toestroomt, om de lucht te vervangen, die omstreeks den evenaar opgestegen is, is aanvankelijk een noordelijke stroom, doch wordt oostelijker, naarmate hij tot den evenaar naderd. Aldus ontstaat de *Noordoost-passaat*. Voor het zuidelijk halfrond geldt dezelfde redeneering, doch met eenige verandering in de namen der hemelstreken: de stroom, die hier noordwaarts naar den evenaar gaat, ontmoet voorwerpen, die sneller oostwaarts gaan dan hij zelf en daardoor ontstaat op een zekeren afstand, ten zuiden van den evenaar, een zuidoosten wind, of de *Zuidoost-passaat*.

Het heerschen van zuidwesten winden, in de noordelijke en van noordwesten winden, in de zuidelijke gematigde streken, wordt gemakkelijk verklaard: de verwarmde lucht, die omstreeks den evenaar is opgestegen, vloeit, in de hoogere streken van den dampkring, noord- en zuidwaarts af en, dewijl zij allengs afkoelt, daalt zij neder en bereikt weder de oppervlakte der aarde, in de gematigde gewesten. Die stroom zou ons dus, als een zuidelijke stroom, moeten voorkomen; doch daar hij van den evenaar komt, heeft hij eene grootere omwentelings-snelheid, dan de voorwerpen, die hij ontmoet en streeft deze dus tevens oostwaarts voorbij; dat is: hij treft, terwijl hij van het Zuiden komt, tevens tegen de westzijde der voorwerpen en vertoont zich, als een zuidwesten wind. In de zuidelijke gematigde streken zal evenzoo, de naar het Zuiden afvloeiende stroom niet als een zuivere noordenwind verschijnen, maar als een noordwesten wind.

In de passaatstreken bevinden deze beide stroomen zich meestal boven elkander, zooals door vele feiten bewezen wordt: op den top der *Piek van Teneriffe*, vindt men, op eene hoogte van 3600 meters, b. v. veelal westen of zuidwesten winden, terwijl beneden de passaat regelmatig waait. Hetzelfde heet plaats op den top van den vulkaan *Mauna-Loa* (pag. 66), een berg van 4194 meters hoogte, op een der *Sandwichs-eilanden*. De



WINDKAART.

(pag. 197, 201, 210.)

130 120 90 60 30 0 Gr. 30 60 90 120 150 180

60 40 20 0 20 40 60 70

beroemde Engelsche luchtreiziger GREEN, vond, op eene hoogte, die nooit meer dan 3000 meters bedroeg, steeds een westelijken of zuidwestelijken luchtstroom. Op 275 luchtreizen, is hem geene enkele uitzondering op dezen regel voorgekomen. — Ook op andere breedten, zooals te *Makestown* in *Schotland* en te *Brussel*, is de richting, waarin de veder- en schaapjeswolken (§ 56) — die steeds eene zeer groote hoogte bezitten — drijven, westelijker dan de windrichting, nabij de oppervlakte der aarde: zij drijven nagenoeg west, terwijl de gemiddelde windrichting aldaar omstreeks zuidwest is. — De asch, die bij vulkanische uitbarstingen in de keerkringslanden, zeer hoog is opgeworpen, werd meermalen, door den bovensten luchtstroom in eene geheel andere richting medegevoerd, dan die, van den benedenwind. Terwijl b. v. op het eiland *Barbados*, aan de oostzijde der *Antillen* gelegen, de gewone noordoost-passaat waaide, waren de bewoners niet weinig verwonderd vulkanische asch te zien vallen; kort daarna vernam men dat deze asch uit den vulkaan gekomen was, die zich, op het ten westen liggende eiland *St.-Vincent*, bevindt. De vulkaan had namelijk deze asch tot boven den passaat gedreven, zoodat zij in de streek der westelijke winden gekomen en door deze oostwaarts gevoerd was. — Kleine wolken, de dusgenoemde *Passaat-wolkjes*, bewegen zich, in de streken van den passaat, dikwijls tegen zijne richting in: een bewijs, dat ook de luchtstroom, waarin zij zich bevinden, eene tegengestelde richting heeft. — Een ander voorbeeld van tegengestelde stroomen in den dampkring kwam op den 25 Februari 1835 voor: gedurende de uitbarsting van den vulkaan van *Cosiquina*, aan de zuidzijde van de *Golf van Fonseca*, in *Guatemala*, werd, vijf dagen lang, een zoo dichte aschkolom in de hoogte gedreven, dat men geen daglicht kon bemerken. De fijne aschdeeltjes werden opgestuwd tot de hoogte, waarop de zuidwesten wind heerschte en kort daarna vielen zij op de straten van *Kingston* op *Jamaica*, dat 160 geographische mijlen ten ONO van den vuurberg ligt; zij waren dus in eene richting hierheen gekomen, die juist tegenovergesteld was aan die van den passaat. — De hoogste vulkaan der aarde, de *Cotopaxi*, op 1° Z. Br. in de *Andes* van *Zuid-Amerika*, gelegen, drijft, uit zijn 5943 meters hoog gelegen krater, een rookkolom, die, tot eene hoogte van omstreeks 6500 meters, de richting van den heerschenden Z. O. passaat volgt, maar zich dan plotseling ombuigt, om zich, in de tegenovergestelde richting te bewegen. — Uit den bekenden vuurberg *Merapi* op *Java*, die eene hoogte van 2900 meters bezit, verheeft zich, het geheele jaar door, eene rookkolom, die van het Zuidoosten naar het Noordwesten gericht is; ook in Januari, wanneer de richting van den wind, aan de oppervlakte der aarde, noordoostelijk is.

Wij moeten hier nog opmerken, dat men zich de streken, waar de passaten heerschen, niet zoodanig moet voorstellen, alsof daar volkomen bestendige noord- of zuid-oosten winden heerschen: want de richting verschilt, naarmate men meer tot den evenaar nadert en, ook in deze streken, wordt de geregelde loop der winden somtijds door stormen afgebroken. — Volgens BRAULT zou men, rondom de *Azoren*, in den zomer, een stelsel van winden op den *Noord-Atlantischen oceaan* hebben, die in spiraalvormige lijnen, omloopen.

Uit het tot hiertoe behandelde, kunnen wij opmaken, dat, op onze breedten, in het noordelijk halfond, twee hoofdrichtingen zijn, waarin de winden waaien: eene noordoostelijke of beginnende passaat, benevens eene zuidwestelijke, of nederdalende stroom.

In het zuidelijk halfond heeft men evenzoo een zuidoostelijken en noordwestelijken stroom. Daar de eersten van de zijde der polen, de tweeden van dien des equators komen, is men gewoon ze *polaire* en *equatoriale stroomen* te noemen. In de gematigde streken liggen deze stroomen veelal *niet boven*, maar *nevens* elkander en hebben eene meerdere of mindere uitgebreidheid. Hunne grenzen zijn meestal of door stilte, of door regen, sneeuw en veranderlijke winden gekenmerkt; terwijl die grenzen zich gedurig verplaatsen.

Alle overige windrichtingen ontstaan, in de meeste gevallen, door de samenkomst van deze twee: treffen namelijk twee luchtstroomen, van eenigszins verschillende richtingen elkander, dan ontstaat daaruit één luchtstroom, waarvan de richting tusschen deze beide gelegen is. Verschillen die twee luchtstroomen in kracht, dan zal de nieuw ontstaande richting het meest overeenkomen met die, van den stroom, die de overhand heeft. Is, onder overigen; gelijke omstandigheden, de kracht der samentreffende luchtstroomen gelijk, dan zal de richting van den stroom juist tusschen die der samenstellende liggen, enz. Heerscht dus, op eene plaats, een zekere luchtstroom en voegt zich daarbij een andere, die langzamerhand in kracht toeneemt, dan zal ook de windrichting allengs meer en meer tot die van den laatsten naderen, en eindelijk bijna geheel daarmede overeenkomen.

De gedurige en schijnbaar zoo onregelmatige atwisselingen der windrichtingen op onze breedten, moeten aan den voortdurenden strijd der beide bovengenoemde hoofdstroomen worden toegeschreven. De opvolging der verschillende windrichtingen geschiedt echter met eene zekere regelmatigheid, zoodat de wind meerdere malen van het Noorden, door

het Oosten, Zuiden en Westen, dan in de tegengestelde richting omloopt. De eerste wijze van omlooopen noemt men: het *ruimen*; de tweede: het *krimpen* van den wind. Dit was reeds door ARISTOTELES, 350 jaren v. C. opgemerkt. — Ook BACO schreef in 1664: »Indien de wind zich in de richting draait, waarin de zon omloopt, dan keert hij veelal niet terug, of, indien dit gebeurt, dan is het slechts voor een korten tijd.» — Die geregelde omgang van den wind is echter eerst door DOVE behoorlijk nagegaan en verklaard, en later door vele anderen bevestigd. Zij wordt de *wet van DOVE*, of de *wet der draaiing van den wind* genoemd, en berust op de volgende beginselen:

Wanneer, in het noordelijk halfmond, op onze breedte, een noordenwind eenigen tijd aanhoudt, dan heeft die meer noordwaarts zijn oorsprong genomen. De luchtdeeltjes, die bij ons aankomen, hebben eene mindere omwentelings-snelheid, dan de plaatsen, die zij achtereenvolgens bereiken, en schijnen dus, even als de passaat, eene noordoostelijke en oostelijke richting aan te nemen. Bij het aanhouden van dien wind kan hij echter niet geheel oost worden. Valt er nu, bij een heerschenden oostenwind, een zuidelijke of zuid-westelijke luchtstroom in, dan vereenigt zich deze met den oostelijken, eerst tot een zuidoostelijken en vervolgens tot een zuidelijken stroom. Doch, duurt ook de zuidelijke luchtstroom voort, dan komt er achtereenvolgens lucht aan, uit streken, die nader en nader bij den evenaar gelegen zijn. Deze bezitten eene grootere omwentelings-snelheid en doen den wind naar het Westen draaien. Deze is dus een equatoriale stroom. Verbindt zich hiermede later weder een polaire stroom, dan ontstaat er achtereenvolgens weder een noordwesten- en noordenwind, enz. — Het gebeurt echter niet zelden, dat een westenwind, na, door den invloed van een noordelijken wind, reeds eene gedeeltelijke draaiing volbracht te hebben, weder in kracht toeneemt; of wel dat de noordenwind afneemt, en, in dit geval, heeft er een teruggang van de windrichting plaats. Dit laatste geschiedt vooral bij minder bestendig weder. Bij een geregelden gang gaat dus de wind, in de noordelijke gematigde streken, in den tijd van één of meerdere dagen het kompas rond, en wel in dezelfde richting, waarin de wijzers van een horloge draaien. — Is de opvolging der luchtstroomen, in omgekeerde orde, als de hier voorgestelde, dan zal ook de wind in tegenovergestelden zin draaien. Door eene dergelijke redeneering kan men licht nagaan, dat de draaiingen van den wind, in het zuidelijk halfmond, in eene tegengestelde richting zullen plaats hebben. De waarnemingen hebben dit ook bevestigd.

Daar, in het noordelijk halfmond, de lucht van den equatorialen

stroom, of den zuidwesten wind, om hare hoogere temperatuur, soortelijk lichter is, dan die van de polaire stroomen, begint het verdringen van de laatsten door de eersten, in de hoogere streken van den dampkring. Men erkent dit reeds aan de richting, waarin de wolken drijven. Bij den overgang van den oosten- in den zuiden- en westen-wind verandert dus, in het algemeen, eerst de richting van de wolken, terwijl de windvanen, die nader bij de oppervlakte zijn, eerst later de verandering der windrichting aanduiden. Wordt integendeel de westenwind door een zwaarder noord-oostelijken verdrongen, dan geschiedt dit veelal het eerst aan de oppervlakte; de windvanen toonen ons de verandering van de richting reeds aan, terwijl de wolken nog een tijd lang uit dezelfde streek drijven.

Bij de groote bewegelijkheid van de dampkringslucht, kan men niet verwachten, de wet van de draaiing, bij elke wisseling van den wind, bevestigd te zien. De grens der twee hoofdstroomen schuift dikwijls heen en weder en de wind draait dus gedurig, dikwijls zelfs in tegengestelde richting. Meermalen wordt de geregelde opvolging der windrichtingen, ook door plaatselijke winden, gestoord. De hiervoor behandelde wet is echter, door een groot aantal waarnemingen, volkomen bevestigd: volgens de onderzoekingen van den Hoogleeraar BUIJS BALLOT, op 39-jarige waarnemingen gegrond, draait zich de wind, hier te lande, in één jaar, 12 of 13 malen meer in de richting N, O, Z, W, dan in de tegengestelde. — AIRY heeft de opmerking gemaakt, dat het getal omdraaiingen van den wind, in die richting, in sommige jaren veel grooter is, dan in andere. Het schijnt zelfs dat daarin eene periode bestaat van zeven jaren.

§ 52.

Behalve de reeds vermelde passaten, heerschen er, tusschen de keerkringen, nog andere regelmatige winden; die der *Indische Zee* worden *Moesons* genoemd (zie de kaart N°. VI.). Van den Steenboks-keerkring, tot op omstreeks 18° zuider-breedte heerscht nog de zuidoost-passaat, maar, van daar af, tot aan den evenaar, komen, van October tot April, noordwesten winden voor, terwijl, benoorden den equator, tegelijkertijd een noord-oosten wind heerscht. Daarentegen waait er, van April tot October, in de eerstgemelde streek, bezuiden den evenaar, een zuidoosten en, ten noorden daarvan, een zuidwesten wind. Deze opgave is slechts algemeen: want de genoemde winden worden, in de nabijheid der kusten, veelal gewijzigd. Tusschen twee opvolgende moesons, heerschen veranderlijke

winden en stilten, die door zware donderbuien, stormen en orkanen worden afgebroken. Deze overgang noemt men de *kentering*; zij duurt omstreeks ééne maand, of zes weken.

De oorzaak der moesons moet, even als die der passaten en van de land- en zeewinden, in de ongelijke verwarming van het land en de zee, in den loop van het jaar gezocht worden en dus in den stand der zon, met betrekking tot deze beide. Het uitgestrekte vaste land van *Azië*, in welks zuidelijke gedeelten de zon, gedurende eenigen tijd des jaars, in het toppunt komt, wordt, in den zomer, sterk verwarmd, en er ontstaat, boven een groot gedeelte daarvan, een opstijgende luchtstroom. Deze opgestegen lucht wordt, voornamelijk van de zijde van den *Indischen Oceaan* aangevuld en de windrichting is daarom, gedurende de warmste maanden, in het algemeen, naar de kusten gericht. — In de wintermaanden van het noordelijk halfond, wanneer de zon bezuiden den evenaar staat, koelt deze groote landmassa sterker af, dan de zee; er ontstaat daardoor een nederdalende stroom, die aan de zuidzijde, of, in het algemeen, van de kusten, naar de zee vloeit.

Bij *Afrika* heeft ditzelfde plaats: in een gedeelte des jaars stroomt de lucht, van de zeezijde, naar het land; in het andere gedeelte daarentegen van het land naar de zee. Hier heeft dus hetzelfde, wat wij op de eilanden in de tropen-gewesten, bij de land- en zeewinden, *dagelijks* zagen gebeuren (pag. 193), op eene groote schaal, in eene *jaarlijksche periode* plaats. Even als de land- en zeewinden, strekken zich ook de moesons niet ver binnenslands uit, althans aan de oppervlakte, worden zij niet ver waargenomen, omdat zij weldra opstijgen. Aan de zeezijde strekken zij zich evenwel, tot op groote afstanden van de kusten uit, want, hetzij de lucht naar het land toestroomt, hetzij die, afgekoeld, naar zee stroomt, zij strijkt in beide gevallen langs de oppervlakte.

De vorm der landen oefent eenen grooten invloed op de richting der moesons uit: op het noordelijk gedeelte der *Roode Zee* waaien, gedurende het grootste gedeelte des jaars, en vooral in den zomer, N. en NW. winden; op het zuidelijk gedeelte, in den zomer, ZW. en W.; in het overige gedeelte des jaars ZO. winden. — *Voor-Indië*, heeft regelmatige ZW- en NO-moesons. De eerste heerscht in den zomer, de tweede in den winter. — Volgens HENRY F. BLANFORD vormt de *Himalaya* een bijna volkomen scheidsmuur voor de winden. De NO-moeson komt niet van het binnenste van *Azië*, maar ontstaat boven de vlakten van *Indië* zelf. — In de *Chineesche Zee* draait zich de ZW-moeson naar het Z en ZO, dat is: meer in de richting van het ten NW. liggende, vaste land. De NO-moeson draait zich integendeel naar het N. en NW., dewijl de koelere

jucht nu naar het nabij gelegen *Nieuw-Holland* vloeit, boven hetwelk, bij zuidelijke afwijking der zon, even als boven *Zuid-Amerika*, een opstijgende luchtstroom ontstaat. — Ook te *Nagasaki* in *Japan* zijn, volgens mijne onderzoekingen, zeer regelmatige afwisselingen in den loop des jaars op te merken, zoodat ook daar nog de moeson heerscht. — Wederkeerig oefenen de moesons op de opvolging der jaargetijden van de eilanden en schiereilanden der *Indische zee* eenen grooten invloed uit; want, terwijl men aan de eene zijde van een gebergte eenen vochtigen zeewind heeft, met zware regenbuien (de *kwade* of *natte moeson*), heerscht er, aan de andere zijde, eene groote droogte, (de *goede* of *droge moeson*) en deze beide wisselen elkander omstreeks om het half jaar af.

De winden op de *Middellandsche zee* ontstaan voornamelijk door het groote temperatuur-verschil, dat er, tusschen de zuidelijke landen van *Europa*, en het Noorden van *Afrika* (de *Sahara* en *Lybische woestijn*) bestaat. De lucht stroomt somtijds, met stormachtig geweld, uit het N. NO. of NW. naar de sterkst verwarmde streken toe. Deze winden dragen, in verschillende landen onderscheiden namen: op de *Adriatische zee* worden zij *Bora*; in *Italië*, *Tramontana*; in *Provence*, *Mistral* genoemd. Zij hebben in het Zuiden van *Europa*, op de *Middellandsche zee* en in het Noorden van *Afrika* de overhand, vooral in den zomer. — In de woestijnen van *Afrika* en *Arabië* heerscht deze toestroomende lucht in den zomer als een passaat.

Van tijd tot tijd komt in de Afrikaansche en Arabische woestijnen een wind voor, die, om zijne verstikkende warmte, gevreesd wordt. De bewoners van *Arabië* en de *Sahara* noemen hem *Simoen* of *Samum*; (dat bij de Arabieren *vergif* beteekent); in *Egypte* noemt men hem *Chamsin* (dat is *vijftig*), omdat deze wind gemeenlijk 50 dagen: namelijk in Maart, April en Mei, voorkomt. Reeds voor de aankomst van dien wind vertoont zich, als zekere voorbode van den *Samum*, eene donkere stofwolk aan den horizon. Wanneer hij nadert, wordt de heldere hemel rood gekleurd door het stof en zand, dat hij met zich voert. De zon verliest haren glans en, bleeker dan de maan, werpt zij geene schaduw meer. De lucht wordt eindelijk zoodanig door stof verduisterd, dat men voorwerpen, op slechts weinige meters afstand, niet kan zien. Het groen der boomen schijnt verwelkt, de vogels zijn onrustig en de overige dieren dwalen, door angst bevangen, over de velden. De eigenschappen, die men gemeenlijk aan den *Samum* toeschrijft — dat hij voor menschen en dieren doodelijk is — zijn overdreven: de schadelijke uit-

werkselen van den *Samum* laten zich voldoende verklaren, uit zijne verstikkende hitte, die (zie pag. 178) tot $47^{\circ},4$ in de schaduw kan stijgen, en het stof, dat hij medevoert. Er zijn, wel is waar, voorbeelden dat geheele karavanen, gedurende het heerschen van dezen wind in de woestijn zijn omgekomen — in 1805 werd eene karavaan van twee duizend menschen en achttien honderd kameelen onder het zand begraven; het leger van CAMBIJES kwam mede, naar het schijnt, door den *Samum*, in de woestijn om — doch zoo iets geschiedt alleen door een ongelukkigen samenloop van omstandigheden, want: behalve de verstikkende hitte en de vreeselijke zandwolken, is de droogte, bij het heerschen van den *Samum*, zoo groot, dat zelfs het water, dat men in lederen zakken medevoert, spoedig verdampt.

De *Harmattan*, die aan de westkust van *Afrika*, bijzonder in de golf van *Guinea*, in de maanden Januari en Februari uit het NW. waait, heeft veel overeenkomst met den *Samum*. Hij is zeer droog, doch, daar hij over het *Kong-gebergte* heeft gestreken, is hij reeds eenigszins afgekoeld.

In *Spanje* heerscht somtijds een warme wind, dien men *Solano* noemt en die waarschijnlijk op de vlakten van *Andalusië* ontstaat. — Meer bekend is de *Scirocco* in *Italië*; deze komt uit het Zuidoosten of Zuiden. Op *Sicilië* noemt men dezen wind den *drogen Scirocco*, of *Vento del deserto*, (wind der woestijn). Hij brengt groote hitte aan, en voert fijn zand mede, zoodat de zon — even als bij ons, bij zwaren veenrook — een rood aanzien heeft en haren glans mist. Hij verschroeit de wijnstokken en vruchtboomen. Op het vaste land van *Italië* is de *Scirocco* niet zoo droog als op *Sicilië*. Deze wind heerscht somtijds over een groot gedeelte van *Zuid-Italië*, zelfs tot *Rome*. Hij brengt een gevoel van groote afmatting te weeg, zoodat ieder zijn werk staakt.

In *Zwitserland* heerscht nu en dan een warme, droge zuidenwind, die onder den naam van *Föhn* bekend is. Wanneer deze wind waait, dan betreft de lucht en er heerscht eene zeer drukkende zwoelheid; daarbij stort de luchtstroom, dikwijls met vreeselijk geweld, in de dalen neder, vooral in die, welke in de richting van het N. naar het Z. gelegen zijn. In de huizen wordt het vuur, bij het naderen van den *Föhn*, gebluscht, om brand te voorkomen. Hij ontwortelt boomen en berooft huizen van hunne daken, indien men geene voorzorgen daartegen neemt, door ze met zware steenen te belasten; hevige onweders en aanhoudende regenbuien begeleiden hem dikwijls. Door zijne groote hitte doet hij in het voorjaar, in één etmaal, eene grootere hoeveelheid sneeuw en ijs op de hooge Alpentoppen smelten, dan de zon in 14 dagen; zoodat niet zelden de bergstromen tot eene groote hoogte aanzwellen en overstroomin-

gen veroorzaken. In den zomer en herfst bevordert hij het rijpen der vruchten.

Aangaande den oorsprong van den *Scirocco* en den *Föhn* heerschen nog verschillende meeningen. Het is echter zeer waarschijnlijk dat het de wind der woestijn is, die zoover in *Europa* doordringt en wel somtijds in de hoogere streken van den dampkring, zoodat de *Föhn* bijv. in *Zwitserland* waait, terwijl, ten Zuiden der *Alpen*, andere luchtstroomen heerschen. Indien nl., boven den *Sahara*, bij windstille, de lucht zeer sterk verwarmd wordt, dan kan hare temperatuur, aan de oppervlakte, tot een zeer hoogen graad stijgen. Wordt die toestand verstoord, dan rijst zij met snelheid op en wel tot eene buitengewone hoogte. Ten gevolge van die verplaatsing, verliest zij hare warmte (zie pag. 198) en wordt dan door de nederdalende passaat (pag. 199) in noordelijke richting gevoerd. Hier daalt zij weder naar de oppervlakte af, en kan zelfs, ten noorden der *Alpen* nedervallen. Bij die nederdaling ontwikkelt zich dan, tengevolge der samendrukking, die buitengewone warmte, die wij bij den *Scirocco* en *Föhn* waarnemen.

Een verschijnsel, dat met de *Föhn* overeenstemt, neemt men, volgens JELINEK, op de ZW. kusten der *Kaspische Zee* waar. Een zuidenwind die plotseling van het met sneeuw bedekte *Elbrus-gebergte* naar beneden stort, veroorzaakt, in den winter eene zeer snelle rijzing der temperatuur en droogt het hout zoozeer uit, dat men, om brand te voorkomen, de vuren uitdooft. — Volgens HOFFMEYER zou ook in het ZW. gedeelte van *Groenland* eene soort van *Föhn* voorkomen, ten gevolge waarvan de temperatuur, op één dag, 27° kan stijgen. Het is daar een ZO. wind, die zijn oorsprong aan den *Golfstroom* zou verschuldigd zijn.

Tegenhangers van de bovengenoemde heete winden, zijn de droge, koude winden, die in *Midden-Azië* dikwijls, in den winter, uit het Noorden en Noordoosten waaien. Door hunne koude en droogte, doen zij de huid openspringen en het huisraad barsten. Vreeselijk zijn de koude stormen der Siberische steppen (pag 96), die, van sneeuwvlagen vergezeld, vaak 2 tot 3 dagen woeden en al wat leeft, onder een wit lijkkleed begraven.

§ 53.

Indien luchtstroomen, die eene verschillende richting en snelheid hebben, elkander ontmoeten, of indien een luchtstroom met kracht in eene onbewogene luchtmassa, valt, dan ontstaan daarbij verschillende verschijnselen: is de hoek, waaronder de twee luchtstroomen elkander

ontmoeten, niet zeer groot, dan vereenigen zij zich, gelijk wij reeds pag. 199 zagen, tot een enkelen stroom, waarvan de richting en kracht, van die der samenvallende luchtstroomen afhangt. Is die hoek echter groot, dan ontstaat, bij het samentreflen, eene omdraaiende, of wervelende beweging. Dit laatste gebeurt ook, wanneer eene luchtmassa in eene onbewogen lucht valt. Zulke draaiende bewegingen der lucht, kunnen wij dikwijls waarnemen op de hoeken der straten, in de nabijheid van hooge gebouwen, enz.: lichte voorwerpen, zooals stof en bladeren, worden, door zulke wervelwinden, in kringen omgevoerd en dikwijls hoog opgeheven. Hebben de luchtstroomen, die elkander ontmoeten, eene groote snelheid, dan treden deze verschijnselen ook met meer kracht te voorschijn en dan kunnen zelfs zwaardere voorwerpen worden medegevoerd en opgenomen. Het ontstaan der *hoozen* kan op deze wijze worden verklaard. Deze verschijnselen onderscheiden zich, van de, als voorbeeld gekozen, kleine wervelwinden, slechts door het geweld, dat zij uitoefenen. — In den laatsten tijd heeft men echter eene andere meening, omtrent het ontstaan van hoozen en wervelwinden geuit: er zijn vele voorbeelden, dat de afneming der temperatuur met de hoogte veel sneller plaats heeft, dan onder de gewone omstandigheden (§ 48). Hierbij zijn de onderste luchtlagen sterk door de warmte uitgezet, zoodat zij ijler zijn, dan de daarboven liggende. Indien het evenwicht, onder zoodanige omstandigheden, verbroken wordt, dan zal de warme lucht snel opstijgen, en wel tot eene hoogte, waarop zij, met de omringende lucht, in evenwicht is. In de onderste lagen, moet dus eene toestrooming plaats hebben, om het verbroken evenwicht te herstellen, waarbij altijd eene draaiende beweging ontstaat. — Volgens deze verklaring, van het ontstaan der hoozen, zouden zij aan de oppervlakte haren oorsprong moeten nemen, wat echter door de waarnemingen niet genoegzaam bevestigd is.

De hoozen beginnen gewoonlijk in de hoogere deelen der lucht, dikwijls in eene onweerswolk, terwijl er stilte in de onderste luchtlagen heerscht. Het is alsof een gedeelte der wolk, als een omgekeerde kegel, naar de aarde daalt. Deze trekt zich dikwijls weder terug, om, eenige oogenblikken later, opnieuw naar den grond af te dalen. Trekt zulk eene hoos over eene watervlakte, dan komt ook deze in eene onstuimig golvende en omdraaiende beweging, en het water verheft zich kegelvormig opwaarts naar den top der nederhangende hoos. De aldus met hunne toppen, of wel cilindervormig vereenigde kegels, buigen zich kronkelend heen en weder; de geheele massa draait schroefswijze, om hare as, en verplaatst zich tevens in eene rechte of gebogen baan. De bovenste kegel daalt nu eens neder en rijst dan weder op, en somtijds is zelfs de ver-

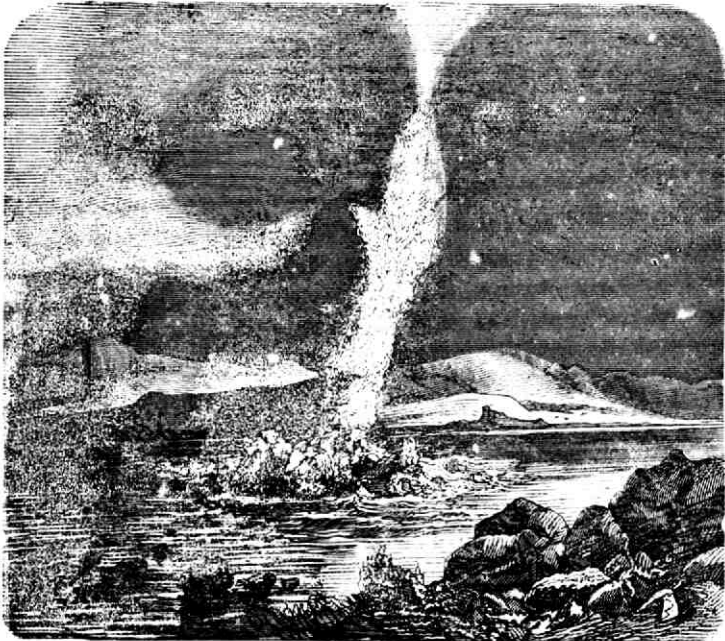
binding tusschen dezen en den opgerezen kegel verbroken. De richting, waarin de lucht bij de hoozen omdraait, is niet altijd dezelfde. Ook de snelheid, waarmede zij zich verplaatsen, is zeer onderscheiden: sommige hoozen staan bijna stil, terwijl andere zich met eene groote vaart voortbewegen. Het water, dat onder den nederdalenden kegel oprijst, wordt dikwijls, in groote hoeveelheid, naar boven gevoerd en ploft, bij het eindigen van het verschijnsel, met geweld weder neder. — Trekt eene hoos over het land, dan geraken stof, zand en en andere voorwerpen, die zij ontmoet, niet alleen in draaiende beweging, maar zij worden tevens naar boven gevoerd en vallen later, somtijds op groote afstanden, weder neder: in de vorige eeuw vond men, volgens MARTINET, tusschen de daken der groote kerk te *Zulfen* een haai; bij andere gelegenheden heeft men garnalen, visschen, enz. op groote afstanden van zee gevonden, hetwelk niet wel anders kan worden verklaard, dan door aan te nemen, dat zij, door hoozen, zijn opgenomen en medegevoerd.

De hoozen gaan veelal met een sterk geraas vergezeld, dat men nu eens met het rollen van wagens over een straatweg, dan weder met het bruisen der branding of het huilen van een hevigen wind heeft vergeleken. Dikwijls komen er ook electricische verschijnselen, zooals bliksem en donder, bij voor; terwijl er meermalen, gedurende of na de hoos, hagelbuien zijn waargenomen. Sommige natuuronderzoekers zijn daarom van gevoelen, dat de hoozen door de electriciteit des dampkrings worden te weeg gebracht. Het is echter waarschijnlijker dat deze een gevolg is van de ontmoeting en onderlinge vermenging der luchtstroomen, die de hoozen doen ontstaan.

De hoozen zijn zeer verschillend van grootte, en van daar dat hare uitwerkselen ook zeer onderscheiden zijn: sommige oefenen eene vreese-lijke kracht uit, zoodat zij boomen ontwortelen, huizen en kerken van hunne daken berooven en hun spoor door verwoesting kenmerken. Een voorbeeld hiervan had er den 22sten October 1844 plaats te *Cette*, waar eene hoos, die van de zee kwam, over de stad trok en aan gebouwen en daken zooveel schade aanrichtte, dat de stad het aanzien had, alsof zij een bombardement had doorstaan. Personen, die de hoos van de zee hadden zien aankomen, verzekerden dat hare snelheid niet groot was: want ze konden haar, gedurende eenige minuten, gadeslaan. Allen schilderden haar af als eene zeer zwarte wolkkolom, die van boven dikker werd en zich met de andere wolken, onder veel regen en wind, vermengde; het benedeneinde was veel dunner en reikte tot aan de oppervlakte der zee, welke zij, met veel geraas, deed opbruisen. Velen zagen bliksemstralen door die donkere kolom schitteren. Zij naderde, al draai-

end en met toenemende snelheid, de haven en wierp hagel uit, die van stortregen vergezeld was. Achttien vaartuigen werden op het strand geworpen en vele menschen kwamen daarbij om, terwijl andere onder het puin der instortende gebouwen, werden bedolven.

De onderstaande figuur stelt eene waterhoos voor, die door G. vom RATH, den 10^{den} Juni 1858, in de nabijheid van *Königswinter*, aan den *Rijn*, werd waargenomen. Het verschijnsel werd het eerst, in de nabijheid van het dorp *Honnef*, aan den voet van het *Zevengeberge*,



Hoos te *Königswinter* bij *Bonn*, den 10^{den} Juni 1858.

waargenomen: zij voerde aldaar verbazende hoeveelheden stof in de hoogte. Uit de fijnere stofdeeltjes vormde zich eene zuil, die het voorkomen van eene donkere streep bezat en waarvan de hoogte op 600 meters werd geschat. Toen de hoos den *Rijn* had bereikt, verhief zich het water, over de oppervlakte van een cirkel, waarvan de middellijn op 50 meters werd geschat en vormde eene kolom van schuim, die het voorkomen van een gothischen toren bezat. Eene straal sprong, in het midden, hoog boven verschillende zijdelingsche stralen naar boven, terwijl, uit de wolkenmassa, eene heldere wolkenkegel naar beneden daalde, waarop een cilindrisch gedeelte volgde, hetwelk het water

met de wolk verbond. — Tusschen *Rolandseck* en *Mehlem* bereikte de hoos den linker Rijnsoever, om spoedig weder naar de rivier terug te keeren. Het verschijnsel eindigde, nadat het omstreeks 35 minuten geduurd had, in de nabijheid van *Rhöndorf* aan den linker Rijnsoever. Op haren weg nam zij vele dakpannen der huizen mede, scheurde sterke takken van de boomen en verwoestte de veldvruchten. De breedte van de strook, waarop zij hare uitwerking deed gevoelen, bedroeg omstreeks 50 meters.

Ook in ons vaderland woedde, den 19 Augustus 1845, eene hoos, of waarschijnlijk meerdere te gelijk: want op verschillende plaatsen werd dit verschijnsel dien dag waargenomen, tot in de omstreken van *Keulen* toe. Het stadje *Zevenbergen* in *Noord-Brabant* werd daardoor grootendeels verwoest en ook elders werd aanmerkelijke schade aangericht.

Somtijds vertoonen zich meerdere hoozen te gelijk; men heeft er zelfs tot 14 waargenomen. Zij komen in sommige streken veel menigvuldiger voor dan in andere.

§ 54.

Reeds voor lang had men vermoed, dat vele *stormen*, en vooral die, welke in *West-Indië* en in de *Indische* en *Chineesche zee* voorkomen, *wervelwinden* zouden zijn. Later is dit vermoeden, door de ijverige onderzoekingen, zoowel van natuurkundigen als van zeelieden, tot zekerheid gebracht.

Zulke wervelwinden, cyclonen of orkanen ontstaan o. a. bij de *West-Indische eilanden*. Aanvankelijk hebben zij slechts weinige mijlen middellijn, maar zij nemen spoedig in grootte en kracht toe, terwijl zij zich, langs vrij regelmatig banen, voortbewegen. Die, welke bij de *West-Indische eilanden* ontstaan, loopen noord-westwaarts, langs een gedeelte der oostkusten van de *Vereenigde Staten*; weldra buigen zij zich echter geheel om, en nemen eene noord-oostelijke richting aan, zoodat sommige de kusten van *Europa* bereiken en zelfs, tot in het midden van dit werelddeel, doordringen. De vreeselijke storm, die den 29^{sten} November 1836 over ons land ging, heeft men in dit opzicht nagespoord en zijne baan, van *New-Foundland* af, dwars over den *Atlantischen Oceaan*, door het *Kanaal* en zelfs tot in *Oost-Pruisen* kunnen vervolgen.

In den *Indischen Oceaan* ontstaan insgelijks orkanen, ten westen van *Java*. Ook deze zijn aanvankelijk slechts kleine wervelwinden. Maar, terwijl zij zich westwaarts voortbewegen, nemen zij in sterkte en uitgebreidheid toe, zoodat de lucht boven eene vlakte, die van 12 tot 80 en

meer D. G. mijlen doorsnede heeft, in eene omdraaiende beweging is. Vergelijkt men deze middellijn met de hoogte des dampkrings (pag. 156), dan ziet men dat deze laatste nauwelijks $\frac{1}{10}$ is, van de middellijn, die sommige stormen bezitten. Wij moeten ons dus de cyclonen voorstellen als schijfvormige, draaiende gedeelten van den luchtocëaan, die, behalve eene omwentelende, ook eene voortgaande beweging bezitten. De baan der stormen van den *Indischen Oceaan*, begint bij de *Sunda-eilanden*, loopt, langs *Mauritius* en *Bourbon*, naar *Madagascar*, waar zij zich, eerst zuidwaarts en daarna oostwaarts buigt, tot zij zich in het gebied der noordwesten- en veranderlijke winden verliest. Behalve deze algemeene stormbanen zijn er nog vele andere, doch de stormen zijn daar niet zoo menigvuldig en minder goed waargenomen dan in de beide opgegeven banen (Zie de kaart N^o. VI).

De richting, waarin de cyclonen ronddraaien, is verschillend in het noordelijk en zuidelijk halfrond: in het eerste is die N., W., Z., O., of in tegenovergestelde richting van die der wijzers van een vlak liggend uurwerk; in het zuidelijk halfrond is de richting der draaiing tegengesteld. De oorzaak hiervan is gelegen in de omwentelende beweging der aarde en haar invloed op de luchtdeeltjes, die naar den storm toevoelen. Voor de verklaring hiervan, moeten wij naar uitvoeriger werken verwijzen. — De richting, waarin de cyclonen draaien, en de wind, bij het overtrekken daarvan, omloopt, is tegengesteld aan die, welke volgens de wet van Dove (pag. 200) plaats heeft.

Wanneer een ronddraaiende storm, in het noordelijk halfrond, van het Westen naar het Oosten, over eene plaats trekt, zoodat het midden er over heen gaat, dan komen daarbij de volgende verschijnselen voor: de oostzijde van den storm bereikt het eerst de plaats; de luchtdeeltjes hebben aldaar omstreeks eene beweging van het Zuiden naar het Noorden (indien men slechts een klein gedeelte van den cirkel, waarin zij worden rondgevoerd, in aanmerking neemt) zoodat hij met een zuidenwind aanvangt. Naarmate het middelpunt echter tot de plaats nadert, wordt de wind heviger, doch blijft steeds zuidelijk. De barometer daalt inmiddels lager en lager, en bereikt soms den buitengewoon lagen stand van 705 m. m.; bijna altijd gaat de storm met zware regenbuien en onweder gepaard. Inmiddels nadert het middelpunt boven de plaats, en de wind wordt stil. Slechts nu en dan komen rukwinden, uit verschillende streken van den horizon. De barometer rijst daarna weder snel en de wind neemt tevens in kracht toe, doch komt uit eene tegenovergestelde richting; want, neemt men weder alleen een klein gedeelte, aan de westzijde van de kringen, in aanmerking, waarin de lucht-

deeltjes ronddraaien, dan is de richting van het Noorden naar het Zuiden, of tegengesteld aan die der oostzijde van den storm.

Ligt eene plaats ten noorden der baan van het midden van den storm, dan heeft dit plotseling omspringen van den wind niet plaats, maar de richting wordt achtereenvolgens: ZO., O. en NO. Ligt de plaats ten zuiden der baan van het midden des storms, dan worden die richtingen van den wind achtereenvolgens: ZW., W. en NW. Men kan zich van deze verandering der richting van den wind, bij eene cirkelvormige beweging der luchtdeeltjes, gemakkelijk overtuigen, door, op een plaatje hoorn of doorzichtig papier, uit hetzelfde middelpunt, eenige cirkels te trekken van verschillende grootte en op die cirkels pijltjes te teekenen, die eene ronddraaiende beweging aanduiden, in de richting: N., W., Z., O.; dat is: in die richting, waarin de stormen, in het noordelijk halfrond draaien. De pijltjes boven het middelpunt, staan dan in de richting van de rechter- naar de linkerhand, en duiden een oostenwind aan; die beneden het middelpunt, van de linker- naar de rechterhand, en duiden een westenwind aan, terwijl de pijltjes, aan de rechterzijde van het middelpunt, eene opwaartsche richting hebbende, een zuidenwind en die, aan de linkerzijde, eene nederdalende richting, of een noordenwind aanduiden. In eene cirkelvormige beweging zijn dus alle windrichtingen aanwezig. Legt men nu zulk een stuk hoorn of doorzichtig papier op eene kaart, zoodat het middelpunt ten westen van eene plaats ligt, en schuift men het papier, waarvan de pijltjes een draaienden storm voorstellen, naar de rechterzijde, of oostwaarts, dan zal de reden van het plotseling omspringen van den wind aanstonds in het oog loopen: schuift men het papier zoodanig over de kaart, dat de plaats ten noorden van de lijn ligt, die het middelpunt doorloopt, dan zal men, bij het oostwaarts voortschuiven, achtereenvolgens de pijltjes over de plaats voeren, die de richtingen ZO., O., NO., aanduiden, enz. De lezer, die zich de moeite wil geven naar de opgegevene wijze, de verandering der windrichting, die er bij een draaienden storm noodzakelijk plaats moet hebben, na te gaan, zal zich licht kunnen overtuigen dat men, door nauwlettend acht te geven, op die veranderingen, kan bepalen, waar zich het middelpunt, met betrekking tot de plaats der waarneming bevindt. Kundige zeelieden hebben zich dan ook meermalen deze eenvoudige uitkomsten van wetenschap en ervaring ten nutte gemaakt, om de stormen te ontzeilen, of die tot hun voordeel aan te wenden.

Regen en onweer zijn de onafscheidbare begeleiders van den storm,

en nemen hunnen oorsprong uit eene verbazend groote, donkere wolk, die zich somtijds tot eene hoogte van 4 D. G. mijlen boven de aardoppervlakte uitstrekt. Hieronder ziet men dikwijls nog losse wolken, die, van het middelpunt van den storm, naar den omtrek worden gedreven. De lucht is dikwijls zoozeer met wolkenmassa's en regen gevuld, dat midden op den dag zeer donker wordt en lucht en land of zee schijnen in een te smelten. In sommige gevallen opent zich de wolkenmassa, wanneer het midden van den storm over de plaats trekt en laat, gedurende korten tijd, den helderen hemel doorschijnen; men noemt dit het oog van den storm.

De cyclonen der tropische gewesten zijn niet alleen zoo vreeselijk om de kracht van den wind — waarvan men in de gematigde streken geen voorbeeld heeft — de onweers- en regenvlagen, maar, aan de kusten, ook door den stormvloed en het geweld der golven. Deels ten gevolge van de verminderde luchtdrukking in het midden, deels door den wind, verheft zich het water aanmerkelijk hooger, dan in den omtrek. Bij de verplaatsing van den storm, gaat deze verhooging mede en, wanneer zij de kusten bereikt, overstelpt zij die met een stormvloed, die, gepaard met een regen, die naar een wolkbreuk gelijk, groote onheilen aanricht. De Bengaalsche stormen zetten dikwijls plotseling den lagen delta der *Ganges* en *Brahmapoetra* (§ 84) onder water en kosten aan vele duizenden menschen het leven: volgens officieele opgaven kwamen, bij de cyclone van den 31^{sten} October 1876, niet minder dan 215.000 menschen om. Drie groote eilanden en vele kleinere werden 6 meters hoog overstroomd, alsmede een deel van het vaste land. — In de open zee is de stormvloed niet waarneembaar, maar hier is de brandende golfslag, die vooral in het midden van den orkaan heerscht, voor de schepen niet minder gevaarlijk dan de kracht van den wind. Dit oproer der zee, waarbij golfmassa's opstijgen en plotseling weder neerstorten, zonder dat men de streek kan bepalen, waaruit zij komen, ontstaat doordien verschillende stelsels van golven, die door winden, welke uit verschillende richtingen komen, worden veroorzaakt, elkander ontmoeten. Men noemt dit moeielijke zeeën (zie pag. 122).

Om eene voorstelling te geven van de uitwerking van een tropischen orkaan, voegen wij hier eene beschrijving in van den storm, die onlangs een gedeelte van het eiland *Curaçao* verwoestte:

Zaterdag 22 September 1877 pakten de wolken, na eene langdurige droogte, zich samen, de gezichteinder werd al duisterder. Bij het invallen van den nacht begon de regen, een zachte najaarsregen. Maar, al grauw werd de horizon, de wind neemt in hevigheid toe; hij waait uit het Noordwesten en loopt naar het Noorden om. Met het aanbreken

van den dag bemerkte men reeds dat boomen waren omgewaaid, pilaren verbroken en lantaarns verbrijzeld. Men verzekert ramen en deuren, maakt de vaartuigen in de haven vast en neemt alle mogelijke voorzorgsmaatregelen; maar de wind spot met deuren en hengsels en breekt touwen en kettingen, als dunne koorden. Twee schoeners, de *Juliëtte* en de *Sarah*, worden van de ankers geslagen; de wind drijft de beide vaartuigen uit de haven, zonder dat de vereenigde krachten der opvarenden iets daartegen kunnen uitrichten.

In bange vrees gaat de ochtend voorbij. Nog voor den middag waait de wind uit het Zuidoosten en nieuwe gevaren dreigen: al hooger en hooger rijst de zee, al onstuimiger worden hare golven en steeds grooter wordt de nood. *Pietermaai*, de schoone voorstad van *Curaçao*, is in gevaar: de muren aan den zeekant kunnen geen weerstand bieden aan de drukking: zij storten in, en de zee neemt ze op en slingert de brokken met geweld naar boven. Ieder moet zijne woning verlaten, indien men niet onder de puinhoopen daarvan wil bedolven worden. In een oogwenk is de grootste helft van *Pietermaai* een puinhoop. De vleeschhal, met de daarbij behorende veestallen, is geheel weggeslagen; geen enkel huis is er, dat niet geleden heeft. Alle bijgebouwen zijn ingestort of weggeslagen en alles staat onder water. Ook aan de noordzijde is veel schade. De groentenmarkt is, voor het grootste gedeelte, verwoest; de meeste huizen zijn gedeeltelijk ingestort of zwaar beschadigd. — Terwijl huizen instorten, moeten mannen, vrouwen en kinderen door den modder vluchten. De zee rijst hooger en hooger, hare golven worden steeds onstuimiger en de nood neemt voortdurend toe. Men wijst op den berg *Altena* als eene uitkomst in het gevaar. Eindelijk naderen de ongelukkige vluchtelingen den berg, die een veilige schuilplaats voor de woede der golven aanbiedt. Tot twee ure rijst de zee voortdurend en de nood stijgt ten top. Een donderslag dreunt in de verte, een donderslag, die den orkaan en de zee en: tot hertoe en niet verder! schijnt toe te roepen. De storm bedaart, de zee wijkt terug, *Curaçao* is gered! — Nog is de hemel grauw, nog meent men hier en daar onheilspellende teekenen waar te nemen, doch de nacht wordt rustig doorgebracht.

Een nieuwe dag breekt aan: wat bedrijvigheid heerscht er op den berg, welk een aantal menschen spoedt zich naar beneden, om den omvang van de ramp te leeren kennen, die hen heeft getroffen! Elk begeeft zich naar de plek, waar nog gister zijne woning stond, maar menigeen zoekt die vergeefs; zelfs de grondslagen zijn weg; de orkaan en de golven der zee hebben niets gespaard.

Niet alleen *Pietermaai* was het toneel van de verwoesting. Ook

aan het *Waterfort* werd verbazende schade toegebracht. De zee sloeg over de borstweringen, drong door de geschutpoorten, vernielde de woningen der onderofficieren en deed zeven stukken zwaar geschut verloren gaan. — Ook *Otrabanda*, aan de overzijde der haven, heeft zwaar geleden. Het Molenplein, aan de haven gelegen, geleek, na den storm, meer op een scheepstimmerwerf dan op een plein. Het rif, dat toegang tot het fort verleent, is geheel veranderd: hier zijn gedeelten daarvan weggeslagen, elders diepere plaatsen aangevuld. Ook het binnenwater onderging aanzienlijke veranderingen. — De plantages aan de oostzijde der haven leden zware verliezen: de veestapel is tot minder dan de helft gedaald; er zijn plantages, waar, van 400 stuks schapen, slechts 20 zijn overgebleven; op andere ging tot het laatste schaap verloren. Vele huizen en bijna alle hutten zijn ingestort, waardoor velen van woning zijn beroofd.

De stad *Curaçao* zelve, heeft betrekkelijk weinig geleden: wel zijn enkele dakpannen en vensters weggeslagen en oude huizen ingestort, doch de schade is gering, in vergelijking met die van *Pietermaai*. In de haven zijn eenige barkjes en vele ponten weggeslagen en gezonken, alsmede de brik *Condor*.

Den 25^{ten} September liep Zr. Ms. Stoomschip *Cornelis Dirks* in ontredenden toestand de haven binnen. Den 22^{ten} des namiddags te vijf ure was dit schip, met bestemming naar *Aruba*, van *Curaçao* vertrokken. Den geheelen dag had men buiig en regenachtig weder. Den volgenden dag daalde de barometer, tusschen 12½, en 3½ uur, van 751 tot 721 m.m., dus gemiddeld 10 millimeters per uur. Van 3½ tot 4½ uur was de orkaan het hevigst. Ten 1¾ uur gingen kluifhout, voorbramsteng en 2 sloepen verloren. Ten 2¾ uur sloegen eenige schalmen of bedekkingen boven de machinekamer en longroom weg. In korten tijd stond het water 1,4 meter bij de pompen voor- en achteruit. Te 3½ ure werd het laatste vuur uitgedoofd en stond de stoommachine stil. De pompen hadden geen voldoende vermogen om de razende zee binnen boord merkbaar te doen verminderen; het over boord zetten der beide ijzeren stukken geschut aan stuurboord, was niet in staat het schip, dat met zijne verschansing voortdurend dieper zakte, te doen rijzen.

Men ziet niets meer: lucht en water zijn één; neen, zij bestaan niet meer, alles is eene donkere, schuimende massa. Stortregens, een huiende orkaan, een vreeselijk slingerend schip vol water; meer dan 100 menschen die al hunne krachten inspannen om de bevelen bij de pompen en elders op te volgen — zoo waren die oogenblikken op den 23sten September van 's namiddags half vier tot vijf uur. — »Spoedig de masten gekapt» luidt het bevel en binnen weinig minuten slaat de groote

mast, met tuig en al, over boord. Het schip richt zich op. Het is 5 uur; de barometer teekent 740 m.m. — Wel is de toestand nog geruimen tijd ver van gunstig, en moeten de pompen onafgebroken werken, maar de strijd is gestreden en het schip behouden.

Als een ander bewijs van de vreeselijke kracht der cyclonen diene nog, dat, bij den orkaan van den 25sten Juli 1825, op *Guadeloupe* een dennenhouten plank, lang 1 meter, breed 0,25 m. en 23 m.m. dik, met zulk een geweld tegen een palmboom van 45 c.m. dikte werd geslingerd, dat hij daardoor heendrong — Eene balk van 20 vierk. centim. doorsnede en 4 tot 5 meters lengte, werd, in een vastgestampten en veel beganen weg, nagenoeg 1 meter diep ingedreven. — Drie 24-ponds kanonnen werden, tot tegen de borstwering, voortgesleept. De wind was lichtend.

Bij den *Mauritius-orkaan*, van 28 Februari en 1 Maart 1818, werden twee kanonnen van zwaar kaliber, op zee-affuiten, in de tegenovergestelde richting gedraaid.

Om eenig denkbeeld te vormen van de kracht, die de cyclonen uitoefenen, heeft REYE getracht die te berekenen en komt tot de uitkomst, dat de orkaan, die den 5den, 6den en 7den October 1844 over *Cuba* trok, in die drie dagen een arbeid heeft ontwikkeld van 473,500,000 paardenkrachten: d. i. minstens 15 maal meer, dan alle windmolens, waterraderen, stoomwerktuigen, locomotieven, menschen- en dierenkrachten op de geheele aarde!

De orkanen der tropische gewesten zijn gelukkig niet zoo talrijk als de stormen der gematigde luchtstreken. Zij komen, zoowel in het noordelijk als zuidelijk halfond, voornamelijk in de warmste maanden van het jaar voor. In den *Indischen oceaan*, komen de orkanen het meest voor, tijdens de kentering der moesons (pag. 202)

Aangaande het ontstaan en den voortgang der cyclonen heerschen nog verschillende meeningen. Voordat wij die uiteenzetten, moet het volgende worden opgemerkt: wij zagen vroeger (pag. 195) dat de luchtstroomen, in het algemeen, de richting van den gradiënt zouden moeten volgen. Bij de cyclonen hebben wij integendeel met eene draaiende beweging der lucht te doen. De luchtdeeltjes volgen niet de richting van den gradiënt, maar meer die van de isobare, met eene buiging naar binnen. Die binnenwaartsche buiging is, aan den omtrek, grooter, dan nader aan het middelpunt, zoodat de baan der luchtdeeltjes gemiddeld een hoek van 84° met den gradiënt maakt. Daarbij moet men aannemen, dat de luchtdeeltjes, bij hunne omdraaiing, tevens opstijgen, zoodat zij eene spiraal beschrijven, die zich naar boven vernauwt en zich, op grootere hoogte, weder uitzet.

Wij zagen reeds pag. 206, dat men het ontstaan der hoozen op twee verschillende wijzen heeft trachten te verklaren: volgens de eerste, zou het samentreffen van twee luchtstroomen, de draaiende beweging veroorzaken. Indien nu zulke luchtstroomen eene groote uitgestrektheid hebben, zouden hierbij wervelwinden kunnen ontstaan. Deze voorwaarden bestaan werkelijk in de tropische zeeën, bepaaldelijk in het moeson-gebied, waar zeer uitgestrekte luchtstroomen elkander, op bepaalde tijden, verdringen en, in der daad komen de cyclonen, in den *Indischen Oceaan* aan de grenzen van het gebied der moesons en passaten voor. Volgens deze verklaring ontstaan de cyclonen door impulsie (pag. 194).

Volgens eene nieuwere theorie, die vooral door REYE te *Straatsburg* ontwikkeld is, ontstaan de cyclonen, indien er over eene groote uitgestrektheid een wankelbaar evenwicht der lucht (pag. 206) bestaat. Indien dit, door eene toevallige oorzaak verbroken wordt, zal er een opstijgende luchtstroom ontstaan, waarbij de sterk verwarmde luchtdeeltjes tot eene aanzienlijk hoogte opklimmen. Aan de oppervlakte stroomt dan de lucht, van alle zijden toe, en, daar de van het Noorden en het Zuiden toevloeiende luchtdeeltjes van verschillende breedten komen, moet eene draaiende beweging ontstaan, omdat die deeltjes, door de dagelijksche beweging der aarde, eene verschillende snelheid bezitten. Dientengevolge moet de draaiing der cyclonen, in de beide halfronden, tegengesteld zijn. De lucht, vooral die, welke in het warme jaargetijde, over de zee heeft gestreken, is zeer rijk aan waterdampen; wanneer deze nu, in het midden der cyclone, tot eene aanzienlijke hoogte, opstijgt, dan wordt de waterdamp in de hoogere streken snel afgekoeld, vormt wolken en zeer veel regen. Op deze wijze ontstaat de stormwolk. De baan der stormen laat zich, uit deze theorie, ook volkomen verklaren. Volgens haar ontstaat de wind der cyclonen door aspiratie (pag. 194).

Het is licht in te zien, dat er tusschen de hoozen en cyclonen allerlei overgangen bestaan: zoo vindt men b. v. in de *Chineesche zee* groote hoozen, of cyclonen op kleinere schaal, waaraan men den naam van *Tyfans* heeft gegeven. Evenzoo komen dergelijke verschijnselen in *Noord-Amerika* en elders voor, die men, in het Spaansch, *Tornado's*, en, in het Engelsch, *Hurricanes*, noemt. De *Pampero's* van *Rio de la Plata* en de *Noordwesters* van *Bengalen*, behooren mede tot de ronddraaiende stormen.

In de gematigde en koude streken zijn stormen menigvuldiger dan in de keerkringsgewesten, maar moeten in hevigheid daarvoor onderdoen. In enkele opzichten hebben zij toch daarmede overeenkomst,

daar zij zich als gedeelten van cyclonen voordoen; althans de richting, waarin de wind draait, wanneer een storm zich over eene plaats beweegt, komt grootendeels overeen met die, welke, bij het overtrekken eener cyclone, wordt waargenomen. Uit het voorgaande is gebleken dat: indien men zich, bij het heerschen eener cyclone in het noordelijk halfrond, zoodanig plaatst dat men den rug naar den wind keert, het middelpunt der cyclone (waar de laagste barometerstand is), aan de linkerzijde is gelegen; in het zuidelijk halfrond zal het daarentegen, bij gelijke plaatsing, aan de rechterhand, gelegen zijn. — Professor BUYS BALLOT heeft, op grond van talrijke waarnemingen, aangetoond, dat ook, in het algemeen, zoowel bij matige als sterke winden deze regel heerscht: indien men zich zoodanig plaatst, als of men met den wind medegaat, dan heeft men een lageren barometerstand aan de linker- en een hoogeran aan de rechterzijde. Voorts toonde hij aan, dat de windkracht in het algemeen des te sterker is, naarmate het verhang der luchtdrukking grooter is; dat is: naarmate de barometerstand, voor een standvastigen afstand, meer verschilt. Voor het zuidelijk halfrond, is het eerste gedeelte van deze wet omgekeerd, dat is: indien men zich met den rug naar den wind plaatst, dan heeft men een hoogeran barometerstand aan de linker- en een lageren aan de rechterzijde. Men heeft deze regelen »de wet van BUYS BALLOT” genoemd. Hij heeft deze tevens als noodzakelijke gevolgen afgeleid van de toestrooming der lucht naar de plaats van verminderde luchtdrukking, in verband met de aswenteling der aarde, en tevens aangetoond dat dit minimum eene voortgaande beweging moet hebben ¹⁾).

Ten slotte moet hier nog worden opgemerkt, dat, volgens mijne onderzoekingen, de winden, die het menigvuldigst voorkomen, ook de grootste kracht bereiken. Bij ons te lande zijn dit de WZW. winden.

Het zal, na deze beschouwing van de winden, nauwelijks noodig zijn, op het hooge belang van dit onderwerp opmerkzaam te maken, vooral voor de scheepvaart, dewijl de zekerheid en de duur der zeereizen grootendeels afhangt van de bekwaamheid, waarmede de zee-man van de bestendige en periodieke winden, in verband met de verschillende zeestroomen, weet gebruik te maken. Dikwijls wordt de duur eener zeereis aanmerkelijk bekort, door een omweg te maken en van wind en stroom voordeel te trekken, als zij gunstig zijn, en ze te vermijden, in-

¹⁾ Zie: BUYS BALLOT De invoering en verklaring van den Aëroklinoscoop. Utrecht bij Mansen; en eene meer uitvoerige behandeling van dit onderwerp, in het werk van Dr. THEODOR REYE: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen enz.. Hannover bei Carl Rümpler.

dien zij ongunstig zijn. De Amerikaansche kapitein MAURY heeft het eerst getracht, door het verzamelen en in kaart brengen van aantekeningen, aangaande winden, stroomen enz., de voordeeligste wegen voor de scheepvaart te leeren kennen. Het *Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut* te *Utrecht* is hem het eerst op dien weg gevolgd, en heeft, op grond van de ervaring, door Nederlandsche zeelieden opgedaan, eene verbeterde reisroute van *Nederland* naar *Java* en terug gegeven. De vrucht van dezen arbeid is: dat vooral de tijd, die voor de uitreis benoodigd is, aanmerkelijk bekort wordt. In de verschillende maanden loopen de routen een weinig uit elkander; de volgende kan echter als de gemiddelde worden beschouwd: van het *Engelsche Kanaal* uitgaande, tracht men zoo spoedig mogelijk in den Noordoost-passaat te komen. Daartoe stuurt men eerst zuidwestelijk, daarna zuid-zuidwestelijk, ten westen van *Madera* en van de *Kanarische* en *Kaap-Verdische eilanden*. Vervolgens snijdt men den stiltegordel, slechts weinig ten oosten van *Kaap St.-Roque*, waar hij het smalst is, waarna men in den zuidoost-passaat komt. Van *Kaap St.-Roque* stuurt men eerst zuidwaarts, tot 20° Z. Br., voorts zuidoost- en dan oost-zuidoostwaarts. Nu tracht men het gebied der Noordwesten winden te bereiken, zeilt langs de *Prins-Edwards-* en *Crozets-eilanden*, om eerst, omstreeks den 40° Z. Br., oost-noordoostwaarts te zeilen. Men blijft ten zuiden van *St. Paul* en *Amsterdam*, gaat vervolgens meer noordwaarts, zoodat men den 30° Z. Br. tusschen de meridianen van 98° en 108° O. L. van *Greenwich* snijdt, en eindelijk noordwaarts naar *Straat Sunda*. De ondervinding heeft, door een groot aantal reizen, geleerd, dat — otschoon men een grooten omweg maakt — toch de reis in een veel korteren tijd wordt volbracht, dan vroeger, toen men, langs den naasten weg, niet ver van de *Kaap de goede Hoop* zeilde. De zoo gevaarlijke cyclonen worden hierbij grootendeels vermeden, vooral die van den *Indischen Oceaan* (pag. 210). — Bij de terugreis maakt men aanvankelijk gebruik van den Zuidoost-passaat, stuurt kort langs de *Kaap de goede Hoop*, waar men dikwijls met westelijke stormen te kampen heeft. Van daar voert de koers, met den zuidoost-passaat, tot nabij de linie — die men omstreeks midden tusschen *Afrika* en *Amerika* snijdt — om nu, met den noordoost-passaat, en vervolgens, met de heerschende zuidwesten-winden, het *Engelsche Kanaal* te bereiken.

Voor den overtocht van *Acapulco*, in *Mexico*, over den *Stillen Oceaan* naar *Manilla* of *Canton*, zijn de passaat en equatoriaal-stroom zoo gunstig, dat die reis in 50 of 60 dagen wordt volbracht, terwijl men daarentegen voor de terugreis, van 90 tot 100 dagen noodig heeft. — Tusschen de *Antillen* is de scheepvaart zoodanig door winden en zeestroomen bemoei-

lijkt, dat een schip van *Jamaica*, met bestemming naar de *Kleine Antillen*, niet regelrecht over de *Caraïbische zee* kan zeilen, maar over den oceaan een omweg moet nemen, door het kanaal tusschen *Cuba* en *Haiti*, de dusgenoemde *Windwar-passage*. Er zijn bijna even zoovele weken hier toe noodig, als er dagen voor de terugreis worden gevorderd. — Om de heerschende westelijke winden op den *Noord-Atlantischen Oceaan*, duurt de overtocht, van *Europa* naar de *Vereenigde Staten*, veel langer, dan de reis van daar naar *Europa*. Men vermijdt den *Golfstream* op de heenreis zooveel mogelijk, dewijl anders de overtocht 14 dagen zou worden verlengd. — Schepen, die uit *Europa* naar *West-Indië*, *Middel-*, of *Zuid-Amerika* varen, begeven zich gewoonlijk eerst zooveel mogelijk zuidwaarts, naar de *Canarische eilanden*, om den Noordoost-passaat te zoeken en, met behulp van dezen, de reis te vervolgen.

§ 55.

Door de warmte der zon, *verdamp*t er, aan de oppervlakte der zee van rivieren, meren en van den vochtigen grond eene groote hoeveelheid water, die, als onzichtbare damp, in de lucht wordt opgenomen. Om de grootte der uitdamping van water aan te geven, bepaalt men de *afnem*ing der *hoogte* van den waterspiegel, in eenige bekende maat: bijv. in millimeters: of, met andere woorden, de *dikte* van de laag water, die *verdamp*t. Is die dikte één millimeter, dan bedraagt de hoeveelheid *verdamp*t water één kilogram, of één liter, voor elken vierkanten meter.

De hoeveelheid water, die, op de verschillende gedeelten der aarde, *verdamp*t, is zeer onderscheiden; doch, bij gebrek aan waarnemingen, is hiervan slechts weinig, met genoegzame zekerheid, bekend. De volgende opgaven kunnen echter dienen, om daarvan eenig denkbeeld te maken:

<i>Curacao</i>	3974 mm.	<i>Azoren</i>	1000 mm.
<i>Cumana</i>	3520 »	<i>Utrecht</i>	810 »
<i>Marseille</i>	2300 »	<i>Schotland</i>	800 »
<i>Madera</i>	2030 »	<i>Londen</i>	650 »
<i>St. George-del-Mina</i> .	1351 »	<i>Breslau</i>	400 »
<i>Sidney</i>	1200 »		

In het algemeen, kan men stellen dat de hoeveelheid water, die, in den loop van één jaar, door uitdamping in de lucht wordt opgenomen, omstreeks gelijk is aan die, welke, als regen, in één jaar weder op aarde

valt; want: indien dit het geval niet ware, dan zou de vochtigheid des dampkrings, steeds moeten toe- of afnemen.

Niet alleen van de oppervlakte van water, maar ook van de vochtige aarde stijgen dampen in de lucht, niet alleen bij hooge temperaturen, maar ook bij zeer lage, en zelfs, wanneer die beneden het vriespunt is, zoodat zelfs ijs en sneeuw uitdampen. Ook verdampt niet alleen van de vochtige aarde water, maar, nog in hoogere mate, van eene met planten bezette streek. Zeewater verdampt minder, dan zoet water, en wel in de verhouding van 54 of 56: 100.

De hoeveelheid waterdamp, die eene bepaalde ruimte kan bevatten, onverschillig of zij al of niet met lucht is gevuld, hangt alleen van hare temperatuur af. Bij elken warmtegraad, kan dan ook in de lucht slechts eene *bepaalde* hoeveelheid waterdamp bevat zijn en, heeft zij zooveel mogelijk opgenomen, dan zegt men dat zij *verzadigd* is. Ten einde een denkbeeld te geven, van de hoeveelheden waterdamp, die in verzadigde lucht, bij verschillende temperaturen, bevat zijn, kunnen de volgende opgaven dienen:

Bij — 20°	kan één kub. meter bevatten	1,5 gram waterdamp.
» — 10°	» » » » »	2,9 » »
» 0°	» » » » »	5,4 » »
» + 10°	» » » » »	9,7 » »
» + 20°	» » » » »	17,1 » »
» + 30°	» » » » »	29,4 » »
» + 40°	» » » » »	49,2 » »

Wij zien hieruit, dat bij lage temperaturen, zelfs ver beneden het vriespunt, nog eene zekere hoeveelheid water, als onzichtbare damp, in de lucht kan aanwezig zijn. Bij zwaren mist, is de lucht gewoonlijk met waterdamp verzadigd. Wanneer de temperatuur, van eene met waterdamp verzadigde lucht, hooger wordt, zonder dat er nieuwe waterdamp bijkomt, dan kan zij, ofschoon zij nog vrij veel daarvan bevat, betrekkelijk droog zijn. Men onderscheidt daarom de *volstrekte of absolute vochtigheid* der lucht van de *betrekkelijke of relatieve*. De eerste geeft, in gewicht, de hoeveelheid waterdamp aan, die er, in een zeker volumen lucht, is bevat, b. v. in één kubiek meter, zonder de temperatuur der lucht in aanmerking te nemen. — De betrekkelijke vochtigheid is de verhouding, tusschen de hoeveelheid waterdamp, die werkelijk in de lucht voorhanden is, tot die, welke zij, bij de temperatuur, die zij bezit, zou kunnen bevatten. Vindt men b. v., door proeven, dat in één kubiek meter lucht,

die eene temperatuur van 20° heeft, 12,825 gram waterdamp voorhanden is, terwijl, volgens het hiervoor gegeven tafeltje, bij die temperatuur 17,1 gram, in die zelfde ruimte, zoude kunnen bevat zijn, indien zij verzadigd ware, dan bevat zij werkelijk $\frac{12,825}{17,100}$ of $\frac{3}{4}$, van hetgeen zij, bij die temperatuur, opnemen kan; de betrekkelijke vochtigheid is dus 0,75. Men is gewoon om deze in procenten uit te drukken.

De betrekkelijke vochtigheid kan zeer verschillen: meermalen gebeurt het dat zij 1,00 bedraagt, zoodat dan de lucht met waterdampen verzadigd is. In *Egypte* bedroeg zij, volgens waarnemingen van DR. SCHNEEP, tijdens het heerschen van den Samum (pag. 203), 0,12. — Bij het heerschen van denzelfden wind, aan de kusten der *Roode Zee*, vond D'ABADIE de betrekkelijke vochtigheid niet meer dan 0,07. — Zoodanige uitersten van droogte komen echter ook, nu en dan, bij ons te lande voor: zoo nam ik, den 1^{sten} April 1856, te *Utrecht*, bij zuidoosten wind en heldere lucht, eene betrekkelijke vochtigheid van 0,13 waar.

Dikwijls wordt ook de *spanning van den waterdamp*, die in de lucht aanwezig is, aangeduid. Evenals men de drukking der lucht bepaalt, door de hoogte van de kwikkolom die in het lange been van den barometer is bevat, drukt men ook die spanning uit, door de hoogte aan te geven, waartoe de waterdamp eene kwikkolom zou opdrukken, in eene luchtledige buis. Deze grootheid wordt de *dampdrukking* genoemd. Zoowel de absolute als de betrekkelijke vochtigheid en dampdrukking, ondergaan, in den loop van den dag en van het jaar, min of meer regelmatige veranderingen: de absolute vochtigheid en de dampdrukking hebben, in beide perioden, denzelfden gang, zij volgen in hoofdzaak, zoowel in de dagelijkse periode als in de jaarlijksche, den loop der temperatuur. De betrekkelijke vochtigheid daarentegen heeft een tegengestelden gang: zij is het grootst in den morgen en in den winter en het geringst in den namiddag en in den zomer. Zoowel de absolute als de betrekkelijke vochtigheid, nemen, met de hoogte, af, uitgezonderd alleen, wanneer men in eene wolk komt.

De werktuigen, die dienen, om de vochtigheid der lucht te bepalen, worden *hygrometers* genoemd. Zij zijn van zeer verschillende inrichting.

Wordt de temperatuur van eene luchtmasa, die met waterdamp verzadigd is, lager, dan gaat een gedeelte, van den damp, die zij bevat, uit den onzichtbaren, tot den zichtbaren toestand over, en vormt uiterst kleine droppels of, zooals sommigen beweren, blaasjes, die gemakkelijk blijven zweven. Er blijft dan nog zooveel waterdamp daarin over, als de lucht, naar hare temperatuur, kan bevatten.

Wanneer de lucht eene zekere hoeveelheid zichtbare waterdeeltjes bevat, dan wordt zij troebel en ondoorschijnend en er vertoont zich *nevel* of *mist*. Dit verschijnsel kan dus onder verschillende omstandigheden ontstaan: 1°. Indien eene warme, aan waterdampen rijke, lucht over eene koude water- of landvlakte strijkt, dan kan de temperatuur beneden het verzadigingspunt dalen; de aanvankelijk onzichtbare waterdampen worden verdicht en daardoor zichtbaar en er ontstaat nevel of mist. — 2°. Wij zagen vroeger (pag. 219) dat iedere watervlakte, en zelfs ijs, dampen uitstoot. Zoolang nu de lucht niet met waterdampen verzadigd is, neemt zij deze op en blijven zij onzichtbaar; daalt echter de temperatuur der lucht, tot aan, of nabij het punt, waarop zij verzadigd is, dan kan zij geene of weinige dampen meer opnemen. De door het water, ijs of den vochtigen bodem uitgestooten dampen, worden niet onzichtbaar, maar vormen nevels.

Van de eerste wijze, van het ontstaan van nevels, komen dikwijls voorbeelden voor, wanneer, in den winter, na langdurige koude, warme winden invallen, zoodat de dooi dikwijls door mist wordt aangekondigd. — In de poolstreken zijn de ijsbergen en ijsvelden (§ 41) dikwijls in zwaren mist gehuld, zoodat men geene scheeps lengte vooruit kan zien; deze is zeer gevaarlijk voor de schepen, omdat men dan het ijs eerst kan waarnemen wanneer men er reeds zeer nabij is. Ook in het *Kanaal* zijn nevels zeer menigvuldig, wat, bij de drukke scheepvaart, dikwijls tot zeer rampen aanleiding geeft. — Van de tweede wijze der vorming van nevels vindt men voorbeelden, indien, na een helderen, warmen dag, de zon ondergegaan is; dan stijgen nog, uit slooten, vaarten en van vochtige weilanden, dampen op, die terstond zichtbaar worden, aan welk verschijnsel men, hoewel ten onrechte, den naam van dauw geeft. — Opgrootere schaal heeft dit bij den *Golfstroom* plaats, waarvan de rand veelal door sterke nevels is gekenmerkt (zie pag. 135).

Het is opmerkelijk, dat de mist of nevel in groote steden, zooals *Londen*, *Amsterdam*, *Parijs* enz., somtijds zoo sterk kan zijn, dat men op twee of drie schreden van zich af, niets meer kan onderscheiden, zoodat men verplicht is, zelfs midden op den dag, in de huizen licht te ontsteken: zoo heerschte er, op den 24^{sten} Februari 1832, in eerstgemelde stad een zoo sterke nevel, dat men, bij dag, nauwelijks op de straten zien kon, en des avonds, toen eene schitterende illuminatie plaats had, gingen knapen met fakkels langs de straten, om, zooals zij zeiden, de illuminatie op te zoeken. — Tot het ontstaan van deze zware nevels, schijnen, in de groote steden, bijzondere oorzaken mede te werken. Wellicht draagt ook de ligging, niet ver van zee, daartoe bij: want,

noch uit *Berlijn*, noch uit *Weenen*, wordt daarvan dikwijls gewag gemaakt. Het gebeurt somtijds, dat zeer zware nevels eene groote uitgestrektheid hebben: meestal zijn zij vrij scherp begrensd: zoodat het b. v. te *Zaandam*, *Weesp* en *Muiden*, helder weder is, terwijl *Amsterdam* in een zeer zwaren nevel is gehuld.

§ 56.

Indien eene luchtmasa, die waterdamp in onzichtbaren toestand bevat, hetzij loodrecht, hetzij, zooals meestal het geval is, in eene schuine richting opstijgt, dan stelt zij zich met de ijlere, hoogere luchtlagen in evenwicht, zet zich uit en wordt tevens afgekoeld. Naarmate zij opstijgt, nadert zij tot het verzadigingspunt der daarin bevatte waterdampen. Gaat het opstijgen en afkoelen nog verder voort, dan wordt het verzadigingspunt overschreden en een gedeelte van den waterdamp gaat, naarmate de temperatuur boven of onder het vriespunt ligt, in den vloeibaren of vasten toestand over. Er ontstaat aldus eene *wolk*. — Indien luchtstroomen van verschillende temperatuur en vochtigheid over, of nevens elkander vloeien en zich daarbij min of meer vermengen, zoodat de temperatuur daalt, beneden die, waarbij de waterdampen nog kunnen opgelost blijven, dan zal mede eene vorming van wolken plaats hebben. — Wij zien dus dat de wolken op dezelfde wijze als de nevels worden gevormd en, evenals deze, uit fijne waterdruppels of blaasjes bestaan. Nevel is eene wolk, waarin men zich bevindt; eene wolk is nevel waarin men niet is. Dit blijkt bij het beklimmen van bergen: het uitzicht op de omringende streken wordt dan namelijk dikwijls door zwaren mist of nevel belemmerd, terwijl de bewoners der dalen de toppen der bergen in wolken gehuld zien. Niet alle wolken bestaan echter uit waterdeeltjes; dikwijls zijn zij uit uiterst fijne ijskristallen samengesteld. Dit is onder anderen rechtstreeks gebleken bij de pag. 182 vermelde luchtreis van BARRAL en BIXIO; ook zullen wij later, bij de behandeling der kringen om zon en maan en der bijzonnen en bijmanen (§ 65), gelegenheid hebben, dit bevestigd te zien.

De hoogte, waarop de wolken zweven, is zeer onderscheiden: dikwijls bevinden zij zich, als nevels, aan de oppervlakte van den grond, of omgeven de toppen van hooge torens als mist, terwijl men, op de hoogste toppen van het *Andes-gebergte* en de *Himalaya*, nog ver boven zich, wolken heeft waargenomen. De kruinen van hooge gebergten zijn dikwijls in wolken gehuld. Niet ten onrechte heeft men daarom b. v. de *Jungfrau*, de *eeuwig gesluisde* genoemd, en menig reiziger doet, om den *Mont-Blanc*

van naderbij te beschouwen, een vergeefschen tocht naar *Chamouny*. De bergen verhinderen nl. den regelmatigen loop der winden en dwingen de lucht, langs hunne hellingen, naar boven te stijgen, waardoor zij afgekoeld wordt en een gedeelte van het water zich in vloeibaren toestand afscheidt, en een wolk rondom den bergtop vormt. De wind drijft deze wolk over den top van den berg, doch, wanneer de luchtstroom aan de andere zijde weder naar beneden daalt, komen de uitgescheiden waterdeeltjes in warmere luchtlagen, waar zij weder opgelost worden. — Wederkeerig wordt het uitzicht, van de bergtoppen, op de omringende streken, vaak door wolken belet: want somtijds zweven ze nog beneden den top, zoodat men, bij het beklimmen van bergen, dan eene wolkenlaag moet doortrekken. Ook gebeurt het niet zelden dat, terwijl men in de dalen regen- of donderbuiën heeft, de reizigers op den top van den berg schoon weder en zonneshijn genieten.

In het algemeen zal dus, in bergachtige streken, wolkenvorming plaats hebben, op die hoogte, waar de opstijgende luchtstroom den van de hooge bergtoppen afdalenden, kouden stroom ontmoet. Zoo is b. v. de *Piek van Teneriffe* steeds, op eene zekere hoogte, met een wolkenkrans omgeven.

De gedaanten der wolken wisselen tot in het oneindige af. Schoone wolkenvormen maken dikwijls een der grootste sieraden van een landschap uit. Hare gedaanten hangen af van de omstandigheden, waaronder zij ontstaan en zij kunnen dus als de hiëroglyphen van den dampkring beschouwd worden. Men heeft getracht, de oneindige verscheidenheid der wolken, tot eenige hoofdvormen terug te brengen, en elk daarvan, door een bepaalden naam, aangeduid. Onder de best geslaagde proeven hiervan, moet die van HOWARD worden gerekend. Daar de namen, door dezen natuurkundige gegeven, vrij algemeen in gebruik zijn, is het niet ondienstig, die hier kortelijk te vermelden: HOWARD neemt drie hoofdvormen van wolken aan, die door elk gemakkelijk zijn te erkennen. Door vereeniging van de benaming dezer drie, is men in staat om nog andere tusschenliggende en samengestelde vormen aan te duiden. De drie hoofdvormen hebben de volgende namen:

1. De *Cirrus* of *Vederwolk*.
2. De *Cumulus* of *Stapelwolk*.
3. De *Stratus* of *Laagvormige Wolk*.

De *Cirrus* draagt dezen naam, om zijne overeenkomst in gedaante met een haarlok, terwijl de benaming, van vederwolk, ontleend is, aan de gelijkenis naar een veder of pluim. Deze wolken zijn uit fijne strepen samengesteld, die, in allerlei richtingen, dooreen gewezen zijn. Na langdurig helder weder, ontstaan zij veelal het eerst op het blauwe veld des

hemels. De vederwolken zijn zeer dikwijls aan haar eene uiteinde omgekruild. Zij zijn de hoogste wolken, want zij drijven boven de hoogste bergtoppen; d. i. op minstens 9000 meters boven de aardoppervlakte (pag. 63). In deze streken is, zooals wij § 48 zagen, de luchttemperatuur beneden het vriespunt, en de vederwolken zijn dus uit fijne ijsnaalden gevormd.

De *Cumulus* of *Stapelwolk* ontstaat in mindere hoogte boven de aarde, gewoonlijk als een onregelmatig wolkje; het vergroot zich langzamerhand en neemt, aan hare bovenzijde, min of meer afgeronde gedaanten aan, terwijl de onderzijde meer vlak is. Dikwijls vereenigen zij zich en vormen grootere wolken, waarvan de gedaante met die der kleine overeenstemt. Zij komen in de warme gewesten der aarde veelvuldig voor, en bij ons het meest in den zomer.

De *Stratus* of *Laagvormige Wolk* vertoont zich, zooals de naam aanduidt, in lagen of banken en wel in eene richting, evenwijdig met den gezichteinder. Daar deze wolken zich nimmer hoog boven den horizon vertoonen, is waarschijnlijk die laagswijze plaatsing een gevolg van den stand des waarnemers, met betrekking tot de wolk en den gezichteinder.

De tusschen- of overgangs-vormen zijn:

4. De *Cirro-cumulus*, of *Veder-stapelwolk*. Hiertoe behooren de dusgenoemde *Schapenwolkjes*, kleine, ronde, blinkende wolken, die veelal in regelmatige rijen zijn gerangschikt.

5. De *Cirro-stratus* of *Veder-laagwolk*, die zich meestal, als een doorzichtigen sluier, over den hemel uitbreidt. Daar deze wolken voornamelijk aanleiding geven tot het ontstaan van kringen om zon en maan, bijzonnen en bijmanen (§ 65), zijn zij uit ijskristallen gevormd.

6. De *Cumulo-stratus* of *Stapel-laagwolk* komt het meest voor in de benedenste luchtlagen. Dikwijls daalt zij tot de oppervlakte der aarde en vormt dan mist en nevel. Hare randen zijn niet scherp begrensd. Deze wolken zijn donker en bedekken niet zelden den geheelen hemel; in dit geval is de lucht betrokken. — Wanneer het daaruit regent, hetgeen men, op een afstand bemerkt, door de strepen, die daaruit naar de aardoppervlakte nederdalen, dan noemt men haar *Nimbus* of *Regenwolk*.

De grootte der wolken is niet minder onderscheiden dan de vorm. De schapenwolkjes hebben slechts eene geringe uitgebreidheid. Andere daarentegen hebben zulke aanzienlijke afmetingen, dat somtijds een groot gedeelte van ons land, ja zelfs van *Europa*, met een samenhangenden wolkenluier bedekt is. — Bij luchtreizen heeft men waargenomen, dat de *dikte* van sommige wolkenlagen meer dan 2000 meter bedraagt.

De *bewegingen* der wolken zijn, zoowel wat de richting als de snel-

heid aangaat, bijna uitsluitend van den wind afhankelijk en, gelijk reeds pag. 197 is opgemerkt, zijn wij hierdoor dikwijls in de gelegenheid, de richting der luchtstroomen, in de hoogere streken van onzen dampkring te leeren kennen. De richting, waarin de wolken drijven, is echter niet altijd, gelijk zij ons toeschijnt, horizontaal: want in bergachtige streken ziet men dikwijls de wolken als langs de helling der bergen opklimmen, of wel naar de valeien afdalen. Het eerste heeft gewoonlijk des morgens met de opstijgende, het tweede des avonds met de nederdalende luchtstroomen plaats.

De snelheid, waarmede de wolken voortgaan, is dikwijls zeer groot, dewijl zij door den luchtstroom worden medegevoerd, waarin zij zich bevinden. De vroeger (pag. 191) gegeven tafel der snelheid van den wind toont dit genoegzaam aan. Bovendien is de snelheid van den wind in de bovenlucht grooter dan aan de oppervlakte der aarde (pag. 192). Wanneer, bij sterken wind en zonneschijn, afzonderlijke wolken drijven, dan trekken de schaduwen, die zij werpen, met pijlsnelle vaart, over de velden.

Door de verlichting der wolken door de zon, bezitten zij veelal eene schoone afwisseling van tinten, die van blinkend sneeuwwit, aan de naar de zon gekeerde zijde, tot donker blauwgrauw, bij trappen afdaalt. Een gedeelte der wolk werpt dan zijne schaduw, op de andere.

Het licht en de warmte die, van de zon naar de oppervlakte der aarde afstralen, worden, door de wolken, in mindere of meerdere mate, onderschept, echter nimmer geheel weggenomen: want, zelfs bij den zwaarsten nevel, is er op den dag nog licht te zien, en de thermometer wijst, ofschoon in geringe mate, steeds eene verhooging der temperatuur op het midden van den dag aan. — Strekt zich eene zware bewolking over eene groote streek uit, dan mist deze grootendeels de verwarmende zonnestralen en is dus kouder, dan de niet beschaduwde vlakte. Het evenwicht der temperatuur wordt dikwijls op die wijze verbroken en, ter herstelling hiervan, ontstaan dan plaatselijke luchtstroomen, die somtijds vrij hevig zijn. Indien, in eenige streek, veelvuldige vorming van wolken plaats heeft, kan daardoor de temperatuur aanmerkelijk worden gewijzigd: hitte zowel als koude worden daardoor gematigd.

§ 57.

Wanneer de temperatuur van eene luchtmassa, die met waterdampen ruim voorzien is, beneden het punt van verzadiging (pag. 220) daalt, dan gaat die damp gedeeltelijk tot den vloeibaren staat over; daarbij worden eerst wol-

ken gevormd, die uit uiterst fijne waterdeeltjes bestaan; deze laatste vereenigen zich, bij verdere afkoeling, en vormen *regen*. De hoeveelheid daarvan zal in een zekeren tijd, des te overvloediger zijn, naarmate de afkoeling sneller geschiedt. De regen, die aldus in de hoogere streken des dampkrings gevormd is, bereikt niet altijd den grond: want meermalen gebeurt het, dat de nederdalende, kleine regendroppels door luchtlagen moeten gaan, die eene hoogere temperatuur hebben, dan de daarboven liggende, en betrekkelijk droog zijn; zij worden dan opnieuw opgelost: er is slechts eene verplaatsing van het vochtigheids-gehalte, van boven naar beneden. In zeer zeldzame gevallen ontstaat, door eene langzame afkoeling der lucht, regen en dit kan, zelfs bij eene volkomen heldere lucht, geschieden. — Regenvorming heeft voornamelijk op twee wijzen plaats: vooreerst indien lucht, die zeer rijk aan waterdampen is en bovendien eene hooge temperatuur heeft, snel opstijgt, zoodat zij, zoowel ten gevolge van uitzetting, als van de afneming der temperatuur met de hoogte, vrij snel afkoelt. Dit heeft vooral tusschen de keerkringen plaats. — Ten tweede is regenvorming bijna altijd het gevolg eener vermenging van luchtstromen, die eene verschillende temperatuur en vochtigheid hebben. Dringt b. v. een koude luchtstroom in eene warme, doch met waterdampen ruim voorziene lucht, dan zal deze laatste een gedeelte van haar waterdamp verliezen, indien de temperatuur der lucht, na de vermenging, ontoereikend is, om alles opgelost te houden. Volgens dit beginsel ontstaat dus de regen ter plaatse, waar twee of meer luchtstromen, elkander ontmoeten. Dit wordt door de waarneming dikwijls duidelijk bevestigd en verklaart tevens, hoe het mogelijk is, dat somtijds eene zoo groote hoeveelheid regen valt: want men heeft berekend, dat, indien eene kolom lucht, die zich tot aan de grenzen van den dampkring uitstrekt, met waterdamp verzadigd ware, en deze geheel tot water overging, de hoeveelheid regen, die daaruit nederviel veel minder zou zijn, dat die, welke somtijds, in korten tijd valt. — Behalve de warmte, kan ook de electriche toestand des dampkrings op het ontstaan van regen invloed hebben. De meeningen dienaangaande, door verschillende natuurkundigen geuit, loopen echter zeer uiteen.

De *grootte der regendroppels* is zeer onderscheiden, dewijl er zich dikwijls twee of meer tot een enkelen vereenigen. Vergelijkt men de fijne stofregens, met de groote droppels, die bij donderbuien vallen, dan loopt dit verschil duidelijk in het oog. — Nog opmerkelijker is dit, wanneer men de grootte vergelijkt der regendroppels die op onderscheiden breedten vallen: want, terwijl men in de poolstreken veelal een zeer fijnen regen heeft, bereiken daarentegen de regendroppels in de keerkringslan-

den, eene buitengewone grootte, zoodat zij zelfs, bij hunnen val, de boomen van hunne bladeren kunnen berooven. Dikwijls valt de regen daar niet in druppels, maar in stralen neder.

Men drukt de hoeveelheid regen, die op eene plaats valt, gewoonlijk, even als de verdamping (pag. 219), uit, door de hoogte in millimeters aan te geven, welke de laag regenwater zou hebben, indien dit noch wegvloede, noch in den grond drong, noch verdampte. Zoo staat één millimeter regenhoogte gelijk aan één liter, of één kilogram, water op den vierkanten meter. De toestellen, welke dienen, om de regenhoogte te bepalen, worden *Regenmeters* of *Udometers* genoemd.

De geheele hoeveelheid regen, die jaarlijks op aarde valt, is vrij aanmerkelijk. Men heeft berekend, dat, indien het jaarlijks nedervallende water noch verdampte, noch wegvloede, het de oppervlakte der aarde omstreeks ter hoogte van 76 centimeters zou bedekken.

§ 58.

Er bestaat een groot verschil tusschen de *hoeveelheid regen*, die op de onderscheiden gedeelten der aarde, valt: want terwijl regen, in sommige streken, eene groote zeldzaamheid is, zijn er andere plaatsen waar een zeer groote hoeveelheid valt. Het grootste gedeelte der woestijn van *Sahara*, de woestijn *Kalahari* in *Zuid-Afrika*, het noordelijk gedeelte der *Roode Zee* en van *Arabië*, benevens *Iran* en de woestijn van *Gobi*, kan men het *Regenloos Gebied der Oude Wereld* noemen. — Ook een gedeelte der westkusten van *Zuid-Amerika*, bepaaldelijk *Chili*, *Peru*, *Bolivia* en *La Plata*, worden schaars van regen voorzien; langs de kusten van *Bolivia* heeft men vaak, in meer dan één jaar, geen regen. Vandaar de verbazende massa's guano, die op de *Chinca's-eilanden* en van *Chilispeter* (pag. 95), die in de woestijn van *Atacama* gedurende eeuwen hebben gelegen, zonder door den regen uitgeloogd te zijn. Dauw neemt hier zijne plaats in (zie pag. 234).

De hoeveelheid regen neemt, langs de kusten, in het algemeen van de polen naar den evenaar toe. Deze regel is evenwel aan vele uitzonderingen onderworpen: want de gesteldheid van den grond, de nabijheid van groote meren of van bergen oefenen hierop een aanzienlijken invloed uit. Van daar dat er sommige plaatsen zijn, waar de jaarlijksche hoeveelheid regen eene schier ongeloofelijke grootte bereikt. De grootste regenhoeveelheid op aarde valt te *Cherraponjee*, in *Engelsch-Indië*, aan de zuidelijke afhelling der *Cossya-Hills*, in *Arracan*, 1250 meters boven de zee, waar zij de verbazende hoeveelheid van 15,5 meter bedraagt; dat is:

omstreeks *twintig* malen meer, dan gemiddeld in *Nederland* valt. De vochtige luchtstroomen van de zuidwest-moeson, die bovendien over de delta van den *Ganges* en *Brahmapoetra* (§ 84) gegaan zijn, stuiten tegen de genoemde bergen, en vandaar die buitengewone neerslag van regen. — Te *Mahabuleswar*, aan de westelijke afhelling der *West-Ghats*, in de nabijheid van *Bombay* is de hoeveelheid mede zeer aanzienlijk: zij bedraagt jaarlijks gemiddeld 7,7 meters. — Op *Guadeloupe* bedraagt de hoeveelheid regen niet veel minder: want zij is aldaar 7400 millimeters; te *Maranhao*, op de oostkust van *Brazilië*, is zij 7110 mm.; te *Cayenne* 5000 mm.; op *St. Domingo* meer dan 2700 mm.; te *Paramaribo* 2500 mm.; te *Bombay* bijna 3000 mm.; te *Rio-de-Janeiro* 1500 mm.; te *Lissabon* bijna 700 mm.: in *Nederland* van 630 tot 650 mm.; enz. — In *Europa* valt de grootste hoeveelheid regen in *Noorwegen*, de oostelijke dalen der *Alpen* en op de *Hebriden*. — Ook op de *Pyreneeën* en de *Karpathen*, valt veel regen. In het algemeen genomen, neemt in *Europa* de regenhoeveelheid, van de westkusten naar het Oosten af. Bij het overwicht, dat de Westen- en Zuidwesten winden in dit werelddeel hebben, is de oorzaak daarvan licht in te zien, vooral wat de vlakke streken in *Midden-Europa* betreft. Op kleinere schaal is dit zelfs in *Engeland* merkbaar, waar de meeste regen op de Westkust valt en de hoeveelheid daarvan naar het Oosten afneemt.

De regenhoeveelheid, die in den loop van een jaar valt, is, voor de meeste plaatsen, zeer ongelijk in de jaargetijden verdeeld. Men heeft, in dit opzicht, de aardoppervlakte in verschillende gordels of streken verdeeld, waarvan de grenzen een min of meer onregelmatig beloop hebben, althans zoodanig, dat zij niet evenwijdig aan de parallelcirkels zijn. Deze gordels zijn de volgende:

1°. De streek der stilten, omstreeks den evenaar, met regen in alle maanden. (Zie bladz. 195).

2°. Ten noorden, zoowel als ten zuiden van deze, komt een gordel voor, met een dubbelen regentijd. De grootste hoeveelheden regen vallen daar, in die maanden, waarin de zon, op den middag, in of nabij het top-punt staat. Onder den evenaar heeft dit tweemaal in het jaar plaats: namelijk ten tijde der lente- en herfst-nachtevening; doch benoorden en bezuiden den evenaar vallen die tijdstippen, met kortere en kortere tusschentijden, naarmate men tot de keerkringen nadert, zoodat zij, onder de keerkringen zelve, samenvallen.

3°. Ten noorden van den Kreefts-keerkring en ten zuiden van den Steenboks-keerkring, komt een gordel voor, waar de beide regentijden samenvallen, en wel ten tijde van den zomer-zonnestand van ieder half-rond. De zomerregens hebben dus daar de overhand.

4°. Zoowel ten noorden als ten zuiden van de laatstgenoemde gordels, is de regenverdeeling, in den loop des jaars, weder verschillend: want daar hebben de winterregens de overhand. Men noemt deze de *subtropische gordels*. Hiertoe behooren *Madera*, de *Azoren*, de noordkust van *Afrika*, de *Middellandsche Zee* en de zuidelijkste deelen van *Europa*, voorts een gedeelte van *Californië*, het *Oregon-gebied*, enz. — Uit de voorgaande opgaven is echter licht in te zien, dat deze verdeeling zeer gewijzigd wordt, door de ligging en de uitgestrektheid der landen en de nabijheid der zee.

5°. Verder, naar de beide polen toe, komen breede gordels voor, waar de regen vrij gelijkmatig over alle jaargetijden verdeeld is. Wel zijn er hier en daar streken, waar, in sommige maanden, eenig overwicht van den regen bestaat, ten opzichte van andere maanden, doch dit is niet zeer groot en hangt grootendeels van de plaatselijke gesteldheid en ligging af. Eindelijk heeft men:

6°. In de beide poolstreken een winter met weinig regen.

Het zal nauwelijks behoeven vermeld te worden, dat, in de voorgaande opgaven, onder de benaming van regen, alle uit water bestaande neerslagen uit den dampkring begrepen zijn, en dus ook sneeuw en hagel daartoe behooren. Zoo valt, b. v. in de poolstreken, veel meer sneeuw dan regen. In *Noord-Amerika* valt aan de *Baffinsbaai* alleen regen in Juli en Augustus en dan nog zeldzaam. Op hoogere breedten, b. v. binnen den parallelcirkel van 80° noorderbreedte, behoort regen tot de grootste zeldzaamheden; daar valt bijna alleen sneeuw. — Ofschoon wij aangaande de regen- of sneeuwhoeveelheid binnen de poolcirkels weinig weten, is het echter zeker, dat aldaar eene zeer groote hoeveelheid waterdamp uit de lucht wordt neergeslagen. Wanneer namelijk winden, die met waterdamp beladen zijn, over de koude zeeoppervlakte of over ijsvelden, ijsbergen en besneeuwde streken strijken, dan zetten zij veel waterdampen daarop af. — Tusschen de hiervoor genoemde gordels bestaan verschillende overgangen.

In het moeson-gebied valt de meeste regen, even als in het algemeen tusschen de keerkringen, in dat jaargetijde, waarin de zon op den middag het hoogst staat. Zij hangt echter ook veel van plaatselijke omstandigheden af. De zuidwest-moeson is de regentijd voor alle westkusten, terwijl de oostkusten dan het droge jaargetijde hebben. Heerscht echter de noordoost-moeson, dan hebben de oostkusten regen en de westkusten droogte. De regentijd ontstaat en eindigt daar langzamerhand: nadat gedurende maanden, de hemel helder is geweest en de eene dag even als de andere voorbij ging, merkt men, kort voor zonsondergang, eenige

lichte wolken aan den gezichteinder op. Dagelijks vermeerderen zij en stijgen hooger: enkele bliksemstralen vertoonen zich, tot zich alles in een onweersregen, met groote droppels, ontlast, die nu dagelijks, omstreeks den middag, valt: des nachts is de lucht weder helder. Na eenige weken of maanden nemen deze verschijnselen in kracht af en de hemel blijft weder eenigen tijd helder.

Met betrekking tot de periodieke regens, bestaan er vele plaatselijke uitzonderingen: want terwijl, b. v. aan de *Amazonen-stroom*, streken zijn, die tien regenmaanden in het jaar hebben, zijn er weder andere, waar het jaarlijks slechts éénmaal, of wel, met tusschenpoozen van eenige jaren, regent. — De fijne stofregen kent men in de keerkringslanden bijna niet. In de passaatstreken is de lucht bijna altijd helder en er valt daar slechts regen, waar de passaatwind door bergen wordt gestuit. In sommige streken, aan de westkust van *Amerika*, verwekt, in het droge jaargetijde, eene aardbeving zelfs minder opzien, dan eene wolk.

§ 59.

De luchtstroomen, die over de oppervlakte van den Oceaan strijken, voeren de waterdampen, die daaruit opstijgen, met zich mede en verbreiden die, in allerlei richtingen, tot zelfs in het midden der vaste landen. Daar het regenwater, door de zonnearmte, is gedestilleerd, is het vrij zuiver, vooral dat, hetwelk valt, wanneer de regen reeds eenigen tijd heeft aangehouden. Het bevat steeds kleine hoeveelheden zuurstof, stikstof, koolzuur en ammonia, uit den dampkring, opgelost. Regens, die bij onweer vallen, bevatten bovendien sporen van koolzure, salpeterzure en salpeterigzure ammonia. Menigvuldig komt, zelfs op grooten afstand van zee, chloorsodium of keukenzout, in geringe hoeveelheid, in het regenwater voor. De geheele hoeveelheid vreemde stoffen, die in regenwater is opgelost, bedraagt echter niet meer dan 30 tot 50 milligram per liter.

De luchtstroomen, die daarentegen over het land strijken, voeren, van zijne oppervlakte, stoffen van allerlei aard, in zijn verdeelden toestand, met zich en deze vallen later, hetzij alleen, hetzij met regen of sneeuw, somtijds op zeer groote afstanden van de plaats, waar zij werden opgenomen, neder. Meestal zijn het poedervormige stoffen, van eene roode of bruine kleur. Bij een nader onderzoek is gebleken, dat deze van zeer verschillende aard zijn: er zijn vele gevallen bekend, waarin mikroskopische organismen, inzonderheid de kiezelschalen van *Diatomeën* het hoofdbestanddeel uitmaken. — De pijnboomen brengen, gedurende hunnen bloeitijd, een verbazende hoeveelheid stuifmeel voort, zelfs zoo groot

dat het, boven pijnbosschen, door den wind, wel eens, in de gedaante van gele stofwolken, wordt weggevoerd. Voorheen, toen men den oorsprong van het neervallend poeder niet wist aan te geven, gaf het aanleiding tot het geloof aan een *zwavelregen*. — Meestal bestaat het stof — waaraan men den naam van *meteoorstof* gegeven heeft — uit anorganische lichaampjes, of zeer fijn roodachtig zand. In sommige streken wordt, vrij standvastig, stof in den dampkring waargenomen: b. v. op den *Atlantischen Oceaan* tusschen 6° en 22° Noorderbreedte en tot op meer dan 45½° Westerlengte van *Greenwich* — dus in de passaatstreek, in de omstreken der *Kaap-Verdische eilanden* — zoodat de lucht daar meestal, evenals hier te lande bij heibrand, verdonkerd is — In *Italië* en in andere streken van *Zuid-Europa* komt het mede, ofschoon zeldzamer, voor. — In *Spanje* geeft men aan dit verschijnsel den naam van *Calina*. Volgens de onderzoekingen van Pater SECCHI te *Rome* en van JELINEK te *Weenen*, aangaande het meteoorstof, dat in 1864, '65 en '66 in *Italië* en in verschillende deelen van *Oostenrijk* gevallen is, zou dit afkomstig zijn uit de *Sahara*. — Het meteoorstof valt somtijds over een groote uitgebreidheid: zoo viel het, in het Zuiden van *Frankrijk*, den 17 October 1846, over eene oppervlakte van omstreeks vierhonderd vierkante mijlen. QUINSON BOURNET verzamelde te *Valence*, op 40 vierkante meters, 30 gram daarvan, en besloot daaruit, dat de hoeveelheid, die alleen in het *Departement de la Drôme* gevallen was, 360,000 kilo woog.

Indien, terwijl meteoorstof in de lucht zweeft, of wel, wanneer andere gekleurde stoffen door den wind daarin gevoerd zijn, regen valt, dan worden deze daardoor medegevoerd en de regen kan daardoor min of meer gekleurd zijn. Zoo gebeurt het, in de hiervoor genoemde streek van den *Atlantischen Oceaan*, somtijds, dat de zeilen van een schip door den regen rood werden. Vroeger gaf men aan den regen, die roode stoffen medevoert, den naam van *bloedregen*.

De *aschregen* komt, in vulkanische streken, ten tijde van uitbarstingen, niet zelden voor (zie § 20). Zelfs op plaatsen, die zeer ver van vulkanen verwijderd zijn, kan die vallen. Wordt b. v., bij eene vulkanische uitbarsting, de asch tot eene groote hoogte opgeworpen, dan kan zij verre worden medegevoerd, en op groote afstanden, of alleen, of met regen vermengd, nedervallen. Nader bij vulkanen is de regen somtijds zeer sterk met asch vermengd: bij de uitbarsting van den *Vesuvius*, op den 22 en 23 October 1822, werden zelfs de witte uniformen van een Oostenrijksch infanterieregiment, dat zich, in de nabijheid van *Napels*, in het open veld bevond, door den regen bruinrood geverfd.

Doch niet alleen fijn stof en asch, maar ook andere voorwerpen,

vallen somtijds met den regen mede. Er zijn voorbeelden, dat garnalen, rupsen en andere kleine dieren, met den regen, uit den dampkring zijn nedergevallen, doch het is duidelijk, dat deze, of door hoozen (§ 53) zijn opgenomen, of door den wind, toevallig in menigte zijn medegevoerd.

§ 60.

Wanneer, gedurende den dag, door de zonnearmte, eene zekere hoeveelheid water, als onzichtbare damp, in de lucht is opgenomen, dan zal, indien de temperatuur na zonsondergang snel daalt, niet zoo veel in de lucht kunnen bevat blijven: want zij nadert dan meer en meer tot haar maximum van vochtigheid, het verzadigingspunt (pag. 220). De sterkste afkoeling heeft, gelijk reeds vroeger is opgemerkt, bij een helderen hemel plaats. De dampen, die in de lucht bevat zijn, slaan dan neder, in de gedaante van zeer kleine droppels, en zetten zich, vooral op voorwerpen af, die de warmte gemakkelijk uitstralen, zoodat hunne temperatuur beneden het verzadigingspunt der lucht daalt.

Op deze wijze moet een algemeen bekend verschijnsel, de *dauw*, worden verklaard. Het verdient opmerking, dat het nimmer met eene betrokken lucht dauwt, noch zelfs, wanneer er slechts weinig wolken zijn. De oorzaak hiervan is gemakkelijk na te gaan: bij een helderen hemel kan de oppervlakte der aarde en de voorwerpen, die zich daarop bevinden, door uitstraling naar de hemelruimte, gemakkelijk hare warmte verliezen, doch, wanneer zich wolken vertoonen, dan kaatsen deze de warmte weder naar de aarde terug. Bij bewolkte lucht neemt dus, na zonsondergang, de warmte niet zoo snel af, als wanneer de lucht helder is, waarom dan ook de vorming van dauw wordt verhinderd. Het verlies van warmte, dat de oppervlakte van den grond, door uitstraling, ondergaat, is zeer aanzienlijk (zie pag. 163).

De dauw ontstaat, indien de lucht zeer vochtig en tevens helder is, dikwijls reeds, in de schaduw, voordat nog de zon is ondergegaan. Elke oorzaak, waardoor de vrije warmte-uitstraling der voorwerpen wordt verhinderd, vermindert of belet de vorming van dauw; zij is daarom des te overvloediger op eene plaats, naarmate men er een vrijer gezicht van den hemel heeft. Het dauwt daarom ook weinig in de steden. De dauw zet zich, zoowel op de onder- als bovenzijde, van lage voorwerpen af; doch niet in dezelfde hoeveelheid op alle stoffen. Blanke metalen en andere goede geleiders der warmte, worden weinig of niet met dauw bezet, omdat de oppervlakte weinig uitstraalt en het verlies van warmte, aan de oppervlakte, door geleiding van binnen naar buiten, grootendeels wordt ver-

goed. Op glas daarentegen zet zich zeer spoedig dauw af; het is een zeer slechte warmtegeleider. Wanneer dus de oppervlakte daarvan, door uitstraling, afkoelt, dan heeft er slechts eene zeer langzame geleiding van warmte, van binnen naar buiten, plaats. Planten worden insgelijks zeer sterk bedauwd. — Door den wind wordt de vorming van den dauw belemmerd, dikwijls zelfs geheel verhinderd: omdat de voorwerpen dan telkens nieuwe warmte ontvangen van de lucht, waarmede zij achtereenvolgens in aanraking komen.

De dauwvorming is, in onderscheiden oorden, zeer verschillend: aan de kusten van warme streken, zooals de *Perzische Golf*, de *Rode Zee*, in *Egypte* en aan de westkust van *Zuid-Amerika* (pag. 228) bevochtigt de dauw den grond zoo sterk, alsof het regent, en vervangt dien zelfs op plaatsen, waar geen regen valt. De dekken der vaartuigen worden, op de *Middellandsche Zee*, dikwijls, bij heldere, windstille nachten, zoo nat, alsof eene zware regenkui was gevallen. Doch niet slechts aan de kustlanden, maar ook in de waterrijke streken meer binnenslands, zooals in *Zwitserland* en in de nabijheid der groote meren in *Noord-Amerika*, vertoont zich een overvloedige dauw. Zij ontbreekt daarentegen bijna geheel op dorre, waterlooze vlakten: zooals in de woestijnen van *Perzie*, *Nubië*, in de *Sahara* en in het binnenland van *Brazilië*.

Er is een verschijnsel, waaraan men ten onrechte mede den naam van dauw geeft, doch dat op andere wijze dan de hier beschouwde ontstaat. Van alle watervlakten en van den vochtigen bodem stijgen voortdurend dampen op, en, bij groote warmte, zelfs in zeer groote hoeveelheid. Meestal worden deze dampen terstond, in onzichtbaren toestand, in de lucht opgenomen, indien hare temperatuur hoog genoeg is, of indien zij, door den wind, snel met de lucht worden vermengd. Daalt echter, bij stilte, na zonsondergang, de temperatuur, dan nadert de lucht tot haar verzadigingspunt, zoodat zij geene dampen meer kan opnemen. De wateren en de grond gaan intusschen nog voort dampen uit te stooten en deze worden dan terstond zichtbaar. Uit de verte gezien, schijnt het dan alsof de weiden met eene laag water overdekt zijn, waarin het vee zich baadt (zie pag. 222).

De dusgenoemde *honig-* en *meeldauw*, die zich somtijds in groote hoeveelheid op de planten vertoont, moeten niet met de eigenlijke dauw worden verward, evenmin als de zoogenaamde *roest*, die, als bruine vlekken, op de bladeren voorkomt: de honigdauw wordt door bladluizen (*Aphiden*), voortgebracht, die op de ondervlakte der bladeren leven, of wel rondvliegen. Zij laten uit het achterlijf gedurig kleine droppels van een zoet vocht vallen, dat, nadat het is opgedroogd, de oppervlakte der blade-

ren en andere voorwerpen als met een vernis bedekt ¹⁾. — De meel-dauw en roest worden veroorzaakt door mikroskopisch kleine witte of bruine schimmels, die zich op de bladeren der gewassen ontwikkelen, en daaraan het voorkomen geven, alsof ze met meel of ijzerroest zijn bedekt.

De *rijp* of *rijm* is bevrozen dauw. Wordt namelijk, bij een genoegzamen graad van koude, dauw gevormd, dan bevriest die, naarmate hij zich afzet, als uiterst kleine, sneeuw witte kristallen, op boomen en planten. wat dikwijls, in den winter, een zeer schoon schouwspel oplevert. Meestal zet zich de rijp slechts aan ééne zijde der planten en andere voorwerpen af: en wel aan die zijde, vanwaar de wind komt. Ook vormen de ijskristalletjes zich bijna uitsluitend op uitstekende deelen: zooals de randen van bladeren, stekels, dorens, enz., zelfs op de spinnewebben. — Evenals de dauw, ontstaat hij slechts bij windstilte, of zeer zwakken wind. De rijp zet zich, evenals de dauw, in zeer verschillende mate op de voorwerpen af, wat mede van het uitstralend vermogen hunner oppervlakte en van hun geleidingsvermogen voor de warmte afhangt.

De *ijzel* wordt op bijna dezelfde wijze als de rijp gevormd; doch hier bevrozen de dauwdroppels eerst, nadat zij zich, als water, op de voorwerpen hebben afgezet. Zij blijven daarbij doorzichtig. — De ijzel ontstaat somtijds zeer snel en dan op eenigszins andere wijze dan hier is vermeld. Indien namelijk, nadat de grond en de voorwerpen die zich daarop bevinden, bij sterke vorst, zeer zijn afgekoeld, een vchtige luchtstroom invalt, dan zet zich eene laag water af, die terstond bevriest, zoodat de grond en de voorwerpen door eene dunne ijskorst bedekt worden. Dit heeft ook plaats, wanneer het, na strenge koude, regent.

Het zal nauwelijks behoeven opgemerkt te worden, dat rijp en ijzel alleen in de koude en gematigde gewesten voorkomen en, in de warme streken, slechts op groote hoogten, of op bergvlakten.

§ 61.

De *sneeuw* ontstaat op gelijke wijze als de regen, namelijk door eene vermindering van de temperatuur der lucht, bij de ontmoeting van koude luchtstroomen, met andere, die rijkelijk met waterdampen zijn be-deeld. De damp, die daardoor tot water verdicht is, bevriest, gedurende

¹⁾ Zie een opstel van Prof. P. HARTING, in het Album der Natuur, Jaargang 1858 pag. 237.

den val, en neemt, onder gunstige omstandigheden, regelmatige kristalvormen, tot het hexagonale stelsel behoorende, aan. Meestal zijn het drie-, zes- of twaalfhoekige figuren, of sterretjes, zoodat twee, in de ruimte aan elkander grenzende gedeelten, dezer figuren, hoeken van 120, 60 of 30 graden met elkander maken. De reden hiervan is in den eigenaardigen kristalvorm van het water gelegen: want, bij het bevroren van water, hetzij in massa, hetzij in eene dunne laag (zooals wij dit des



winters op onze vensterruiten kunnen waarnemen) ontstaan steeds figuren, waarin eene duidelijke neiging der deeltjes is te erkennen, om met elkander hoeken van 30, 60 of 120 graden te vormen. Het regelmatigst vertoonen zich

de sneeuwvlokken bij strenge koude en windstilte. Wanneer men ze dan op eene donker gekleurde stof opvangt (b. v. zwart laken of papier, dat men vooraf eenigen tijd aan de koude blootstelt) dan kan men, dikwijls reeds met het ongewapend oog, de schoonheid en regelmatigheid der sneeuwvlokken waarnemen. De bovenstaande houtsnede stelt eenige dezer figuren voor; zij vertoonen zich echter nog onder zeer vele andere vormen. Dikwijls hebben de sneeuwvlokken, die bij eene zelfde hui vallen, allen nagenoeg dezelfde gedaante; sneeuwt het echter bij tusschenpoezen of lang achtereen, dan zijn ook de sneeuwfiguren zeer onderscheiden van vorm; dit schijnt veroorzaakt te worden door een verschil der temperatuur, waarbij zij ontstaan zijn.

De sneeuw wordt grootendeels in de hoogere streken van den dampkring gevormd en vele regens zijn eerst sneeuw geweest, die echter, in de lagere en warmere streken der lucht, gesmolten is. Dit blijkt vooral in bergachtige streken: want het gebeurt dikwijls, dat het in de dalen regent, terwijl op de bergen sneeuw valt. Meermalen zag ik, op de *Alpen* van *Zwitserland*, *Tyrol* en *Savoye*, de bergtoppen met sneeuw bedekt, nadat eene regen- of donderbui was overgetrokken, terwijl, in de dalen, alleen regen viel. Ook ziet men dikwijls, zelfs des zomers, dat de sneeuwvelden van het hooggebergte met versch gevallen sneeuw zijn bedekt, terwijl, in de dalen, uitsluitend regen is gevallen. Vandaar dat de sneeuw, slechts in de koude en gematigde

streken, den grond bereikt en aldaar, in den winter, kan blijven liggen.

Daar het ontstaan van sneeuw, vooral in die grootere hoeveelheid, dat zij den grond bedekt, van het samentreffen van luchtstroomen afhangt, waarvan, ten minste één, eene temperatuur beneden het vriespunt moet hebben terwijl de koude luchtstroomen dikwijls vrij ver naar den evenaar doordringen, wordt de sneeuw, nu en dan, zelfs vrij zuidelijk, aangetroffen.

Het is moeielijk om met nauwkeurigheid de equatoriale grens van de sneeuw aan te geven: ofschoon zij, in de zuidelijke deelen van *Spanje*, *Frankrijk*, *Italië*, *Turkije* en *Griekenland*, in de lage streken, reeds zeldzaam is, behoort toch geheel *Europa* tot haar gebied en zelfs een gedeelte der noordelijke streken van *Afrika*; bepaaldelijk wordt *Algerië*, nu en dan, door sneeuwbuien bezocht. — In Februari van 1875 viel, niet alleen in een groot gedeelte van *Zuid-Europa* sneeuw, maar zelfs aan de oevers van den *Nijl*. — In den winter van 1877 op '78 hadden de Russische en Turksche legers, in *Turkije*, veel van de sneeuw te lijden. — Op het eiland *Candia* komt zij niet voor; evenmin in het zuidelijk gedeelte der *Caspische zee*. In het noordelijk gedeelte van *China*, tot ten zuiden van *Canton* en in *Japan* valt nog sneeuw, te *Nagasaki* is zij echter reeds zeldzaam; evenzoo in het zuidelijke deel der *Vereenigde Staten van Noord-Amerika*.

Op het zuidelijk halfrond valt op de lage landen, die ten noorden van den 48^{sten} breedtegraad gelegen zijn, zelden sneeuw. In enkele gevallen wordt zij echter, nog vrij nabij den evenaar, gevonden. Zoo vermeldt het journaal van de Nederlandsche schroefkorvet *Prinses Amalia*, kommandant A. J. KROEFF, op de reis van *Batavia* naar de *Simonsbaai (Kaap-kolonie)*, den 24^{sten} Augustus 1861, des namiddags twee ure, op 15° 32,5 Z. breedte en 78° 30' Oosterlengte: »gedurende 7 of 8 minuten viel er fijne sneeuw, sommige vlokken ter groote eener erw.». De *Tafelberg*, aan de *Kaap de Goede Hoop*, was, in Juli 1862, van zijn top af tot ter halve hoogte, met sneeuw bedekt. Dit gebeurt echter zeer zeldzaam. Somtijds valt nog verder landwaarts, in de hoogere streken van *Zuid-Afrika*, sneeuw.

Ofschoon, zooals wij zagen, *Europa* geheel binnen het gebied ligt, waarin sneeuw voorkomt, is toch de hoeveelheid, die op verschillende plaatsen valt, zeer onderscheiden: want zij neemt van het Zuiden naar het Noorden aanmerkelijk toe. Vele jaren door elkander gerekend, sneeuwt het te *Rome* slechts op 1½ dag in het jaar, terwijl *Petersburg* 171 sneeuw-dagen per jaar heeft. — Voor den plantengroei in de koude gewesten is de sneeuw van veel belang: want, daar zij de warmte slecht geleidt, den grond voor koude winden beschut en weinig warmte door uitstraling

verliest, verhindert zij de sterke afkoeling van den grond en der gewassen, die zij bedekt. Wanneer de sneeuw pas gevallen is, is zij eene zeer ijle massa, die, bij smelten, weinig water levert. Naarmate zij langer blijft liggen, wordt de laag dichter, en vermindert somtijds aanzienlijk door verdampen (pag. 220), zoodat eene dunne laag, zonder dooiweder, geheel in de lucht wordt opgenomen. Wanneer men spreekt van de regenhoogte (pag. 228) in eenige streek, dan is daaronder ook die der sneeuw begrepen, nadat zij gesmolten is. — In *Siberië* heeft men waargenomen, dat de temperatuur van den grond, onder de sneeuw, 21 graden hooger was, dan die der lucht.

In het hooge Noorden en elders, waar de sneeuw bestendig, of gedurende een geruimen tijd, blijft liggen, vindt men somtijds plekken, waar zij eene gele of groene, doch meestal eene roode kleur heeft. Bij de nieuwste onderzoekingen, heeft men de gele kleurstof, voor sporen of stuifmeel van planten erkend, dat, van nabijgelegen velden of bosschen, op de sneeuw was overgewaaid, zooals van *Lycopodium clavatum*; elzen, hazelnotenstruiken, pijnboomen, enz. — De roode sneeuw ontstaat uit eene menigte mikroskopisch kleine planten, die tot de wieren behooren, voornamelijk de *Protococcus* of *Haematococcus nivalis*. Sneeuw, die rood gekleurd nederviel, is ook bij *Idria*, te *Arezzo*, in *Vlaanderen*, en op andere plaatsen waargenomen. Bij het onderzoek vond men meestal een bijmengsel van organische stoffen, en, bij die in *Vlaanderen*, meende men kobalt te erkennen. NORDENSKIÖLD vond in sneeuw, die gedurende een vijfdaagschen sneeuwstorm te *Stokholm* viel, een koolhoudend poeder, met uiterst kleine schilfers metallisch ijzer; later vond hij dezelfde stoffen in de sneeuw der poolstreken en in het midden van *Finland*.

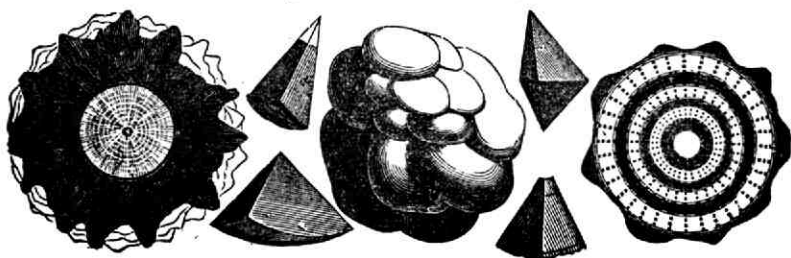
§ 62.

De *hagel* is een algemeen bekend verschijnsel, doch de wijze, waarop hij ontstaat, is nog een raadsel. Wij zullen ons eerst met den hagel zelf en de verschijnselen, die het vallen daarvan voorafgaan en vergezellen bezig houden, om daarna een en ander, aangaande de verklaring van zijn ontstaan, mede te deelen.

De hagelwolken zijn dikwijls, reeds aan haar uiterlijk aanzien, te onderscheiden, daar zij veelal eene blauwe, loodachtige kleur hebben, die somtijds naar het aschgrauwe trekt; ook de gedaante der hagelwolken is veelal zeer eigenaardig, dewijl zij zeer onregelmatig van vorm zijn en er als verscheurd uitzien.

De hagelvorming schijnt voornamelijk onder twee verschillende omstan-

digheden plaats te hebben, daar de hagelkorrels of hagelsteenen onder twee hoofdvormen voorkomen: de kleinere, zooals zij veelal des winters en in het voorjaar, bij onbestendig weder en groote afwisseling der temperatuur, vallen, zijn nagenoeg rond en bestaan uit eene gelijksoortige massa, die eene witte kleur heeft. Na het doorsnijden vertoonen zij inwendig eene eenvormige samenstelling, even als kleine sneeuwballen. — De grootere hagelkorrels of hagelsteenen, die meer des zomers, met electriche verschijnselen gepaard, vallen, hebben een ondoorschijnenden kern, die in eene doorschijnende ijskorst is gehuld. Soms ziet men, na het doorsnijden, verschillende concentrische lagen, die, afwisselend, doorschijnend en ondoorschijnend zijn. De oppervlakte dezer hagelsteenen is veelal met uitsteeksels, in den vorm van piramiden, bezet. Dr. A. MORITZ, directeur van het observatorium te *Tiflis*, in den *Caucasus*, deelde mij mede dat hij, toen hij zich, bij het beklimmen van den *Ararat*, op eene aanzienlijke hoogte bevond, door een storm- en hagelbui werd overvallen, van zeer sterke electriche verschijnselen vergezeld. Hij bevond zich in de wolk, waarin de hagel werd gevormd, en nam toen zeer kleine driehoekige ijspiramiden waar, die, door een vergrootglas beschouwd, bleken uit in elkander geschoven driehoekige trechtertjes te bestaan.



De hierbij gevoegde houtsnede vertoont, behalve twee hagelsteenen in doorsnede, vier van de genoemde piramiden en een hagelsteen, die uit meerdere is samengesteld. — De *grootte der hagelsteenen* is zeer onderscheiden: men heeft er waargenomen, ter grootte van duiven- of hoender-eieren. — Vroeger meende men, dat het alleen bij dag hagelde, doch dit wordt door de ervaring tegengesproken. Intusschen hagelt het des nachts zelden en hagelbuien zijn des namiddags menigvuldiger dan des morgens.

De *verdeeling der hagelbuien* over de oppervlakte der aarde is zeer opmerkelijk: in *Engeland* zijn zware hagelbuien zeldzaam; ook in het hooge Noorden komen buien, waarbij groote hagelsteenen vallen, weinig voor, ofschoon de kleinere hagelkorrels er wel vallen. Nog zeldzamer is de hagel in de lage streken der keerkringslanden. Men kent dien in *Cumana* niet, doch wel op grootere hoogte, b. v. te *Caracas*. In *Peru*, *Abyssinië* en

Mysore, in *Engelsch-Indië*, is zij waargenomen. In *Mexico* viel, in Augustus 1830. de hagel eenige decimeters hoog. De gordel, waar de hagel, in het noordelijk halfmond, het meest valt, is tusschen de parallelcirkels van 30° en 60° breedte gelegen. De plaatselijke gesteldheid heeft daarop een grooten invloed: in sommige dalen van *Zwitserland* en *Frankrijk* wordt, bijna jaarlijks, door den hagel aan de gewassen schade toegebracht, terwijl die, niet ver van daar, nooit valt: zooals in het dal van *Grindelwald*. Weinig uitgestrekte hagelbuien begeleiden, in de *Alpen*, elk zwaar onweder, en zij komen, in den zomer, zelfs op de grootste hoogten voor: zooals op de *Col-du-Géant*, *Monte-Rosa*, *Mont-Blanc*, enz. Die hooge bergen zijn op de plaatsen waar anders geen sneeuw ligt, na onweersbuien, dikwijls wit van pas gevallen hagel, terwijl, in de nabijgelegen dalen, plasregens zijn gevallen: toen ik, den 15 Augustus 1868, den *Brocken*, de hoogste top van het *Hartzgebergte*, wilde bestijgen, werd ik, tusschen de dorpen *Schierke* en *Elend*, door eene donderbui, met zwaren regen, overvallen. Na het overtrekken der bui, den berg beklimmende, vond ik hagelsteen tusschen de rotsblokken liggen en wel des te meer, naarmate ik den top naderde, en daarbij nog veel hagel, die daar uren te voren was gevallen. De top van den *Brocken* ligt 1101 meter boven de zee; *Schierke* ligt omstreeks 779 meters lager. Wellicht ontstaan dus de groote regendroppels bij onweersbuien uit hagelsteen die, gedurende hunnen val, in de lagere, warme luchtlagen gesmolten zijn. Vele hagelbuien zijn zeer plaatselijke verschijnselen; andere strekken zich over eene groote oppervlakte uit en, wanneer dit het geval is, dan is het langs eene of meer smalle streken, die echter eene aanmerkelijke lengte kunnen hebben. Een paar voorbeelden mogen ter opheldering hiervan dienen:

Op den 13^{den} Juli 1788 trok eene geweldige hagelbui over *Frankrijk*, *België* en ons land. Volgens de onderzoekingen van TESSIER werd zij het eerst waargenomen aan de zuidwestkust van *Frankrijk* in de golf van *Biscaye* en ging, in de richting van het ZW. naar het NO., tot aan *Friesland* en *Groningen* en waarschijnlijk nog verder over de *Noordzee*. De hagel viel in twee banden of strooken, die steeds van elkander gescheiden bleven, zoodat een afstand van omstreeks 18 kilometers daartusschen bleef. De westelijke hagelband had eene breedte van omstreeks 18 kilometers; de oostelijke van omstreeks 10 kilometers. Tusschen de beide strooken en daarbuiten viel slechts zware regen. Op enkele plaatsen viel de hagel ter hoogte van een halven meter; de steenen hadden eene middellijn van 2 tot 8 centimeters. Op de meeste plaatsen was de duur van den hagelslag siechts 7 à 8 minuten. De hagel viel niet gelijkmatig, maar bij plekken, zoodat sommige boomen hunne bladeren en vruchten

hadden behouden, terwijl die van andere, welke in de nabijheid stonden, vernield werden. Bij de verwoestingen door den hagel, voegden zich nog die van den wind: want deze was, op vele plaatsen, allergeweldigst, zoodat vele gebouwen werden omvergeworpen, of van hunne daken beroofd. Zoo werd, in het dorp *Sours*, bij *Chartres*, de kerk, drie molens en vele gebouwen vernield; een molen werd 10 meters voortgesleurd en de as werd op 25 meters afstand geworpen. De schade aan boomen en veldvruchten was mede zeer groot. Men berekende dat zij, in 978 gemeenten, bijna 25 millioenen francs bedroeg, eene, voor dien tijd, zeer aanzienlijke som. De snelheid, waarmede de bui voorttrok, was verschillend, op de onderscheiden deelen harer baan; gemiddeld was die 74 kilometers per uur, of ruim 20 meters per seconde. Vóór de bui heerschte overal windstilte; zij kwam als eene laag hangende wolk uit het ZW. opzetten. Ook na het overtrekken der bui was het wederom stil. Dit natuurverschijnsel, dat zoo groote onheilen veroorzaakte, en langs zijnen weg verwoesting en ellende achterliet — terwijl het hof en de grooten zich in overdaad en weelde baadden en ongevoelig scheen voor zoo veler lijden — heeft voorzeker veel bijgedragen om de omwenteling te vervroegen, die in het volgende jaar uitbarstte.

Hoe groot ook de uitgestrektheid van de hier beschreven hagelbui moge geweest zijn, zij is slechts gering te noemen, in vergelijking met die, welke, den 27^{sten} Mei 1834, in *Rusland* plaats had. Volgens de onderzoekingen van WFSSELOWSKI, strekte zij zich uit van de *Oostzee* tot de *Zwarte zee*, van de *Dnjéstr* en *Niemen* tot aan de *Wolga*, binnen een vierhoek, waarvan de hoekpunten waren: *Tiraspol* in het ZW., *Alechki* in het ZO., *Twer* in het NO. en *Wenden* in het NW., dus over eene uitgestrektheid van 15 lengte- en 10 breedtegraden. Ook hierbij viel de hagel voornamelijk in twee streken. Tusschen deze beide bleef het gouvernement *Orel* bijna geheel van hagel bevrijd. 's Morgens viel er slechts weinig hagel, de meeste des namiddags tusschen 2 en 5 uren. Overal heerschte O. of ZO. wind. In sommige streken vielen slechts kleine hageisteenen; in de gouvernementen *Moskou*, *Smolensk* en *Minsk* hadden zij de grootte van hoendereieren. De grootste ijsmassa's vielen in het gouvernement *Cherson*.

Ten slotte willen wij nog de hageibuien vermelden, die, den 7 en 8 Juli 1875, in *Zwitserland* plaats hadden en door COLLADON zijn beschreven. Eene bewoog zich, in 3½ uur, over een afstand van 180, de ander, in 3¼ uur, over 150 kilometers; dat is: respectievelijk gemiddeld 14,3 en 12,8 meter per seconde. Deze hagelbuien trokken over bergen van meer dan 2000 meters hoogte, zonder daarbij merkbaar in haren loop te worden gestoord. — Bij andere hagelbuien in *Frankrijk* heeft men opgemerkt, dat

zij somtijds door lagere gebergten van loop worden veranderd, somtijds zelfs van één gescheiden worden, om later weder gezamenlijk haren loop te vervolgen.

Vroeger is reeds opgemerkt, dat veel verschil van meeningen bestaat aangaande de wijze, waarop de hagel wordt gevormd. Vandaar dan ook dat vele theorieën daarvan zijn gevormd. Het bestek van dit werk laat niet toe, die hier alle uiteen te zetten en te beoordeelen. Dit is echter zeker, dat de hagel alleen kan ontstaan, bij eene plotselinge afkoeling van lucht, die veel waterdamp bevat. De verklaring van het ontstaan der kleine, van binnen gelijkslachtige, ronde hagelkorrels, die zich als kleine sneeuwballen vertoonen, levert geene groote bezwaren op. Men kan, op goede gronden, aannemen, dat zij ontstaan, bij het invallen van koude luchtstroomen, in lucht, die rijk aan waterdampen is, zoodat zij aanvankelijk sneeuwvlokken zijn, maar die zich, door den wind voortgezweept, vereenigen, onderling botsen en zich afronden, en alzoo de kleine, witte korrels vormen, die, vooral bij onbestendig weder en bij groote afwisselingen der temperatuur, voorkomen.

Wij hebben vroeger (pag. 181) gezien, dat de afneming der temperatuur met de hoogte, in den zomer en op de warmste uren van den dag, veel sneller plaats heeft dan in den winter en 's nachts; en (pag. 180) dat opstijgende lucht, ten gevolge der uitzetting, afkoelt en daarentegen, bij nederdaling, warmer wordt. Het bedrag dezer afkoeling of verwarming is, voor droge lucht, zeer nabij één graad voor iedere 100 meters; voor vochtige lucht is dit iets minder. Nederdalende luchtmassa's of luchtstroomen zullen dus — daar zij hierbij warmer worden — in het algemeen geene aanleiding tot het vormen van wolken, regen of andere neerslagen geven. Opstijgende daarentegen wel, omdat zij zich afkoelen en de waterdampen, die zij medevoeren, tot hun verzadigingspunt naderen, of dit overschrijden, en wolken, regen enz. doen ontstaan. De verdeeling der temperatuur is somtijds niet normaal, zooals wij bij de luchtspiegeling (§ 64) zullen zien, zoodat somtijds de dichtheid der lucht, over eene zekere hoogte, naar boven toeneemt, in plaats van af te nemen. In dezen toestand heerscht er een wankelbaar evenwicht, dat zich meestal plotseling herstelt, indien slechts de aanstoot wordt gegeven. De onderste luchtlagen zijn daarbij oververhit, zoodat de temperatuur somtijds meer dan 3 graden voor 100 meters afneemt. Volgens de berekeningen van Dr. F. REIJE en Dr. J. HANN, kan de hagel ontstaan, indien dit wankelbaar evenwicht wordt verbroken. De oververhitte, met veel waterdamp voorziene, onderste lagen, stijgen dan snel naar boven en wel tot zoodanige hoogte, dat de medegevoerde waterdamp niet alleen tot water overgaat,

maar zelfs, bij eene zeer lage temperatuur, ijskristallen worden gevormd, die zich snel, in de omgevende vochtige lucht, vergrooten. De hagelsteenen, welke op die wijze gevormd zijn, vallen waarschijnlijk niet loodrecht naar beneden, maar worden, door de sterke luchtstroomen, die tot het herstellen van het verbroken evenwicht ontstaan, in verschillende richtingen her- en derwaarts geslingerd, waarbij zij met lucht van verschillende temperatuur en vochtigheidsgehalte in aanraking komen. Daarbij kunnen zich afwisselend doorschijnend ijs of sneeuw kristallen, op de oppervlakte der hagelsteenen, afzetten en aldus zou men het ontstaan van de afwisselende lagen daarvan kunnen verklaren. Het heerschen van stilte vóór iedere hagelbui, en het plotselinge ontstaan van sterken wind, door het toevloeien van lucht van ter zijde, tot herstel van het evenwicht, in de plaats der oververhitte, opgestegen lucht, wordt op deze wijze ook ongedwongen verklaard.

Velen beweren dat men, vóór het vallen van den hagel, een gedruisch in de lucht hoort, dat door het onderling botsen der hagelsteenen zou worden veroorzaakt. Ik heb dat meermalen waargenomen, doch kreeg daarbij altijd den indruk, dat het werd veroorzaakt, door het op den grond vallen van hagelsteenen, op eenigen afstand.

Ten slotte moet hier nog vermeld worden, dat de hagel steeds sterk electrisch is. Waarschijnlijk is die electriciteits-ontwikkeling een gevolg van de hagelvorming en niet de oorzaak daarvan.

§ 63.

De lichtstralen, die van de lichtgevende lichamen, of van verlichte voorwerpen, tot ons oog komen, gaan, zoolang zij zich in het luchtledige of in eene zelfde stof, die overal dezelfde dichtheid heeft, voortplanten, volgens rechte lijnen voort. Ontmoeten zij echter op hunnen weg eene dichtere of ijlere middenstof, dan worden zij gebroken, dat is: zij worden van richting veranderd. ¹⁾

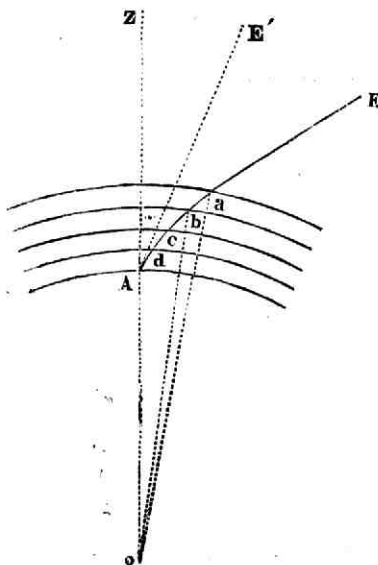
Indien wij naar eenig voorwerp zien, dan oordeelen wij over de richting, waarin dit, ten opzichte van ons, gepiaatst is, naar de richting, die de lichtstralen hebben, op het oogenblik dat zij ons oog treffen.

Hebben die stralen reeds vroeger eene breking of buiging ondergaan, dan kunnen wij dit niet waarnemen en oordeelen dan verkeerd

¹⁾ Er is slechts eene uitzondering op dezen regel: namelijk indien de lichtstralen loodrecht vallen op de grensvlakte van eene middenstof.

over de richting, waarin zich zoodanig lichaam, met betrekking tot ons, bevindt. Indien wij b. v. naar een voorwerp zien, dat onder water ligt, en beproeven dit, met het einde eener stok, te bereiken, dan zullen wij ons steeds in de richting, die wij aan den stok moeten geven, vergissen, en het voorwerp verder van ons af wanen, dan het werkelijk is. Bij deze proef schijnt het tevens, alsof het gedeelte van den stok, dat zich onder water bevindt, niet in dezelfde rechte lijn gelegen is, als dat, hetwelk boven water staat, dat is: alsof de stok gebroken was. Ook dat moet aan de *breking der lichtstralen* toegeschreven worden: de stralen namelijk, die van het gedeelte van den stok uitgaan, dat zich onder water bevindt, gaan wel, in het water, volgens rechte lijnen voort, maar, bij den overgang uit het water in de lucht, worden zij gebroken, dat is: zij verkrijgen eene andere richting.

Passen wij dit op onzen dampkring toe, dan zien wij, dat de stralen, die van de hemellichamen tot ons komen, eene andere richting hebben, dan zij hebben zouden, indien de dampkring niet bestond, zoodat wij dus veelal verkeerd oordeelen over de richting, waarin zich een hemellichaam bevindt. De lichtstralen worden namelijk vooreerst bij hare in-
trede in den dampkring gebroken; daarenboven heeft, op den weg, dien



zij in den dampkring zelven door-
loopen, nog voortdurend breking plaats.
De dichtheid der lucht neemt name-
lijk van boven naar beneden voort-
durend toe en, daar, bij eene ver-
andering van de dichtheid der mid-
denstof, waarin een lichtstraal zich
beweegt, ook breking plaats heeft,
zullen ook de lichtstralen, die van de
hemellichamen tot ons komen, voort-
durend op haren weg worden ge-
broken, dat is gebogen. Laat, om dit
op te helderen, in de bijgaande figuur,
o A een straal der aarde zijn en A Z
de richting naar het toppunt of zenith,
dan zullen de concentrische cirkel-
bogen de denkbeeldige grenzen voor-

stellen, van boven elkander gelegen lagen van den dampkring. Stellen wij ons verder voor, dat de dichtheid der lucht in iedere laag dezelfde is, zoodat die niet gelijkmatig (zooals in de werkelijkheid) maar met sprongen, toeneemt. De laag a zal, als de bovenste, de ijfste lucht bevatten;

de daarop volgende b, zal, daar zij door de laag a wordt gedrukt, dichtere lucht bevatten; evenzoo zal de lucht der laag c dichter zijn dan die van a en b, terwijl die der laag d, aan de oppervlakte, het dichtst zal wezen. Indien nu een lichtstraal, die van het hemellichaam E uitgaat, den dampkring bereikt, dan zal die worden gebroken, en wel, naar de loodlijn, die men op de scheidingsvlakte in het punt trekt, waar de straal der dampkring ontmoet. Verder zal zij — in de onderstelling dat de laag overal dezelfde dichtheid heeft, — in die laag a volgens eene rechte lijn voortgaan. Ontmoet zij echter de scheidingsvlakte tusschen de eerste en tweede laag, dan wordt zij op nieuw gebroken, en wel wederom naar de loodlijn. Hetzelfde heeft in de overige lagen plaats, zoodat de aldus gebroken lichtstraal wanneer zij in het oog van den waarnemer valt, de richting E' A heeft. De waarnemer meent dan dat het hemellichaam in die richting, met betrekking tot hem, staat. Hij ziet het dus hooger boven den horizon, dan het werkelijk staat. Het is licht te zien, dat dezelfde rede-neering ook zou doorgaan, indien men zich den dampkring, door een grooter aantal van denkbeeldige grensvlakken, in een grooter getal van zulke lagen verdeeld voorstelt. De banen, die de lichtstralen doorloopen, welke van de hemellichamen tot ons komen, zijn dus zoodanig gebogen, dat de bolle zijden naar boven zijn gekeerd en wij zien dus die lichamen hooger boven den gezichteinder, dan zij werkelijk zijn. Dewijl nu de grootte der straaibrekning voornamelijk afhangt van de lengte van den weg, dien de lichtstralen in den dampkring hebben doorloopen, zal die breking ook het grootst zijn voor hemellichamen, die zich nabij den horizon bevinden; voor die, welke hooger staan, is zij minder en voor die, in het toppunt, is zij nul. Nabij den gezichteinder is de straalbreking zoo groot, dat een hemellichaam omstreeks zooveel hooger schijnt te staan, als de schijnbare middellijn bedraagt der zon of maan. Hieruit volgt dus, dat deze beide hemellichamen werkelijk reeds geheel zijn ondergegaan, wanneer hun onder-rand juist den gezichteinder schijnt te bereiken.

Indien men, in bergachtige streken, bij zonsondergang, op de afnem-ing van het licht let, dan ziet men de toppen der bergen nog verlicht, wan-neer het beneden, in de dalen, reeds duister begint te worden. De stralen der ondergaande zon zijn rood (zie pag. 246); de sneeuw, op de toppen der *Alpen*, verschijnt daarom, bij zonsondergang, onder gunstige omstandig-heden, in een prachtig rozenrood, wat men het *gloeien der Alpen* noemt. Die benaming van gloeien is niet overdreven: werkelijk heeft de sneeuw dan het aanzien als van een gloeiend metaal, waarvan de kleur allengs, van rozenrood en rood, door violet, in grauw overgaat, naarmate de zon lager beneden den horizon daalt.

Wanneer de zon beneden den horizon is gedaald, dan worden alleen de wolken verlicht en wanneer deze afwezig zijn, dan gaan de stralen slechts door den dampkring en verliezen zich allengs, door herhaalde terugkaatsingen, door de uiterst fijne stofdeeltjes, die steeds in de lucht aanwezig zijn; hierdoor ontstaat de *schemering*. Zij duurt in de warmere gewesten der aarde zeer kort, daar de zon aldaar bijna loodrecht beneden den gezichteinder daalt. Hoe meer men echter tot de polen nadert, des te langer duurt zij en levert dus aan de bewoners van hooge breedten nog eene zekere vergoeding op, voor het langdurig gemis der zon, in hunne korte winterdagen. Ofschoon de duur der schemering, zelfs bij heldere lucht, niet met juistheid te bepalen is, neemt men aan, dat, wanneer de zon 18 graden onder den horizon is, de lucht op eene hoogte van 79 $\frac{1}{2}$ kilometer nog fijne stofjes genoeg bevat om hare stralen terug te kaatsen, en den dag van den nacht te scheiden door een langzamen overgang. In onze streken hebben wij dus, van het laatst van Mei tot het laatst van Juli, eigenlijk geen nacht. Behalve deze bepaling van den duur der schemering in astronomischen zin, onderscheidt men nog die in het gewone leven, die korter is.

Het *morgen-* en *avondrood* ontstaat, indien de zonnestrallen door waterdampen gaan, die zich in eenen bepaalden staat van dichtheid bevinden. FORBES werd tot deze verklaring gebracht, door eene herhaalde waarneming van de kolom stoom, die uit de veiligheidsklep eener locomotief ontsnapte. Als hij namelijk daardoor naar de zon zag, schreef zij donker oranje-rood. Deze kleur vertoonde zich echter alleen op eene bepaalde hoogte boven de veiligheidsklep; hooger, waar de stoom reeds meer door afkoeling was verdicht, liet hij bijna geene zonnestrallen door; lager, was de kolom doorschijnend, maar kleurloos. De waterdamp bezit dus slechts bij een bepaalden graad van dichtheid de eigenschap om de gele en roode zonnestrallen door te laten, terwijl de overige stralen van het spectrum grootendeels door haar worden opgeslorpt. Door de onderzoekingen van den Franschen sterrenkundige JANSSEN is dit nader bevestigd.

§ 64.

De *straalbreking* der lucht hangt van hare dichtheid af; deze kan door velerlei oorzaken worden gewijzigd, zoodat hierdoor verschillende verschijnselen ontstaan, die wij thans nader moeten beschouwen.

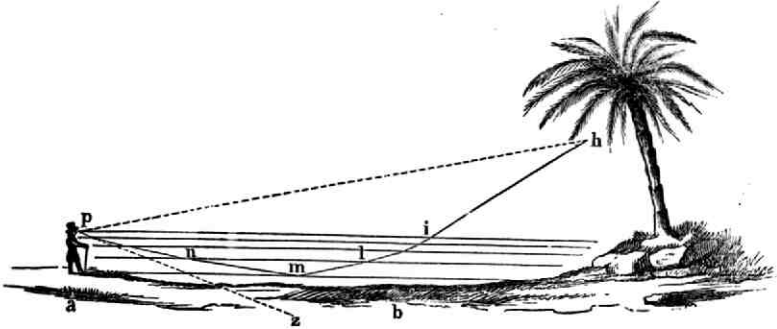
Wanneer de dichtheid der lucht regelmatig van boven naar beneden toeneemt, heeft de *straalbreking* zoodanig plaats, als wij die, in de vorige §, voor de hemellichamen hebben beschouwd. De lichtstralen, die

van verwijderde aardsche voorwerpen tot ons komen, worden evenzeer gebroken als die, welke wij van de hemellichamen ontvangen en de uitwerking der straalbreking is hier hetzelfde. De voorwerpen schijnen namelijk hooger boven den gezichteinder, dan werkelijk het geval is. Vandaar dat wij op de aardoppervlakte voorwerpen kunnen zien, b. v. eilanden en kusten, die anders juist beneden den horizon zouden liggen en dat bergen in de verte iets hooger schijnen, dan zij werkelijk zijn.

Neemt de dichtheid der lucht sneller af dan gewoonlijk, dan zal ook de straalbreking grooter zijn, dan anders en dit zal zich daaraan vertoonen, dat verwijderde voorwerpen ook hooger schijnen. Onder zulke omstandigheden ziet men, aan de zeekusten, niet zelden eene tegenoverliggende kust, die anders onder den horizon verborgen is. Deze schijnt dan opgeheven en als in de lucht zwevende; somtijds ziet men zelfs nog een tweede, doch omgekeerd beeld, van de kust, of van verwijderde voorwerpen, boven het eerste. Deze beelden vertoonen zich in hunne natuurlijke kleuren, doch zij schijnen meestal misvormd, in de lengte uitgerekt of afgebroken. Dit verschijnsel wordt het *opdoemen der zee* genoemd en heeft steeds bij een ongelijken warmtegraad van de verschillende lagen des dampkrings plaats. Daar de straalbreking, onder gewone omstandigheden, aan den horizon het grootste is en snel met de hoogte afneemt, wordt de onderrand van zon of maan, bij het op- en ondergaan, meer door de straalbreking opgeheven dan de bovenrand, zoodat deze hemellichamen dan afgeplat en misvormd schijnen. Bij eene onregelmatige afneming van de dichtheid der luchtlagen, schijnt de zon of maan dikwijls zeer misvormd, wanneer zij nabij den horizon staan.

Het omgekeerde van het verschijnsel der opdoeming, komt dikwijls op sterk verwarmde vlakten voor: daar vertoonen zich namelijk de beelden van verwijderde voorwerpen omgekeerd, alsof men ze in water zag afgespiegeld. Dit verschijnsel wordt *luchtspiegeling* genoemd. Men neemt het dikwijls waar in de uitgestrekte zandvlakten van *Azië* en *Afrika* en vooral in *Opper-Egypte*. Ook aan onze stranden komt het, bij sterken zonneschijn en windstille, nu en dan voor. De zon verwarmt daar namelijk den grond zeer sterk; hierdoor worden de onderste luchtlagen uitgezet en ijler; hare dichtheid neemt dan van onder naar boven, — echter slechts tot eene geringe hoogte — toe, in plaats van af te nemen. Laat, in de volgende figuur, bij p een waarnemer zijn geplaatst en, tegenover hem, eenig verheven voorwerp, b. v. een boom. Een lichtstraal h p, die, van eenig deel van dit voorwerp, in het oog van den waarnemer valt, zal, in zijn oog, een beeld van dit deel vormen; dit zal ook met alle overige deelen van het voorwerp het geval zijn, en hij zal dit dus, op de

gewone wijze zien. De lichtstralen, die in eene andere richting van het voorwerp uitgaen, zooals $h i$, die anders den grond zouden treffen, vallen in de onderste, sterk verhitte, en dus ijelere luchtlagen, die in de figuur door



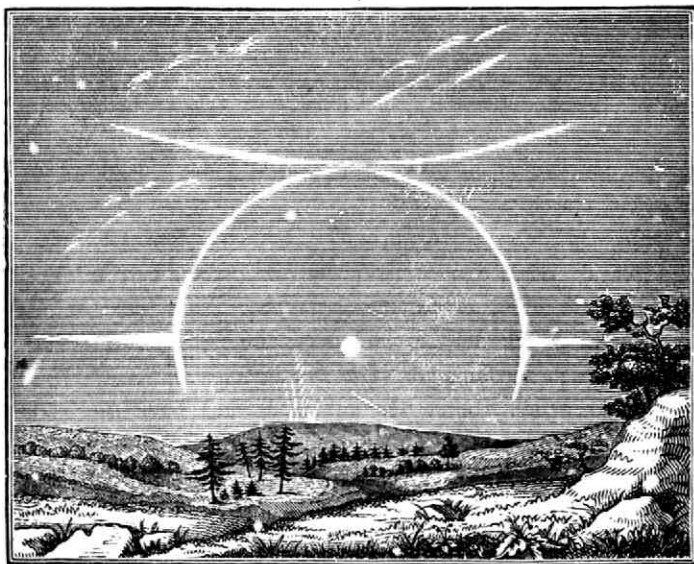
evenwijdige, horizontale lijnen zijn voorgesteld. Daar worden zij gebroken en wel zoodanig, dat b. v. de straal $h. i.$, langs de gebogen baan $i. l. m. n.$, in het oog van den waarnemer bij p valt. Daar hij nu een straal uit de richting $z. p.$ in het oog ontvangt, ziet hij in die richting — dat is, in die der raaklijn aan de kromme $p. n. m. l. i.$, een beeld van het gedeelte van het voorwerp $h.$, en daar dit van ieder ander punt van het voorwerp geschiedt, ziet hij daarvan een omgekeerd beeld, als in een spiegel of eene watervlakte (zie bladz. 95).

Dergelijke luchtspiegelingen kunnen in het oneindige afwisselen, en wel: omdat niet alleen de boven, maar ook de nevens elkander gelegen deelen van den dampkring, verschillende dichtheid kunnen hebben, in welk laatste geval eene zijdelingsche verplaatsing, van de beelden der voorwerpen, wordt waargenomen. Zoo komt, van tijd tot tijd, te *Napels*, *Reggio* en aan de kusten van *Sicilië* een verschijnsel voor, dat onder den naam van *Fata Morgana* bekend is, en mede aan luchtspiegeling moet worden toegeschreven. De voorwerpen aan de kusten, de vaartuigen, enz. vertoonen zich daarbij op de zonderlingste wijze door elkander geworpen of omgekeerd, terwijl zij met de kleuren van den regenboog prijken.

§ 65.

Wanneer de lucht met lichte wolken bedekt, of eenigszins beneveld is, dan zien wij de zon of de maan dikwijls met een *lichtkrans*, van meerdere of mindere grootte, omgeven, die zich onmiddellijk daarom schijnt aan te sluiten. Bij de zon heeft deze veelal kleuren van den regenboog, terwijl hij zich bij de maan slechts als een glanzende nevel vertoont. Deze verschijnselen ontstaan, door de breking van lichtstralen, die van deze hemellichamen tot ons komen, in de dampblaasjes of droppeltjes die zich in de lucht bevinden. Om zich hiervan te overtuigen neme men eene kleine glasruit, en, nadat men die beademd heeft, houde men haar dicht voor het oog en zie daardoor naar de maan, of naar de vlam eener kaars; dan zal men die evenzoo met eenen lichtglans omhuld zien. De waterdampen, die zich, als uiterst fijne droppels, op het glas hebben verdicht, vervangen bij deze proef de dampblaasjes of droppeltjes in de lucht.

Wanneer de lucht met een lichten wolken sluier is overdekt, die zeer hoog boven de oppervlakte schijnt te zijn, terwijl zich tegelijk al of niet stapelwolken (bladz. 225) in de lagere gedeelten des dampkrings vertoonen, dan



ziet men, rondom de zon of maan, dikwijls *kringen*, die grooter zijn dan de zooeven genoemde *lichtkransen*, en, door eene donkere tusschenruimte, van deze hemellichamen zijn gescheiden. De zon of maan bevinden zich in het

middelpunt van deze cirkels, waarvan de middellijn omstreeks $44\frac{1}{2}^{\circ}$ be draagt. Tegelijk neemt men somtijds nog andere cirkels waar, waaronder het menigvuldigst de twee volgende:

1. Een cirkel (of een gedeelte daarvan) waarvan het middelpunt in het toppunt gelegen is, en die den eerstgemelden, die de zon omgeeft, aan de bovenzijde raakt.

2. Een cirkel, waarvan het middelpunt insgelijks in het toppunt gelegen is, en die door de zon gaat; dus even als de voorgaande, evenwijdig aan den gezichteinder loopt en den cirkel rondom de zon in twee punten, op dezelfde hoogte en ter wederzijde van de zon, doorsnijdt. In de nabijheid der zon is deze cirkel onzichtbaar. De figuur op de vorige bladzijde stelt zulke kringen voor.

Somtijds vertoonen zich nog meer cirkels, die de vermelde snijden, of raken. Deze verschijnselen komen op hooge breedten veel menigvuldiger voor, dan hier te lande. De heer KOOLEMANS BEYNEN, nam, op zijne tweede reis naar de Noordpoolstreken, aan boord der *Pandora*, zoodanige kringen waar, op den 4^{den} Augustus 1876. Rondom de zon, die 15° — 30° boven den horizon stond, waren duidelijk twee concentrische kringen te onderscheiden. De stralen, waarmede zij beschreven waren, bedroegen $23\frac{1}{2}$ en 47° . Aan weerszijde der zon waren, op nagenoeg dezelfde hoogte, in den binnensten cirkel, twee *bijzonnen* zichtbaar, en door alle drie liep eene witte streep. De beide cirkels werden in hun hoogtepunt geraakt door andere bogen, die met de bolle zijde naar elkander toegekeerd waren.

Ter plaatse van de snijding of raking van deze cirkels of bogen, is de lichtglans het hoogst en dikwijls zoo sterk dat zij beelden der zon schijnen te zijn. Op deze wijze vertoonen zich van één, tot zelfs vijf beelden der zon, de reeds genoemde bijzonnen. De kringen vertoonen veelal min of meer de kleuren van den regenboog; rood, geel en blauw kan men er althans gemakkelijk in onderscheiden.

Wanneer zich zoodanige kringen om de maan vertoonen, dan zijn deze, om het zwakkere licht, bijna niet gekleurd; maar meermalen neemt men dan ook één of meer beelden der maan waar, die *bijmanen* worden genoemd. De cirkels zijn dan, met betrekking tot de maan, evenzoo gelegen als de eerstgemelde, ten opzichte van de zon.

Deze kringen om zon en maan en de bijzonnen en bijmanen, ontstaan op eene andere wijze dan de vroeger vermelde kranzen of kroonen: namelijk door de breking der lichtstralen, van de zon of maan, in uiterst fijne ijskristallen, die in de bovenlucht zweven. Neemt men namelijk aan, dat zoodanige kristallen in talloze menigte in de lucht zweven, dan kan,

door berekening ¹⁾, worden aangetoond, dat, uit de breking der lichtstralen daarin, zoodanige kringen om zon of maan ontstaan kunnen, als wij werkelijk waarnemen, terwijl de berekening bovendien leert, dat zij juist zoo groot moeten zijn als, door meting, gebleken is, dat zij werkelijk zijn. Dat nu, zelfs in den zomer, ijskristallen op groote hoogten in den dampkring voorkomen, is bij de reeds vroeger (bladz. 182) vermelde luchtreis van BARRAL en BIXIO gebleken; ook is reeds (bladz. 225) opgemerkt, dat de vederwolken uit ijskristallen bestaan; dit wordt nog daardoor bevestigd dat men daarin dikwijls gedeelten van kringen zien kan; juist op zoodanigen afstand van de zon of maan, als dit door de berekening wordt aangegeven.

Dat deze kringen werkelijk door de breking der lichtstralen in fijne ijs- of sneeuwkrystallen ontstaan, blijkt ook daaruit, dat zij zich ook vertoonen, wanneer door den wind fijne sneeuw van de toppen der bergen wordt afgewaaid, zooals dit meermalen in de *Alpen* geschiedt. In *Zwitserland* geeft men dan aan deze verschijnselen den naam van *Firn-Höfe*. Eenmaal zag ik zoodanig verschijnsel in de *Via mala* in *Graubunderland*. Deze is eene donkere dalkloof, van slechts zeer geringe breedte, die ter wederzijde door steile rotswanden, van 500 meters hoogte, is ingesloten. De *Rijn* vloeit daar, in eene nog 100 meters diepere kloof, langs den weg. Bij een volkomen helderen, blauwen hemel, vertoonde zich een boog die zoo levendige kleuren had, alsof het een regenboog was; dit was zeker een gevolg van de tegenstelling met het duistere der dalkloof. Dit verschijnsel kan niet anders worden verklaard, dan door aan te nemen, dat het ontstond door de breking van het zonlicht in fijne ijskristallen, die, door den wind, van de besneeuwde toppen der bergen, waren medegevoerd.

Ofschoon wij hier niet in berekeningen zullen treden, willen wij toch trachten een juister denkbeeld te geven van het ontstaan der kringen om de zon, en tevens verklaren waarom de vermelde lichtverschijnselen cirkels zijn. Wij zullen ons hier alleen bij de kringen bepalen, die men het meest waarneemt, namelijk die, waarvan de zon het middelpunt is en die eene middellijn van omstreeks $44\frac{1}{2}$ graden hebben.

Indien een zonnestraal op een gelijkzijdig, driehoekig glas-prisma valt, dan wordt hij, bij een behoorlijken stand van het prisma, met betrekking tot den invallenden straal, gebroken, zoodat de lichtstraal, die van het prisma uitgaat, eene andere richting heeft, dan voordat hij daarin kwam. Plaatst men zich nu zoodanig, dat men juist de lichtstraal in het oog

¹⁾ Zie BOSSCHA, *Natuurkunde*: § 1288 en SCHOUTE, *Kosmographie*: bladz. 496.

ontvangt, die uit het prisma komt en denkt men zich, van de zon naar het oog eene rechte lijn getrokken, dan ligt het prisma buiten die lijn. Het kan onder of boven, ter linker- of ter rechterzijde van die lijn gelegen zijn; het is onverschillig waar men zich dit in den aanvang voorstelt, dewijl het slechts aankomt op den hoek, dien de straal maakt, welke uit het prisma komt, met den rechtstreekschen zonnestraal, die in het oog valt. Verbeeldt men zich nu dat het prisma onveranderlijk aan de lijn verbonden is, die van de zon naar het oog gaat, en dat men het dan rondom die lijn, als om eene as, laat wentelen; dan zal het prisma een cirkel, rondom de zon, schijnen te beschrijven. Bij het doorloopen van dien cirkel, is niets in de richting van het oog, met betrekking tot de zon en het prisma veranderd; men zal dus voortdurend stralen hebben ontvangen, die, van de zon, door het prisma, naar het oog gingen. Het is nu licht in te zien, dat men, in plaats van één prisma, dat men een cirkel doet beschrijven, een aantal prisma's, in den behoorlijken stand, langs dien cirkel, zou kunnen plaatsen en van ieder een stralenbundel in het oog zou ontvangen, en dat, bij een zeer groot aantal prisma's, in dien cirkel op eene doelmatige wijze geplaatst, een kring rondom de zon zou worden waargenomen. De ijskristallen zijn zeshoekige prisma's, waarvan twee, aan elkander grenzende vlakken, hoeken van 120° vormen; doch de hoek, dien twee vlakken, om den anderen, vormen is 60° , en deze doen dan den dienst van een driehoekig prisma. Indien dus een zeshoekig ijskristal om zijne as wordt gedraaid, dan kan het in zes standen den dienst van een driehoekig prisma doen. Wanneer de hoogere streken des dampkrings met talloze prismatische ijskristallen als vervuld zijn, dan zal daardoor altijd een genoegzaam aantal, op de vereischte plaats en, in de gevorderde ligging, zijn, om een kring rondom de zon te vormen. Daarbij komt nog dat de ligging der kristallen niet volkomen zoo behoeft te zijn als de theorie dat vordert (voor een minimum van deviatie) maar, binnen zekere grenzen, nog eene speelruimte toelaat.

Tot het ontstaan van andere, dan de tot hiertoe beschouwde kringen, wordt ook een anderen stand van de ijskristallen gevorderd. Hierbij maakt dan het grond- of bovenvlak van het kristal, met een der zijvlakken, de brekende hoek van het prisma uit.

De bijzonnen en bijmanen vindt men steeds daar, waar twee der vermelde cirkels elkander snijden of raken, en waar dus twee oorzaken voorhanden zijn, om een sterker licht te doen ontstaan.

Daar de kranzen en kringen om de zon of maan ontstaan uit de buiging of breking der lichtstralen in waterdampen of ijskristallen, leeren wij uit hunne verschijning dikwijls den toestand kennen van de hoogere

luchtlagen. Niet geheel zonder grond beschouwt men de eerste als voorboden van regen; terwijl de andere, eene koude gesteldheid der bovenlucht aanduidende, meermalen door verlagings der temperatuur, of sneeuw worden gevolgd. Een voorbeeld hiervan had, in de maand April 1849, plaats. Den 15^{den} vertoonde zich te *Utrecht* een schoone kring om de zon, te gelijkertijd werden ook te *Schiedam* en te 's *Gravenhage* kringen waargenomen. Den volgende dag werden te *Utrecht* weder sporen van een kring om de zon gezien; den 19^{den} vertoonde er zich een te *Genève*, en den 20^{sten} weder sporen daarvan te *Utrecht*. Den 17^{den} begon het te sneeuwen; dit herhaalde zich den 18^{den} en duurde drie dagen en nachten bijna onafgebroken, zoowel in ons land, als in *België* en een gedeelte van *Duitschland* en *Frankrijk* voort. Het was een ware sneeuwstorm, die, door het invallen van een kouden luchtstroom, werd veroorzaakt.

§ 66.

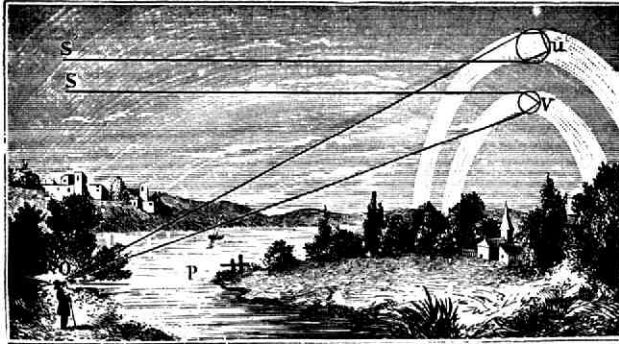
De *regenboog* behoort onder die verschijnselen, die, hoe dikwijls zij ook worden waargenomen, altijd onze aandacht boeien, terwijl hij, door zijn prachtige kleurschakeering, onze bewondering wekt.

Tot het ontstaan van een regenboog, worden bijzondere omstandigheden vereischt: de zon moet namelijk boven den gezichteinder en niet door wolken bedekt zijn, terwijl zich, tegenover haar, wolken moeten bevinden, waaruit het regent. Indien men met het aangezicht naar den regenboog gekeerd is, dan heeft men steeds de zon achter zich en het middelpunt van den gekleurden cirkel, waarvan de regenboog een gedeelte uitmaakt, is in de verlengde richting van de lijn gelegen, die uit de zon naar het oog van den waarnemer kan worden gedacht, of waar de schaduw van het hoofd des waarnemers heenvalt.

De figuur op de volgende bladzijde laat dit duidelijk zien: de beschouwer, met het oog onder O. ter linkerzijde in de figuur geplaatst, heeft de regenboog vóór zich, terwijl de zon achter hem staat en hare stralen in de richting S. V. en S. U. op de regendroppels vallen, die, uit de vóór hem gelegen wolk, nedervallen. Het middelpunt van de regenboog ligt in de richting O. P., die, naar de linkerzijde verlengd, in het middelpunt der zon, zou uitkomen. Vertoont zich dus, bij den op- of ondergang der zon, een regenboog, dan zal die juist een halve cirkel zijn.

De kleuren van den regenboog volgen elkander altijd in dezelfde orde op en wel, van buiten naar het midden, aldus: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. Het rood, geel en violet, kan men het gemakkelijkst onderscheiden. De spherische straal van den cirkel, waarvan

de regenboog een gedeelte uitmaakt, is altijd even groot, dat is: de hoek P. O. V. is altijd dezelfde; voor het rood bedraagt hij $42^{\circ} 23'$; voor het



violet $40^{\circ} 29'$, en ook de breedte, die de verschillende kleuren innemen is steeds dezelfde. De regenboog, tusschen deze twee bevat zijnde, heeft dus eene breedte van $1^{\circ} 54'$.

Daar de opgegeven grootheden, steeds dezelfde en de omstandigheden, waaronder de regenboog ontstaat, juist bepaald en bekend zijn, is het reeds te vermoeden dat dit prachtige natuurverschijnsel ontstaat uit de breking, ontleding en terugkaatsing der zonnestralen, die op de regendroppels van eene meer of min verwijderde bui vallen. Wij willen nu trachten om, ook zonder in berekeningen te vervallen, de wijze van het ontstaan des regenboogs op te helderen.

Bij de behandeling der straalbreking (§ 63), zagen wij reeds, dat de richting van een lichtstraal, die uit de lucht in water gaat, of omgekeerd, wordt veranderd. Met deze verandering in richting, of breking, gaat bijna altijd een ander verschijnsel gepaard, namelijk eene ontleding des lichts in kleuren. Het duidelijkst wordt dit met de bekende glasprisma's waargenomen. Valt een zonnestraal, in eene daartoe gunstige richting, op een driehoekig glazen prisma, dan vertoont zich, op een der wanden van het vertrek, eene reeks van kleuren, die in dezelfde orde op elkander volgen, als wij die in den regenboog waarnemen. Vergelijkt men echter de richting der gekleurde lichtstralen, die van het prisma komen, met die der zonnestralen, welke daarop zijn gevallen, dan merkt men, dat de roode stralen het minst, de violette het meest zijn gebroken, terwijl de overige daartusschen liggen. Hangt men een glazen, met water gevulden bol aan eene koord op, zoodat de zon daarop schijnt en plaatst men zich dan op eenigen afstand van den bol, zoodanig dat zijn eigen schaduw naar die zijde heen valt waar de bol is opgehangen, dan zal men, door den bol

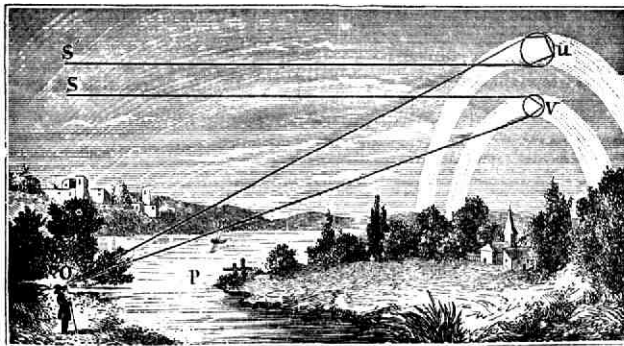
hooger of lager te plaatsen, het zoo kunnen inrichten dat men regenboogskleuren in den bol ziet. Door hem langzaam, binnen zekere grenzen, op en neder te bewegen zal men achtereenvolgens verschillend gekleurde stralen ontvangen; bij den hoogsten stand roode, bij den laagsten stand violette stralen. Deze kleuren ontstaan hier bijna evenzoo als in het glasprisma. De zonnestrallen, die op den bol vallen, dringen namelijk daarin door; zij worden daarbij gebroken en in kleuren ontbonden; aldus vallen zij op de achterzijde van den bol. Hier gaan eenige stralen weder naar buiten, andere daarentegen worden op den achterwand totaal teruggekaatst en komen weder op eene andere plaats, dan die, waarop zij eerst vielen, uit den voorwand en in het oog van den waarnemer. Men kan dit duidelijk in de figuur zien: de zonnestraal S. V. die op den bol valt, wordt, nadat hij aan de voorzijde in den bol is gedrongen, aan de achterzijde teruggekaatst en dringt dan verder, in de richting V. O., in het oog van den waarnemer.

Passen wij dit nu toe, ter verklaring van het ontstaan van den regenboog, dan vinden wij, in elken nedervallenden regendrop, nagenoeg hetzelfde terug, wat wij bij den bol met water zagen: de vorm der droppels is, onder het nedervallen, rond; daar zij echter zeer snel vallen, duurt de lichtindruk dien wij van iederen droppel ontvangen slechts een oogenblik; doch valt voortdurend, vrij nabij in dezelfde richting, een groot aantal van droppels, achter elkander, dan geeft elk daarvan een beeld op dezelfde plaats en aldus wordt er een blijvende indruk op het oog te weeg gebracht. Is er, als een geheel gordijn van regendroppels, tegenover de zon, aanwezig, dan vereenigen zich die ontelbare afzonderlijke indrukken tot één geheel, of eenen regenboog. Uit de bekende verandering in richting, die de stralen bij hunne breking, ontleding en terugkaatsing ondergaan, kan men de grootte van den regenboog, de breedte der afzonderlijke kleuren en alle verdere omstandigheden van dit verschijnsel, met een groote juistheid, door berekening, afleiden. Volgens de theorie moet de regenboog een geheele cirkel zijn waarvan het middelpunt in de verlengde lijn ligt, die van de zon naar het oog van den waarnemer gaat. In de meeste gevallen ligt echter een gedeelte van den cirkel beneden den horizon en is daarom onzichtbaar. Bij zonsop- of ondergang ligt dit middelpunt in den horizon en de regenboog is een halve cirkel. Bij een hooger stand der zon, daalt het middelpunt van den regenboog beneden den gezichteinder en de geheele boog daalt dus mede. Vandaar dat de regenboog des te lager staat en wij slechts een kleiner gedeelte van den cirkel zien, naarmate de zon hooger is. Staat de zon $42^{\circ} 23'$ of meer boven den gezichteinder, dan zal men, zelfs wanneer alle om-

standigheden daartoe gunstig zijn, geen regenboog kunnen waarnemen, omdat die dan geheel beneden den gezichteinder zou moeten staan. ¹⁾ In de zomermaanden zal dus, in onze streken, tusschen 9 ure des morgens en 3 ure des namiddags, geen regenboog kunnen gezien worden, omdat dan de zon daartoe te hoog boven den gezichteinder staat.

Op bergtoppen, hooge torens enz. ziet men, bij een lagen stand der zon, somtijds een regenboog, die bijna geheel rond is, indien de wolk waaruit het regent niet zeer verwijderd is; men kan dan namelijk nog de stralen in het oog ontvangen, die uit regendroppels komen, welke veel lager dan het oog des waarnemers gelegen zijn.

Het gebeurt somtijds, dat zich twee en zelfs drie regenbogen te gelijk vertoonen. Deze hebben dan hetzelfde middelpunt als die, welke wij het eerst hebben beschouwd. De volgorde der kleuren is bij den tweeden juist omgekeerd als die bij den binnensten en bij den derden is die orde weder even als bij den eersten. De kleuren van den tweeden regenboog zijn reeds veel minder helder dan die van den eersten en bij den derden kan men ze slechts met moeite onderscheiden. De tweede regenboog ontstaat uit zonnestrallen, die tweemaal binnen de regendroppels zijn teruggekaatst en dan eerst het oog van den waarnemer bereiken. In de



figuur is dit te zien. De bovenste cirkel bij U. stelt een regendropfel voor, waarin een zonnestraal S. U. nabij de onderzijde indringt; hij wordt daarna, bij U. tweemaal aan de binnenvlakte teruggekaatst en komt, na den dropfel in het bovenste gedeelte verlaten te hebben, in het oog O. van den waarnemer. Door de dubbele terugkaatsing wordt de opvolging der kleuren omgekeerd. Evenzoo ontstaat de derde regenboog uit stra-

¹⁾ Hier wordt de binnenste of hoofd-regenboog bedoeld.

len die driemaal binnen elken regendropel zijn teruggekaatst, waarbij weder dezelfde volgorde der kleuren, als in den eersten, ontstaat.

Behalve de reeds vermelde bogen, vertoonen zich somtijds, ofschoon vrij zeldzaam, nog gekleurde bogen, binnen den eerstbeschreven hoofdrengenboog: aan het violet van dezen sluit zich dan nog een breede groenachtige en een tweede violetkleurige, daaraan weder een groene en violetkleurige en, zeer zeldzaam, nog een roode boog. Deze kleuren kunnen niet uit de breking en ontleding des lichts in ronde regendroppels worden verklaard. Eenige natuurkundigen zijn daarom van meening dat zij op dezelfde wijze ontstaan als de kransen om de zon of de maan: namelijk door den invloed van nevelblaasjes op de lichtstralen (*diffraction*). Andere nemen daarentegen, met meer grond, aan, dat die buitengewone kleuren ontstaan door de breking des lichts in regendroppels, die niet volkomen rond, maar, aan de onderzijde, eenigszins afgeplat zijn.

Ook bij maanlicht kan, onder de vereischte omstandigheden, een regenboog ontstaan; doch deze vertoont zich dan slechts zwak, zoodat men daarbij nauwelijks kleuren kan onderscheiden.

In de nabijheid van watervallen neemt men, in de neervallende droppels en het opgespatte schuim, bij eene behoorlijke plaatsing van den waarnemer, ten opzichte van den waterval en de zon, mede regenbogen waar.

Op bergtoppen ziet men dikwijls zijne schaduw op nevelmassa's of kleine regendroppels vallen; die schaduw vertoont dan, rondom het hoofd, één of meer schoon gekleurde kransen, welke met die rondom de zon, of wel met die van den regenboog overeenkomen. Dit verschijnsel moet op dezelfde wijze als de gemelde kransen worden verklaard. In de poolstreken komt dit ook meermalen voor. Ook in de dauw- of regendroppels, die aan de grashalmen hangen, ziet men, kort na of voor zons op- of ondergang, dikwijls gekleurde kringen rondom de schaduw van het hoofd, die aan dezelfde oorzaak moeten worden toegeschreven, als waardoor de regenboog ontstaat.

§ 67.

Het onweder is een der prachtigste en meest indrukwekkende onder de verschijnselen, die in den dampkring voorkomen; vandaar dat het reeds, sedert de oudste tijden, de aandacht der natuuronderzoekers tot zich heeft getrokken. Zoolang men zich echter alleen tot de beschouwing en waarneming daarvan kon bepalen en zich aan het opstellen van gis-

singen aangaande zijn aard en oorsprong overgaf, vorderde men bijna geen stap in de kennis van dit natuurverschijnsel. Eerst nadat men, langs proefondervindelijken weg, kennis had verkregen van de electriciteit en nadat het bewijs geleverd was, dat het onweder een electrisch verschijnsel is, was het mogelijk iets meer daarvan te leeren kennen. In weerwil van talrijke onderzoekingen, is echter onze kennis aangaande de *electriciteit des dampkrings* nog zeer gering. De voornaamste reden hiervan is gelegen in de eigenaardige moeilijkheden, die het onderzoek daarvan oplevert: bij het onderzoek naar de wetten der electriciteit, bedienen wij ons van toestellen uit goed en slecht geleidende voorwerpen, uit vaste stoffen vervaardigd zijn, zelden van vloeistoffen; bij het onderzoek van de electriciteit des dampkrings, hebben wij daarentegen te doen met gassen en waterdampen, waarvan de deeltjes zich zeer gemakkelijk verplaatsten, terwijl de laatste bovendien nog van toestand kunnen veranderen; dat is: van damp in water of ijs overgaan. De toestanden, die in den dampkring voorkomen, kunnen wij, zelfs niet op kleinere schaal, bij proefnemingen, te voorschijn brengen.

Mengvuldige onderzoekingen hebben geleerd dat, niet alleen tijdens het onweder, electriciteit in den dampkring aanwezig is, maar dat dit overal en bijna te allen tijde het geval is, dus ook dan, wanneer geen spoor van onweder is te bespeuren, ja zelfs bij een volkomen wolkenloozen hemel. Men moet daarom wel degelijk onderscheid maken tusschen de gewone electriciteit des dampkrings en die buitengewoon sterke ontwikkeling of opwekking daarvan, die bij het onweder plaats heeft.

Door middel van bijzonder daartoe ingerichte toestellen, *electrometers* genoemd, kan men de tegenwoordigheid der electriciteit in den dampkring aantoonen. Deze toestellen zijn zeer verschillend ingericht: de daarmede verkregen uitkomsten zijn niet vergelijkbaar, voor verschillende instrumenten; de waarnemingen, met hetzelfde instrument gedaan, zijn slechts onderling vergelijkbaar. Lang voortgezette waarnemingen hebben, aangaande den electrischen toestand des dampkrings, het volgende geleerd:

Bij een heldere lucht is de electriciteit des dampkrings bijna altijd positief; slechts hoogst zelden is zij negatief. De aardoppervlakte is daarentegen of zwak negatief electrisch, of neutraal.

Bij toenemende hoogte neemt de spanning der electriciteit, in het algemeen, toe; Biot en Gau-LUSSAC vonden, bij hunne luchtreis, dat het boveinde van een metaaldraad van 50 meters lengte — die, van onder van een metalen bol voorzien, vrij uit het schuitje neerhing — negatief geëlectriseerd was, waaruit blijkt dat de luchtlagen, boven den luchtballon, sterker positief electrisch waren, dan die daaronder. DE SAUSSURE

vond, op den top van den *Mont-Blanc*, de lucht, bij helder weder, positief electrisch. — LAMANON en MANGET vonden hetzelfde op den top van den *Piek van Teneriffe*. — SCHUBLER vond de lucht mede altijd positief electrisch, op de bergen, die hij in *Zwitserland* beklom. De genoemde voorbeelden kwamen alle bij heldere lucht voor.

De spanning der dampkrings-electriciteit heeft eene dagelijksche en eene jaarlijksche periode. Bij heldere lucht heeft men dagelijks twee maxima en twee minima, wat men, op zeer vele plaatsen in het noordelijk hálfrond, en te *Melbourne*, in *Australië*, heeft waargenomen. Volgens VOLPICELLI vallen zij vrij nabij met die van de luchtdrukking (bladz. 158) samen. Het jaarlijks maximum valt in de koudste, het minimum in de warmste maanden.

Bij eene min of meer bewolkte lucht, is de electriciteit zeer veranderlijk: zij wisselt niet alleen in sterkte, maar ook van teeken af, dat is: zij is nu eens positief, dan weder negatief.

Bij het overtrekken van zware wolken, heeft dikwijls zoodanige afwisseling van positieve en negatieve electriciteit plaats. Die wisseling geschiedt somtijds zeer snel, zelfs wel binnen een tijdsverloop van één of twee minuten. Weinige oogenblikken voor er regen, hagel of sneeuw valt, stijgt meestal de spanning der electriciteit en zij gaat dan dikwijls zeer snel van negatieve in positieve over, of omgekeerd. Bij regens, die gedurende eenigen tijd aanhouden, heeft slechts geringe verandering in de electriciteit plaats. Welk verband er bestaat tusschen den electrischen en den vochtigheids-toestand der lucht is nog niet uitgemaakt; in het algemeen neemt de spanning der dampkrings-electriciteit met de vochtigheid toe, zoodat zij, bij nevel en mist, altijd sterk positief is. In streken, waar groote droogte heerscht, openbaart zich de electriciteit somtijds zeer sterk, zelfs zonder dat onweder wordt waargenomen. Het volgende wordt ons dienaangaande, door den beroemden reiziger in *Zuid-Afrika*, LIVINGSTONE, verhaald: »gedurende den zeer drogen tijd, die aldaar op den winter volgt en den regen voorafgaat, waait hier een heete wind, van het Noorden naar het Zuiden, over de woestijn. Hij verbreidt eene hitte als van een oven en houdt zelden langer dan drie dagen aan. In zijne uitwerkselen gelijkt hij den Harmattan van *Noord-Afrika* (bladz. 204); voor vijf en dertig jaren, toen de zendelingen zich voor het eerst in dit land vestigden, voerde hij een fijn, roodachtig zand mede. Dit geschiedt thans wel niet meer, maar hij droogt toch alles zoo uit, dat zelfs meubelen, die in *Engeland*, uit zeer droog hout vervaardigd zijn, inéénkrimpen. Deze wind is zoo sterk electrisch, dat een bundel struisveeren, die men, gedurende eenige seconden, daaraan bloot-

stelt, zoo sterk geladen wordt, alsof zij met eene sterke electriseermachine verbonden ware en sterk knetterend tegen den wind slaat. Het is aan de inboorlingen niet onbekend dat kleedingstukken, bij de geringste wrijving, lichtend worden door de electriciteit en vonken geven." — Niet alleen in *Zuid-Afrika*, maar ook elders, waar de lucht zeer droog is, b. v. in de binnenlanden van *Noord-Amerika*, heeft men dikwijls gelegenheid dergelijke verschijnselen waar te nemen: zoo verhaalt de Amerikaanse reiziger WHEELER, die, in 1875, op eene expeditie in *Zuid-Californië*, de *Mohave-woestijn* doortrok — dat er, bij eene temperatuur van 45° C bij dag, en weinig minder bij nacht, een storm opstak, die stof- en zoutdeelen in de lucht deed opstijgen, zoodat de kleederen der reizigers daarmede bedekt werden. Als men die afsloeg, sprongen elektrische vonken op de handen over. Het is echter moeilijk uit te maken of de waargenomen electriciteit een gevolg is van de gunstige omstandigheden, dat is: de groote droogte der lucht, of wel dat de lucht zelf zoo sterk electrisch was. Het is namelijk bekend, dat elektrische proeven, bij vochtige lucht, slecht gelukken, tenzij men daarbij groote voorzorgen neme. De reden daarvan is niet gelegen in het geleidend vermogen der vochtige lucht — zooals men veelal meent — want vochtige lucht en waterdamp zijn slechte geleiders der electriciteit, maar wel in het neerslaan van waterdampen op de deelen der toestellen, die moesten isoleeren en daardoor geleidend worden.

Aangaande den *oorsprong der electriciteit in den dampkring* zijn verschillende meeningen geuit. Wij moeten echter aannemen, dat de bronnen, waaruit zij voortvloeit, wel algemeen verspreid, maar daarentegen zeer zwak zijn; want: iedere oneffenheid der aardoppervlakte, iedere gras-halm, elk boomblad, elke zandkorrel zelfs, geeft gelegenheid aan de negatieve electriciteit der aarde om zich met de positieve electriciteit des dampkrings te neutraliseeren, of omgekeerd de positieve electriciteit des dampkrings naar de aarde te voeren; bovendien werken de winden mede tot de neutralisatie der beide electriciteiten aan de aardoppervlakte. VOLTA sprak reeds de meening uit, dat, door verdamping, electriciteit zou ontstaan. POUILLET en anderen hebben getracht dit proefondervindelijk aan te toonen. Deze proeven wekten tegenspraak. Het is, om verschillende redenen, echter hoogst waarschijnlijk dat, door verdamping van water, electriciteit ontstaat, en wel, dat de opstijgende waterdamp positief is, terwijl het achterblijvende en het vat, waarin het zich bevindt, negatief is. De verdamping, aan de oppervlakte van den oceaan, van den voch-

tigen grond, en van de planten zou dus als de voornaamste bron van de electriciteit des dampkrings beschouwd moeten worden en, volgens deze onderstelling, zouden de waterdampen, die altijd en overal in de lucht voorkomen, de voornaamste dragers der lichtelectriciteit zijn. Tot deze laatste uitkomst kwam ook DR. DELLMANN, op grond van zijne twintigjarige reeks van waarnemingen. Daar de verdamping, op hare beurt, van de zonnearmte afhangt, moeten wij dus deze als de eerste oorzaak der lichtelectriciteit beschouwen.

Er zijn echter vele oorzaken, waardoor elektrische toestand van den dampkring, en dus ook van de aardoppervlakte, wordt gewijzigd. Zoo wordt b. v. door rook, de positieve electriciteit der lucht verhoogd; stof dat, door den wind, van de aardoppervlakte is opgenomen, vermindert daarentegen de positieve electriciteit der onderste luchtlagen en doet die somtijds, gedurende eenige uren, in negatieve overgaan. PALMIERI heeft, op het observatorium op den *Vesuvius*, waargenomen, dat de waterdampen, die, bij eene uitbarsting, worden opgeworpen, positief electrisch zijn, de aschkolommen daarentegen negatief. Tot dit laatste zou ook het passaat- of meteorstof (bladz. 232) aanleiding kunnen geven.

§ 68.

De electriciteit vertoont zich in de hoogste mate ontwikkeld bij *onweersbuien*. De onweerswolken zijn veelal aan een groot verschil in de kleuren der onderscheidene gedeelten kenbaar: sommige deelen zijn namelijk donkergrauw, terwijl zij daarnevens, met scherpe afscheidingen, in eene glanzend witte kleur overgaan. Veelal zijn zij in lagen boven elkander geplaatst.

De hoogte der onweerswolken is zeer onderscheiden: in de gematigde streken is zij des zomers grooter dan in den winter. Bij metingen dier hoogte, heeft men er gevonden van 1600 tot 8080 meters. Zij vormen zich schielijk en somtijds aan alle zijden van den gezichteinder te gelijk. Vooraf daalt de barometer, zoodat die, althans in onze streken, meestal beneden den normalen stand is; de lucht blijft stil, het is zwoel en drukkend, totdat de bui het toppunt nadert. Dan neemt men eene sterke windvlaag waar. De elektrische spanning der lucht, of liever der wolken, neemt snel toe en, wanneer zij een genoegzame sterkte heeft, dan vertoont zich de bliksem. Deze zou zich als een niet samenhangende straal vertoonen, indien wij dien goed konden beschouwen, doch, door zijne groote snelheid — die, volgens WHEATSTONE, bij sommige bliksems, nog geen millioenste eener seconde zou bedragen — doet hij zich als eene

schitterende lijn voor. Uit talrijke waarnemingen van prof. Rood, in *Noord-Amerika*, is verder gebleken, dat de bliksemstralen dikwijls uit een aantal van afzonderlijke ontladingen zijn samengesteld, waarvan de duur, zelfs voor die, welke tot denzelfden straal behooren, van $\frac{1}{10}$ tot $\frac{1}{1000}$ eener seconde bedraagt. Sommige ontladingen duren echter langer, zelfs één of twee seconden. Soms volgt de bliksem een bijna rechten weg, soms gaat hij slangswijze, of in zig-zag, soms verdeelt hij zich in twee of meer takken of stralen. Dikwijls is de baan, die de bliksemstralen volgen, door wolken voor ons onzichtbaar. Deze laatste worden dan, van de boven- of achterzijde, verlicht en vertoonen ons, wanneer het duister is, hare omtrekken zeer scherp en het schijnt alsof zij zich openen. Veelal neemt de bliksem zijnen weg van de eene wolk naar de andere en in dit geval hebben bliksemstralen soms eene lengte van een of meer geographische mijlen, of hij schiet naar de aarde en, indien zich aldaar dan, op de oppervlakte, verhevene voorwerpen bevinden, zooals bergtoppen, torens, molens, schepen of boomen, dan worden deze bij voorkeur getroffen. Soms gaat de bliksem ook opwaarts. Een hoogst merkwaardig voorbeeld hiervan had er den 1^{sten} Mei 1700 plaats: de kapel, die op den top van den *St.-Ursula-berg* in *Stiermarken* gelegen is, werd, op den morgen van dien dag, helder door de zon beschenen, terwijl, ter halver hoogte van den berg, een onweerswolk hing. Een bliksemstraal, die uit die bui opging, trof de kapel en doodde acht personen van diegenen, die zich daarin bevonden.

Behalve in den hier beschreven vorm, komt de bliksem, of een daarmee verwant verschijnsel, soms, doch zeer zeldzaam, nog in een anderen vorm voor: men heeft namelijk meermalen waargenomen dat een vurige bol, zooals men zich gewoonlijk uitdrukte, van de grootte van een manshoofd, langzaam nederdaalde en, aan den grond gekomen, met een slag uiteenspatte, of wel zich eerst op eenige hoogte boven den grond langzaam voortbewoog en dan ontplofte. Van deze *bolvormige bliksems*, zooals men ze noemt, is ons overigens zeer weinig bekend. Zij zijn geheel verschillend van de vroeger (bladz. 25) beschouwde vuurbollen. Het is, in den laatsten tijd, aan GASTON PLANTÉ te *Parijs* gelukt, door secundaire galvanische batterijen, dergelijke verschijnselen voort te brengen.

Toen men, voor omstreeks twee eeuwen, de eerste electriche lichtverschijnselen of vonken had leeren kennen, vergeleek men die reeds bij den bliksem en het knappend geluid bij den donder. De overeenkomst was groot, maar, om die aan te toonen, en door een verschijnsel op zoo kleine schaal de oorzaak en de wetten te ontdekken, van een zoo verheven na-

tuurtooneel, als het onweder oplevert, moesten rechtstreeksche bewijzen worden geleverd. Dit geschiedde bijna gelijktijdig in *Europa* en in *Amerika*: nadat BENJAMIN FRANKLIN verschillende ontdekkingen had gedaan, aangaande de electriciteit, kwam hij op de gelukkige gedachte haar in de wolken zelf op te sporen. Hij besloot namelijk uit zijne proeven, dat lange, met punten voorziene metalen stangen, op hooge gebouwen geplaatst, de electriciteit der wolken tot zich zouden trekken. Hij deed den voorslag daartoe in 1749. Met ongeduld verlangde hij naar de voltooiing van een toren te *Philadelphia*, ten einde daarop zulk een geïsoleerde stang op te richten; doch eindelijk, het wachten moede, nam hij tot een ander middel zijne toevlucht, dat nog zekerder uitkomst moest geven. Daar het er slechts op aankwam om een lichaam hoog genoeg in de lucht te verheffen, meende FRANKLIN dat een vlieger, aan de kinderen wel bekend, hem voor zijne proefneming even goed kon dienen als de hoogste toren. Aan niemand deelde hij zijn voornemen mede, en wetende hoe licht de onkundige menigte datgene bespot, wat zij niet begrijpt, zag men den natuuronderzoeker, in den vroegen morgen van eenen, voor de natuurkunde altijd gedenkwaardigen dag der maand Juni 1752, in stilte, en alleen van zijn zoon vergezeld, met den electrischen vlieger en eenige andere toestellen voorzien, *Philadelphia* verlaten en hunne schreden richten naar een nabijelegen veld. Aldaar werd de vlieger opgelaten. Bij elke overtrekkende wolk werd echter zijne verwachting te leur gesteld, want er vertoonden zich geene sporen van electriciteit. Reeds was alle hoop bijna opgegeven; men maakte zich gereed den vlieger weder neder te laten, en deze teleurstelling, bij zoovele anderen, op het register der mislukte proefnemingen op te teekenen, toen eensklaps eene wolk overtrok, waaruit het regende, en dus de koord, waaraan de vlieger bevestigd was, vochtig werd en eene vonk uit den toestel deed overspringen, die door vele andere werd gevolgd. FRANKLIN'S vreugde was nu, gelijk men lichtelijk begrijpen kan, des te grooter, naarmate zij minder werd verwacht, en deze vermeerderde niet weinig, toen hij, bij de toenemende kracht der electrische verschijnselen, door zijnen vlieger, met de electriciteit der wolken, volkomen dezelfde proefnemingen kon herhalen, die hij zoo dikwijls met de electriciteit, door de gewone toestellen opgewekt, had in het werk gesteld. Door deze proefneming was dus bewezen, dat het onweder een electrisch verschijnsel is.

Bijna tegelijktijd werden, door D'ALIBARD en, kort daarna, door DE ROMAS in *Frankrijk* proeven genomen met hooge, puntige, geïsoleerde metalen stangen, waarbij men evenzeer sterke electrische verschijnselen kon waarnemen. Zulke proeven zijn echter zeer gevaarlijk: de hoogleeraar

RICHMANN te *Petersburg* werd daarbij, in 1752, door den bliksem gedood. Het is mij eenmaal zelf gebeurd dat de bliksem in den toestel sloeg, terwijl ik op het meteorologisch observatorium te *Utrecht*, bezig was proeven aangaande de dampkringselectriciteit te nemen, gedurende een onweder. Ik had mij nl. voorgesteld dat — even als bij den conductor eener electriciteitsmachine — de spanning der electriciteit, in de onweerswolk, langzaam zou toenemen, totdat de vonk of bliksem oversprong. Om dat te onderzoeken, was er een geïsoleerde geleidende stang, van vele punten voorzien, boven de omringende voorwerpen opgeheschen; van die stang hing een koperdraad, tot op omstreeks 1 meter boven den grond, naar beneden. Dit ondereinde van den draad was verbonden aan den schuifdraad van eenen algemeenen ontlader van HENLEIJ, terwijl de andere schuifdraad met een bliksemafleider was verbonden. De knoppen van den ontlader konden, door middel van zijden koorden, op verschillende afstanden worden gebracht. Toen de bui nog eenigszins verwijderd was, sprongen vonken van 5 tot 10 centimeters lengte — met onregelmatige tusschenpoozen — tusschen de knoppen over. Later bereikten zij een lengte van 25 centimeters; totdat, zonder dat zij menigvuldiger werden, of elkan- der sneller opvolgden, de bliksem in den toestel sloeg en, door den afleider, werd afgevoerd. Rondom een spijker, die op omstreeks twee decimeters afstand van den afleider in eene plank zat, vertoonde zich eene zwarte brandplek.

§ 69.

Indien de *bliksem* eenig voorwerp treft, dan oefent hij daarop verschillende *uitwerkselen* uit, naar gelang van den aard van het voorwerp zelf: treft hij een geleidend lichaam van genoegzame dikte, dat met de aarde in verbinding is, dan volgt hij dit, zonder het te beschadigen en gaat in den grond. Biedt het lichaam geene onafgebroken geleiding, tot in den grond, aan, dan springt hij van het eene lichaam op het andere over, steeds de beste geleiders der electriciteit volgende. De weg, dien de bliksem in gebouwen en daarbuiten volgt, is somtijds zeer zonderling, maar zij is, door voorafgaande inductie, steeds voorbereid.

De voorwerpen, aan de oppervlakte der aarde, die zich onder eene donderwolk bevinden, zijn niet in den natuurlijken toestand, maar bezitten eene electriciteit, welke aan die der wolk tegenovergesteld is, terwijl de gelijknamige in de aarde wordt afgestooten. Daarom is het gevaarlijk in de vrije lucht, bij onweder, metalen voorwerpen bij zich te hebben of te dragen. Daar de lichamen, die min of meer goede geleiders der elec-

tricieit zijn, dikwijls vrij onregelmatig in de gebouwen zijn geplaatst, kan de vrij zonderlinge weg, dien de bliksem bij het inslaan neemt, hieruit veelal verklaard worden.

Heeft een geleidend lichaam geene genoegzame dikte, om den elctrischen stroom door te laten, dan wordt het sterk verwarmd, somtijds tot gloeiens toe, of wel gesmolten. Dit laatste is dikwijls het geval met metalen beldraden, in huizen, die door den bliksem worden getroffen. Treft de bliksem op zijnen weg slechte geleiders der electriciteit aan, dan worden deze dikwijls gescheurd, verbroken of ver weggeworpen. Op deze wijze worden niet zelden stukken rots van de bergtoppen afgeslagen, muren verschoven, of boomen gespleten. Dikwijls loopt de bliksem in eene wijd gewonden spiraallijn om den boom.

Zijn de voorwerpen, die door den bliksem worden getroffen, brandbaar, dan worden zij òf aangestoken òf verkoold. De voorbeelden zijn daarom niet zeldzaam dat door den bliksem brand ontstaat.

Op het oogenblik, dat de bliksem de lucht doorklieft, wordt deze plotseling en met kracht uitgezet. Gaat hij dus door een vertrek, waarvan de ramen en deuren geloten zijn, dan worden het eerst de glasruiten verbroken, dewijl zij minder weerstand bieden dan de muren en de zolder, terwijl de deuren van hunne hengsels gewrongen en naar buiten geworpen worden.

Menschen of dieren, die door den bliksem worden getroffen, ontvangen daarbij brandwonden, of zij worden tijdelijk of langdurig verlamd of gedood; hunne lijken gaan dan binnen weinige uren tot bederf over.

Reeds is opgemerkt dat de bliksem bij voorkeur op verhevene voorwerpen, zooals gebouwen of boomen slaat; doch ook voorwerpen, die vrij in de lucht zweven, worden somtijds getroffen.

Bij een onweder, dat in Februari 1852 in de provincie *Groningen* en elders in ons land plaats had, werden, bij *Garnwerd*, 44 wilde ganzen, die van het NW. naar het ZO. vlogen, door den bliksem gedood. De meeste waren op den rug beschadigd en geschroeid.

Gaat de bliksem in de nabijheid van menschen of dieren voorbij, dan worden zij, somtijds, door de sterke uitzetting der lucht, ter aarde geworpen. Overigens kan de bliksem, op de voorwerpen die hij treft, de zonderlingste uitwerkselen te weeg brengen. Zoo heeft men b. v. lijken van menschen gevonden, die door den bliksem waren getroffen, en waarvan de kleederen waren afgerukt, verscheurd en vernield. Somtijds vindt men alleen eene plek aan het hoofd en aan de voeten.

Veelal merkt men, bij het inslaan van den bliksem, vooral in beslotene ruimten van gebouwen, een eigenaardigen reuk op, welken

velen met dien van phosphorus of brandenden zwavel vergelijken. Bij het doen van proeven met een electriseermachine, wordt men altijd een dergelijken reuk gewaar, zoodat de bliksem ook in dit opzicht met de electriciteit overeenkomt. Deze reuk wordt veroorzaakt doordien de zuurstof der lucht (zie bladz. 154), door middel der electriciteit, in een bijzonderen toestand wordt gebracht, waarin zij denzelfden reuk heeft als die, welke men, na het inslaan van den bliksem, in vertrekken en bij het gebruik eener electriseermachine waarneemt. SCHÖNBEIN te *Bazel* heeft hieraan den naam van *Ozon* gegeven. Na zware onweders wordt deze eigenaardige reuk somtijds in de lucht waargenomen en zelfs aan het regenwater, dat dan valt, is zij merkbaar.

Op heiden en plaatsen waar een vochtige, zandige grond is, vindt men somtijds in den grond buizen, die aan de dieper gelegene zijde dunner uitloopen en, of eenvoudig zijn, of zich in takken verdeelen, met korte zijtakken. Sommige hebben eene lengte van twee tot vier meters en, van boven, eene middellijn van 5 tot 20 en meer millimeters. Onderzoekt men deze buizen nader, dan blijkt, dat zij uit zand- of kwartskorrels bestaan, die aan elkander gesmolten zijn. Aan de binnenzijde, waar de smelting het sterkst is geweest, zien zij er als verglaasd uit. Daar men zoodanige buizen op plaatsen heeft gevonden, waar de bliksem even te voren was ingeslagen, is het klaarblijkelijk dat zij ontstaan — wanneer de gesteldheid van den grond daartoe gunstig is, — door het samensmelten der zandkorrels. Dat zij den vorm eener buis hebben moet, volgens de opmerking van WATT, worden toegeschreven aan de vorming en de uitzetting van waterdamp, op den weg, dien de bliksem in den grond volgt. Zij worden *bliksembuizen* of *fulguriten* genoemd.

De hitte, die de bliksem ontwikkelt, moet wel zeer groot zijn, want kwartszand begint eerst bij eene temperatuur boven 2000° te smelten. Prof. HARTING heeft berekend dat, tot het smelten van een gedeelte eener door hem onderzochte fulguriet, dat 56 grammen woog 4,28 calorieën noodig waren geweest, gelijkstaande met een arbeid van 9000 kilogram-meters. Op bergen en langs kale rotswanden vindt men dikwijls strepen, die er als verglaasd uitzien, en die voor sporen van den bliksem moeten gehouden worden.

Er zijn voorbeelden, dat menschen en dieren, bij een onweder, gedood zijn, zonder door den bliksem te zijn getroffen, maar, ten gevolge

van een bliksemstraal, die op een grooten afstand uit een donderwolk naar de aarde, of naar een andere wolk oversloeg. Men kan van dit zonderlinge verschijnsel, dat men *terugslag* noemt, uit de wetten der werking van de electriciteit eene voldoende verklaring geven: de voorwerpen, die zich onder eene donderwolk bevinden, worden, onder den invloed daarvan, electricisch en kunnen dit zelfs in zeer hooge mate zijn. Heeft zoodanige wolk b. v. positieve electriciteit, dan oefent zij een verdeelenden invloed uit op de voorwerpen die zich onder haar bevinden. De gelijknamige, of positieve electriciteit wordt in de aarde teruggestooten, de ongelijknamige, of negatieve daarentegen aangetrokken. Deze laatste is dan het sterkst op alle verhevene voorwerpen, omdat deze het naast bij de wolk zijn. Ontlaadt zich nu de wolk, door een bliksemstraal, naar de aarde, of naar eene andere wolk, dan verandert haar electricische toestand, over hare geheele uitgebreidheid — en dus ook die van de voorwerpen, die slechts door haren invloed waren geëlectriseerd. Deze plotselinge verandering kan voor menschen en dieren doodelijk worden.

§ 70.

Daar de voorwerpen, die onder eene donderwolk gelegen zijn, altijd de tegengestelde electriciteit bezitten als die wolk en de electricische spanning, op de uitstekendste deelen, gebouwen, torens, molens en dergelijke altijd grooter is, dan op eene vlakke, zoo zien wij hierin de reden, waarom zoodanige voorwerpen bij voorkeur door den bliksem getroffen worden. De weg, dien de bliksem op of langs de voorwerpen neemt, is altijd, als het ware voorbereid, door de verdeelende werking der onweerswolk, die daarboven hangt. Indien dus, op hooge gebouwen één of meer uitstekende metalen stangen worden geplaatst, die met den grond in geleidende gemeenschap staan, dan zal, bij het overtrekken van eene met electriciteit geladene wolk, aan het boveinde daarvan, de electricische spanning het grootst zijn en, indien een bliksemstraal in de nabijheid komt, dan zal deze bij voorkeur zoodanige stang treffen. Maar daar wij ondersteld hebben, dat zij uit eene stof bestaat, die de electriciteit goed geleidt, zal de bliksem ook langs deze naar den grond worden gevoerd. De weg is dan kunstmatig zoodanig voorbereid dat de bliksem dien kan volgen, zonder schade aan te richten. Heeft zoodanige stang eene genoegzame dikte, dan zal zij daarbij onbeschadigd blijven en de voorwerpen, die zich in hare nabijheid bevinden, zullen geen gevaar loopen.

Op deze beginselen berust het beveiligend vermogen der *bliksemaflei-*

ders: want deze zijn niet anders dan zoodanige stangen, welke boven de gebouwen uitsteken, die zij moeten beveiligen, en eene voldoende afleiding voor de electriciteit naar en in de aarde aanbieden. Uit het aangevoerde, aangaande de uitwerkselen van den bliksem, kunnen wij nu de voorwaarden afleiden, waaraan een goed ingerichte bliksemafleider moet voldoen, om werkelijk de gebouwen, voor het beschadigen door den bliksem te beschermen.

1°. Een bliksemafleider moet boven de hoogste gedeelten van het gebouw (schip of molen) uitsteken, dat hij zal beveiligen, en de punt, waarop de bliksem het eerst zal treffen moet uit een metaal bestaan, dat door den invloed van het weder, zoo weinig mogelijk verandering ondergaat en niet gemakkelijk smelbaar is. Men voorziet daarom het hoogste gedeelte der afleiders veelal van een of meer spitse punten van platina, of wel van scheikundig zuiver zilver.

2°. Een afleider moet nergens zijn afgebroken, maar eene onafgebrokene geleiding tot in den vochtigen grond uitmaken. Op plaatsen, waar de geleiding is afgebroken, zou namelijk een overspringen van de elektrische ontlading plaats hebben en daardoor zou of brand kunnen worden veroorzaakt, of de bliksem zou een anderen weg kunnen nemen. Het onderste gedeelte van den bliksemafleider moet men (ten einde de electriciteit zooveel mogelijk in den grond te verdeelen en daardoor onschadelijk te maken voor de fondamenten der gebouwen) in verscheidene takken doen uitloopen, die met punten eindigen, of in eene groote koperen plaat in den grond. Heeft men geen vochtigen grond, dan kan men de einden in het water van eenen welput doen uitkomen, of hem leggen in kanalen, onder den grond, van voldoende lengte en wijdte, die met goed uitgegloeide houtskolen zijn gevuld.

3°. Een afleider moet eene genoegzame dikte hebben, om, zonder beschadigd te worden, eene zware elektrische ontlading te kunnen afvoeren. Deze dikte hangt af van de stof, waaruit de afleider bestaat, hij kan dus dunner zijn indien men eene goed geleidende stof (b. v. rood koper) bezigt, dan wanneer hij uit eene stof bestaat, die niet zoo goed geleidt (gelijk b. v. ijzer of lood). — Eindelijk is het goed, teneinde de duurzaamheid van een afleider zooveel mogelijk te verzekeren, daaraan een grootere dikte te geven, dan voor de afleiding der electriciteit vereischt wordt. Het is vooral noodig om nabij en in den grond de geleidende stangen van meer dan genoegzame dikte te nemen, omdat zij daar het lichtst beschadigd worden en aan het gezicht onttrokken zijn. De ontdekking heeft geleerd, dat het noodig is zich van tijd tot tijd van de deugdelijkheid der bliksemafleiders te overtuigen, omdat zij, ingeval

gebreken in de geleiding ontstaan zijn, gevaar kunnen aanbrengen, in plaats van te beveiligen.

Toen, in het jaar 1864, de bliksem te *Parijs* in eene kazerne was geslagen en groote ongelukken had veroorzaakt, ofschoon er een afleider op het gebouw stond, gaf dit aanleiding tot een onderzoek. Daarbij bleek dat niet alleen de afleider dezer kazerne, maar verreweg de meeste afleiders aldaar in een zeer verwaarloosden toestand waren, vooral nabij den grond en daaronder.

Het beveiligend vermogen van een bliksemafleider strekt zich, in het algemeen, des te verder uit, naarmate hij hooger is geplaatst; op uitgestrekte gebouwen moet men intusschen meer dan één plaatsen. Voor zeeschepen is het zelfs noodig iederen mast van een afleider te voorzien. Het is namelijk niet zonder voorbeeld, dat de bliksem in een der masten sloeg, ofschoon de andere van een afleider was voorzien.

De uitvinding der bliksemafleiders zijn wij aan den Amerikaanschen natuurkundige BENJAMIN FRANKLIN verschuldigd. Nadat hij bewezen had, dat de bliksem een electrisch verschijnsel is, kwam hij op het denkbeeld om, op de bovenvermelde wijze, torens, molens, schepen, kruitmagazijnen, enz. voor de schadelijke werking des bliksems te beveiligen.

§ 71.

Even als bij het overspringen der vonken van den conductor eener electriseermachine, wordt ook bij den bliksem een geluid waargenomen, dat men *donder* noemt. Men verklaart het ontstaan daarvan op de volgende wijze: wanneer een bliksemstraal de lucht doorklieft, dan wordt deze laatste, gelijk reeds boven (pag. 265). is opgemerkt, sterk uitgezet; doch even spoedig herstelt zich het evenwicht weder, doordien de omringende lucht plotseling weder toevalt. Hierdoor ontstaat de slag. Volgens deze verklaring zouden wij slechts een enkelen slag, bij elken bliksemstraal moeten hooren, terwijl, integendeel; altijd meerdere achter elkander worden waargenomen, wat men het *rollen des donders* noemt. Tot het ontstaan van die herhaalde geluiden, werken onderscheiden oorzaken mede: vooreerst is het bekend, dat, bij het afvuren van een stuk geschut, dikwijls een dergelijk rollend geluid wordt waargenomen, dat klaarblijkelijk aan terugkaatsingen of echo's moet worden toegeschreven. Op gelijke wijze kan ook de donder, door bergen, bosschen, wolken enz. worden teruggekaatst. Ten tweede hebben de bliksemstralen veelal een gekronkelden loop, en, dewijl het geluid een zekeren tijd behoeft, om

zich van de eene plaats naar de andere voort te planten, zal geluid, dat op de verschillende deelen van den weg des bliksems ontstaan is, niet te gelijker tijd het oor van den waarnemer treffen, maar achtereenvolgend tot hem komen en hem dus verschillende, opéénvolgende slagen doen hooren. Behalve de beide aangevoerde oorzaken, kunnen er nog meerdere zijn, die tot het rollen des donders bijdragen: zoo weten wij b. v. dat het geluid niet slechts door de lucht, maar ook door vaste lichamen en vloeistoffen wordt voortgeplant, en het is moeilijk te bepalen welk aandeel de vaste grond heeft in de voortplanting van het geluid. Dat de donder in sommige gevallen zelfs door het water wordt voortgeplant, kan uit de volgende zeer opmerkelijke waarneming blijken: een bloedverwant van de beroemde Engelsche schrijfster MARY SOMMERVILLE, vischte, op eenen zeer warmen dag, in de *Tweed*, en legde zich op het gras neder, om te rusten. Tot zijne verwondering hoorde hij herhaalde malen donderslagen, terwijl geen wolk aan den hemel te zien was. Twee uren later kwamen eenige wolken opzetten en na den middag kwam een onweder op. Het geluid was door de rivier stroomafwaarts voortgeplant.

Ofschoon de hier opgegeven oorzaken veel tot het rollen van den donder kunnen bijdragen, zijn zij toch nog niet geheel voldoende. Door den bekenden Engelschen natuurkundige TYNDALL zijn, voor eenige jaren, proeven genomen aangaande den afstand waarop men, op zee, het afvuren van een zelfde stuk geschut, dat aan den wal stond, kon hooren. Die afstand verschilde van 3 tot 20,5 kilometers. In het eerste geval was het stil, helder en zeer heet, zoodat eene sterke uitdamping van de zeeoppervlakte plaats had; in het tweede had men dikke mist en het geluid ging tegen den wind in. Uit deze en vele andere proeven en waarnemingen besluit TYNDALL, dat het geluid beter door homogene lucht wordt voortgeplant, dan door lucht, die in dichtheid, watergehalte, enz. afwisselt. Aldus kunnen zelfs terugkaatsingen en brekingen plaats hebben zonder dat de oorzaken jaarvan in het oog loopen. Door prof. OSBORNE REYNOLDS zijn mede proeven genomen aangaande de voortplanting van het geluid. Daaruit is gebleken dat de geluidgolven zich, bij wind, niet rechtlijnig voortplanten, maar aan de zijde, waarheen de wind gaat, benedenwaarts worden gebogen, en den grond bereiken; in de tegengestelde richting worden zij echter opwaarts gebogen. Uit dit alles blijkt, dat geene eenvoudige verklaring van het rollen des donders is te geven. Dat geene vaste lichamen — zooals bergen, bosschen enz. — noodig zijn, om dat rollen te veroorzaken, blijkt onder anderen op zee: want daar rolt de donder, even als op het land.

Men kan den afstand van eene donderbui ten naastenbij bepalen, door den tijd waar te nemen, die verloopt, tusschen het oogenblik, dat men den bliksem ziet en dat, waarop men den slag hoort. De snelheid, waarmede het licht zich voortplant, is zoo verbazend groot, dat men het er voor kan houden, dat wij het licht zien, op het oogenblik zelf, waarin de bliksem de lucht doorklieft. Het geluid daarentegen doorloopt in ééne seconde (in een rond getal) 333 meters. Verloopen er dus tusschen het oogenblik, waarop men het licht ziet, en dat, waarop men den slag hoort, 8 seconden, dan zal ook de donder op $8 \times 333 = 2664$ meters afstands ontstaan zijn, dat is: op nagenoeg een half uur gaans ¹⁾. Het verdient ook zeer de opmerking, dat, hoe hevig de donderslagen ook mogen wezen — zoodat men ze zelfs wel met het afvuren van zwaar geschut vergelijkt — zij echter nooit op zeer groote afstanden gehoord worden. Zelden hoort men donder op meer dan drie, of hoogstens vier uren gaans afstand, terwijl men het gebulder der kanonnen, onder daartoe gunstige omstandigheden, dikwijls wel op zesmalen grooteren afstand gehoord heeft.

Het verdient ook opmerking dat men dikwijls, wanneer de bliksem in de nabijheid neerschiet, een krakend geluid hoort, terwijl het daarna volgend rollen des donders steeds een zeer lagen toon heeft. Slechts enkele malen heb ik, in bergachtige streken, waargenomen, dat dit krakend geluid door een lagen toon werd voorafgegaan en vervolgens met een lagen toon voortrolde.

Het gebeurt somtijds, ofschoon zeldzaam, dat men bliksem ziet, zonder dat donder gehoord wordt. Bij eene zoodanige waarneming waren geene wolken aan den hemel, behalve eene enkele, boven de plaats der waarneming; boven deze schitterden, meer dan één uur lang, vele bliksemstralen, zonder dat men donder vernam. De wolk scheen niet zoo hoog te zijn, dat men geen donder zou gehoord hebben, indien deze den bliksem vergezeld had.

§ 72.

Een verschijnsel, dat met het laatst behandelde in een nauw verband staat, is het *weerlicht*. Het is van tweeërlei aard: uit wolken, die zich nabij den horizon bevinden, neemt men namelijk, na een warmen, zo-

¹⁾ Het is wel betwijfeld, of de donder zich met de gewoonlijk voor het geluid aangenomen snelheid zou voortplanten; volgens proeven van KÖNIG planten lage toonen zich sneller voort dan hooge, dus waarschijnlijk ook de donder.

merdag dikwijls een lichtverschijnsel waar, als van den bliksem, zonder echter donder te hooren. In de meeste gevallen zijn dit werkelijke bliksemstralen, die uit eene donderbui voortkomen, doch die te ver verwijderd zijn, om den donder te kunnen hooren. Onderzoekt men later, op de plaatsen, die in de richting gelegen zijn, waarin men zoodanig weerlicht heeft waargenomen, hoe de gesteldheid van het weder was, op den tijd, toen men het weerlicht heeft gezien, dan verneemt men steeds dat een onweer heeft plaats gehad.

Somtijds neemt men, bij een volkomen helderen hemel, plotselinge lichtverschijnselen, in de nabijheid van den horizon, waar en wel meestal, na zonsondergang, op een warmen dag. Deze ontstaan niet door onweersbuien, maar zijn ook waarschijnlijk aan de electriciteit haren oorsprong verschuldigd. Wellicht ontlaadt zij zich hierbij naar de hoogere streken van den dampkring, waar de lucht, veel ijler is en minder weerstand aan de electriciteit biedt.

Het bliksemlicht kan, onder gunstige omstandigheden, op zeer groote afstanden worden waargenomen. Onderzoekingen dienaangaande hebben mij geleerd, dat, indien een bliksemstraal zich, bij nacht, boven het midden van ons land vertoont, dit aan alle zijden, ja zelfs tot buiten de grenzen zichtbaar is, als weerlicht.

Een ander verschijnsel, dat alsmede door de electriciteit des dampkrings ontstaat, is het *St.-Elms-vuur*. Wanneer het duister is en de lucht met zware wolken is bedekt, dan vertoont het zich, als lichtende bundels, die met een zacht, sissend of krakend geruisch vergezeld gaan, aan verhevene voorwerpen, die in punten of scherpe kanten uitloopen, zooals torenspitsen, masten of raas van schepen, boomtoppen en dergelijke; somtijds vertoont het zich aan lansen en geweren van soldaten, vooral wanneer zij zich, bij stormachtig weder, op eene vlakte bevinden; men heeft het zelfs aan de ooren der paarden gezien. Daar het *St.-Elms-vuur* slechts flauw licht geeft, kan het alleen bij nacht worden waargenomen; ongetwijfeld heeft het ook bij dag plaats. Op hooge bergtoppen is het, bij het overtrekken van onweders, meermalen in hooge mate waargenomen; zoo b. v. deelde Dr. MORITZ mij mede, dat toen hij zich, bij het beklimmen van den *Ararat*, in eene donder- en hagelbui bevond, op de uiteinden van zijn bril lichtpluimen waren te zien; de metalen knopen der officieren die hem vergezelden waren mede lichtend. — HENRI DE SAUSSURE vond, op den top van de *Piz-Surleij*, in *Engadin*, in *Zwitserland*, de uitstrooming der electriciteit zoo sterk, dat zijn alpenstok, en die van zijne beide medereizigers er van trilden en een geluid gaven als van het dusgenoemde zingen van het water, in een ketel, voordat het kookt. Dit ver-

schijnsel ontstaat wanneer wolken, die sterk met electriciteit bedeeld zijn, laag boven de oppervlakte der aarde drijven. Zooals wij reeds vroeger zagen, worden dan de voorwerpen, die zich daaronder bevinden, door haar invloed, sterk geëlectriseerd en wel zoodanig, dat hunne electriciteit tegengesteld aan die der wolk is, terwijl de gelijknamige in de aarde wordt teruggestooten. De electriciteit, die aan die der wolk tegenovergesteld is, stroomt dan, in de gedaante van lichtbundels, naar de wolk. De uitstrooming van positieve electriciteit heeft namelijk in den vorm van bundels plaats; bij die der negatieve is het meer een glimmen der punten of kanten, van de voorwerpen, waaruit de uitstrooming geschiedt. Op een kleine schaal kunnen wij die verschijnselen ook bij proeven met de electriseermachine waarnemen. — Het lichten van regendroppels en sneeuwvlokken, dat bij stormachtig weder somtijds is waargenomen, moet mede aan de electriciteit worden toegeschreven.

Vroeger (bladz. 258) is reeds opgemerkt, dat wij de gewone electrische spanning van den dampkring, zooals die altijd kan worden waargenomen, moeten onderscheiden van de sterke ontwikkeling dezer kracht, bij onweder. Ook is gewezen op de bron, waaruit waarschijnlijk de eerstgemelde voortvloeit. Aangaande de oorzaak van de sterke electriciteit, bij onweder, is slechts weinig met zekerheid bekend. Daarenboven zijn weinig waarnemingen verricht, zelfs aangaande den gewonen electrischen toestand des dampkrings. Sedert eenige jaren is echter onze kennis aangaande de geographische verbreiding der onweders — vooral op den oceaan — aanmerkelijk uitgebreid: en wel door het bijeenbrengen der gegevens, die in de journalen der schepen zijn bevat. Wij zullen aangaande die verbreiding eenige hoofdtrekken mededeelen:

In zeer hooge breedten zijn onweders zeldzaam: in *Groenland* heeft men in zes jaren nauwelijks éénmaal onweder. De noordelijkste onweders vindt men op 71° Noorderbreedte, aan de *Noordkaap*: en wel in zachte winters en warme zomers. — Langs de Aziatische kusten der *IJsee* komen, in den zomer, ook nu en dan onweders voor. — Op *IJsland* en in het Noordwesten van *Schotland* zijn de onweders het menigvuldigst in den winter; op *IJsland* komt zelfs, gemiddeld, meer dan één onweder in Januari voor, terwijl de zomer er geen heeft; op de westkust van *Noorwegen* is de bliksem 's winters meermalen in kerken en hooge gebouwen geslagen. — In de groote vlakte, die door *Midden-Europa* gaat (bladz. 54) en in het bergland, dat deze vlakte ten zuiden begrenst, zijn de onweders het menigvuldigst in den zomer. In het vlakke land nemen zij echter, van de kusten naar het binnenland, in aantal af, zoodat zij gemiddeld van 10 tot 20 malen 's jaars voorkomen. In de bergachtige

streken en op de hoogvlakten zijn zij menigvuldiger. In *Zuid-Duitschland* is het gemiddeld aantal jaarlijks van 20 tot 24, te *Petersburg* en *Moskou* 17, te *Stokholm* 8, te *Bergen* 6. — In *Peru* zijn de onweders zoo zeldzaam, dat men te *Lima* zegt, dat in drie eeuwen slechts driemaal donder is gehoord! — Ook in *Zuid-Californië* zijn onweders zeer zeldzaam, maar daarentegen in de *Sierra-Nevada* allerhevigst. In de pasaatstreken, zoowel van den *Atlantischen-* als van den *Grooten-Oceaan*, zijn, zooals wij (pag. 195) zagen, onweders zeldzaam. In bergachtige streken bestaat, op plaatsen, die niet ver van elkander verwijderd zijn, een groot verschil in het aantal onweders. — Op het eiland *Corfu* zijn de onweders in den herfst en in den winter het menigvuldigst, het jaarlijks gemiddeld aantal bedraagt 34; in *Griekenland* is het 40. — Langs den oostelijken zoom van den *Golfstream* zijn de onweders zeer menigvuldig, ook in den Stiltegordel is dit het geval: daar gaan zij steeds van geweldige regenvlagen vergezeld. Op het eilandje *Desima*, bij *Nagasaki*, bedraagt het gemiddeld aantal onweders in het jaar 6; te *Padang* 49; te *Banjer-massin* 54; te *Banjoewangie* 106; te *Palembang* 118; te *Buitenzorg*, bij *Batavia*, 167. — In *Abyssinië* heeft men, volgens zesjarige waarnemingen, jaarlijks gemiddeld 423 onweders, die op 216 dagen vallen. Gemiddeld komen er dus twee daags voor; eenmaal had men er zelfs 16 op éénen dag!

Van de omstandigheden, waaronder het onweder ontstaat, en van de voorwaarden, die hiertoe vereischt worden is ons weinig bekend. Er zijn echter redenen, om het ontstaan daarvan aan de ontmoeting en vermenging van luchtstroomen toe te schrijven, die verschillend van temperatuur, watergehalte of electrischen toestand zijn. Onder de redenen daarvoor kan het volgende dienen:

Vooreerst zien wij, in onze streken, meestal, dat de windrichting na een onweder veranderd en de temperatuur gedaald is; een bewijs, dat een luchtstroom door een anderen is verdrongen.

Ten tweede zijn de onweders zeer menigvuldig in den stiltegordel (pag. 195) en elders, waar luchtstroomen, van verschillende zijden, elkander ontmoeten en bekampen.

Ten derde gaat de kentering der moesons (pag. 202) steeds met zware onweders gepaard. Hier heeft dan mede een verdringen van den eenen luchtstroom door den anderen plaats.

Ten vierde, langs den oostelijken zoom van den *Golfstream* (pag. 136) zijn de onweders zeer menigvuldig; dat is: ter plaatse, waar luchtstroomen, van verschillende temperatuur en vochtigheidsgehalte, elkander gedurig ontmoeten. — Evenzoo is dit het geval in bergachtige streken

op plaatsen, waar de strekking der gebergten daartoe aanleiding geeft.

Ten vijfde: in de passaatstreken (pag. 195) en overal elders, waar zoodanige ontmoeting niet plaats heeft, zijn onweders zeldzaam of komen in het geheel niet voor.

Wij hebben vroeger (bladz. 260) gezien, dat hoogstwaarschijnlijk de waterdamp de voornaamste drager der dampkrings-electriciteit is. Indien dus, bij de ontmoeting en vermenging van luchtstroomen, eene verhooging of verlaging van temperatuur plaats heeft, dan moet ook de electricische spanning van dampmassa's of wolken, af- of toenemen: terwijl zij, bij de verdichting, zeer sterk zal moeten worden. Dat, bij de verdichting van waterdamp, werkelijk electriciteit vrij wordt, is mij, door rechtstreeksche proeven, gebleken. Het ontstaan van sterke electricische verschijnselen, zooals de bliksem, bij sterken en snellen neerslag van waterdampen, (regen, sneeuw, hagel) volgt hieruit noodwendig. Daar echter de omstandigheden, waaronder dit plaats heeft, zeer kunnen verschillen, behoeft omgekeerd iedere sterke neerslag niet van onweer vergezeld te zijn. Dat hierbij echter bijna altijd electriciteits-ontwikkeling plaats heeft, blijkt — zooals wij reeds vroeger (bladz. 243) zagen — hieruit, dat regen, sneeuw en hagel altijd electricisch zijn. De electriciteit is dus niet de eerste oorzaak van het onweder, maar de verandering van den toestand der waterdampen in de lucht, ten gevolge van de verandering der warmte.

De verdeling der onweders in de jaargetijden is in onderscheidene streken zeer verschillend. Aan de westkust *Noorwegen* en van *Noord-Amerika* en aan de oostkusten der *Adriatische zee* vallen zij bijna uitsluitend in den winter.

§ 73.

De toestanden en verschijnselen van den dampkring, die wij tot nu toe hebben beschouwd, zooals barometerstand, temperatuur, bewolking, regen, enz., hangen, in meerdere of mindere mate, met elkander te zamen en eenige zijn geheel van elkander afhankelijk; vooral is dit het geval met de wijze, waarop zij elkander opvolgen. Het is hoogst moeielijk, om die onderlinge afhankelijkheid, in het algemeen, aan te wijzen, dewijl de ligging en plaatselijke omstandigheden daarbij zulk een belangrijken invloed uitoefenen: aan de westkusten van *Europa* b. v. zijn de westen- en zuidwesten-winden die, waarbij de grootste hoeveelheid regen valt, terwijl dat, bij oosten- en noordoosten wind veel minder het geval is. De noordelijke winden brengen overal in het noordelijk halfond koude, de zuidelijke daarentegen warmte aan. — Aan de oostkust van *Noord-Amerika*

zijn de verhoudingen, bij dezelfde winden, geheel anders. De oostenwind brengt daar den meesten regen aan: omdat die over den *Atlantischen Oceaan* is gestreken, terwijl de westenwind aldaar integendeel droog is. — Aan de westkust van *Zuid-Amerika* brengen de noordenwinden warmte aan, omdat zij daar van den evenaar komen, de zuidenwinden daarentegen, als polaire stroomen, koude. Evenzoo is de barometerstand, vochtigheid der lucht, enz. grootendeels afhankelijk van de windrichting, in betrekking tot de ligging en de plaatselijke omstandigheden.

Om dus het klimaat eener plaats of streek goed te leeren kennen, moet men de toestanden van den dampkring, in verband met de windrichtingen, beschouwen. Ten einde daartoe te geraken heeft men de dusgenoemde *windrozen* ingevoerd. Een enkel voorbeeld moge het doel daarvan ophelderden; wij nemen daartoe windrozen van ons land.

Barometrische windroos. Indien men de barometerstanden nagaat, die bij het heerschen van verschillende winden worden waargenomen, dan vindt men daarin een groot onderscheid: berekent men namelijk, uit veeljarige waarnemingen, welke de gemiddelde barometerstand is, bij noordenwind, welke bij noord-noordoostenwind, welke bij noordoostenwind enz., dan verkrijgt men eene reeks van zestien getallen, die men de barometrische windroos noemt.

De polaire stroomen voeren ons, in het algemeen, lucht toe van groote dichtheid, en van daar dat de barometer, tijdens het heerschen daarvan, het hoogst staat. Het maximum valt daarom bij noordoosten wind. Loopt de wind echter naar de eene of andere zijde om, dan daalt, in het algemeen, het kwik in de barometerbuis. Bij het heerschen van equatoriale stroomen, wordt ons warme en dus lichtere lucht aangevoerd, de barometer daalt daarbij, zoodat er een minimum valt bij zuiden en zuid-zuidwesten winden. Voor andere streken is die gang van den barometer, zoo als licht is in te zien, weder anders. Die gang blijft ook, voor dezelfde plaats, in den loop van het jaar, niet dezelfde.

Thermische windroos. Rangschikt men, even zoo als voor den barometer is opgegeven, de temperaturen, die bij het heerschen van verschillende winden zijn waargenomen, en berekent men daaruit den gemiddelden thermometerstand voor iederen wind, dan verkrijgt men evenoo eene reeks van zestien getallen die men de thermische windroos noemt. De invloed, dien de windstreek op de temperatuur uitoefent, is echter niet in alle jaargetijden dezelfde: in Januari b. v. voert de oostenwind ons lucht toe, die over de sterk afgekoelde landen van het Oosten van *Europa* heeft gestreken, en de temperatuur daalt dus, bij het heerschen van dien wind, meestal tot een minimum. Het maximum valt in

die maand echter bij zuidwesten en west-zuidwesten wind, want de zee, waarover de wind strijkt, voordat hij bij ons aankomt, is zelfs in Januari nog niet sterk afgekoeld, wegens de groote warmte-capaciteit van het water (zie pag 141). — In Juli en Augustus brengt de oostenwind ons daartegen de grootste warmte aan: omdat het Oosten van *Europa* dan sterk verwarmd is; de westen- en vooral de noordwesten winden zijn dan het koelst: want zij voeren ons lucht toe, die over de zee heeft gestreken en de temperatuur van het zeewater is dan lager dan die van het land ten oosten en zuidoosten van ons.

Deze beide voorbeelden zullen voldoende zijn, om te doen zien, wat men door windrozen verstaat en hoe men die, voor verschillende toestanden en verschijnselen in den dampkring, voor eene plaats kan berekenen, indien men veeljarige waarnemingen heeft. Wij kunnen hieromtrent in geene verdere bijzonderheden treden, maar merken alleen nog op, dat men windrozen heeft voor de bewolking, de windkracht, den regen, de dampdrukking, de betrekkelijke vochtigheid enz.

§ 74.

Wij zouden hier de beschouwing van de verschijnselen in den dampkring kunnen eindigen. Er zijn echter nog een paar zaken, die wel is waar niet rechtstreeks daartoe behooren, maar toch hier nog kortelijk dienen vermeld te worden: namelijk de *dwaallichten* en de *hei- of veenrook*.

Op sommige plaatsen: vooral op kerkhoven, slagvelden en in moerassige streken, ziet men somtijds, des avonds of bij nacht, vlammen, van onderscheidene grootte, die op een kleinen afstand boven den grond zweven. Wanneer men ze snel nadert, dan verwijderen zij zich en schijnen weg te vluchten, terwijl zij dikwijls iemand volgen, wanneer hij ze tracht te ontwijken. Somtijds verdwijnen zij plotseling en komen, na eenigen tijd, weder op een andere plaats, te voorschijn. Een wandelaar, die zulke vlammen voor lichten aanziet, welke in verwijderde woningen branden, zal dus, hierop afgaande, van den weg afdwalen en van daar wellicht dat men deze verschijnselen *dwaallichten* noemt. Zij komen het menigvuldigst in warme streken voor.

De verklaring van het ontstaan van deze dwaallichten levert nog eenige moeielijkheden op, omdat ze slechts zelden door natuurkundigen zijn gezien en onderzocht. Indien wij naar eene verklaring van het verschijnsel zoeken, die aan den tegenwoordigen staat onzer kennis der natuur- en scheikunde voldoet, dan blijft niets anders over, dan aan te nemen

dat de dwaallichten uit een gas ontstaan, dat van zelf in de dampkringslucht ontvlamt. Zoodanig gas kan werkelijk worden bereid: namelijk phosphor-waterstofgas. Iedere bel van dit gas, die in de lucht komt, ontbrandt aanstonds met eene heldere vlam, waarbij tegelijk een fraai kringvormig dampwolkje ontstaat. Het is echter niet door proeven uitgemaakt dat de dwaallichten uit dit gas ontstaan. Van de drie verbindingen, die wij kennen, van phosphorus met waterstofgas, is er eene die vloeibaar en zeer vluchtig is; met de lucht in aanraking komende, brandt zij, met eene zeer schitterende vlam. Het minste spoor, dat van dit lichaam in brandbare gassen voorhanden is, deelt daaraan de eigenschap mede, om aan de lucht van zelf te ontvlammen. In de hersenen en zenuwen van den mensch en de dieren, in de meeste vochten van het dierlijk organisme, in de beenderen, benevens in de planten, komen verbindingen van phosphorus of phosphorzure zouten voor; door de langzame ontleding (verrotting) dezer zelfstandigheden in de vochtige aarde, kunnen verbindingen van phosphorus met waterstof ontstaan en daaronder ook de zelfontvlambare verbinding. Is deze nu met andere brandbare gassen vermengd en vinden deze gelegenheid, door openingen of scheuren in den grond, in den dampkring te ontsnappen, dan zullen zij ontbranden en plotseling het zwervende licht voortbrengen, dat wij dwaallicht noemen.

Brandbare gassen — o. a. het moerasgas of methan — ontstaan bij de ontleding van plantaardige zelfstandigheden, in vochtige gronden, of onder water. Indien dus zoodanig brandbaar gas slechts een spoor van de vermelde verbinding van phosphorus en waterstof bevat, dan wordt het aan de lucht ontvlambaar en zal dus aanleiding tot het ontstaan van dwaallichten kunnen geven.

Het gebeurt, vooral in ons land, niet zelden, in de maanden Mei en Juni, dat de heldere hemel vrij plotseling met eene soort van damp of nevel wordt bedekt, zoodat die een vuil, geelachtig aanzien verkrijgt. Deze nevel is somtijds zoo sterk dat, zelfs op het midden van den dag, de zon als een glanslooze bol verschijnt, en men haar zonder hinder met het bloote oog kan beschouwen. Verwijderde voorwerpen vertoonen zich dan veelal zeer onduidelijk en als in nevel gehuld, of men kan ze in het geheel niet onderscheiden: terwijl zich tevens een eigenaardige reuk verspreidt, als van het verbranden van hout, op verren afstand. Dit verschijnsel, dat algemeen onder den naam van *hei-* of *veenrook* bekend is, vertoont zich somtijds over een groote uitgebreidheid. Het menigvuldigst komt

het echter in het noordwestelijk gedeelte van *Duitschland* en in ons vaderland voor.

Dit verschijnsel ontstaat, zooals zijn naam reeds aanduidt, bij het verbranden van heide en van de bovenlaag van moerassen, somtijds ook door boschbranden. Men pleegt namelijk in ons land in de lente groote stukken heidegrond in brand te steken, om daarna boekweit daarop te zaaïen, welk gewas op zoodanigen bodem bijzonder goed tiert. Ook in het noordwestelijk gedeelte van *Duitschland*, is deze wijze van bereiding der gronden in gebruik en van daar dat men de heirook in het midden en in de zuidelijke streken van ons land alleen bij oosten- en noord-oostenwinden waarneemt.

Ofschoon deze verklaring van het verschijnsel, dat wij hei- of veen-roek noemen, zeer eenvoudig en natuurlijk is, is die toch vroeger aan veel tegenspraak onderworpen geweest. Men heeft echter, reeds sedert verscheidene jaren, door zorgvuldige onderzoekingen uitgemaakt, dat dit verschijnsel volkomen op de gegeven wijze kan verklaard worden en de verbreiding daarvan, in verband met de heerschende winden, over een groot gedeelte van *Europa* kan worden nagespoord, zoodat deze zaak als uitgemaakt moet worden beschouwd.

Een ander, hiermede verwant verschijnsel, waaraan men den naam van *droge nevel* geeft, verdient hier nog vermelding. In het jaar 1783 had dit zulk eene uitgebreidheid, dat het niet alleen in *Europa*, maar zelfs in een groot gedeelte van *Azië* werd waargenomen. — Droge nevel kan ook ontstaan door vulkanische uitbarstingen, waarbij de fijnste aschdeeltjes zeer hoog worden opgedreven en verspreid (zie pag. 69). Zoo werd b. v. de asch van den *Vesuvius*, in het jaar 79 van onze jaartelling, tot in *Egypte* gevoerd. *Von Humboldt* nam in *Mexico* een drogen nevel waar, die zoo dicht was, dat men, op 5 meters afstand niets kon onderscheiden.

VIJFDE HOOFDSTUK.

DE VERSCHIJNSELEN, DIE ONTSTAAN DOOR HET UIT DEN
DAMPKRING NEDERGEVALLEN WATER.

§ 75.

Het water, dat, in den toestand van dauw, regen, sneeuw, hagel, enz., uit den dampkring is nedergevalLEN, volgt zeer verschillende wegen: een groot gedeelte valt in zee en vermengt zich weldra met het zee-water. Veel minder valt op de oppervlakte van het land en, naar den aard en de helling van den grond, ontstaan daaruit verschijnselen, die het onderwerp van dit hoofdstuk uitmaken.

In een lossen, zandigen, bodem, zakt het water weldra weg en onttrekt zich, in de diepte, aan onze nasporingen. Op een rotsigen, min of meer hellenden bodem vloeit het naar steeds lager en lager liggende streken, verzamelt zich en vormt aldus beken, bergstroomen, rivieren, stroomen en meren. Evenzoo gaat het met de sneeuw en den hagel, die, in de gematigde streken, den grond bereikt; na korteren of langeren tijd smelt zij door de zonnearmte en volgt denzelfden weg als de regen. In de poolstreken moge de sneeuw langer blijven liggen, doch ook daar doet de zonnearmte haar ten deele smelten, of zij wordt door de ijsschotsen naar meer gematigde streken gevoerd. Eindelijk wordt een gedeelte van het uit den dampkring nedergevalLEN water door de planten en dieren opgenomen, en, deels weder in den dampkring gevoerd, of aan de aardoppervlakte terug gegeven.

Reeds vroeger (§ 48) zagen wij wat door de sneeuwrens of de grens der eeuwijdurende sneeuw moet verstaan worden; de sneeuw, die op de bergtoppen valt, die zich boven deze grens verheffen, zal daar nimmer smelten. Door de voortdurende ophooping, zijn daar dus geweldige ijs- en sneeuwmassa's ontstaan, die, door hare eigene zwaarte, deels langzaam naar de dalen afzakken, deels, als vervaarlijke massa's, naar bene-

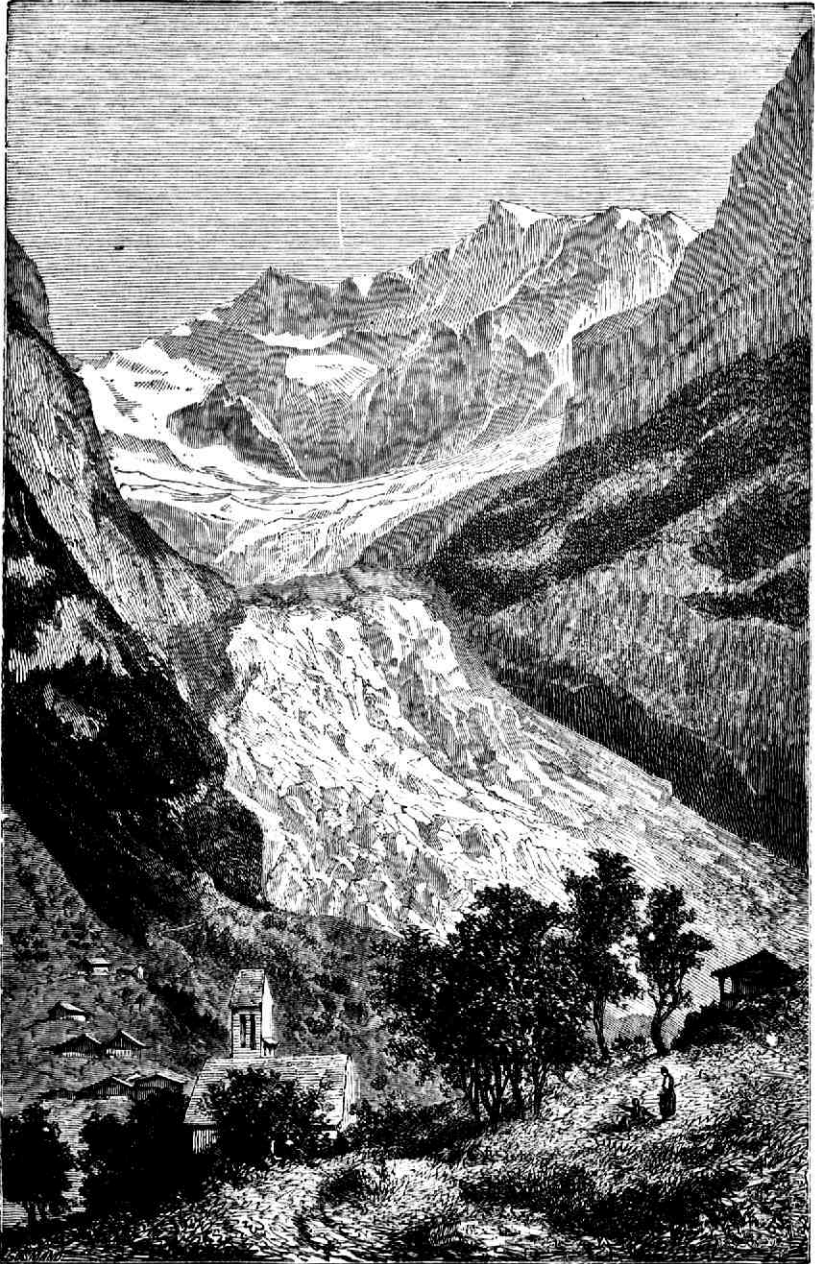
den rollen. Deze verzamelingen van sneeuw en ijs, op de hellingen der bergen noemt men in *Zwitserland* en elders: *gletschers* (*glaciers*), in *Tyrol*: *Ferner* wij zouden ze met den naam van *bergijsvelden* kunnen bestempelen.

§ 76.

Wanneer men de bergtoppen, die met eeuwige sneeuw bedekt zijn, uit de verte ziet, dan vertoonen zij zich met eene zeer zachtblauwe kleur, als die der lucht, of als zeer verwijderde wolken, doch zij zijn hiervan scherp afgescheiden. Daar de sneeuw en het ijs, waaruit zij bestaan, alleen op hellingen kan blijven liggen, die niet te steil zijn, vertoonen de rotswanden die meer dan 45° helling hebben, zelfs in de hoogste gebergten, geene samenhangende sneeuw-, of ijs-bedekking, ofschoon deze grens niet met juistheid is aan te geven. Het hoogste gedeelte der gletschers bestaat uit losse sneeuw, lager gaat zij in eene korrelige massa van sneeuw-ijs over, die min of meer doorschijnend is. Nog lager is deze massa nog meer samengepakt en het benedenste gedeelte der gletschers bestaat uit eene zeer vaste ijsmassa. De verschillende toestanden van de onderscheidene gedeelten der gletschers, waarbij een langzame overgang plaats heeft, verklaart men uit de aanwezigheid van water, dat door smelting aan de oppervlakte ontstaat en in de sneeuwmassa gedrongen is en door de samendrukking, die de hooger gelegen gedeelten op de lagere uitoefenen. De lucht wordt daarbij gedeeltelijk uitgedreven en het onderste gedeelte is, onder sterke drukking, in eene broze ijsmassa veranderd. Het is bekend dat er eenige weinige lichamen zijn die zich bij het vastworden uitzetten, namelijk: water, ijzer, bismuth en zilver, welke omgekeerd, bij het smelten, een kleiner volumen innemen. Door THOMSON en CLAUDIUS is, op theoretische gronden, aangetoond en later door MOUSSON proefondervindelijk bewezen, dat, door drukking, het smeltpunt dezer lichamen — meer bepaald van ijs — wordt verlaagd (zie pag. 147). Hieruit volgt dat ijs, door genoegzame drukking, beneden het vriespunt, vloeibaar kan worden, en weer tot den vasten staat kan terugkeeren, indien de drukking ophoudt. In dien vloeibaren toestand verkeert het ijs (bij eene temperatuur die laag genoeg is, om anders vast te zijn) in een staat van *oversmelting* (pag. 146) ten gevolge van drukking.

Waar dus, in hooge gebergten, uitgestrekte sneeuwvelden zijn en deze, door de groote massa ergens gelegenheid vinden om benedenwaarts in een dal af te zakken, daar zullen zich meestal gletschers vormen, die den bodem van het dal bedekken. De gletschers volgen steeds het laagste ge-

deelte van het dal; zij bewegen zich over zijne oneffenheden en worden



Beneden-gletscher van Grindelwald (volgens eene photographie).

breeder en smaller, evenals het dal zelf. Dit zou niet kunnen plaats hebben, indien het ijs onveranderlijk denzelfden vorm behield. Uit proeven van TIJNDALL en TRESKA is echter gebleken dat, indien ijs onder sterke drukking wordt verbrokken, of verbrijzeld en de deelen gedwongen worden een anderen vorm aan te nemen, het gedeeltelijk smelt, terwijl het, bij het ophouden der drukking, weder befrist, zoodat toch eene homogene ijsmassa ontstaat. Dit verschijnsel wordt *herbevestiging* (*regelatatie*) genoemd. Op deze wijze worden de vormveranderingen, die de gletschers bij hunne nederdaling ondergaan, door TIJNDALL verklaard.

De voorgaande figuur vertoont de beneden-gletscher van *Grindelwald* bij *Interlaken* in *Zwitserland*. In dit dal dalen namelijk twee gletschers af, die men boven- en beneden-gletscher noemt.

De gletschers breiden zich zoover, in kloven en dalen benedenwaarts uit, totdat hun onderste gedeelte eene plaats bereikt, waar zij, door de hoogere temperatuur, gesmolten worden. Daar de sneeuw, die aldus, van nabij elkander gelegene bergen, afdalt, zich dikwijls in de lagere streken vereenigt, is de uitgebreidheid der gletschers zeer onderscheiden: sommige hebben slechts eenige honderden vierkante meters oppervlakte; terwijl andere meerdere uren gaans zoowel in de lengte als breedte beslaan. — De dikte van de ijsmassa der gletschers is mede zeer onderscheiden: van sommige bedraagt zij meer dan honderd meters.

De oppervlakte van het ijs der gletschers is meestal ruw en ongelijk weggesmolten. De algemeene vorm der oppervlakte hangt echter af van die des bodems, waarop de gletscher rust. Is deze effen, dan is ook de gletscher vlak; heeft hij groote oneffenheden, of is de helling zeer veranderlijk, dan heeft de ijsmassa van den gletscher ook diepe spleten, die loodrecht op de richting der lengte van het dal loopen en hem het aanzien geven, alsof hij uit tegen elkander geplaatste lagen bestond; dikwijls zijn er ook spleten in de richting van het dal. De breedte van sommige spleten bedraagt slechts weinige centimeters, andere zijn integendeel ware afgronden. De lengte daarvan kan zelfs een half uur gaans bedragen. Is de oppervlakte van een gletscher in de beide vermelde richtingen sterk gespleten, dan ontstaan daardoor oneffenheden die men met pyramiden, kegels en naalden kan vergelijken. Het ontstaan dezer spleten, bij het vanéénscheuren der gletschers, gaat veelal met een donderend gekraak vergezeld, waardoor de stilte in deze onherbergzame streken alleen wordt afgebroken.

Indien men zich in deze spleten laat afdalen, dan vertoont het gletscher-ijs eene prachtig blauwe kleur. Op sommige plaatsen van *Zwitserland*, zooals in het dal van *Grindelwald*, en in den *Rhône-glet-*

scher (§ 80) houdt men opzettelijk gangen in het benedengedeelte der gletschers om, den reizigers gelegenheid te geven daarin te gaan. Het



De Monte-Rosa en zijne gletschers, met eene midden-moraine (naar eene photographie).

gezicht in het binnenste des gletschers in onbeschrijfelijk : van alle zijden straalt daarin, door het ijs heen, een prachtig hemelsblauw licht : men staat als in eene tooverwereld.

Men vindt op de oppervlakte der gletschers eene menigte steenen, die of van de omringende bergwanden zijn nedergestort, of, door de wrijving der gletschers, zijn losgerukt. Veelal liggen zij, vooral aan de lagere deelen der gletschers, in één of meer lange rijen, langs de randen opgehoopt. In *Zwitserland* worden deze steenrijen, *Gandecken* en *moraines* genoemd. Vereenigen zich twee gletschers met elkander, dan zullen ook de steenrijen aan de zijden, die zich vereenigd hebben, ééne enkele uitmaken, die op het midden van den gletscher gelegen is. Deze worden *midden-moraines* genoemd.

De bijgaande plaat, stelt den *Monte-Rosa* (pag. 64) en zijne gletschers voor. Men ziet hier ter wederzijde de moraine en, ter plaatse waar zich de twee gletschers vereenigen, de midden-moraine.

Ten gevolge van de langzame nederdaling der gletschers, komen die steenen eindelijk aan het onderste gedeelte, dat in het warme jaargetijde steeds afsmelt. Is dit uiteinde steil en hoog, dan storten de steenen achtereenvolgend van den rand naar beneden, zooals b. v. bij den *Morteratsch-gletscher* in *Engadin*. Helt het ondereinde echter langzaam af, dan dalen ook de steenen langzaam naar beneden. Door den voortdurenden aanvoer van steenen naar het benedengedeelte der gletschers, zijn, dwars door de dalen, steendammen of *eindmoraines* (*Endgandecken*) ontstaan, die op vele plaatsen eene groote uitgebreidheid hebben. Deze steendammen zijn, zooals licht is in te zien, veel aanzienlijker dan de eerstgemelde steenrijen.

Hier en daar ziet men op de gletschers groote steenen, die, in het midden, op een ijskolom rusten en *Gletschertafels* genoemd worden. Zij ontstaan doordien het ijs, onder den steen, aan de rechtstreeksche werking der zonnestralen onttrokken is en dus minder spoedig smelt dan het omringende. Na eenigen tijd komt dus een steen, die op het ijs gevallen is, op eene ijskolom te liggen, die langzamerhand hooger wordt, totdat het ijs zoover is afgesmolten, dat het zijn last niet langer kan dragen.

§ 77.

Wij hebben reeds (pag. 281) gezien, dat het ijs, waaruit de gletschers bestaan, niet met dat onzer binnenwateren overeenkomt, maar dat het uit eene lossere massa bestaat, die hier en daar, vooral in het bovenste gedeelte, met water is doordrongen en bovendien nog vrij veel

lucht bevat. Daar de gletschers uit sneeuw, die boven de sneeuwrens gevallen is, hunnen oorsprong nemen en ver beneden deze grens in de valleien afzakken, waar zij, voornamelijk in de zomermaanden, door de warmte aanmerkelijk afsmelten, kan men nagaan dat hare massa niet in rust is, maar zich langzaam naar beneden beweegt. Deze beweging is een gevolg van de drukking, die ieder hooger gelegen deel op het aangrenzend lager gelegene uitoefent. In de hoogere deelen, waar de gletscher uit sneeuw bestaat, wordt deze samengeperst en die samendrukking wordt steeds sterker naar het ondereinde van den gletscher, zoodat ook het ijs in dezelfde mate vaster wordt. Ofschoon het ijs der gletschers even bros en brokkelig is als gewoon ijs, heeft toch de voortgaande beweging veel overeenkomst met die van eene taai-vloeibare massa, zoodat de voortgang in het midden sneller is dan aan de randen. De dwarscheuren worden aan de oppervlakte des te sterker voorwaarts gebogen, naarmate men lager komt. De oppervlakte beweegt zich sneller dan in de diepte. — Aan krommingen beweegt zich het ijs sneller aan de bolle dan aan de holle zijde. — In verengingen van het dal is de beweging sneller dan in verwijdingen.

Bij de voortbeweging der gletschers heeft ongetwijfeld menigvuldige verbreking en verbrokkeling van het ijs plaats, maar ook schier even menigvuldige herbeevriezing (pag. 383).

Volgens de onderzoekingen van GRAD, zou de nederdalende beweging der gletschers niet enkel door de zwaartekracht worden veroorzaakt, maar ook door het bevrozen van water in de talloze haarfijne spleten, die in de gletschers voorkomen.

De gletschers bewegen zich niet regelmatig: in koude jaren zakken zij dieper in de dalen af, terwijl zij daartegen, in warme en vochtige zomers sneller afsmelten dan zij neerzakken, zoodat het ondereinde terugwilt. Volgens eenige metingen gaan de steenen, die zich op de oppervlakte van sommige gletschers bevinden, in één jaar, van 70 tot 200 meters vooruit, waaruit sommigen hebben afgeleid dat de gletscher evenzoo veel zou nederdalen; dat is echter nog onzeker.

Onder den invloed der zonnestralen, smelt het ijs aan de oppervlakte der gletschers, zelfs ver boven de sneeuwrens sterk af en het daardoor gevormde water stroomt deels naar beneden, deels dringt het in scheuren en spleten en tot zelfs onder den gletscher door. Waar de oppervlakte echter weinig scheuren heeft, vormt dat neerstreamende water beken, en meermalen ontstaan door vereeniging daarvan waterstroomen, die in een zelf gegraven bed vloeien. Ontmoet zulk een waterstroom eene opening of scheur, dan stort hij zich met een donderend geluid daarin

naar beneden en het water is dan aan het oog onttrokken. Men noemt die nederstorting van water *gletschermolens*.

Het gebeurt somtijds dat steenen in een gletschermolen vallen. In sommige gevallen worden zij dan, door den neerdalenden sterken waterstroom, in eene ronddraaiende of malende beweging gebracht. Zij vergruizen het ijs en dringen spoedig tot op het gesteente door, waarop de gletscher rust. Terwijl de steenen steeds kringvormig worden rondgevoerd, boren zij dieper en dieper in het gesteente, doch worden daarbij zelf afgerond, zoodat zij vrij nabij kogelvormig worden. Op deze wijze zijn op vele plaatsen ronde uithollingen in den grond ontstaan, waarvan sommige 3 tot 9 meters middellijn en diepte hebben. Men noemt ze *Gletscherpotten*, *Reuzenketels* ook wel *Draaikolkgaten*. Het spreekt wel van zelf dat men ze niet te zien krijgt, zoolang de gletscher aanwezig is, en wanneer zij later ontdekt worden, dan zijn zij met steengruis en zand gevuld, en indien, dat verwijderd wordt, dan vindt men op den bodem één of meer kogelvormige steenen, somtijds van meer dan één meter middellijn, die, door hunne kringwijze beweging, het gesteente heeft uitgehold en somtijds zelfs in den binnenwand der pot eene schroeflijn heeft gesneden.

Bij de voortschuivende beweging der gletschers, wordt de grond, waarop zij rusten, en de zijwanden van het dal, waarlangs zij schuiven, geheel glad gemaakt, terwijl de steenen, die zich onder en ter zijde in het gletscherijs bevinden, in den gladden bodem en de zijwanden diepe groeven maken. Het spreekt van zelf dat hiervan, evenals van de reuzenketels, niets te zien is, zoolang de gletscher aanwezig is. Alleen bij het sterker afsmelten dan het nederdalen van een gletscher, kunnen deze zichtbaar worden. Men heeft echter op vele plaatsen van *Europa* niet alleen geslepen, kale rotsgronden en wanden met groeven gevonden, zooals in het *Haslidal* in *Zwitserland*, maar ook reuzenketels, waar thans geene gletschers meer zijn, b. v. bij *Lucern* ¹⁾.

Zoo vinden wij de geschiedenis van de vroegere periode der aarde in de steenen gegraveerd en daaruit blijkt dat er eenmaal een tijd was, waarin de gletschers eene veel grootere uitgebreidheid hadden dan thans, welk tijdvak men de *ijs-periode* noemt. Ook in den laatsten tijd zijn vele gletschers in *Zwitserland* sneller afgesmolten dan neergedaald. Zoo was b. v. het uiteinde van den *Rhône-gletscher* (§ 80) — volgens de metingen, in Augustus 1877 door CH. DUFOUR en FOREL gedaan — sedert het jaar 1818 niet minder dan 880 meters teruggeweken.

¹⁾ Zie over Reuzenpotten: Album der natuur 1876 pag. 355.

§ 78.

De gletschers komen niet op alle hooge gebergten voor, al zijn hunne kruinen ook met eeuwige sneeuw bedekt. Het schijnt daarom dat een bijzondere toestand van de bergvormen en het klimaat wordt vereischt, opdat sneeuwvelden in gletschers overgaan. In de poolstreken komen zij het menigvuldigst voor en vele dalen daar zelfs tot aan de oppervlakte der zee af (zie pag. 150). Sommige gletschers van *Groenland* en aan de *Baffins-baai* strekken zich zelfs vele mijlen ver in zee uit en eindigen in loodrechte steilten van meer dan 300 meters hoogte. — Het binnenste van *IJsland* is grootendeels met gletschers bedekt, die zeer schoon zijn, dewijl het ijs, waaruit zij bestaan op eene eigenaardige wijze gespleten is en eene helderblauwe kleur bezit. — De grond van het *Jan-Matjen-eiland* gelijkt naar een bevroren waterval. — Ook op *Spitsbergen* en *Nowaja-Zemlja* worden zij gevonden. Op de *Oostenrijk-Hongaarsche Noordpool-expeditie*, in 1873 en '74, onder WEIJPRECHT en PAIJER, vond men een zeer grooten gletscher op het *Kronprinz-Rudolfsland* (op 82° Noorderbreedte en 61°—63° Westlengte van *Greenwich*) die in zee afdaalde. Men gaf hem den naam *Middendorffs-gletscher*. Ook ten westen van de door hen ontdekte *Austria-Sond* vonden zij een grooten gletscher, die zij *Dove's gletscher* noemden. — In *Noorwegen* komen gletschers in de omstreken van den *Snöhättan* en *Dovre-fjeld* voor. Op den 67sten breedtegraad, strekken zich de gletschers, die van den *Sulitelma* afdalen, tot aan de kusten uit. — Ook in de zuidelijke poollanden worden gletschers aangetroffen: kapitein Ross werd, op 78° Z-Br., het verder zuidwaarts dringen belet, door een loodrecht afgebroken ijswand, van 50 meters hoogte, die de grens uitmaakte van een verbazend grooten gletscher, welke van een hoog gebergte tot in zee afdaalde. Op een geringen afstand van het ijs peilde men 600 meters diepte. Hij vervolgde dezen ijswand over eene lengte van 300 zeemijlen, zonder eene enkele opening te vinden. — In de zuidelijke gematigde streken, dalen slechts de gletschers van *Zuid-Georgië*, van het *Vuurland* en van *Patagonië* tot aan de zeevlakte af. — In de gematigde streken van het noordelijk halfrond komen zij alleen in de hooge gebergten voor. — In *West-Thibet* komen reusachtige gletschers voor: zooals in de westelijke deelen van den *Himalaija* en in het *Mustagh-* en *Kara-Koro-gebergte*. — De gletschers der *Alpen* zijn slechts van den tweeden rang, in vergelijking met die van het westelijk *Himalaija-gebergte*. De dikte van het ijs is, op sommige plaatsen, van honderd tot honderd vijftig meters, terwijl sommige kloven meer dan vijftig meters diep zijn. — Ook

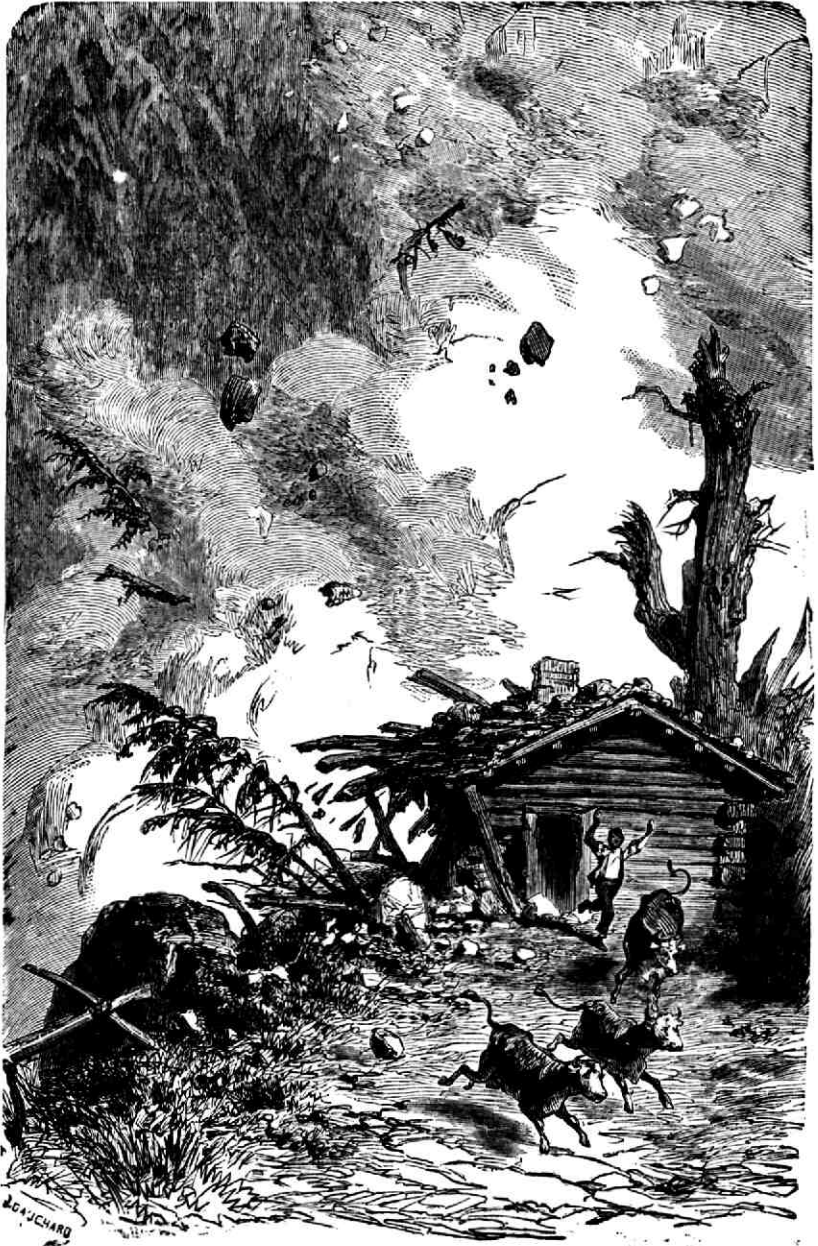
de hooge streken van den *Caucasus* hebben uitgestrekte gletschers: op den *Ararat* schijnt meer vast bevrozen sneeuw — waarin echter, om ze te beklimmen, trappen moeten worden uitgehouwen — dan eigenlijk gletscherijs voor te komen.

De gletschers der *Alpen* nemen eene groote uitgestrektheid in: in de Zwitsersche *Alpen* alleen telt men, van den *Mont-Blanc* tot aan de grenzen van *Tyrol*, 383 gletschers, van welke slechts weinige minder dan één uur gaans lengte hebben; sommige zijn 6 tot 7 uren gaans lang en van $\frac{1}{2}$ tot $\frac{3}{4}$ uur breedte, terwijl zij van 30 tot 200 meters dikte bezitten. De aanzienlijkste gletscher in de *Alpen* is de *Groote Aletsch-gletscher*. De gezamenlijke gletschers van *Zwitserland* beslaan eene oppervlakte van ruim 2096 vierkante kilometers, dat is: meer dan anderhalfmaal die van de provincie *Utrecht* of iets minder dan de oppervlakte der provincie *Groningen*. — In de *Pyreneën* komen kleine gletschers voor, in den omtrek van de hoogste bergmassa, zooals aan de *Maladetta*, de *Montagne d'Or*, de *Mont-Perdu*, *Marboré* en *Vignemale*.

§ 79.

Het gebeurt in de hooge gebergten, die met eeuwigdurende sneeuw bedekt zijn en, in den winter, ook in lagere gebergten zeer dikwijls, dat op de bovenste deelen van de helling des bergs, of wel op een gletscher een gedeelte der sneeuw losraakt en naar beneden rolt, of, langs de helling, naar beneden schuift. De geringste aanleiding, b. v. een vogel, die zich op de sneeuw nederzet, of zelfs een zacht windje, is daartoe somtijds voldoende. Men noemt dit: een *sneeuwval* (*lauwine*, *avalanche*). Valt eene sneeuwmassa van een steilen bergwand naar beneden, dan verdeelt zij zich reeds onder het vallen, en men noemt dit eene *stuiflauwine*. Rolt de sneeuw echter langs de helling van eenen berg af, of schuift zij van de helling naar beneden, dan noemt men zulk een sneeuwval eene *grondlauwine*. Onder het nederrollen hecht zich gedurig meer en meer sneeuw te zamen en de massa verkrijgt, gedurende den val, eene steeds toenemende snelheid. In dezelfde mate als hare massa en snelheid aangroeien, neemt ook haar vermogen toe en eindelijk kan niets aan haar geweld meer weerstand bieden: met pijlsnelle vaart, stort zij, wentelend en schuivend, naar beneden en voert boomen, huizen, rotsblokken en alles, wat zich op haren weg bevindt, met zich, totdat zij, in eene bergkloof stortende, zich zelve verplettert, of, waar ze neerkomt, alles verwoest, ja soms een geheel dorp bedekt. Deze uitwerkselen hangen echter, behalve van de massa en snelheid, ook grootendeels af van den

graad van vastheid der sneeuw, die naar beneden stort en van de hel-



Sneeuwval of Lawine in de Alpen.

ling, waarvan zij afrolt of afschuift. Bij de snelheid, waarmede zoodanige sneeuwvallen voortgaan, drijven zij de lucht met kracht voor zich uit; daardoor ontstaat een luchtstroom of wind, die zoo sterk kan zijn, dat hierdoor menschen, boomen en gebouwen worden omvergeworpen. De ongelukken, die door zoodanige sneeuwvallen veroorzaakt worden, zijn zeer menigvuldig; in sommige jaren zijn zij talrijker dan in andere. De voorgaande houtsnede geeft een voorstelling van een sneeuwval.

De lauwinen komen op sommige plaatsen zeer menigvuldig voor, die men daarom *lauwinen-banen* noemt. Men kan ze gemakkelijk herkennen, doordien ze geheel kaal zijn. Waar de wegen zoodanige lauwinen-banen doorsnijden, moet men uiterst behoedzaam zijn, omdat de geringste aanleiding eene lauwine kan doen nederstorten. Soms tijds doet men daarom eenige geweerschoten, alvorens de lauwinen-baan over te trekken. Op eenige plaatsen in *Zwitserland* heeft men zoogenoemde *beschutgalerijen* aangelegd. Ter plaatse, waar de weg over eene lauwinen-baan loopt, is of een gemetseld gewelf, of eene van boven gedekte galerij, hier en daar van 100 tot 300 en meer meters lengte, van boomstammen gebouwd, zoodat men, zelfs wanneer eene lauwine viel, den weg veilig zou kunnen passeeren. In enkele streken der *Alpen* vallen de lauwinen zeer menigvuldig: op eene wandeling van *Lauterbrunnen*, over den *Wengern-Alp*, naar *Grindelwald*, b. v. hoort men, zelfs in den zomer, gedurig een geluid, als van een verwijderden donder, dat door het vallen van lauwinen van den *Eiger*, *Mönch*, de *Jungfrau* en andere sneeuwbergen wordt veroorzaakt. Deze lauwinen storten zich in het *Trümleten-dal*, een diepe, onbewoonde kloof, die de *Jungfrau* van de *Wengern-Alp* scheidt. Toen ik eens op den *Wengern-Alp* in *Zwitserland* overnachtte, woedde een storm met zware regenvlagen; eensklaps vernam ik een geluid, dat eenige seconden duurde, alsof er eenige spoorreinen op een afstand voorbij reden. Den volgenden morgen te *Grindelwald* komende, vernam ik dat dien nacht eene groote lauwine van het *Schreckhorn* was gevallen.

De meeste lauwinen-banen eindigen in de laagste gedeelten der dalen, waar meestal een beek stroomt. Door het vallen van de lauwine in eene beek, wordt haar afloop meestal geheel of ten deele belet. Het water stijgt daardoor soms tijds sterk, boven de lauwine; niet zelden stort het zich daarover heen, als een waterval, of het baant zich een weg onder de sneeuwmassa door. Eenmaal zag ik, in het bovenste deel van het *Rhône-dal*, zulk eene lauwine in een diep bed, waardoor de aldaar nog kleine *Rhône* zich een weg had gebaand, zoodat als het ware een brug van sneeuw over de rivier lag.

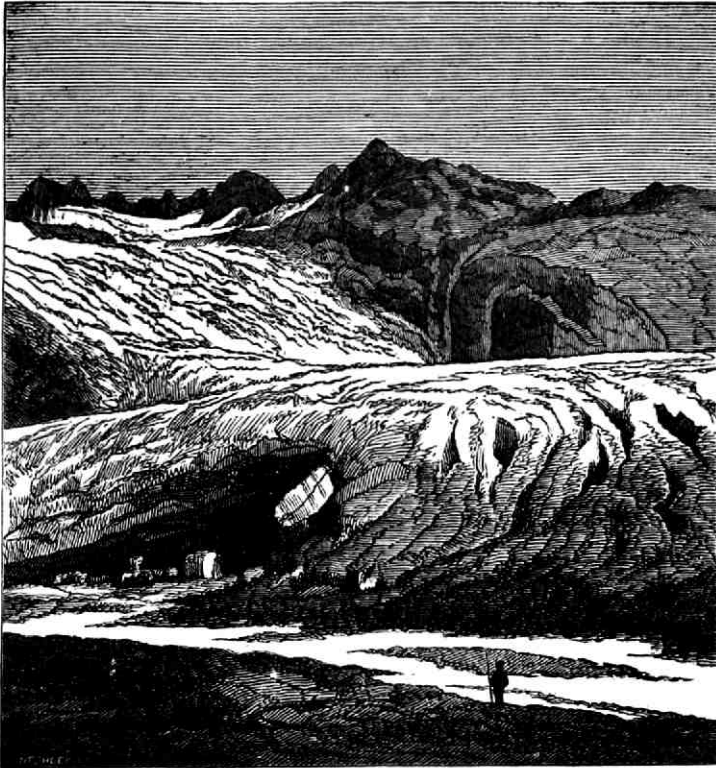
§ 80.

De gletschers strekken zich, in de dalen, veelal ver heneden de sneeuw-grens uit. In den zomer leveren dan, b. v. in *Zwitserland*, de heerlijke groene Alpenvelden, waarop het vee, tot aan den rand der gletschers graast, eene schoone tegenstelling op met het ijs. Het water, dat door het smelten ontstaat, dringt door spleten en scheuren van het ijs, verzamelt zich in de laagste plaatsen en doet aldaar één, of meer beken ontstaan. Soms is het laagste gedeelte van een gletscher, door het voortdurend uitstroomende water, ondermijnd, zoodat de gletscher-beek, uit een ijs-gewelf, te voorschijn komt. Het water is troebel, door medegevoerd gruis, van het bed van den gletscher en wordt daarom door de bergbewoners *gletscher-melk* genoemd. Door de vereeniging van eenige gletscher-beken ontstaan kleine rivieren en deze kunnen, door hunne zamenvloeiing, tot grootere en zelfs tot stroomen aangroeien. Eerst wanneer de rivieren, die uit gletschers ontspringen, door een meer zijn gevloed, waar het medegevoerde slib gelegenheid heeft te bezinken, wordt het water daarvan helder. Zoo bezit b. v. het water van den *Rijn*, nadat het door het meer van *Constanz* heeft gevloed, eene heldergroene kleur, die het eerst verliest, nadat het door het water van zijrivieren, die uit bronnen ontspringen, is verontreinigd.

Aldus ontspringt een der drie hoofdtakken van den *Rijn*: de *Achter- of Domleschger-Rijn*, uit den *Zapport- of Rheinwald-gletscher*, aan de benedenste helling van het *Schwarze Muschelhorn*, terwijl daarenboven het water van talrijke bergstroomen, die van 62 gletschers hun water ontvangen, tot de vorming van deze riviertak bijdragen. De *Aare* ontspringt, in het *Berner-Oberland*, uit 56 gletschers en voegt zijne wateren bij die van den *Rijn*. De *Reuss* ontspringt uit 35, de *Limmat* uit 10 gletschers; beide voegen hun water bij den *Rijn*, zoodat deze uit 163 gletschers zijn water ontvangt. — De *Rhône* ontspringt evenzoo uit een gletscher, die naar hem wordt genoemd, aan den zuidwestelijken voet van den *St.-Gotthard*, op nauwelijks ééne mijl afstand van de hoofdbron van den *Rijn*. De volgende houtsnede vertoont het gezicht op den gletscher, waaruit de *Rhône* ontspringt. In het geheel ontvangt deze rivier het water van 145 gletschers, die te zamen eene oppervlakte van 103.727 hectaren beslaan.

Doch niet alleen uit gletschers nemen de rivieren haren oorsprong; ook het overige water, dat uit den dampkring nedergevallen is, draagt daartoe bij, zelfs nog meer dan dat, hetwelk door de afsmelting der gletschers ontstaat. Het regen- en sneeuwwater dringt namelijk gedeeltelijk in den

grond, in zand of doordringbare steenlagen, of wel, het daalt, door talloze kloven en spleten, in de diepte. Hier wordt het dan verder voortgeleid, totdat het op minder doordringbare klei- of steenlagen stuit. Aldus bestaan in de diepte waterleidingen, die eene groote uitgestrekt-



De Rhône-gletscher in Zwitserland, (naar eene photographie).

heid hebben, en wanneer hier of daar eene opening laag genoeg gelegen is, dan komen daar eene bron te voorschijn. Uit de vereeniging van het water van eenige bronnen, ontstaan dan beken, bergstroomen en rivieren; dikwijls ontstaan zij tegelijk uit gletschers. De *Rijn* levert ook hiervan een voorbeeld op; de *Donau* zelf ontvangt daarentegen zijn water meerendeels uit bronnen, ofschoon de *Inn*, een zijner zijrivieren, het water van 4 gletschers opneemt.

§ 81.

De beken en rivieren volgen, in haren loop, altijd een weg die door

de achtereenvolgende richtingen van de aantrekking der aarde wordt bepaald. Deze loop wordt dus geheel door de hellingen van den grond aangewezen. Er zijn rivieren, welker oorsprong zeer nabij elkander ligt en die zich toch, in haren verderen, loop zeer van elkander verwijderen: Binnen eene kleine ruimte ontspringt b. v., op de *Alpen*, de *Rijn*, de *Inn*, de *Ticino*, en de *Rhône*; de eerste vloeit naar de *Noordzee*, de tweede zendt haar water, met dat van den *Donau* vereenigd, naar de *Zwarte zee*, de *Ticino* valt, met de *Po* vereenigd, in de *Adriatische zee*, terwijl de *Rhône* zich in de *Middellandsche zee* ontlast. De plaatsen waar, op het *Waldai-plateau*, de *Volga* en de *Duna* ontspringen, zijn mede niet ver van elkander verwijderd; de eerste stort zich in de *Kaspische*, de tweede in de *Oostzee*. — Evenzoo zijn de bronnen van de *Missouri* en van de *Columbia-rivier* op nauwelijks één vierde mijl afstands van elkander, in het *Rotsgebte* gelegen; evenwel vloeit het water van de eerste, na met dat van den *Mississippi* vereenigd te zijn, in den *Mexicaanschen zeeboezem*, dat der andere in den *Stillen Oceaan*.

De ruimte, waardoor de oorsprong van zulke rivieren gescheiden is, wordt de *draagplaats* genoemd. — Men kan dus, uit den loop der rivieren, de algemeene verheffingen van den grond leeren kennen, maar daaruit nog niet besluiten dat de plaatsen, van waar eenige rivieren uitgaan de hoogste zouden zijn.

De rivieren worden in *hoofd-* en *zijrivieren* onderscheiden. De eerste ontlasten haar water in de zee, terwijl de zijrivieren zich in de hoofdrivieren uitstorten. Zoo zijn de *Aare*, *Neckar*, *Main*, *Moemel*, enz. zijrivieren van den *Rijn*, terwijl zich bovendien nog een aanzienlijk aantal kleinere rivieren en beken in deze hoofdrivier ontlasten ¹⁾. Dit is niet alleen met den *Rijn*, maar met alle rivieren het geval, zoodat elke rivier of stroom indien men hem, van zijnen mond af, tot aan den oorsprong van al zijne zijrivieren vervolgt, eene boomvormige vertakking heeft, waaraan men den naam van *rivierstelsel* gegeven heeft.

De geheele uitgestrektheid gronds, waarvan eene rivier haar water ontvangt, noemt men haar *stroomgebied*. Het omvat dus niet alleen de streken, waardoor de hoofdrivier vloeit, maar ook die, waarvan de zijrivieren en beken haar water ontvangen. De grenslijn, tusschen twee aangrenzende stroomgebieden, wordt de *waterscheiding* genoemd. In bergachtige streken is deze waterscheiding veelal een berg- of heuvelrij. Soms

¹⁾ Volgens HOFFMANN ontvangt de *Rijn* in zijnen bovenloop 2715 en in zijn middenloop 5807 grootere en kleinere beken en rivieren

ligt ook de waterscheiding in vlakke streken, zonder zich door opmerkelijke hoogte te onderscheiden; somtijds trekt zelfs een gebergte door het stroomgebied eener rivier, zoo b. v. de *Jura* door dat van den *Rhône* en den *Rijn*.

Daar het grootste gedeelte van de vaste oppervlakte der aarde tot het stroomgebied van eene of andere rivier behoort, of daar'oe kan gerekend worden, kan men haar in afdeelingen scheiden, die elk het stroomgebied eener rivier uitmaken. Ofschoon men de grenzen van het stroomgebied eener rivier niet met juistheid kan bepalen, leert eene benaderde berekening dat deze oppervlakte op de volgende wijze verdeeld is:

Amerika.			
	vierk. mijlen.		vierk. mijlen.
<i>Amazonen-stroom</i>	106.000	<i>Jenisei</i>	48.600
<i>Mississippi</i>	61.400	<i>Lena</i>	37.100
<i>Rio de La Plata</i>	55.400	<i>Amur</i>	36.400
<i>Lorenzo-stroom</i>	41.100	<i>Jang-tse-Kiang</i>	34.200
<i>Mackenzie</i>	27.600	<i>Hoang-Ho</i>	33.600
		<i>Ganges en Burampooter</i>	27.000
		<i>Indus</i>	19.500
Afrika.		Europa.	
<i>Nijl</i>	67.000	<i>Wolga</i>	24.800
<i>Congo</i>	59.100 ¹⁾	<i>Donau</i>	14.600
<i>Senegal</i>	25.600	<i>Rijn</i>	3.600
<i>Zambeze</i>	22.000	<i>Po</i>	1.870
		<i>Rhône</i>	1.760
Azië.			
<i>Obi</i>	57.200		

Uit deze opgave zien wij, dat, onder de rivieren van *Amerika*, de grootste der aarde worden aangetroffen. Het grootste stroomgebied is dat van de *Maranon* of *Amazonen-stroom* in *Zuid-Amerika*: want dit bedraagt

¹⁾ Deze opgave is volgens eene planimetrische opneming van PETERMANN. Volgens HENRIJ M. STANLEIJ die, van 1874—'77, het Congo-gebied heeft onderzocht en deze rivier, onder vele moeilijkheden, is afgevaren, zou de oppervlakte van haar stroomgebied slechts 40,450 vierk. mijlen zijn. Ter vergelijking van deze opgave, met eene meer bekende uitgebreidheid, voegt PETERMANN daarbij dat het Duitsche rijk eene oppervlakte heeft van 9,818 vierkante Duitsche Geographische mijlen.

meer dan $\frac{1}{100}$ van de geheele oppervlakte der aarde. Vele zijrivieren van dezen stroom, zijn grooter dan de grootste rivieren van *Europa*: want deze laatste zijn meerendeels klein, in vergelijking met die van *Amerika* en *Azië*.

Daar alle beken, bergstroomen, rivieren en stroomen water afvoeren, dat niet in den grond wordt opgenomen, of voor den plantengroei dient, is het niet juist te zeggen dat zij de streek, waardoor zij vloeien, besproeien: zij voeren integendeel het overtollige water af. Alleen bij zoodanige rivieren, die van tijd tot tijd buiten hare oevers treden, zoodat groote oppervlakten lands tijdelijk worden onder water gezet, is het denkbeeld van besproeien eenigermate van toepassing. In de meeste gevallen zijn de rivieren afvoerkanalen voor overtollig water.

§ 82.

De loop der rivieren is in het algemeen zeer gekronkeld: omdat het geringste verschil in de richting der helling van den grond ook eene verandering in de richting eener rivier te weeg brengt. De grond, waarover het water eener rivier stroomt, noemt men haar *bed* en het land, dat haar ter wederzijde insluit, maakt de *oevers* der rivier uit. Men onderscheidt daarbij den *rechter-* en *linkeroever*. Bij het vooruit afvaren heeft men den eersten aan de *rechter-*, den tweeden aan de *linkerzijde*.

De oppervlakte van het water eener rivier, of van een meer, noemt men den *waterspiegel*; hare volstreckte hoogte is altijd het grootst aan den oorsprong, en het verschil in de hoogte van den waterspiegel, op twee plaatsen, heet het *verval* der rivier, tusschen die plaatsen. Dit verval is, voor de verschillende rivieren, zeer onderscheiden, en ook in alle deelen van den loop niet even groot: men onderscheidt daarom bij elk rivierstelsel, een *boven-*, *midden-* en *benedenloop*. Het gedeelte, dat het naast bij den oorsprong is, en waar de watermassa, door bijkomende beken en bergstroomen, steeds wordt vermeerderd, wordt het *bovengedeelte*, of de *bovenloop* der rivier genoemd; het water stroomt daar meerendeels over een sterk hellend, rotsachtig bed. *Middengedeelte* of *middenloop* heet men dat deel, waar de meeste zijtakken zich tot één grooteren, onverdeelden hoofdstroom vereenigd hebben; terwijl men het *benedengedeelte* of den *benedenloop* begint te rekenen van de plaats, waar de hoofdstroom zich òf in verscheiden armen gaat splitsen, òf dat gedeelte, hetwelk niet ver van den mond is gelegen.

De snelheid, waarmede het water afstroomt, hangt voornamelijk van

het verval af, maar de breedte en de gesteldheid van het bed hebben hierop een grooten invloed: in het bovengedeelte van den loop vertoont zich, in dat opzicht, de meeste verscheidenheid. De *wild-* of *stortbeken*, waarvan eenige door het afsmelten van sneeuw en ijs op de hoogste bergkammen ontstaan, woelen zich, naar gelang van den grond, een meer of minder diep bed in de hellingen der bergen en in den bodem der dalen en storten zich, nu eens bruisend en schuimend over de rotsblokken heen, die zij vroeger medevoerden, of die van de berghellingen zijn nedergestort; dan weder vloeien zij door minder hellende dalen en verhoogden hunnen bodem door het steengruis en slib, dat zij hebben medegevoerd en, bij de vertraging van hun loop, bezinkt. Vele beken bestaan slechts tijdelijk, wanneer in het gebergte zware of aanhoudende regenbuien vallen. Zij voeren, even als de vorige, steenen en boomstammen met haar, door modder gekleurd, water mede, doch, na weinige uren, is het water weggevloeid en haar bed droogt spoedig uit.

In bergachtige streken zwellen zulke beken en bergstroomen, na sterke regens, met een verbazende snelheid en, in de tropische gewesten, waar meermalen, in zeer korten tijd, eene zeer groote hoeveelheid regen valt, komt het water somtijds zoo snel opzetten, dat men het niet kan ontloopen en menschen en dieren worden medegevoerd. Na korten tijd is het bed echter weer droog. Zulke overstromingen worden in *Indië Bandjirs* genoemd.

De *bergstroom*, uit de vereeniging van vele beken ontstaan, onderscheidt zich alleen van de beek door zijne grootere watermassa en doordien hij in een ruimer en sterk hellend bed stroomt.

In bergachtige streken zouden alle beken en bergstroomen, na zware regens, zeer snel stijgen en, door overstromingen, groote verwoestingen in de dalen aanrichten. Dit wordt echter grootendeels belet door den plantengroei: in het hooggebergte, waar noch boomen noch struiken voorkomen, treden de onaanzienlijke mossen als krachtige bemiddelaars tusschen den dampkring en de aarde op, doordien zij eene groote hoeveelheid water tusschen hun loof kunnen tegenhouden, zoodat dit slechts langzaam kan afvloeien. In lagere streken vervullen de bosschen van kreupelhout en opgaande boomen dezelfde rol. Men heeft het hooge belang van de bosschen, in dit opzicht, in eenige streken van *Frankrijk*, in *Griekenland*, *Palestina*, *Martinique*; op de *Kaap-Verdische eilanden*, *Madera* en elders eerst leeren kennen, nadat men onnadenkend vele daarvan had uitgeroeid.

Indien het bed van eene beek, bergstroom of rivier op eenige plaats eene steile helling heeft, of wel plotseling is afgebroken, zoodat het als een rotswand over lagere gedeelten heen hangt, dan stort het water plotseling naar beneden en vormt een *waterval*. Deze leveren, naar gelang van hunne hoogte de massa van het nederstortende water en de plaatsing der rotsen, waarlangs en waarover het water zich neerstort, eene prachtige en indrukwekkende vertooning op. Is de watermassa aanzienlijk, dan stort zij met een donderend geraas naar beneden en spat bruisend en schuimend weder omhoog. Bij hooge watervallen wordt het water, door de steeds toenemende snelheid van den val, en door den tegenstand der lucht, zoo fijn verdeeld, dat het op een gazen sluier



Waterval van den *Niagara*.

gelijkt. Wordt zoodanige waterval door de zon beschenen, dan vertoont zich daarbij een regenboog, in de opspattende en nedervallende droppels (zie pag. 257).

Onder de hoogste watervallen van *Europa* behoort de *Staubbach* in

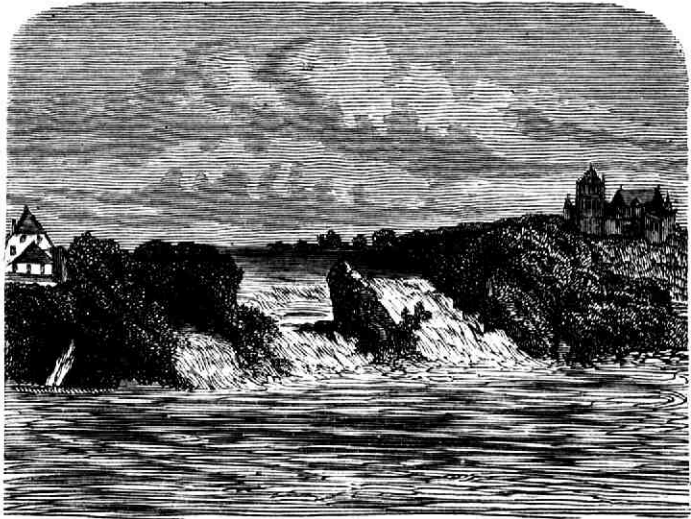
het dal van *Lauterbrunnen* in *Zwitserland*, waar het water, van eene hoogte van bijna 300 meters, valt. Boven, aan den rand van den bergwand, zijn het aanvankelijk twee waterstralen, die vrij naar beneden storten en zich weldra vereenigen tot één enkel watergordijn, dat lager steeds dunner wordt; daarna verdeelt het zich in droppels, zoodat het zich voordoet als een gazen sluier, die in sierlijke plooiën naar beneden hangt en door den wind allerlei vormen aanneemt. — Hooger nog valt echter de *Krimmler-Ache* in *Salzburg*. Deze rivier stort zich, in een hellend bed, in drie vallen, van eene hoogte van 350 meters, waarvan de bovenste val meer dan 200 meters hoog is.

De grootste en meest indrukwekkende waterval is voorzeker die van den *Niagara*, tusschen het *Ontario*- en *Erie-meer*, in *Noord-Amerika*. Daar stort zich de meer dan 1200 meters breede rivier, met een donderend geraas, van eene hoogte van 50 meters, schuimend en woelend van de rotsen naar beneden en doet, door haar geweld, den grond tot op een grooten afstand daveren. Het water, dat in schuim opspat, stijgt zoo hoog weder op, dat men in de verte den rook eener brandende stad meent te zien. Beneden den val stroomt de rivier kalm voort, over eene lengte van 1600 meters, dan versnelt de stroom weder, doordien hij over een hellenden rotsgrond loopt. Vervolgens buigt zij zich, bijna onder een rechten hoek, rechts om, waarbij een groote draaikolk ontstaat. Deze gapende, draaiende afgrond, zooals men die wel noemt, heeft eene oppervlakte van bijna 30 hectaren. Boomen en andere drijvende voorwerpen, worden er somtijds dagen lang in omgevoerd, voordat zij er weer uit en in den stroom geworpen worden. De hier voorgaande houtsnede stelt dezen waterval voor.

Niet minder merkwaardig dan de waterval van den *Niagara* is die van de *Zambeze* of *Leambye* in zuidoostelijk *Afrika*, die door *LIVINGSTONE* werd ontdekt. Te midden van een prachtig tropisch landschap, stort zich de rivier, bij eene breedte van omstreeks 1600 of 1700 meters, plotseling in eene diepe kloof, die dwars door haar bed loopt, en zich aan den linkeroever, over eene lengte van meer dan tien uren gaans, voortzet. Deze kloof heeft een breedte van omstreeks 25 meters. Het water stort aanvankelijk omstreeks 30 meters naar beneden en vervolgens valt het nog even zoo diep in de kloof neder. Het opspattend schuim verheft zich, in de gedaante van vijf rookzuilen, in de hoogte; deze zuilen zijn van onder helder wit en, naarmate zij zich van boven verbreeden, nemen zij eene donkerder kleur aan. Zij bereiken eene hoogte van 60 tot 80 meters, zoodat men die reeds op een afstand van drie uren gaans kan zien. De inboorlingen noemen ze *Mosioa-Tonya*, dat is: donderende rook.

Ook de *Yosémite-waterval*, gelegen in het dal van dien naam, in de *Sierra-Nevada* in *Californië* (pag. 77) moet, volgens R. VAN SCHLAGINTWEIT, zeer groote en prachtig zijn. De rivier valt daar in drie trappen van een gezamenlijke hoogte van 760 meters. Deze zou dus de hoogste van alle bekende watervallen zijn.

Niet altijd echter is de val eener rivier zoo steil; men vindt ook plaatsen, waar slechts eene zeer groote helling van het bed bestaat, of



De waterval van den *Rijn*, bij *Schaffhausen*.

waar dit als trappen is afgebroken. Deze leveren dikwijls de schilderachtigste natuurtooneelen op, zooals de val van den *Rijn* bij *Schaffhausen*, waar de 150 meters breede rivier, van eene hoogte van 25 meters over een rotsig bed, naar beneden stort. Bovenstaande houtsnede geeft eene voorstelling van dezen waterval.

Wanneer de helling van het bed eener rivier kleiner, de bodem oneffen en de breedte geringer is, dan stroomt het water, met eene onstuimig dwarrelende beweging, snel door zoodanige verenging. Men noemt dit eene *stroomversnelling*. Eene zoodanige vond men vroeger in den *Donau* boven *Linz*, doch de rotsen, die dit veroorzaakten, zijn thans weggeruimd, opdat de scheepvaart niet meer belemmerd zou worden. — Evenzoo is dit het geval met het zoogenaamde *Eiserne-Thor*, niet ver van *Orsowa*. — Ook in den *Rijn*, in het *Binger-Loch*, was de rivier vroeger zeer nauw en gevaarlijk voor de scheepvaart. Men heeft haar echter verbreed, en beter bevaarbaar gemaakt, door, zelfs op den bodem, rotsen te doen

springen. en de stukken weg te ruimen. Van de hoogte van den *Rosel* bij *Asmannshausen* ziet men echter nog duidelijk de onregelmatige bewegingen des waters.

§ 83.

Sommige rivieren bieden in haren loop het merkwaardige verschijnsel aan, dat zij in de aarde verdwijnen, en, na een eind weegs beneden de oppervlakte te zijn voortgestroomd, weder te voorschijn komen.

Een der bekendste voorbeelden hiervan vinden wij bij de *Maas*, die bij *Bazoiles* twee mijlen onder den grond voortloopt. — Ook bij de *Rhône* is dit het geval: op 4 mijlen afstand van *Genève* wordt het bed der rivier, bij het fort *l'Ecluse*, plotseling nauwer en, omstreeks 1½ uur gaans verder, stort zij zich, met vreeselijk gedruisch, in eene diepe kloof, die, een eind weegs verder, door een natuurlijk deksel van rotsen gesloten is. In den laatsten tijd heeft men echter deze rotsen gedeeltelijk doen springen.

In *Zwitserland* zijn zeer merkwaardige voorbeelden van een onderaardschen loop van rivieren of beken: de *Tamina*, bij *Pfeffers*, heeft zich namelijk een weg gebaad door eene rotskloof en stroomt bruisend daardoor heen. Daarnevens is eene houten gaanderij aangebracht, zoodat men, over eene lengte van 600 meters, door de kloof kan gaan. De rotswanden daarboven sluiten zich slechts hier en daar aan elkander, waar, door het daglicht slechts we-



De *Tamina*-kloof bij *Pfeffers* in *Zwitserland*.

nig daarin kan dringen. — De *Trient*, eene kleine zijrivier van de *Rhône* in *Wallis*, stroomt insgelijks door eene lange, onregelmatige rotskloof. Men kan ook deze over eene galerij of gang van 1000 meters lengte, die aan de rotswanden is opgehangen, bezoeken. De kloof, waardoor de *Trient* stroomt, is veel dieper dan die der *Tamina*. Ook in deze *Gorges du Trient*, zooals men ze noemt, dringt het daglicht door de

lange, onregelmatige scheuren der bovenzijde van de kloof. Omstreeks het midden is de ruimte tusschen de rotswanden grooter; een aldaar gelost pistoolschot rolt, als de donder, door dit indrukwekkend natuurlijk gewelf. Aan het einde vormt de *Trient* een waterval.

Meer voorbeelden van dien aard leveren de *Ebro* en de *Guadiana* in *Spanje*, alsmede de *Orbe* in het *Jura-gebergte* op. Deze laatste verdwijnt in het *Brenet-meer* en komt, $\frac{1}{4}$ mijl verder, weder uit een hoogen rotswand te voorschijn. — De *Musone*, in het Noorden van *Italië*, heeft insgelijks gedeeltelijk een onderaardschen loop: bij *Castel-Franco* verdwijnt hij in den grond en, ongeveer één mijl verder, komt, in plaats van ééne rivier, een twaalftal beken, van verschillende grootte, uit den kleiachtigen grond te voorschijn, waarvan sommige zich in de *Brenta* storten en andere in de *Adriatische zee*. Ook in *Dalmatië* en *Griekenland* vindt men dergelijke voorbeelden. Van den onderaardschen loop der *Lesse* is reeds vroeger (bladz. 91) gesproken.

In *Noord-Amerika* komen voorbeelden op zeer groote schaal voor van rivieren, die een onderaardschen loop hebben, of zeer diep uitgespoelde bedden hebben. Aan zoodanig gedeelte eener rivier, waar meestal tevens watervallen voorkomen, geeft men den naam *Canon*. De *Colorado-rivier* in *Noord-Amerika* is een van de merkwaardigste stroommen der aarde: zij wordt gevormd door de vereeniging der *Grands Green-rivier* en begint haren beroemden *Canon* 16 D. G. mijlen boven de inmondiging der *Colorado-chiquito* en komt eerst 54 mijlen beneden de laatste wederom aan het daglicht. Hij doorstroomt hierbij een doolhof van rotzen, in een kanaal, dat 2000 meters diep is.

De rivier *Arkansas* heeft zich, door de vele eeuwen voortgezette werking van zijne wateren eene kloof of *Canon* gegraven met loodrechte wanden, evenzoo de *Rijn* in de *Via-Mala* in *Zwitserland* (zie pag. 251). De *Mohave-rivier*, die op de oostelijke afhellingen van de *Bernhardino-Mountains* in *Zuid-Californië* ontspringt, verdwijnt in zijnen loop zelfs zesmalen onder de aarde en verliest zich ten slotte in een dal, dat men daarom *Mohave-sink* heeft genoemd.

De *Königssee*, in het Beiersche hooggebergte, ontvangt een aanzienlijken toevoer van water uit verschillende beken. Aan den waterspiegel bevindt zich, in het kalkgesteente, eene grot, het dusgenoemde *Küchler-Loch*, waardoor het overtollige water wordt afgevoerd. Drie uren van daar komt de *Schwarzbach*, bij *Golling*, uit een gewelf te voorschijn en vormt een prachtigen waterval van 95 meters hoogte. Toen, in 1823 en '66, de spiegel der *Königssee* beneden het *Küchler-Loch* daalde, droogde ook de *Schwarzbach* op. Men mag dus aannemen dat deze beek haar wa-

ter ontvangt uit de 223 meters hooger gelegen *Königssee*, hetgeen, bij het algemeen voorkomen van spleten en scheuren in het kalkgesteente (zie pag. 88), niet te verwonderen is. — Wanneer het gewelf, waaronder eene rivier stroomt, door verweering van het gesteente, aardbevingen of andere oorzaken instort, dan komen de overblijfselen daarvan in de rivier terecht en versperren zijn bed. Dit is o. a. het geval met de *Salzach* in *Salzburg*. In de nabijheid van *Golling* baant de rivier, een half uur lang, zich een weg, tusschen wild door elkander geworpen rotsblokken, die gedeeltelijk met kreupelhout zijn begroeid. Door den aanleg van bruggen, trappen en paden, is men in de gelegenheid deze wildernis, die den naam van *die Oefen* draagt, in alle richtingen te doorkruisen. In een gedeelte daarvan, het *Croaten-Loch* genoemd, zijn zelfs de rotsen zoozeer door het water ondermijnd, dat men voor verdere instortingen vreest en de paden heeft afgesloten.

In vlakke streken komt, bij sommige aangrenzende rivieren, de merkwaardige bijzonderheid voor, dat zij, door een zijtak, met elkander in verband staan, wat men eene *gaffelverdeeling* noemt. Dit geschiedt namelijk wanneer een tot het eene stelsel behoorende zijtak zich nabij de waterscheiding verdeelt, zoodat een tak in het aangrenzend stroomgebied overgaat. Dit heeft onder anderen plaats met den *Orinoco* en den *Amazonen-stroom*; de *Rio-Negro*, die tusschen deze beide stroomt, verdeelt zich namelijk in twee takken, waarvan de *Cassiquiare* zich met de *Orinoco* verbindt, terwijl de andere tak in den *Amazonen-stroom* valt. — Ook de *Weser* heeft op deze wijze gemeenschap met de *Haase*, door de *Else*.

De snelheid van den stroom is, in het algemeen, in den bovenloop der rivieren zeer groot; zij neemt in den middenloop af en wordt in den benedenloop nog geringer, ofschoon de hoeveelheid water, die aldaar afgevoerd wordt, het grootst is. Daar echter in den boven- en zelfs in den middenloop, door den stroom, altijd een zekere hoeveelheid vaste stoffen wordt medegevoerd en deze, bij vermindering van de stroomsnelheid, langzaam bezinken, wordt het bed veelal verhoogd, vooral op die plaatsen, waar de stroomsnelheid het geringst is. Daar de vaste deelen, die naar het benedengedeelte der rivier worden gevoerd, grotendeels uit zand en klei bestaan, ontstaan, op vermelde plaatsen, zandbanken of zandplaten, en op deze wijze kan zelfs eene geheele verzanding van den mond eener rivier plaats hebben. In ons land zijn daar door de beddingen der rivieren, in den loop der eeuwen, aanzienlijk verhoogd, zoo zelfs dat zij, op vele plaatsen, hooger liggen dan de nabij ge-

legen velden en het water door dijken binnen de oevers moet gehouden worden. De meerdere of mindere verhooging, die de bodem eener rivier, in een bepaald tijdsverloop, ondergaat, hangt grootendeels van den aard der gronden af, welke de rivier en hare hoogere zijtakken doorstroomt. Bestaan deze uit harde rotsen, dan zullen de veranderingen slechts zeer langzaam plaats hebben; maar, bij een weeken of zandigen bodem, zal dit veel sneller geschieden. Bij elke kronkeling, die eene rivier maakt, is de stroomsnelheid het grootst aan de buitenzijde der kromming; aan die zijde wordt de grond dus voortdurend uitgespoeld en medegevoerd, terwijl intengedeel aan de andere zijde, bij eene mindere stroomsnelheid, aanhoudend vaste stoffen bezinken. Daardoor heeft, aan de eene zijde, een verlies, aan de tegenovergestelde eene aanwinst van land plaats (*afslag* en *aanwas*) en de kronkelingen vergrooten zich voortdurend, tenzij men dit door kunstmiddelen verhindert. Dewijl hierbij tevens de geheele lengte der rivier toeneemt, zonder dat daarbij het verval grooter wordt, vermindert tevens de stroomsnelheid en de verhooging van het bed zal meer en meer toenemen. Deze verhoogingen van het bed bieden somtijds meer weerstand aan den stroom dan de oevers, en de rivier wordt dus gedwongen een nieuwen loop te kiezen. Indien de gesteldheid der oevers daaraan geene genoegzame perken stelt, kan de richting van den loop geheel veranderen: zoo vloeide de *Gihon* of *Amu-Daria* vroeger in de *Kaspische zee* en thans in het meer *Aral*. — De *Rijn* vloeide waarschijnlijk vroeger langs *Wallenstadt* en *Zürich* en wij weten dat ook de benedenloop dezer rivier aanmerkelijke veranderingen heeft ondergaan. — Ook de *Aare* in *Zwitserland* heeft zijn loop zeer veranderd, zoodat b. v. de badplaats *Schinznach*, die vroeger aan den linkeroever der rivier lag, thans aan den rechteroever is gelegen.

§ 84.

Daar de stroomsnelheid van vele rivieren, ter plaatse waar zij zich in zee storten, bijna geheel ophoudt, zinken ook aan den mond de meeste vaste deelen neder, die zij nog tot hiertoe hadden medegevoerd. De hoeveelheid dezer vaste stoffen is, bij sommige rivieren, zeer aanzienlijk: voor den *Mississippi* is zij jaarlijks ongeveer 127 millioen kubieke meters, voor den *Ganges* 170 millioen, terwijl men aanneemt dat de *Rijn*, naar gelang van den waterstand, in één jaar, van 47 tot 70 millioen kubieke meters slib enz. over de grenzen in ons land voert ¹⁾. Door

¹⁾ STARING. De bodem van *Nederland*, deel I pag. 385.

het bezinken van dit slijk ontstaan ondiepten en zandbanken, of zelfs eilanden. De stroom, hierdoor belemmerd, zoekt een anderen weg en verdeelt zich in twee of meer takken. De rivier ontlast zich daardoor op meerdere plaatsen te gelijk en de gezamenlijke monden sluiten een stuk lands in, van eene omstreeks driehoekige gedaante, dat, door de onderscheidene armen wordt doorsneden. Zoodanige uitloop eener rivier wordt eene *Delta* genoemd, naar hare overeenkomst in vorm met de Grieksche letter Δ . Voorbeelden hiervan leveren de *Rijn*, *Rhône*, *Po*, *Nijl*, *Ganges*, *Indus*, enz. op; de *Komara* of *Dsjoliba*, die in de *Golf van Guinea* valt, heeft zelfs 22 monden. De oppervlakte van alle delta's is vlak en nauwelijks boven de zee verheven, zoodat de eilanden, tusschen de verschillende armen der rivier gelegen, indien zij niet door dammen of dijken daartegen worden beveiligd, bij stormen en hoog water overstroomd worden (zie pag. 212). — Bij sommige rivieren, waarvan het water zich met groote snelheid in de zee ontlast, bezinkt het medegevoerde slijk ter wederzijde van den mond; dan verlengen zich de rivieroevers in zee en de stroom vloeit als over eene smalle landtong, die bij eenige rivieren vele mijlen lang is: dit is onder anderen het geval met de beide monden van den *Nijl*, bij *Rosette* en *Damiate*, en nog meer bij den *Mississippi*.

Heeft een stroom bij zijne uitvloeiing nog genoegzame kracht om het slijk een eind wegs in zee te voeren, dan ontstaat, veelal op eenigen afstand van den mond, een *wal* of *dam* (*barre*), die hetzij als eene zandbank door water wordt bedekt, of zich, onder den invloed van wind en golfslag, even als een duin, boven de zeevlakte verheft en met gras of bosch is begroeid. Op deze wijze zijn de dammen of *peresip's* ontstaan, voor de monden van alle beken en rivieren der westelijke kust van de *Zwarte zee*, van den *Donau* af tot aan den *Dnjepr*. Ook voor den mond der *Barito*, op *Borneo*, is zulk een *dam* of *baar*. Al deze rivieren bezitten een sterken stroom.

De *samenstelling van het rivierwater* is afhankelijk van de hoeveelheid gevallen regen, het smelten der sneeuw en den aard der rivierbedding. Volgens BERZELIUS is het water van de meeste rivieren in het Noorden van *Zweden* bijna zuiver, terwijl dat van andere rivieren zeer vele stoffen opgelost houdt, vooral daar, waar het water door rioolvuil, afval van fabrieken, enz. wordt verontreinigd. Terwijl het water der *Theems*, voordat het in *Londen* komt, 0,3040 gram opgeloste stoffen per liter bevat, houdt het, na door deze stad gevloeid te zijn, niet minder dan 0,4084 gram per liter opgelost.

De *rijkdom aan water* van de rivieren is zoo onderscheiden, dat daaromtrent, zelfs in het algemeen, weinig kan worden gezegd. Zij hangt niet alleen van de uitgestrektheid van het stroomgebied af, maar ook van zijne ligging in de eene of andere streek, waar de regen of sneeuw min of meer overvloedig is. Een paar voorbeelden mogen daarvan eenig denkbeeld geven: de *Nijl* ontlast, bij hoog water, in iedere seconde 10250 kubieke meters water in de zee; de *Ganges*, mede bij hoog water, 14000 kubieke meters; men neemt aan, dat de *Rijn*, bij zijne intrede in ons land, bij laag water 1000 tot 1200 kubieke meters water per seconde aanvoert; van 2000 tot 2500 kubieke meters, bij gemiddelden waterstand en van 8000 tot 10,000 M³ bij hoogen waterstand (*). De *Seine* voert te *Parijs*, aan de brug van *Austerlitz*, bij laag water, 40 kubieke meters water per seconde af; bij den buitengewoon hoogen stand van den 18^{den} Maart 1876 was die hoeveelheid tot 1663 M³ per seconde vermeerderd.

Het water eener rivier vermenigt zich, bij hare uitstorting in de zee, niet aanstonds met het zeewater; want: daar het rivierwater soortelijk lichter is, breidt het zich op de oppervlakte uit; doch, wanneer de stroom sterk genoeg is, vloeit het als door een bed van zeewater. Zoo spreidt de *Amazonen-stroom* zijn water ver, als een waaier, over den oceaan uit, zoodat men op vele mijlen afstands van zijn mond reeds zoet water in de zee vindt. Hetzelfde heeft bij de *Rhône* en vele andere rivieren plaats. Is de stroom daarentegen zwak en de mond wijd, dan dringt het zeewater, ten gevolge van zijn grooter soortelijk gewicht, zelfs tot in de rivier door en neemt daarbij het onderste gedeelte van den stroom in. Zoo is, in de *Theems*, de zouthed der onderste lagen reeds tusschen *Londen* en *Woolwich* waarneembaar.

Ebbe en vloed oefenen op de riviermonden dikwijls een grooten invloed uit: bij sommige rivieren stroomt namelijk het zeewater, bij den vloed, een eind ver opwaarts en doet daardoor de rivier stijgen, of wordt de afstroming in zee door den vloed vermindert, zoodat er eene opstuwung van het water plaats heeft; doch dit is des te minder merkbaar, naarmate men verder van de zee verwijderd is. Wij hebben vroeger (bladz. 126) gezien, dat de vloedgolven in zeeboezems en baaien, die naar achter nauwer worden, zeer hoog oploopen. Bij sommige rivieren, waarvan de mond door eene bank versperd is, heeft onder bijzondere omstandigheden, een dergelijk verschijnsel plaats. Men neemt daar, van tijd tot tijd, een golf of waterberg waar, die uit zee komt aanrollen en, met eene

(*) STARING. De bodem van Nederland, I pag. 385

verbazende snelheid, stroomopwaarts loopt; zij verdwijnt echter spoedig weder. Zoodanige golf oefent, door hare snelheid, op alle voorwerpen, die zij ontmoet, een vreeselijk geweld uit: niets is in staat daaraan weerstand te bieden; de zwaarste schepen werpt zij omver of op den oever, en, nadat zulk eene golf verdwenen is, zijn de oevers dikwijls onkenbaar, door de verwoestingen, die zij heeft aangericht. Dit verschijnsel vertoont zich somtijds aan de monden der *Seine*, *Charente*, *Orne*, *Garonne* en *Dordogne*, waar men het *Mascaret* noemt. Ook aan den mond van den *Ganges*, *Plata-* en *Amazonenrivier* komt het voor; bij de laatste wordt het *Pororocca* genoemd: tijdens de nachteveningen rollen aldaar, gedurende drie of vier dagen, telkens 11 tot 14 zulke verwoestende golven, van twee tot drie meters hoogte, na elkander, stroomopwaarts. De vloed bereikt dan, in twee minuten tijds, dezelfde hoogte als die, waartoe anders zes uren noodig zijn.

Niet alle rivieren storten hun water in zee uit; sommige verliezen zich namelijk in moerassen of zandgronden of vormen kleine meren; van andere weder verdwijnt het water allengs door verdamping, zoodat ze evenzoo weder verdwijnen als ze ontstaan zijn. Dit is onder anderen met eenige rivieren van *Azië* en *Afrika* het geval. Andere weder storten zich in groote binnenmeren uit, zooals de *Wolga* in de *Kaspische zee* enz. (zie bladz. 312).

§ 85.

Bij de meeste rivieren wordt eene periodieke rijzing en daling waargenomen, die van verschillende oorzaken afhangt. Liggen de beken of bronnen en het voornaamste gedeelte van het stroomgebied eener rivier in gewesten, waar op bepaalde tijden des jaars zware regens vallen, dan treedt ook de rivier, op die tijden, weldra buiten hare oevers en hierdoor worden dan groote streken lands onder water gezet. Dit is onder anderen met de meeste rivieren het geval, die in den *Perzischen* en *Bengaalischen zeeboezem* en in de *Indische zee* uitstroomen: de *Eufraat* en *Tigris* b. v. beginnen hare overstromingen in Maart en zij bereiken in Juni de grootste hoogte. Ook de *Ganges* en *Brahmapoetra* beginnen reeds in het einde van April te stijgen en dit duurt tot in het midden van Augustus voort.

De *Nijl* is, in *Beneden-Egypte*, gedurende de maanden April en Mei het laagst; eerst in het midden van Juni begint hij merkbaar te wassen; de grootste hoogte valt in het begin van Augustus; gedurende September daalt hij voortdurend. Volgens metingen, te *Siout* gedaan, bedroeg de afgevoerde hoeveelheid water, bij lagen stand, 680 en, bij hoogen stand,

10250 kubieke meters per seconde. In *Abyssinië* en *Sennaar* begint de *Blauwe Nijl* reeds in Juni te stijgen; dit duurt omstreeks honderd dagen lang. Daar de *Nijl* een vrij sterken stroom heeft, is de vertraging, dien de tijd van het hooge water ondergaat, zeer opmerkelijk. In *Oppeer-Egypte* bedraagt het verschil, tusschen den hoogsten en laagsten stand, bijna 10 meters; in *Beneden-Egypte* is dit minder. Bij zijn hoogsten stand, overstromt hij eene groote oppervlakte land in *Beneden-Egypte*, die hij, door zijn slib, vruchtbaar maakt. Het vroeger zoo geheimzinnige vraagstuk aangaande de overstromingen en de bronnen van den *Nijl*, is in den laatsten tijd genoegzaam opgehelderd: *Gondokoro*, op 5° noorderbreedte gelegen, was tot voor weinig jaren de uiterste grens der ontdekkingsreizen. Maar het gelukte aan GRANT en SPEKE, BAKER, LIVINGSTONE, R. VON HEUGLIN, STANLEY en verscheidene anderen, om, langs onderscheidene wegen, tot de bronnen van den *Nijl* door te dringen. Wij weten thans dat in *Midden-Afrika* twee groote meren zijn, *Ukeréwé* of *Victoria-Nyansa* en *Mwutan* of *Albert-Nyansa*, die van een aantal rivieren hun water ontvangen; het eerstgenoemde meer ligt omstreeks 1170, het tweede omstreeks 762 meters boven den zeespiegel; beide zijn door een kanaal: de *Murchison-rivier*, verbonden, waarin groote watervallen voorkomen: de *Ripon-* en *Somerset-watervallen*. Deze rivier moet als een gedeelte van den *Nijl* worden beschouwd. Behalve de genoemde meren, die, gedurende het geheele jaar, een regelmatigen toevoer van water geven, ontvangt de *Nijl* nog zeer veel water van zijtakken, zooals de *Blauwe Nijl* en de *Atbara*, die alle in de tropische gewesten gelegen zijn, waar, van Juni tot September, regens vallen. Gedurende het overige deel van het jaar is de *Blauwe Nijl* onbevaarbaar en de *Atbara* droog. Deze laatste, ook bekend onder den naam van *Zwarte rivier*, wegens de kleur van haar water, voert veel slib af en is oorzaak van de vruchtbaarheid van *Egypte*. De *Nijl* doorloopt, in *Egypte* en *Nubië*, een weg van 230 D. G. mijlen, zonder eene enkele zijrivier in zich op te nemen.

Even als bij den *Nijl*, heeft ook eene periodieke rijzing en daling bij den *Senegal* en *Congo*, de *Orinoco*, *Amazonen-* en *Plata-rivier* plaats. De *Orinoco* bereikt de grootste hoogte in de maand Augustus, de *Amazonenstroom* daarentegen, die ten zuiden van den evenaar ligt, eerst in Maart.

Liggen de bronnen of de voornaamste toevoerbeken en zijtakken eener rivier in bergachtige streken, waar de grond, gedurende een gedeelte des jaars, met sneeuw bedekt is, of ontstaat zij uit gletschers, dan zal de tijd van het hooge water op het bovengedeelte der rivier invallen, wanneer het smelten der sneeuw en van het ijs der gletschers het sterkst is. De heerschende winden oefenen hierbij echter een grooten

invloed uit, naarmate zij uit warme of koude streken komen. Op den *Rijn* bij *Bazel* komt de laagste waterstand in Januari, de hoogste in Juli voor. In Januari is namelijk de toevoer van water zeer gering, omdat de gletscher-beken dan bevroren zijn. Op den *Beneden-Rijn* integendeel heeft men veelal tweemaal in een jaar een hoogen waterstand: in October heeft de rivier gewoonlijk een lagen stand, en, na geringe rijzingen en dalingen, stijgt hij in de eerste maanden des jaars, zoodat zij in Februari of Maart den hoogsten stand bereikt. Dit afstroomende water is echter niet van de *Alpen* afkomstig, maar van zijrivieren, in de lagere streken van haar stroomgebied. Vervolgens neemt zij tot in Mei af, en bereikt andermaal een hoogen stand in Juli of in het begin van Augustus, welke met dien bij *Bazel* overeenkomt. Deze tweede rijzing is het gevolg van de zomerregens en het afsmelten van het gletscher-ijs.

De *Elbe* en *Oder*, die, niet zooals de *Rijn*, in het hooggebergte ontspringen, hebben slechts één laagsten stand, in September of October, en één hoogsten, omstreeks Maart. Deze laatste komt dus overeen met dien van den *Rijn* in hetzelfde jaargetijde. Overigens heeft hierin eene groote verscheidenheid plaats, die afhangt van de hoeveelheid gevallen regen of sneeuw, de temperatuur, enz.

De snelheid, waarmede het rijzen en dalen der rivieren plaats heeft, hangt, onder anderen ook af van den toestand van het stroomgebied; is dit met bosschen en plantengroei bedekt, dan heeft het regenwater eenigen tijd noodig om het dal te bereiken en naar de beken te vloeien, die de rivier vormen. Het water, dat het naast bij die beken gevallen is, bereikt die het eerst en dat wat verder moet komen, bereikt die later en later. Ten gevolge van het onnadenkend uitroeien van bosschen is op vele plaatsen de toestand der rivieren zeer veranderd; zoo zijn de rijzingen van de *Rhône* bij *Lyon*, na sterke zomerregens, somtijds zoo plotseling, dat zij groote schade aanrichten.

In de koude en gematigde streken worden vele rivieren, gedurende den winter, met ijs bedekt. Dit geschiedt echter op eene geheel andere wijze dan op de niet stroomende binnenwateren (pag. 145); terwijl, op de laatstgemelde, eene ijskorst aan de oppervlakte wordt gevormd, die, bij aanhoudende koude, in dikte toeneemt, schijnt het ijs der rivieren integendeel grootendeels op den bodem te ontstaan. Men noemt dit: *Grond-ijs*. Het is gemakkelijk te onderscheiden van dat, hetwelk aan de oppervlakte gevormd is, doordien het minder vast en dikwijls, aan de onderzijde, met zand en andere vaste lichamen bezet is, die het, bij het

opstijgen, van den grond heeft medegevoerd. Bij het ijs, dat op de hoofdrivieren wordt gevormd, voegt zich nog eene groote hoeveelheid, die op beken en zijrivieren is ontstaan, en aldus wordt de oppervlakte der rivier door eene meerdere of mindere hoeveelheid ijs bedekt, dat door den stroom wordt medegevoerd. Dit verschijnsel wordt *Ijsgang* genoemd en de overtocht wordt daardoor veelal, of zeer belemmerd, of geheel gestremd. Daar de snelheid van den stroom, in de verschillende gedeelten van de rivier, niet even groot is — in het midden van den stroom het snelst, en aan de kanten het langzaamst — en dewijl bovendien ook de breedte van de rivier niet overal dezelfde is, botsen de ijsschotsen dikwijls tegen elkander. Daardoor worden hare randen en meest uitspringende deelen verbrijzeld. Het afgebroken gruis valt deels op de schotsen zelve, deels in de vrije tusschenruimten; van daar dat de schotsen veelal met witte randen omzoomd zijn, die uit vergruisd ijs bestaan, terwijl het water in de tusschenruimten, wanneer zij niet zeer groot zijn, mede veel afggruisd ijs bevat, waardoor het als het ware drabbig wordt.

Gaat de ijsgang met strenge koude gepaard, dan vriezen de schotsen aan elkander, en het ijs zet zich, in weerwil van den stroom, vast. Men kan dan de rivier veelal, zelfs met zware lasten, overtrekken. Naar gelang van de meerdere of mindere strengheid en langdurigheid van den winter, houdt deze gesteldheid langer of korter aan. Ontstaat echter, bij dooi, weder een groote aandrang van water, op de hoogere deelen der rivier, dan breekt het ijs, meestal met een vreeselijk geweld, op: reeds uit de verte hoort men een gekraak, dat zeer snel nadert; het ijs komt in beweging, als door eene onderaardsche macht opgestuwd, en wordt in duizende stukken gebroken. De afzonderlijke ijsschotsen woeien en schuiven over elkander; huishoog stapelen zij zich opéén en vallen weder, onder een vreeselijk gekraak, neder. Ijsschotsen van vele honderde, ja duizende kilogrammen zwaarte worden tegen de oevers en dijken gedrongen, ja zelfs daarover en doorheen geschoven en richten dus aan de waterkeeringen vaak groote schade aan. Dit alles geschiedt in slechts weinige minuten en kan zelfs zoo plotseling plaats hebben, dat een voetganger zich met moeite van het midden der rivier naar den oever kan redden. Weldra komt echter alles weder in rust en de schotsen drijven geregeld stroomafwaarts. Slechts nu en dan hoort men nog eenig gekraak van de tegen elkander drijvende stukken, maar overigens is alles weder doodstil; doch de dooréengeworpen ijsschotsen op de oevers, liggen daar dan, als de zwijgende getuigen van het vreeselijk en indrukwekkend natuurtooneel dat zoeven heeft plaats gehad.

Wanneer het geregeld afdrijven van het ijs in de kronkelingen der

rivier of op ondiepten verhinderd wordt, dan pakken de ijsschotsen zich daar opéén en veroorzaken een verstopping der rivier, of een *Ijsdam*. Zulk een dam heeft somtijds eene lengte van één of twee uren gaans. Indien deze dam zich tot den bodem uitstrekt en de ijsmassa dicht opéén gestapeld is, zoodat zij slechts weinig water doorlaat, dan wordt de waterstand, door het steeds toestroomende water, op het hoogere gedeelte der rivier, aanmerkelijk verhoogd. Daardoor ontstaan niet zelden overstromingen of doorbraken der dijken. Wordt een ijsdam, bij een lagen stand der rivier gevormd, dan stort somtijds het opgestuwde water van de bovenzijde der rivier over den ijsdam en vormt tijdelijk een waterval.

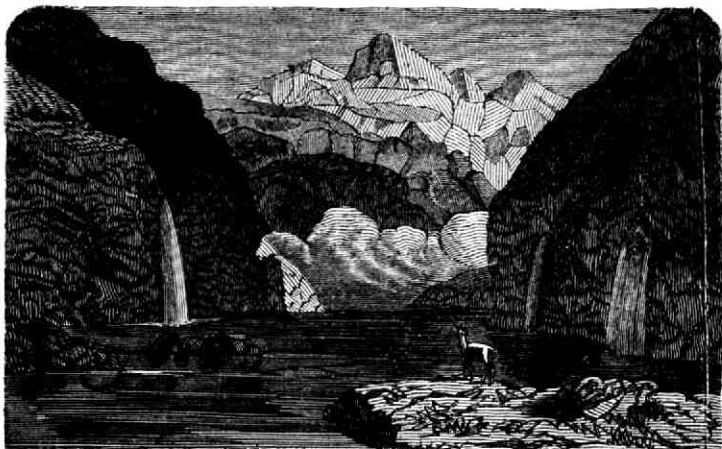
§ 86.

De oneffenheden van de oppervlakte der aarde, die wij (§ 18) als bergen, bergketens en bergvlakten hebben leeren kennen, zijn niet de eenige waardoor die oppervlakte van den regelmatigen vorm afwijkt. Behalve in het bed des oceaans hebben, zelfs in het midden der vaste landen, vele inzinkingen, uitspoelingen en scheuringen van den grond plaats gehad, waardoor zeer lage streken zijn ontstaan, of oprijzingen van andere gedeelten, waardoor de nabijgelegen streken betrekkelijk lager zijn geworden. Daar het water steeds naar de laagst gelegene plaatsen afvloeit, zijn de meeste dezer lagere streken met water gevuld en vormen *meren*.

De meren maken het schoonste sieraad der bergachtige landen uit. In sommige streken liggen zij, als parelen in rijen, ter wederzijde van het gebergte, zooals b. v. in de *Alpen*. Sommige leveren de schilderachtigste gezichten op, andere daarentegen liggen in een indrukwekkende omgeving. Van een dezer laatste geeft de volgende houtsnede een voorbeeld. Zij stelt het *Oeschinen-meer* voor, links van den weg van *Thun* naar *Kandersteg* in *Zwitserland*, op eene hoogte van 1588 meters gelegen. De met eeuwige sneeuw bedekte top van den *Blümlis-alp* ligt op den achtergrond; verschillende beken storten daar als watervallen in dit kleine meer.

De meeste meren hebben zoet, andere zout water, zooals de *Kaspische zee* (pag. 219). Eenige bevatten, behalve keukenzout, groote hoeveelheden chloormagnesium, zooals de *Doodde zee* (pag. 318), of hebben bitter water. Somtijds zijn nog andere zelfstandigheden daar in opgelost: zoo ligt bijv. in *Californië* het *Borax-* of *Kaysa-meer*, dat borax bevat. In den zomer is het bijna geheel droog, in den winter heeft het eene lengte van 1300 meters en eene breedte van 600 meters, terwijl de diepte niet meer dan 1 meter bedraagt. Wanneer het uitgedroogd is, wordt de bodem met eene laag borax bedekt.

Evenals men bij de rivieren een stroomgebied onderscheidt, moet tot het bekken van de meeste meren nog eene streek lands gerekend



Het Oeschinen-meer bij Kandersteg in het Berner-Oberland (Zwitserland).

worden, waarvan het water daarin vloeit. Vele meren hebben, door rivieren of beken, gemeenschap met andere wateren.

Veelvuldiger dan de voorgaande zijn de meren, die wel een toevoer, doch geen zichtbaren afvoer van water hebben en hiertoe behooren de grootste der aarde. De *Kaspische zee* en het meer *Aral* hebben beide zout of brak water; zij ontvangen vele rivieren. In de *Kaspische zee* storten zich de *Wolga*, *Ural*, *Emba*, *Kur* en eenige andere; in het meer *Aral* valt de *Sihon* en *Djihon* (die ook de namen van *Syr-Darja* en *Amu-Darja* voeren). De *Kaspische zee* is in het laagste gedeelte van eene groote uitgestrektheid lands gelegen, dat lager ligt dan de oppervlakte van den oceaan, zoodat haar waterspiegel 26 meters beneden genoemde oppervlakte gelegen is. Het meer *Aral* ligt 74 meters hooger dan de *Kaspische zee* en dus 48 meters boven den oceaan. Daar deze beide binnen-zeeën geen zichtbaren afvoer van water hebben, moet dus al het water, dat door de rivieren aangevoerd wordt, door verdamping niet alleen worden afgevoerd, maar de uitdamping overtreft zelfs den aanvoer: uit den grond der nabij gelegen steppen, die in een verren omtrek met zout doortrokken is (pag. 95), en de talrijke zoutmeren blijkt dat deze binnen-zeeën vroeger eene veel grootere uitgebreidheid hadden dan thans. Bovendien vindt men op verren afstand schelpen in den grond, van dezelfde soorten van weekdieren als thans nog in deze meren leven.

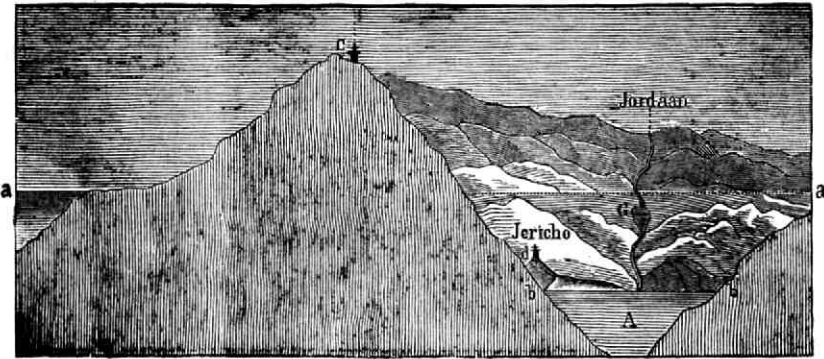
De meeste meren die geen afvoer van water hebben, bevatten keu-

kenzout en somtijds zelfs nog meer dan het zeewater: het meer *Elton*, in de steppe ten oosten van de *Wolga*, heeft eene oppervlakte van zes vierkante mijlen. Zijn water bevat $26\frac{1}{2}$ procent, in gewicht, aan zouten, waarvan 7 chloornatrium en $16\frac{1}{2}$ chloormagnesium, dat is: omstreeks acht malen meer dan zeewater, zoodat het soortelijk gewicht daarvan grooter is dan dat van eenig water, wat in de natuur voorkomt. Wanneer in den zomer de uitdamping zeer sterk is, dan wordt het zout aan de oppervlakte van dit meer, als eene vaste korst, afgescheiden, waarop men, even als op eene ijsbedekking, gaan kan. De bewoners der omstreken hakken de zoutlaag in stukken en vervoeren die op wagens. — In de nabijheid daarvan, bij *Vladimirovka*, ligt het meer *Easkuncakskoi*. Na de herfstregens blijft het, in den winter en de lente, met water gevuld, zonder zelfs bij de strengste koude te bevrozen. In den zomer verdampt echter het water en het meer bedekt zich met eene zoo dikke zoutkorst, dat men met wagens daarover rijdt. Alleen aan de randen is pekkel zichtbaar. Aan den oever wordt het zout gebroken en per as naar de *Wolga* gevoerd. Spoedig bedekt zich het uitgehakte gedeelte met eene nieuwe zoutkorst, die in 3 jaren eene dikte van 2 tot 5 decimeters bereikt. — Uit de zoutmeren in den omtrek der *Kaspische zee* wordt jaarlijks niet minder dan 233 millioen kilo keukenzout verkregen, d. i. $\frac{2}{3}$ van de hoeveelheid, die in *Rusland* gebruikt wordt.

Onder de merkwaardigste meren der aarde behoort voorzeker de *Doode zee*, door de Arabieren *Bahr-Lout* (*zee van Loth*) genoemd, niet slechts om de herinneringen, die daaraan zijn verbonden, maar vooral om de hoogst opmerkelijke ligging en het groote zoutgehalte van het water. Dit meer ligt, zooals bekend is, in het Zuiden van *Palestina* en ontvangt het water uit den *Jordaan* en eenige kleine beken. Volgens de metingen van BEKE heeft het eene breedte van 3 en eene lengte van 13 mijlen. De grond is zeer ongelijk en rotsachtig, zoodat de diepte, op geringe afstanden, zeer afwisselt en men van 36 tot 150 meters peilt; LARTET peilde zelfs op eene plaats 300 meters. De uitgestrektheid van het meer wisselt zeer af, naar gelang van den toevoer van water, uit den *Jordaan* en de beken. De oevers bestaan uit steile kalkrotsen, waarvan die ten westen eene hoogte van 450 en ten oosten van 750 meters hebben. De oppervlakte van het meer is dikwijls met zeer groote massa's asphalt (pag. 78) bedekt, die, door den wind, meestal naar het Westen en Zuidwesten worden gevoerd; zij worden aldaar door de bewoners verzameld, die ze deels als pik, deels als artsennijmiddel verkoopen. In de nabijheid van het meer bevat de grond, vooral aan de zuidwestzijde, zwavel en steenzout en het is waarschijnlijk, dat het groote zoutgehalte van het water, aan zout-

beddingen of zoutbronnen moet worden toegeschreven, die zich op den bodem bevinden. Geen visch leeft in dit meer en weinige of geene planten groeien aan zijne oevers. De grond is in den geheelen omtrek met zout doordrongen; zelfs deelt zich dit aan de kleederen der reizigers mede. Vogelen en zoogdieren schuwen dit oord en zelfs door den mensch wordt het weinig bewoond, zoodat dit meer met recht den naam van *Doodde zee* draagt. Het opmerkelijkste is echter de lage ligging van dit meer, daar zijn waterspiegel 400 meters lager ligt dan die der *Middellandsche zee* (zie pag. 57); zeker het laagst gelegen punt van de oppervlakte der aarde, dat rechtstreeks toegankelijk is. De smaak van het water der *Doodde zee* is veel zouter dan die van gewoon zeewater en zeer bitter en walgelijk. Het water is echter zeer verschillend van zoutgehalte, naar gelang van de plaats waar en de tijd, waarop het geschept wordt. HERAPATH vond het soortelijk gewicht van het water 1,17; BOOTH 1,185, en MUIKLE 1,227; het zoutgehalte wisselt van 22 tot 26 procent, waarvan 7 procent keukenzout en 11½ procent chloormagnesium. TERREIL, die het water onderzocht, dat door LARTET in toegesmolten buizen was medegebracht, vond dat het soortelijk gewicht met de diepte toeneemt. Bij drie honderd meters bedroeg dit 1,25. Het bevat geen spoor van iodium maar daarentegen eene aanmerkelijke hoeveelheid bromium; bovendien bevat het chloruren van magnesium, natrium, calcium en kalium, alsmede bromuren dezer zelfde metalen. Wegens het groote zoutgehalte, kan een mensch gemakkelijk op het water der *Doodde zee* drijven; keizer VESPASIANUS werd hiervan reeds overtuigd, want, toen hij zwaar geboeide gevangenen daarin liet werpen, bleven zij bovendrijven; de dood weigerde de prooi die de wreede keizer hem aanbood. — Geweldige vulkanische uitbarstingen schijnen eenmaal dezen grond te hebben beroerd en men verhaalt dat daaruit, zelfs thans nog, van tijd tot tijd rookzuilen opstijgen, die een zwavelreuk verspreiden. — Niet slechts de *Doodde zee* maar geheel *Palestina* is, om zijne grondgesteldheid, hoogst merkwaardig. De geheele bergvlakte, die met den *Libanon* en *Anti-Libanon* begint en zich langs de kusten der *Middellandsche*, tot aan die der *Rode zee* voortzet, vertoont eene diepe, lange kloof, alsof de geheele hoogvlakte gespleten ware. Deze kloof begint ten noorden van het meer van *Genezareth* of *Tiberias*, waarvan de waterspiegel reeds 206 meters beneden die der *Middellandsche zee* ligt. De *Jordaan* voert het water uit dit meer, door een dal, waarvan de grond naar het Zuiden helt, en waarvan de *Doodde zee* het laagste gedeelte in neemt. Ten zuiden van dit meer verheft zich de grond wel eenigszins maar de diepe kloof van de bergvlakte zet zich, door de baai van *Akaba*, tot nabij de *Rode zee* voort.

De onderstaande figuur stelt eene doorsnede voor door *Palestina*, van het Oosten naar het Westen: a a is de waterspiegel der *Middellandsche*, b b die der *Doodse zee A*; C is *Jerusalem*, d *Jericho*, G het meer van *Genesareth*.



Het water van het *grootte Zoutmeer (Great salt lake)* in *Utah*, in de *Vereenigde Staten van Noord-Amerika* bevat 22 procent van zijn gewicht aan zouten. In dit meer leven geene visschen, wegens het grootte zoutgehalte van het water. Kapitein BURTON, die zich in deze »*Doodse zee van het verre Westen*» baadde, zegt dat zijne haren, toen hij uit het water kwam, als met rijp bepoederd waren en [dat zijn lichaam met eene zoutkorst was bedekt. — Het meer, dat geen zichtbare uitwatering heeft, begint, door het periodiek rijzen van zijn water, bekommering te veroorzaken. De beken, die van het gebergte komen, voeren meer water aan en de vochtigheid van den dampkring schijnt, met de toenemende bebouwing van den grond, vermeerderd te zijn. In 1847 werd het dal door de Mormonen bezet en van 1847 tot '52 schijnt geene verandering van den waterspiegel te hebben plaats gehad. Van 1852 tot '56 steeg het meer 1,8 meter, doch daalde, van 1856 tot '61, tot 1,6 meter beneden den waterspiegel van 1852, waardoor de oppervlakte met $\frac{1}{4}$ verminderde. Van het voorjaar van 1861 af tot '68 klom het water opnieuw, en bereikte, in laatstgenoemd jaar, een stand, die 3 meters hooger was dan in 1852, terwijl de oppervlakte $1\frac{1}{2}$ maal grooter was dan toen. Sedert '68 bedroegen de afwisselingen omstreeks 0,6 meters en het water schijnt nog te zullen rijzen. Duizenden hectaren wei- en bouwland staan reeds onder water, en, bij toeneming van de waterhoogte, zullen vele vierkante mijlen bouwland worden overstroomd. — Ook het water van het *Monomeer*, in *Californië*, bevat veel zout, zoodat daarin geene visschen leven. — Van de soda- en bittermeren op de landengte van *Suez* is reeds pag. 57 gesproken.

De meren, die een toevloed en afvoer van water hebben of waardoor rivieren stroomden, zouden slechts voor verwijdingen der rivieren kunnen worden gehouden, indien niet vele zich door hunne diepte of grootte onderscheidden. Zij worden bijna uitsluitend in bergachtige streken aangetroffen, en de voornaamste rivier, die uit deze meren stroomt, behoudt veelal denzelfden naam, als die, waardoor de meeste aanvoer van water plaats heeft; men zegt dan dat zoodanige rivier door het meer stroomt. Zoo zegt men dat de *Rijn* door het meer van *Constance* of de *Bodensee*, de *Rhône* door het meer van *Genève* en de *Reuss* door het *Lucernermeer* of de *Vierwaldstädter-See*, stroomt. De meeste meren ontvangen echter nog water van andere rivieren en beken en vele, vooral in bergachtige landen, moeten beschouwd worden als dalen of kloven, die door water zijn gevuld. — De meren in de gebergten onderscheiden zich daarom veelal, zoowel door hunne hooge ligging, als door eene aanmerkelijke diepte: het meer van *Titicaca*, dat brak water heeft, ligt, op het hoogland van *Bolivia*, volgens de nieuwste metingen 3808 meters boven de oppervlakte des oceaans d. i. slechts 100 meters lager dan de *Ortlespits*, de hoogste berg van *Tyrol* (pag. 64). Zijne oppervlakte bedraagt niet minder dan 282 vierkante geogr. mijlen. De gedaante is zeer onregelmatig. Het bevat verschillende eilanden; het ontvangt vele rivieren en ontlast het overtollige water door de rivier *Desaguadero*, die, na een korten loop, in het zand verdwijnt.

Het meer *Aksaé-chin* in *Thibet* ligt, volgens von SCHLAGINTWEIT, zelfs op 5006 meters hoogte, dat is nog ruim twee honderd meters hooger dan de top van den *Mont-Blanc*. — In *Europa* is het *Troebele meer* (*Trüb-See*) nabij het hoogste gedeelte van den *Joch-pas* in het kanton *Unterwalden* zeker een der hoogste, daar het 1765 meters boven de zee ligt. Eenige dezer zoo hoog gelegene meren zijn altijd, andere gedurende het grootste gedeelte des jaars bevroren. — Het meer van *Neufchatel* ligt 435 meters boven de zee en is 144 meters diep; het *meer van Lucern* of de *Vierwaldstädter-See* heeft zijn waterspiegel 438 meters boven de zee en is 260 meters diep; dat van *Genève* is 347 meters boven de zee gelegen en heeft eene diepte van 334 meters, zoodat de bodem van de gemelde meren zoo diep ligt, dat hij slechts weinig boven het waterpas der zee is verheven. — Het *Lago di Como* ligt 213 meters boven de zeeoppervlakte; zijne grootste diepte bedraagt 588 meters. — Het *Lago-Maggiore* is het diepste der Alpenmeren, want men peilt op de diepste plaatsen eerst op 866 meters grond. Wegens de groote diepte bevroren de meeste meren van *Zwitserland* slechts zelden.

Indien men in aanmerking neemt wat vroeger (bladz. 145) aan-

gaande het bevrozen van water is gezegd, dan kan men nagaan dat de temperatuur van het water in de diepte, van meren in de gematigde en koude streken, zeer laag moet zijn. In den winter koelt de oppervlakte af en de koude waterdeeltjes dalen naar beneden; in den zomer wordt de oppervlakte wel weder verwarmd, doch de zonnestralen dringen niet tot eene groote diepte door (pag. 320) zoodat de afgekoelde diepere water lagen, nooit weder worden verwarmd, tenzij ze door stroomen opwaarts werden gevoerd. Men heeft dan ook werkelijk aan, of nabij den bodem van de diepste meren van *Zwitserland* en *Oostenrijk* temperaturen waargenomen, die slechts weinig hooger waren dan die, waarbij het water de grootste dichtheid heeft, namelijk van 4 graden. Volgens de onderzoekingen van Prof. SIMONY, in de *Gmundener-* of *Traun-see* en *Atter-see* in *Oostenrijk*, is de jaarlijksche wisseling der temperatuur voornamelijk tot de bovenste waterlagen bepaald en wordt naar den bodem kleiner, zooals uit de volgende opgaven blijkt:

<i>Traun-see.</i>			<i>Atter-see.</i>		
Temperatuur.			Temperatuur.		
Diepte.			Diepte.		
meters.	September.	April.	meters.	September,	April.
0,6	16°,5	3°,5	0,6	16°,9	3°,6
158 (grond)	4°,6	3°,9	170,7 (grond)	4°,35	3°,7

Vele meren ondergaan min of meer geregelde rijzingen en dalingen, terwijl andere slechts gedurende den regentijd bestaan en later weder, door verdamping van het water, verdwijnen. Dit laatste heeft onder anderen met het meer *Caër* aan den *Senegal* plaats en vele watervlakten, die zich in de lagere streken, zoowel van *Noord-* als *Zuid-Amerika*, gedurende den regentijd, vormen, verdwijnen weder in den zomer. Ook in *Tartarije* en aan de noordzijde der *Kaspische zee* komen meren voor, die in den zomer uitdrogen (zie pag. 312).

Onder de verzamelingen van zoet water, die zich door eene aanzienlijke grootte onderscheiden, verdienen de meren van *Noord-Amerika* een eersten rang. De vijf voornaamste meren: het *Boven-meer*, *Huron-*, *Michigan-*, *Erie-* en *Ontario-meer*, benevens eenige daartoe behoorende watervlakten, beslaan te zamen eene oppervlakte van 4600 vierkante Duitsehe mijlen, waarvan het *Boven-meer* (het grootste zoetwaterbekken der wereld) 1500 beslaat (dat is: slechts 90 vierkante mijlen minder dan de oppervlakte van *Engeland*). De Amerikaansche meren alleen bevatten meer dan de helft van al het zoete water van de aarde. De wa-

terspiegel van het *Boven-meer* ligt 188,5 meters boven de oppervlakte des oceaans; die van het *Huron-meer* ligt ruim 9 meters lager; het meer *Erie* ligt 9,5 meters lager dan het voorgaande, en het *Ontario-meer* ligt ruim 100 meters lager dan het *Erie-meer*. De *Niagara*, die deze twee laatste meren vereenigt, is $7\frac{1}{4}$ mijlen lang en heeft op deze lengte een verval van ruim 20 meters; op het laatste achtste deel eener mijl bedraagt dit verval bijna 17 meters, zoodat de snelheid van den stroom reeds zeer groot is, wanneer het water den waterval bereikt (pag. 298). Niet alleen de grootte, maar ook de diepte dezer meren verdient opmerking. De bodem van het *Boven-meer* ligt 52,6 meters en die van het *Ontario-meer* 81,5 meters lager dan de oppervlakte van den *Atlantischen Oceaan*. Deze meren leveren dus een ander voorbeeld op van eene inzinking van het land onder het waterpas der zee.

Ook de meren, die in den laatsten tijd in het binnenste van *Afrika* ontdekt zijn, verdienen om hunne uitgebreidheid en hooge ligging zeer de aandacht. Het zijn voornamelijk de volgende: *Victoria-Nyansa* of *Ukeréwé*, *Albert-Nyansa* of *Mwutan*, *Tanganjika*, *Nyassa*, *Bangweolo* enz. De beide eerste ontvangen het water van eenige rivieren en zijn door de *Murchison-rivier* met elkander verbonden. De *Nijl* stroomt uit het tweede, maar wordt later door aanzienlijke zijtakken versterkt (vergelijk pag. 308). — Het meer *Langweolo* ligt omstreeks 1115 meters boven den zeespiegel, het meer *Tanganjika* 289 meters lager. Beide nemen, volgens de onderzoekingen van STANLEY, het water van verschillende rivieren in zich op. Uit het eerste stroomt de *Luapula-* of *Lualaba-rivier*, uit het tweede de *Luindi* of *Lukuga*, die zich te zamen vereenigen en de *Congo* vormen. — De oppervlakte der Afrikaansche meren is zeer aanzienlijk: die van het meer *Ukeréwé* is omstreeks twee en een halfmaal grooter dan die van *Nederland*.

Behalve de tot hiertoe beschouwde, komen er nog meren voor, wier ontstaan aan vulkanische werkingen van vroegeren tijd moet worden toegeschreven. Het zijn de zoogenaamde *kratermeren* of *kratervormige meren*. De meeste daarvan zijn rond of langwerpig, en vele moeten beschouwd worden als kraters van uitgebrande vulkanen, die met water zijn gevuld. Men vindt ze in den *Eifel*: o. a. de bekende *Laacher-See* en het *Pulvermaar* en op vele andere plaatsen. — Voor korten tijd heeft men, op een berg van het eiland *Dominique*, zulk een kratermeer ontdekt, waarvan het water steeds in hevige kokende beweging is.

Bij eenige meren worden nu en dan zonderlinge verschijnselen waargenomen: zoo kan het *Wetter-meer* in *Zweden* en het *Loch-Lomund* in *Schotland*, bij helder en stil weder, sterk golven. — Het meer van *Beja*, in het

landschap *Alemtejo*, in *Portugal* en meer andere, kondigen, door een eigenaardig, naar brullen gelijkend geluid of gedruisch, een naderend onweder aan. — Het *Huron-meer* in *Noord-Amerika* schijnt de zetel van eigenaardige electriche verschijnselen te zijn, daar men, in een zijner bochten, bijna voortdurend donder hoort. Dergelijke zonderlinge verschijnselen vindt men ook bij andere meren.

In het meer van *Genève* komen vrij regelmatige golvingen of schommelingen van het water voor, die het sterkst zijn aan de beide uiteinden, zooals bij *Genève* en *Villeneuve*. Zij hebben gemiddeld eene hoogte van 0,3 meters en de duur daarvan is 70 minuten. Behalve deze longitudinale golvingen zijn er ook transversale, die minder hoog zijn en gemiddeld 35 minuten duren. Men noemt ze aldaar *Seiches*. — Ook in andere meren van *Zwitserland* en *Oppe-Italië* heeft men dergelijke schommelingen van het water waargenomen. Men vermoedt dat zij door veranderingen in de luchtdrukking worden veroorzaakt. — In de groote Noord-Amerikaansche meren heeft men voor korten tijd dergelijke verschijnselen opgemerkt.

In de gemeente *Rockanje*, nabij *Helvoetsluis*, ligt, aan den voet der duinen, een meertje, dat omstreeks 1 hectare groot is, hetwelk overgaat in eene veenachtige en moerassige streek, die zich tot in de nabijheid van *Brielle* uitstrekt. Het meertje is rondom veenachtig en voor een groot deel met hooge moerasplanten begroeid. In het midden is het water rijk aan dubbel koolzure kalk, waardoor het (vergelijk pag. 89) riet, steenen en andere voorwerpen omkorst, met een laag van koolzure kalk. De kalk, die in het water is opgelost, is waarschijnlijk afkomstig van schelpen, die ook in de omliggende gronden, in grooten getale voorkomen, terwijl het koolzuur ontstaat bij het verrotten van de overblijfselen van waterplanten.

Reeds vroeger (§ 25) zagen wij dat de kalksteen-formatie zeer rijk aan holen en grotten is, en in deze komen ook, met betrekking tot het onderaardsche water, de meeste bijzonderheden voor. Dit gesteente zelf wordt door het water gemakkelijk uitgespoeld, zoodat het vele holten bevat, die, later inzakkende, zich als trechters voordoen, zooals in *Karinthië*, *Istrië*, *Illyrië*, *Dalmatië* en *Griekenland* het geval is. De geheele streek van *Triëst* af, over den *Karst* tot *Idria* is vol trechtersvormige holten, die meerendeels van 10 tot 20 meters middellijn en van 3 tot 8 meters diepte hebben. Sommige hebben zelfs $\frac{1}{4}$ uur gaans omtrek. — Dergelijke trechters bevinden zich in het dal van het *Zirknitzer-meer* in *Karinthië*. Dit meer heeft eene lengte van 9 en eene breedte van 4 kilometers en wordt door hooge bergen ingesloten. Het heeft afvoer van water door trechtersvormige spleten en kloven. Het water komt, in het dal van *Lai-*

bach, als twee beken, die de namen van *Bistriza* en *Boruniza* voeren, weder te voorschijn. Soms tijds droogt het geheel uit, zooals in 1868 en '71, maar overstroomt ook, bij aanhoudenden regen, het land, zoodat men daarin soms tijds, in weinige maanden, visschen, jagen en oogsten kan. — Een dergelijk verschil in waterspiegel vertoont ook het *Neusiedler-meer* in *Hongarijē*: in 1865 was de waterspiegel zoover gedaald, dat slechts hier en daar enkele moerassige plekken over waren. In 1868 waren ook deze opgedroogd; doch sedert '69 begon zich weer meer water te vertoonen. In '76 bezat het meer weder zijne vorige grootte, met eene wateroppervlakte van 6 vierk. geographische mijlen.

De helderheid of doorschijnendheid van het water van vele meren is hoogst opmerkelijk. Zand- en stofdeelen, die op de oppervlakte vallen, bezinken spoedig, doordien geen stroom in het water is: vandaar die helderheid van het water. Het water is evenwel, waar eene beek in een meer valt, min of meer troebel, door de fijne deeltjes, die deze medeneemt. In de Zwitsersche meren is de doorschijnendheid van het water in den winter het grootst, omdat de gletschers dan weinig of niet afsmelten, en daarom weinig wateraanvoer is. Volgens FOREL wordt, in het meer van *Genève*, bij zonnenschijn, op den middag eene witte schijf, van 25 centimeters middellijn, des zomers gemiddeld op eene diepte van 6,6 m. en des winters van 12,7 m. eerst onzichtbaar. De scheikundige werking van het zonlicht houdt in den zomer op een diepte van 45, in den winter eerst op 100 meters op. Bij eene proef die ik in den zomer op het *Züricher-meer* nam, bij zonnenschijn, op den middag, met eene witte schijf van 25 centimeters middellijn, werd deze reeds op 3,7 meters onzichtbaar op eene diepe plaats.

De *kleur van het water* van vele meren verdient zeer de aandacht, omdat zij zooveel tot de schoonheid daarvan bijdraagt. Zoo is bijv. de kleur van het water van het meer van *Genève*, prachtig blauw, dat van de meeste andere meren van *Zwitserland*, *Noord-Italië*, het *Salzkammergut* en *Tyrol* zeer schoon groen, of groenachtig blauw. Volgens de onderzoekingen van FOREL en TYNDALL zou die zijn toe te schrijven aan uiterst fijne deeltjes, die, in het water zwevende, de uiterste stralen van het zonnenspectrum opslorpen en de overige polariseren en terugkaatsen. CH. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE heeft opgemerkt, dat wateren, die na verdamping een wit residu achterlaten, blauw zien, die, welke een geel residu achterlaten, groen.

Voor de huishouding der natuur zijn de meren van het grootste belang, omdat, door middel daarvan, de hoeveelheid water wordt geregeld, die uit bergachtige streken naar de vlakte afvloeit. Wanneer b. v.

de menigvuldige beken en kleine rivieren, die uit de gletschers der *Alpen* ontspringen, ongehinderd konden bijéenvloeien en zich tot een enkelen stroom vereenigen, dan zou deze, bij het smelten der sneeuw, zooveel water afvoeren, dat daardoor de landen, die hij in zijnen midden- en benedenloop doorstroomt, zouden worden onder water gezet. Door de meren wordt dit echter verhinderd, daar zij eene groote hoeveelheid water kunnen opnemen, zonder dat daardoor hun waterspiegel aanmerkelijk wordt verhoogd. — Ofschoon het water van de meeste bronnen en beken kristalhelder is, wordt het, bij den verderen loop, allengs verontreinigd door stoffen, die het van de berghellingen afspoelt en medevoert, of die daarin geworpen worden. Vallen nu de bergstroomen, die door vereeniging van eenige beken ontstaan zijn, in een meer, dan wordt de stroomsnelheid aanmerkelijk vertraagd: die stoffen zinken naar den bodem van het meer en het water treedt weder zeer helder daaruit te voorschijn. Dit is bijv. het geval met den *Rijn* te *Constanz*, de *Rhône* te *Genève*, de *Reuss* te *Lucern* en vele andere rivieren, die door een meer stroomen. Deze meren kunnen dus als zuiveringstoestellen beschouwd worden van het water der rivieren en beken, die daardoor stroomen. Het water van de *Rhône* b. v. is te *Genève* zoo zuiver, dat het, zonder gefiltreerd te zijn, wordt opgepompt, om als drinkwater te dienen.

Eindelijk moeten nog de *moerassen* worden vermeld, of die streken, welke slechts tot eene geringe hoogte met water bedekt zijn, zoodat daarin nog plantengroei gevonden wordt. Zij ontstaan in de lagere gedeelten van vlakke landen, en ontvangen hun water, hetzij uit rivieren of bronnen, hetzij onmiddellijk uit den dampkring, doordien het water, hetwelk in de nabijheid valt, daarheen vloeit. Ook op de waterscheidingen van vele rivieren (pag. 294) komen moerassen voor. De meeste moerassen zijn onbegaanbaar, omdat zij den geringsten last niet kunnen dragen en onbevaarbaar, wegens den plantengroei, of de geringe diepte. Vele drogen des zomers uit en dan ontstaan, door het vergaan van plantaardige zelfstandigheden, gassen en andere uitwasemingen, die voor de gezondheid zeer nadeelig zijn (zie pag. 96). Onder de bekendste behooren de *Maremme*, aan de kusten van *Toskane* en de *Pontinische moerassen*, in de nabijheid van *Rome*. In het droge jaargetijde zijn de omstreken der laatste onbewoond en ieder reiziger haast zich, om hunnen schadelijken invloed te ontvluchten. De dampen en gassen die er uit opstijgen worden door den wind in de omstreken verspreid en zijn onder den naam van *malaria* of *aria cattiva* bekend.

Waar groote rivieren onbedijkt door lage landen stroomen, worden meestal uitgestrekte moerassen gevonden, zooals in het Noordoosten van *Europeesch Rusland*, in het land der *Samojeden*: de geheele streek, waardoor de *Pripet*, eene zijrivier van den *Dnjepr*, en zijne zijtakken stroomt, vormt eene moerassige vlakke, van vele honderden mijlen oppervlakte, die den naam van *Rokitno-moerassen* dragen. Insgelijks vindt men ze in *Hongarije* langs de *Theiss*, in de lage landstreek van *Walachije*, aan den linkeroever van den *Donau* en de delta, die de monden dezer rivier vormen. — De lage landen, die den zuidelijken voet van het *Himalaija-gebergte* begrenzen, en waardoor de *Ganges* en zijn zijrivieren stroomt, zijn mede zeer moerassig. In de andere werelddeelen komen zij ook veel langs de groote rivieren en aan de riviermonden voor.

Ook in ons vaderland, vooral in *Drenthe* en *Limburg*, worden — evenals in alle rivierdelta's — vele moerassen gevonden, die men *peelen* noemt.

§ 87.

Een groot gedeelte van het water, dat uit den dampkring nedervallen is, dringt in den grond en wel tot eene meerdere of mindere diepte, naar gelang van den aard der grondlagen, die het ontmoet. Bestaan deze uit zand of steengruis, dan kan het tot eene aanmerkelijke diepte doordringen; ontmoet het water echter klei- of lemlagen, of vast gesteente, dan zal het, langs de bovenvlakte daarvan, naar de laagst gelegene punten afvloeien. Dikwijls ook hebben de vaste lagen eene menigte scheuren, spleten, kloven en holten, die zich tot een aanmerkelijke diepte uitstrekken en deze vormen dan onderaardsche waterleidingen, waardoor het water tot op groote afstanden kan worden gevoerd, of wel verzamelplaatsen, waarin eene groote hoeveelheid water kan bevat zijn. Ontmoet het water, dat steeds naar diepere plaatsen vloeit, op zijnen weg één of meer openingen, dan zal het daaruit vloeien en aldus *bronnen* vormen. De gezamenlijke wegen langs welke het water naar eene bron vloeit, worden haar *wortelstelsel* genoemd. Dat het water op zoodanige wijze op aanmerkelijken afstand wordt gevoerd, kan onder anderen daaruit blijken, dat in de golf van *Spezzia* eene zoetwaterbron met zooveel kracht opwelt, dat het oppervlak der zee daardoor plaatselijk lensvormig wordt verhoogd. Deze waterstroom komt waarschijnlijk uit hollen en gangen van het nabijgelegen kalksteengebergte. — In de *Mare piccolo*, of de groote kom van *Tarente*, springt, op eenigen afstand van den mond van het riviertje *Galessa*, zoet water met zoodanige kracht en in zoo groote hoeveelheid uit

de zee op, dat het, zonder zout te bevatten, kan worden geschept. — Ook in de zoutlagune te *Tau* bij *Cette* springt een bron golvend uit de zee op. — Eveneens vindt men in de *Grieksche zee* bronnen van zoet water. — In de *Indische zee* komt zelfs, op een afstand van 36 geographische mijlen van het naaste punt der kust van *Dschittagong*, zoet water voor, evenals in het kanaal tusschen *Yucatan* en *Cuba*. Ofschoon het water, waardoor de bronnen gevoed worden, in de meeste gevallen reeds min of meer naar lagere streken is gevloeid, komen toch, zelfs op groote hoogten, bronnen voor. De hoogst gelegene bron, die de gebroeders von SCHLAGINTWEIT in *Hoog-Azië* vonden, ligt in *Thibet*, op de noordelijke helling van de *Fbi* of *Gámin-top*, 5364 meters boven de oppervlakte der zee.

Indien het wortelstelsel eener bron niet zeer diep beneden de oppervlakte van den grond gelegen is, dan wordt zij rechtstreeks door het nedergevalLEN regenwater gevoed, zooals blijkt uit de vermeerdering van het uitvloeiende water na sterken regen. Te *Nimes* b. v. is eene geboorde bron, die binnen weinige uren tijds meer water geeft dan gewoonlijk, wanneer het, op een afstand van 2 tot 3 uren gaans ten noordwesten der stad, sterk geregend heeft; hieruit kan men, niet alleen opmaken in welke streek het wortelstelsel dezer bron gelegen is, maar men ziet er tevens uit, dat het zich niet zeer diep beneden de oppervlakte bevindt.

Ofschoon de waterrijkdom van vele bronnen grootendeels afhangt van de hoeveelheid regen, die in de streek valt, waar zij liggen, zijn er andere die, onafhankelijk van droge of natte jaren, of jaargetijden, steeds dezelfde hoeveelheid water opleveren. Deze schijnen dus uit groote verzamelingen van water te ontspringen, waarop de afwisseling in de hoeveelheid gevallen regen weinig invloed uitoefent, of wel een zeer uitgebreid wortelstelsel te bezitten.

Hoogst opmerkelijk is de onveranderlijkheid van vele bronnen, zoowel met betrekking tot den aard, als de hoeveelheid van het water, dat zij opleveren. Sommige zijn reeds zoolang bekend, als de geschiedenis der landen teruggaat, waarin zij gelegen zijn, terwijl vele zelfs eene historische vermaardheid bezitten. De bronnen te *Aken*, *Mont-Doré*, *Aix*, *Wiesbaden* en meer andere, die reeds aan de Romeinen bekend waren, schijnen in den aard harer bestanddeelen, geene merkbare veranderingen te hebben ondergaan.

De *rijkdom aan water* is bij verschillende bronnen zeer onderscheiden: van sommige verdwijnt het weinige water, dat zij opleveren, weldra weder in den lossen grond, of door verdamping, terwijl andere daarentegen zooveel water geven, dat zij aanmerkelijke beken vormen. Zoo

levert de *Molen-bron*, bij *Upsála* in *Zweden*, elke minuut 10208 liters water, en van de bron bij *Selters*, die het bekende Seltzerwater oplevert, werden vroeger jaarlijks één, tot anderhalf millioen kruiken water verzonden. Van de bron van *St.-Winifred* te *Holywel* in *Engeland* schat men de hoeveelheid water in de minuut op 21000 liters. Dit water loopt op een afstand van een half uur gaans in zee. Op dezen weg worden daardoor elf molens gedreven.

§ 88.

Sommige bronnen vloeien slechts nu en dan, op onbepaalde tijden; men noemt ze daarom *periodieke bronnen*. Dit vloeien hangt veelal van de hoeveelheid regen af, die op de uitgestrektheid van het wortelstelsel der bron valt. In de landen waar de regen op bepaalde tijden valt, komen daarom de meeste periodieke bronnen voor.

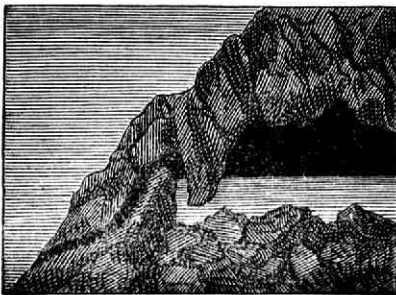
Andere bronnen vloeien daarentegen op bepaalde tijden en houden tusschenbeiden op; deze noemt men *intermitterende* of *tusschenpoozende bronnen*. Bij sommige heeft eene regelmatige toe- en afneming van de hoeveelheid water plaats. Er is eene menigte van voorbeelden dezer verschillende soorten van bronnen; wij zullen slechts eenige der merkwaardigste daarvan hier bijbrengen: aan het meer van *Como* in *Opper-Italië* is eene bron, die elk uur geregeld toe- en afneemt; dergelijke vindt men ook te *Cadix*, te *Givre* in de *Vendée*, te *Brest*, te *Calais*, op de *Antillen*, enz. Van de intermitterende bronnen zijn zeker de reeds vroeger (bladz. 77) vermelde *Geysir* en *Strokr* op *IJsland*, de geysirs van de *Yellowstone-rivier* in *Noord-Amerika*, die van *Californië* en van *Nieuw-Zeeland* wel de merkwaardigste. Het zijn heete bronnen, die, met tusschenpoozen van eenige uren, of zelfs één of twee dagen, geweldige stralen van kokend water, tot eene aanzienlijke hoogte, opwerpen; daarna daalt het water in het bekken, waaruit zij ontspringen. De kracht, waardoor deze waterstroomen worden opgestuwd, is zoo groot, dat somtijds zelf steenen daardoor worden opgevoerd. — In de nabijheid van *Bergamo*, in *Opper-Italië*, benevens in het Zuiden van *Frankrijk*, zooals te *Fonsanche* bij *Nimes*, te *Fontes-Orbe* in het departement de *l'Arriège*, enz. vindt men meerdere voorbeelden van intermitterende bronnen.

De oorzaken, waardoor de bronnen op zoo onderscheidene tijden vloeien, kunnen zeer verschillend zijn. Bij sommige loopt het van zelf in het oog, dat de hoeveelheid water, die zij opleveren, van de meerdere of mindere hoeveelheid regen afhangt, die in de omstreken valt. In de bergachtige streken, waar gletschers voorkomen, hangt de waterrijkdom der

bronnen gedeeltelijk van de temperatuur af, omdat daarmede de hoeveelheid ijs en sneeuw, die gesmolten wordt, in verband staat. Andere bronnen hangen weder door kanalen met de zee zamen, zooals b. v. die te *Cadia*, te *Brest*, enz. Dit blijkt daaruit, dat zij in hetzelfde tijdvak rijzen en dalen waarin ebbe en vloed plaats heeft. Er verloopt echter gewoonlijk eenigen tijd, tusschen den vloed en het rijzen van zoodanige bronnen.

Bij de intermitterende bronnen, die in de nabijheid van vulkanen gelegen zijn, wordt het water waarschijnlijk opgestuwd door de kracht van den waterdamp, die, door de hitte van de werking van den vulkaan, wordt ontwikkeld. Bij andere bronnen, waarvan het water veel gas bevat, zou de meerdere of mindere ontwikkeling daarvan de oorzaak van het toe- en afnemen der uitvloeijing kunnen zijn. Eindelijk kunnen nog intermitterende bronnen ontstaan op de wijze, waarop het vloeien en ophouden bij den bekenden *Tantalus-beker* geschiedt. Neemt men namelijk aan dat zich, onder de oppervlakte der aarde, eene ruimte bevindt, die door eene hevelvormige kloof met de buitenlucht gemeenschap heeft, en dat in die ruimte aanhoudend water wordt aangevoerd; dan zal deze allengs worden gevuld: het water zal tevens in de hevelvormige kloof opstijgen, doch er zal geene uitvloeijing kunnen plaats hebben, zoolang het water nog den hoogsten kant van de hevelvormige kloof of kanaal niet heeft bereikt. Komt het echter in de holte nog hooger, dan zal het water het hoogste gedeelte der kloof bereiken, daar overvloeien en de kloof zal, — als een hevel werkende. — zoolang het water doen ontvloeien tot er weder lucht in de opening kan dringen. Dan houdt de bron op te vloeien, tot er op nieuw zooveel water in de holte is aangevoerd, dat het

andermaal het hoogste gedeelte van de hevelvormige kloof overstroomt. In de verzamelingen van natuurkundige werktuigen komen toestellen voor, waarvan de inrichting op de vermelde beginselen berust en die de hier voorgestelde werkingen duidelijk toonen. Ofschoon wij wel niet in de gelegenheid zijn om ons van het werkelijk bestaan van de zoo even ter verklaring aangenomen



ruimten, die voortdurend water ontvangen en van het bestaan der hevelvormige kloven te overtuigen, is het echter zeer waarschijnlijk, dat de verschijnselen, die bij de intermitterende bronnen worden waarge-

nomen, volgens dit beginsel moeten worden verklaard. Vele verschijnse-
len, die wij aan de oppervlakte der aarde waarnemen, bewijzen bovendien dat, beneden die oppervlakte, talrijke kanalen bestaan, waardoor water vloeit, en zelfs zulke, waarin sterke stroomen plaats hebben. Onder deze zullen er zeker voorkomen, die hevelvormig zijn en, indien de overige omstandigheden daartoe gunstig zijn, zullen daar dus intermitterende bronnen ontstaan. De voorgaande figuur stelt de wijze voor, waarop intermitterende bronnen kunnen ontstaan.

§ 89.

De temperatuur van het bronwater, is, bij het te voorschijn treden, zeer onderscheiden. Bij de meeste is de warmtegraad zeer standvastig, zoodat men, zelfs in den loop der eeuwen, geene verandering daarin heeft bespeurd. Van die te *Wiesbaden* schreef reeds PLINIUS vóór 18 eeuwen: *Sunt et Mattiaci in Germania fontes calidi, trans Rhenum, quorum haustus, triduo fervet.*" (Aan gene zijde van den *Rijn* zijn in *Duitschland* ook de warme bronnen van *Mattiachus*, waarvan het geschepte water drie dagen lang warm blijft). Van de meeste bronnen heeft het water eene temperatuur, die met den gemiddelden jaarlijkschen warmtegraad der plaats overeenkomt. Dit is met bronnen waarvan het wortelstelsel niet zeer diep ligt, algemeen het geval; ook ons put- of welwater heeft eene vrij standvastige temperatuur, die vrij nabij met de gemiddelde jaarlijksche luchttemperatuur van ons land overeenkomt. — Vele hebben echter een veel hogere warmtegraad en deze worden daarom *warme of heete bronnen (thermen)* genoemd. Zoo heeft het water van sommige bronnen bij *Aken*, als het te voorschijn komt, eene temperatuur van 68,7 graden. Het water van den grooten *Geijsir* en den *Strokr* op *IJsland* (pag. 77) heeft, bij het opstijgen, eene temperatuur van 100 graden, of de kookhitte. Op eene diepte van 10 meters in de bron is zij 104 graden; op 20 meters 124 graden; die van den *Strokr* werd, op 13 meters diepte 141 graden gevonden. Behalve deze zijn op *IJsland* nog vele bronnen, waaruit het water kokend te voorschijn komt. — Men vindt op eenige plaatsen bronnen van verschillende temperatuur dicht bij elkander. Zoo zijn, in het benedengedeelte van de stad *Paderborn*, 130 bronnen, welker temperatuur van 9 tot 16 graden bedraagt. Koude en warme, zoete en zoute bronnen komen aldaar, op slechts weinige schreden afstands van elkander, voor.

Men vindt warme en heete bronnen in alle werelddeelen; hun aantal is echter, in verhouding tot de koude bronnen, niet zeer groot. Vol-

gens R. VON SCHLAGINTWEIT is de bron bij *Manikarn* in *Kulu* (*Himálaya*) de heetste bekende bron van *Azië*; het water heeft eene temperatuur van $94^{\circ},4$ C; zij ligt 1703 m. boven de zee. — Behalve de reeds vroeger (pag 77) vermelde *Geijsirs*, vindt men in *Amerika* mede vele heete bronnen, b. v. *Los Trincheras*, tusschen *Porto-Cabello* en *Valencias* in *Venezuela*, welker temperatuur van 1800 tot 1823 van $90^{\circ},4$ tot 97° is gestegen. — Volgens ROHLFS en JORDAN zijn de meeste bronwateren, die in de oasen der *Lijbische woestijn* voorkomen, niet alleen minerale, maar ook warme. De bron in *Dachel* heeft eene temperatuur van 38° ; die te *Farafrak* van 25° ; die in *Bocharieh* 38° enz.; waarschijnlijk komt het water aldaar van zuidelijke streken, dringt diep in den grond en komt, daardoor verwarmd, te voorschijn.

De oorzaak van de hooge temperatuur van de heete en warme bronnen is ons onbekend. Waarschijnlijk moet zij aan scheikundige werkingen in de aardkorst worden toegeschreven, of wel daaraan, dat zij uit eene groote diepte ontspringen, waar de temperatuur zeer hoog is (zie blad. 80). Het verdient althans opmerking dat de meeste warme bronnen in lage streken liggen.

§ 90.

In de bestanddeelen van het water, dat verschillende bronnen opleveren, is eene groote verscheidenheid: dat van sommige is bijna scheikundig zuiver, dat van andere daarentegen is, in verschillende mate, met onderscheidene zouten en gassen bedeed; van sommige zelfs tot verzadiging toe. Alle bronnen, die ander dan gewoon drinkwater opleveren, worden *minerale bronnen* genoemd.

Wanneer het regenwater, dat bijna scheikundig zuiver is (zie pag. 231), in onderaardsche holten en spleten dringt (zie pag. 325), dan kan het uit den bodem verschillende bestanddeelen opnemen. De aard en de hoeveelheid dier opgeloste stoffen is afhankelijk van den bodem. PLINIUS schreef reeds: *Tales sunt aquae, qualis terra, per quam fluunt* (de aard van het water is afhankelijk van den grond, waardoor het vloeit), eene uitspraak, die door de tegenwoordige wetenschap volkomen bevestigd wordt. Vindt het water in de diepte uitgebreide lagen van steenzout, dan zal het keuzenzout in ruime hoeveelheid oplossen en als een zoutbron elders voor den dag komen. — Komt het daarentegen in de diepte met kooldioxyd in aanraking, dan zal het dit gas oplossen en als zuurling te voorschijn treden.

Naar gelang van de bestanddeelen van het water onderscheidt men de minerale bronnen in:

1°. *Zuurlingen*, die groote hoeveelheden koolzuur bevatten, en bovendien meestal dubbel koolzure zouten en chloruren der alkaliën en alkalische aarden. De meesten zijn koud en het water schuimt, doordien het kooldioxyd ontwijkt, wanneer het water met de lucht in aanraking komt. Hiertoe behooren de wateren van *Selters* en *Fachingen* in *Nassau*, benevens die van *Sulzmatt* in den *Elzas* en *Cordillac* in *Frankrijk*. Niet zelden bevatten deze bronnen ijzerverbindingen.

2°. *Alkalische bronnen* bevatten groote hoeveelheden van dubbel koolzure zouten der alkaliën en vrij koolzuur, waardoor het water, vooral wanneer het eenigen tijd aan de lucht heeft gestaan, eene alkalische reactie bezit. De bronwateren van *Ems*, *Vichy-les-bains*, *Bilin*, *Töplitz* en *Saint-Nectaire* behooren hiertoe. De meeste zijn warm.

3°. *Zoutbronnen* bevatten keukenzout en andere chloormetalen in oplossing. Sommige zijn warm, andere daarentegen koud. Hiertoe behooren de wateren van *Bourbonne*, *Homburg*, *Nauheim* enz. Sommige bevatten bovendien broom- en joodverbindingen, zooals die van *Creuznach* in *Rijn-Pruïssen*, *Wildeg* in *Zwitserland*, *Krakal*, *Gebangan* en *Assinan* op *Java*, *Tarentum*, *Sligo*, *Natrona*, enz. in *Noord-Amerika*; de Amerikaanse bronnen alleen leveren jaarlijks 2,500 kilo bromium. Vele zoutbronnen dienen ter bereiding van keukenzout, andere worden als gezondheidsbronnen gebruikt.

4°. *Zwavelbronnen* leveren water, dat zwavelwaterstofgas in oplossing bevat. Wanneer het eenigen tijd aan de lucht is blootgesteld, wordt de zwavelwaterstof gedeeltelijk ontleed, onder afscheiding van zwavel. De bronnen van *Aken*, *Weilbach*, *Burdscheidt* in *Duitschland*, *Barèges*, *Bagnères-de-Luchon* in de *Pyreneën*, *Harrowgate* in *Engeland* en *Schinzach* in *Zwitserland* leveren zwavelwateren. Sommige zijn warm, andere koud.

5°. *Bitterbronnen* leveren water, hetwelk met grootere of kleinere hoeveelheden bitterzout (zwavelzure magnesia) is bedeed. Hiertoe behooren de bronnen van *Epsom* in *Engeland*, *Püllna*, *Sedlitz* en *Said-schütz* in *Boheme*, *Hunyadi-Láslo* en *Hunyadi-János* bij *Ofen*. Eenige leveren warm, andere koud water.

6°. *Glauberzoutbronnen* geven water, dat zwavelzure soda (Glauberzout) in oplossing bevat. Hiertoe behooren de bronnen te *Eger*, *Carlsbad* en *Mariënbad* in *Boheme* en *Bristol* in *Engeland*.

7°. *Staalbronnen*, wier water ijzerverbindingen in oplossing bevat en wel: der meeste dubbel koolzuur ijzeroxydule of zwavelzuur ijzeroxydule. Het eerste wordt, in aanraking met de lucht, ontleed, onder afscheiding van ijzerhydroxyd, doordien een deel van het kooldioxyd ontwijkt. Hiertoe

behooren de bronnen van *Spa*, *Schwalbach*, *Alexisbad*, *Pyrmont*, *Vichy* enz. De meeste zijn koud.

Bronwateren, die, door de groote hoeveelheid koolzuurgas, die zij bevatten, ook veel koolzure kalk hebben opgelost, zullen, wanneer zij uit den grond komen, grootendeels dit koolzuur verliezen, en daarbij veel koolzure kalk kunnen afzetten. Dit is onder anderen met die te *Carlsbad* het geval. Laat men bloemen, vruchten of andere voorwerpen eenigen tijd in het water dezer bron liggen, dan worden zij met eene korst van koolzure kalk bedekt, die deze voorwerpen het uitwendig voorkomen geeft, alsof zij versteend waren. De grond, waarover zoodanig bronwater loopt, is veelal met eene laag koolzure kalk bedekt en somtijds ontstaan zelfs geheele kalkmassa's. Op deze wijze is, uit de bron van *St.-Allyre*, in den loop der eeuwen, zulk eene groote hoeveelheid kalksteen gekomen, dat daardoor eene soort van muur is gevormd en eene natuurlijke brug, waaronder het bronwater stroomt; men zou meenen, dat beide door menschenhanden gemaakt waren. Men kan deze afzettingen van kalk, in de open lucht, vergelijken met stalactieten en stalagmieten-vormingen (pag. 89) en die in het meertje van *Rockanje* (pag. 319). Behalve de reeds genoemde bestanddeelen, komen nog vele andere in de minerale bronnen voor: in vulkanische streken vindt men bronnen, die zwavelzuur bevatten, waardoor het water zuur smaakt, zooals op *Java* en bij den vulkaan *Purace* bij *Popayan*. Het water van deze bron is zoo sterk zuur, dat de *Rio-de-Vinagre*, die daaruit ontstaat, daaraan haren naam ontleent.

Het is licht na te gaan, dat het water van vele minerale bronnen een aanmerkelijken invloed op de menschelijke bewerktuiging kan uitoefenen, indien het, hetzij als drinkwater, hetzij tot baden, gebruikt wordt. Vele der bronwateren, die daartoe gebruikt worden, hebben, om de heilzame uitwerkselen die zij in bepaalde ziekten teweeg brengen, in verband met eene voorgeschrevene levenswijze en voeding, eene groote vermaardheid verkregen en worden terecht *gezondheidsbronnen* genaamd. Eenige daarvan leveren echter water, dat zich niet door een groot gehalte aan opgeloste bestanddeelen onderscheidt, maar worden voornamelijk om hare hooge temperatuur gebruikt, zooals die van *Pfeffers* (44°) en *Gastein* (35°). — Enkele bronnen daarentegen leveren giftig water en worden daarom *giftbronnen* genoemd. In *Algerië* en *Tunis* komen bronnen voor, die arsenicum-verbindingen bevatten en dus giftig zijn, terwijl ook de koper- en zinkhoudende bronnen daartoe behooren. Hun aantal is gering. — Andere bronnen leveren naphta, aardolie en brandbare gassen op, zooals reeds pag 78 is vermeld.

§ 91.

Het regen- en sneeuwwater dringt in zandige en losse gronden, veenen, enz. naar beneden en behoeft langeren of korteren tijd, naar gelang van den aard van den grond, om tot een zekere diepte door te dringen. In lage en vlakke streken, waar bovendien — zooals in ons land — vele rivieren en beken zijn, daalt het water waarschijnlijk niet lager af, dan tot den waterspiegel der rivieren, of tot de denkbeeldig verlengde oppervlakte der zee. Graaft of boort men nu tot aan deze oppervlakte, of een weinig daar beneden, dan dringt het water door den bodem en de zijwanden van de gemaakte opening of put.

Op dit beginsel berust het graven of boren van welputten, zooals dit hier te lande algemeen in gebruik is. Kleilagen laten, indien zij eene genoegzame dikte hebben, geen water door, zoodat men, wanneer de bovengrond geen onbesmet water oplevert, dat meestal vindt, nadat men eene of meerdere lagen heeft doorboord. Bestaat de grond uit vast gesteente, of ligt eene streek verder boven den zeespiegel, dan is de toestand geheel anders. Uit hetgeen wij namelijk aangaande den oorsprong der bronnen in het algemeen en der periodieke en intermitterende of tusschenpoozende bronnen in het bijzonder gezien hebben, kunnen wij afleiden dat de vaste aardkorst eene menigte van spleten, scheuren en holten bevat, die zich over groote afstanden uitstrekken en waarvan vele met elkander in gemeenschap staan. Vele dezer kanalen en holten zijn hoogst waarschijnlijk geheel of gedeeltelijk met water gevuld, zoodat men ze met onderaardsche rivieren en meren kan vergelijken. Indien men eene opening in den grond boort, en daarbij eene onderaardsche waterleiding ontmoet die met eene hooger gelegene in verband staat, dan zal het water in de geboorde opening opstijgen, en in sommige gevallen zelfs, als eene fontein, daaruit in de hoogte springen. De hoogte, die het water in de geboorde opening zal bereiken, hangt af van die, waarop zich de waterverzameling bevindt, waarmede zij in gemeenschap staat. Op dit beginsel berusten de zogenaamde *Artesische bronnen* of *putten*, dus genoemd, omdat ze het eerst in *Artois* werden geboord. Om het instorten van de artesische putten, die in losse gronden geboord zijn, te voorkomen, worden zij met eene reeks op elkander geplaatste en behoorlijk bevestigde ijzeren (soms tijds houten) buizen voorzien. Men boort zoodanige artesische putten, hetzij om drinkwater te verkrijgen, of om zout te bekomen.

Onder de diepste artesische putten, die in *Europa* geboord zijn, verdienen de volgende vooral vermelding :

1°. die van *Grenelles* te *Parijs*, waarvan het water uit eene diepte van 547,6 meters tot eene hoogte van 72,75 meters boven den grond wordt opgevoerd. De temperatuur van het water bedraagt 27,7 graden, dat is: bijna 17 graden hooger, dan de gemiddelde jaarlijksche temperatuur van *Parijs*. De hoeveelheid, in het etmaal uitgeworpen, bedraagt thans gemiddeld 518,000 liters.

2°. Die van *Passy*, mede te *Parijs*, die uit eene diepte van 586 meters thans, dagelijks 8,000,000 liters water geeft. (Vroeger gaf zij dagelijks 20,000,000 liters water, doch, na het boren van nog meerdere artisische bronnen, is de waterhoeveelheid verminderd).

3°. De artisische put te *Mondorff* in *Luxemburg*, anderhalf uur gaans ten ZW. van *Remich*, heeft eene diepte van 730 meters. De temperatuur van het water, dat daaruit te voorschijn komt, is 27,63 graden.

4°. De artisische bron van *Neusalzwerk* bij *Pruissisch-Minden*, geboord met het doel om steenzout te vinden, of althans eene rijkere zout-bron, dan de bestaande te verkrijgen. Men is hier tot op eene diepte van 697 meters doorgedrongen. De bron levert in 24 uren 2,406,150 liters water, dat $4\frac{1}{2}$ pCt. zout bevat.

5°. Te *Rochefort-sur-mer* is eene artisische bron geboord, tot eene diepte van 860 meters. Het water springt nog tot 8 meters hoogte en heeft eene temperatuur van 42 graden.

6°. Te *Sperenberg* bij *Berlijn* heeft men eene put geboord, gedeeltelijk door steenzout, ter diepte van 1265,6 meters. Aan den bodem van den put vond men eene temperatuur van 47,31 centigraden.

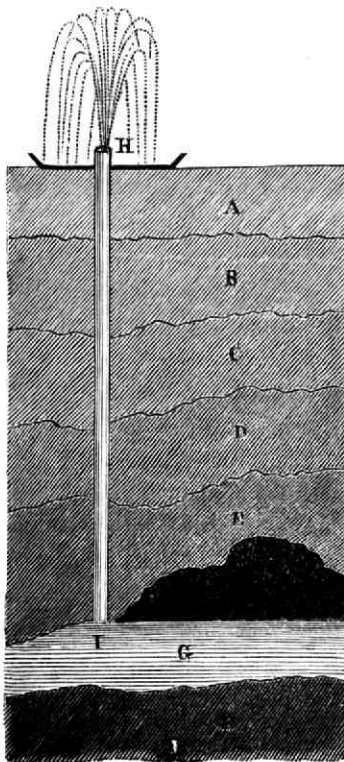
7°. Te *Pesth* boort men een put, die, voor weinig weken, een diepte van 951 meters had. Het water kwam toen daaruit aan den dag met eene temperatuur van 71°66 C. Men gaat nog voort met boren.

Men heeft de temperaturen, die op verschillende diepten in de artisische bronnen zijn waargenomen, zoowel onderling, als die van verschillende bronnen vergeleken, ten einde daaruit gevolgen af te leiden, aangaande de temperatuur van het inwendige der aarde. De uitkomsten stemmen echter niet genoeg overeen om daaruit, met zekerheid, gevolgen te kunnen trekken, aangaande de temperatuur op groote diepte, of van het inwendige der aarde zelf. De diepte waartoe men heeft geboord, is te gering, in verhouding tot den straal der aarde.

Van wege de Fransche regeering zijn, in de *Algerijsche Sahara*, eene menigte artisische bronnen geboord, om of verzandende oasen te hulp te komen, of nieuwe aan te leggen, en alzoo de vruchtbaarheid te bevorderen. Op vele plaatsen is men uitstekend geslaagd, zelfs op diepten van minder dan 150 meters. Op andere vond men daarentegen brak wa-

ter. Dit moet waarschijnlijk daaraan worden toegeschreven dat de *Sahara*, tot in het laatste geologische tijdperk, door het water der zee was bedekt. Bij die boringen is echter hier en daar het merkwaardig feit voorgekomen, dat het water visschen opracht. Deze behoorden tot de *Percoïden* of baarsachtigen. Het zijn zoetwatervisschen, die ook menigvuldig in de besproeiingskanalen leven en mede door artesische of gegraven putten zijn uitgeworpen. Er komt nog eene andere soort, tot de cyprinoiden of karperachtigen behorende, daarin voor.

Sedert eenige jaren zijn, bij het boren van artesische bronnen, twee zeer merkwaardige gevallen voorgekomen, namelijk die, dat het water,



niet, zooals gewoonlijk, aanhoudend, maar bij tusschenpoozen, uit de bronbuis wordt opgeworpen, zoodat men, door boren, ware tusschenpoozende bronnen verkreeg. Het eerste geval kwam te *Vichy-les-bains* in *Auvergne* (pag. 328) voor. De boorbuis heeft eene wijdte van 7 centimeter en gaat tot eene diepte van 107 meters. Viermalen in de 24 uren wordt, gedurende omstreeks één uur lang, een waterstraal, met stooten, tot 10 à 12 meters hoogte, opgeworpen; dan vermindert de hoogte tot 3 à 4 meters en daarna houdt alles op. De hoeveelheid water, die bij elke uitbarsting wordt opgeworpen, bedraagt 25,000 tot 30,000 liters. De uitbarstingen gaan met een dof geluid gepaard. Na iedere uitbarsting daalt het water in de bus tot 5 à 6 meters beneden de opening. De temperatuur van het water is steeds 18°. Het bevat veel koolzuur en zwavelwaterstofgas, benevens eenige verbindingen van alkaliën.

De verschijnselen, die deze bron oplevert, kunnen niet volgens de gewone theorie der intermitteerende bronnen worden verklaard en evenmin volgens die van de *Geijsirs* (pag. 326), omdat het water eene te lage temperatuur heeft.

Door RAOUL PICTET is daarvan eene verklaring gegeven en de werking, op kleine schaal, nagebootst. Laat *H I*, op de voorgaande figuur, de boorbuis voorstellen, *A, B, C, D, E, F*, gesteente-lagen, *G* eene gewelfvormige ruimte. Indien nu, tusschen de lagen *E* en *F* een geregelde toevoer van gashoudend water plaats heeft, zoodat de gassen in het gewelf vrij worden of zich ontwikkelen en dringen gassen in de buis *H I*, terwijl daarin eenig water aanwezig is, dan stijgen deze als blazen op, en vergrooten zich — omdat zij, in ons geval, van 10 tot 1 atmosfeer drukking overgaan — en het water wordt uitgeworpen. Is echter in de ruimte *G* de drukking groot genoeg, en tevens eene grootere hoeveelheid water aanwezig, dan wordt dat zoolang uitgeworpen, totdat de drukking genoegzaam verminderd is.

Eene andere geboorde put, die bij tusschenpoozen water opwerpt, komt op de kleine badplaats *Ránk-Herleiner* in *Opper-Hongarijé* voor. Het water, dat veel vrij koolzuur en eenige koolzure zouten bevat, komt uit eene diepte van 404 meters. De bij tusschenpoozen opgeworpen straal bereikt eene hoogte van omstreeks 40 meters. Door het koolzuur, schuimt het water sterk, zoodat de straal eene sneeuw witte massa is. De duur der uitbarsting, zoowel als die der tusschenpoozen, is langzaam afgenomen. De eerste duurde aanvankelijk 40 minuten, de rust 17 uren. Na twee jaar duurden de uitbarstingen slechts 20 minuten en de rusttijd $7\frac{1}{4}$ uren. De temperatuur van het water is, bij het begin der uitbarsting, 15°, 24 na de uitbarsting 25°, 12. Tusschen de uitwerpingen daalt het water 57 meters beneden den mond der boorbuis, die 13 centimeters middellijn heeft. Telkens worden omstreeks 115,000 liters water uitgeworpen.

ZESDE HOOFDSTUK.

HET MAGNETISMUS DER AARDE EN HET NOORDERLICHT.

§ 92.

Onder de mineralen, die uit de aarde worden opgedolven, komt een voor, dat zich van de overige onderscheidt door de merkwaardige eigenschap van ijzer en staal aan te trekken. Het is eene verbinding van ijzer met zuurstof, waarvan het uiterlijk geenszins de kracht verraadt, die daarin huisvest. Men geeft aan dat mineraal den naam van *magneet-ijzersteen*. Wordt een stuk van dit erts in ijzervijzel omgerold of daarmede bestrooid, dan blijft een gedeelte daaraan hangen, en wel, in de meeste gevallen, voornamelijk aan twee plaatsen, die men de *polen* van den magneet noemt.

Men kan de eigenschap, om ijzer aan te trekken, ook aan ijzer en staal mededeelen en deze worden dan *kunst-magneten* genoemd, in tegenstelling met de vorige, die *natuurlijke magneten* heeten. Men geeft aan de kunstmagneten verschillende vormen, zooals van vierkante of ronde staven, die dikwijls in den vorm van een hoefijzer gebogen zijn; in vele gevallen zijn het naalden, die aan beide zijde puntig zijn, en of een ronde of een langwerpige vierhoekige doorsnede hebben. Goede kunstmagneten bezitten, evenals de natuurlijke, twee polen, waar zich de aantrekking op het ijzer het sterkst openbaart en deze zijn nabij de einden der staven of naalden gelegen. De aantrekking van eene magneetstaaf vermindert, van elk der beide polen af, naar het midden, zoodat, tusschen de polen, rondom den omtrek van den magneet, eene lijn kan getrokken worden, waar geene aantrekking op het ijzer plaats heeft. Deze lijn ligt veelal in het midden tusschen de beide polen.

Indien eene magneetstaaf of naald zoodanig is opgehangen, of op eene punt in haar midden is ondersteund, dat zij zich vrij in een horizontaal vlak kan bewegen, dan zal zij niet in alle standen in

rust blijven, maar, aan zich zelf overgelaten, zal zij, na eenige schommelingen, altijd eene zelfde richting aannemen en daarin tot rust komen. Deze richting verschilt, op de meeste plaatsen, weinig van die, welke van het Noorden naar het Zuiden gaat, dat is, van den meridiaan der plaats. Hetzelfde uiteinde der naald richt zich altijd naar hetzelfde punt van den gezichteinder. Hierdoor zijn wij in staat de beide polen van een magneet van elkander te onderscheiden: de eene richt zich namelijk steeds naar het Noorden, de andere naar het Zuiden. Men heeft ze daarom — ofschoon, zooals nader zal blijken, ten onrechte — de namen van *Noord- en Zuidpool* gegeven.

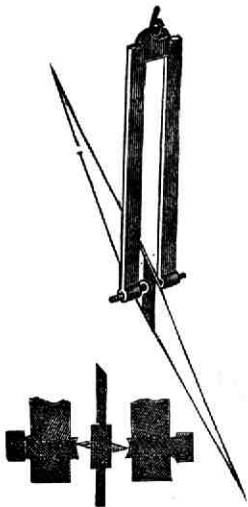
Indien men bij eene magneetnaald of staaf, die zoo is opgehangen, dat zij zich vrij kan bewegen, eene andere brengt, zoodanig dat men de noordpool der eene tot de noordpool der andere doet naderen, dan stooten zij elkander af; dat is: de noordpool van de bewegelijke naald of staaf verwijdert zich van die der andere. Houdt men de zuidpolen nabij elkander, dan heeft insgelijks eene afstooting plaats, doch brengt men, bij de noordpool der bewegelijke naald, de zuidpool der andere, of omgekeerd, bij de zuidpool der eene de noordpool der andere, dan trachten zij tot elkander te naderen: zij trekken elkander aan. Men kan dit kort aldus uitdrukken: *de gelijknamige polen der magneten stooten elkander af, de ongelijknamige polen trekken elkander aan*. Niet gemagnetiseerd ijzer trekt de beide polen van een magneet met gelijke kracht aan.

§ 93.

Waar men zich ook op aarde moge bevinden, hetzij op hooge bergtoppen, hetzij in de diepste mijnen of grotten, of wanneer men met eene luchtballon opstijgt, overal neemt eene magneetnaald, die zich vrij kan bewegen, een bepaalden stand aan, evenals op de oppervlakte der aarde zelve. Er moet hierbij dus eene kracht werkzaam zijn, welke van die van het ijzer verschilt, want: daar dezelfde pool van eene magneetnaald zich altijd in dezelfde richting stelt, kunnen wij besluiten dat hier eene magnetische kracht aanwezig is, die zich door het voorkomen van twee polen openbaart, waarvan de eene afstootend, de andere aantrekkend op de naald werkt, of liever: die de naald richt. De aarde oefent hierbij dus op de magneetnaald een invloed uit, die zoodanig is, alsof zij zelve een magneet ware, en wij zullen later zien, dat zij werkelijk hare magnetische polen heeft, en dat ook rondom haar, eene lijn kan getrokken worden, waar noch de aantrekking der eene noch die der andere pool het overwicht heeft. Hieruit heldert zich tevens het vroeger gezegde op, aan-

gaande de benamingen waardoor men de beide polen van een magneet van elkander onderscheidt. Wij zagen namelijk, dat de ongelijknamige polen van magneten elkander aantrekken: de pool eener magneetnaald, die zich naar de noordpool der aarde richt, is dus geen gelijknamige of noordpool, maar eene ongelijknamige of zuidpool. Evenzoo is de pool der naald, die zich naar het Zuiden richt, geen zuid- maar eene noordpool. Wij zullen echter de eerste wijze van benoemen blijven volgen, en dus die pool eener magneetnaald *noordpool* noemen, die zich naar het noorden richt, en *zuidpool* die, welke zich naar het zuiden keert.

Is eene magneetnaald zoodanig opgehangen, dat zij zich vrij in een horizontaal vlak kan bewegen, dan zal zij, zooals wij in de vorige § gezien hebben, eene bepaalde richting aannemen en, indien zij uit deze richting wordt gebracht, zal zij, na eenige schommelingen, altijd weder tot denzelfden stand terugkeeren. Daar deze richting, die eene magneetnaald

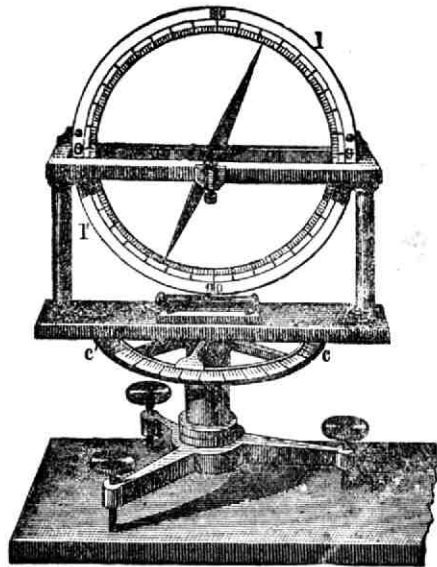


aanneemt, in het algemeen niet zeer veel van die van den meridiaan verschilt, heeft men die benaming ook hierop toegepast en men zegt, dat eene vrij opgehangen magneetnaald de richting van den *magnetischen meridiaan* aanduidt. Men verstaat dan door den magnetischen meridiaan een vlak, dat door het middelpunt der aarde en door de beide polen van de magneetnaald gaat, of ook wel de doorsnede van dit vlak, met de oppervlakte der aarde. Op de meeste plaatsen valt de magnetische meridiaan niet met de ware of astronomische samen, dat is: de richting van de magneetnaald verschilt van die van het ware Noorden en Zuiden. Dit verschil in richting, of de hoek, dien genoemde meridianen met elkander maken, noemt men: de *afwijking* of *declinatie*

der magneetnaald, of ook wel, bij de zeelieden: de *variatie*, of de *miswijzing van het kompas*.

Wordt eene stalen naald, in den vorm van eene magneetnaald, zoodanig opgehangen, dat zij zich niet alleen horizontaal kan bewegen, maar ook, evenals eene balans, in een loodrecht vlak, zooals bovenstaande figuur aangeeft, en dat de as, rondom welke zij de laatste beweging volbrengt, door haar zwaartepunt gaat, dan zal zij in alle standen in rust blijven, zoolang zij geene magneetkracht bezit. Deelt men daarna echter

aan zulk eene naald magneetkracht mede (door haar b. v. met een magneet te strijken, zooals dit in de natuurkunde geleerd wordt) dan zal zij, na weder op gezegde wijze opgehangen te zijn, een bepaalden stand aannemen. Indien zulk eene naald zich vrij kan bewegen, dan zal zij geheel aan de krachten gehoorzamen, die op haar werken, en zij zal zich niet alleen in het vlak van den magnetischen meridiaan stellen, maar ook, op de meeste plaatsen, met betrekking tot den horizon, een hellenden stand aannemen. Voor de waarneming der inclinatie bedient men zich van een instrument — *inclinatorium* genaamd — hetwelk door de nevensgaande figuur is voorgesteld. De verdeelde, loodrechte cirkel II', die, om eene loodrechte as, over den verdeelden cirkel c c' kan draaien, wordt zoodanig, door middel der stelschroeven, geplaatst, dat de lijn, die de nulpunten vereenigt, horizontaal is. Daarna wordt hij, in het vlak van den magnetischen meridiaan (pag. 336), gesteld en de naald zoodanig daarin geplaatst, dat zij zich, in dat vlak, vrij kan bewegen. In het algemeen, helt, op het noordelijk halfrond, de noordpool der naald naar beneden; in het zuidelijk halfrond integendeel de zuidpool, terwijl de naald, niet ver van, of aan den evenaar, een horizontalen stand aanneemt. De hoek, dien de richting der naald met den horizon van de plaats der waarneming maakt, noemt men de *helling* of *inclinatie* der magneetnaald.



§ 94.

De *afwijking* of *declinatie* der magneetnaald, van den waren meridiaan, is niet, op alle plaatsen der aardoppervlakte, dezelfde: op sommige wijkt de noordpool der naald ten westen, op andere ten oosten van den meridiaan af en men onderscheidt daarom *westelijke* en *oostelijke declinatie*. De zeelieden zeggen hiervoor: dat het kompas *westert* en *oostert*, of ook: dat de *variatie* westelijk of oostelijk is. Op eenige plaatsen heeft geene

afwijking plaats, zoodat de naald daar het ware Noorden en Zuiden aanwijst. Indien men zich van eene plaats, waar eene westelijke afwijking is, naar eene andere begeeft, waar zij oostelijk is, dan vindt men, dat de westelijke afwijking vermindert, daarna nul wordt en vervolgens in eene oostelijke overgaat.

Het aantal plaatsen, waarvan de grootte der magnetische declinatie bekend is, is zeer groot, doch het zou uiterst moeielijk zijn, om zich, uit die opgaven, eene juiste voorstelling te maken, hoedanig de afwijkingen, van de eene tot de andere plaats, verschillen. Evenzoo als men, voor het overzicht van de verdeeling der jaarlijksche gemiddelde temperatuur (§ 48), over de oppervlakte der aarde, op kaarten, lijnen heeft getrokken, die door de plaatsen gaan, waar zij dezelfde is, zoo heeft men ook kaarten ontworpen, die, op dezelfde wijze, een overzicht geven van de afwijkingen der magneetnaald. Daarop zijn namelijk lijnen getrokken, gaande door alle plaatsen, waar b. v. de westelijke declinatie even groot, en waar zij nul is. Zulke lijnen worden *isogonen* genoemd; dat is: *lijnen, waar de afwijking even groot is*. Zoo trekt men eene lijn, gaande door alle plaatsen, waar de afwijking nul is; dat is, waar de magneetnaald het ware Noorden of Zuiden aanwijst; eene andere lijn trekt men b. v. door alle plaatsen, waar de westelijke afwijking 5 graden bedraagt; eene door de plaatsen, waar deze 10 graden is, enz. Evenzoo handelt men voor de plaatsen, waar oostelijke afwijking is. In het algemeen genomen, is de afwijking westelijk, op den *Atlantischen Oceaen*, en in het oostelijk gedeelte van *Noord- en Zuid-Amerika*, voorts in geheel *Europa* en *Afrika*, alsmede in het westelijk gedeelte van *Azië* en *Nieuw-Holland* en op het grootste gedeelte van den *Indischen Oceaen*. Op het overige gedeelte van de aardoppervlakte is de afwijking oostelijk, behalve in een klein gedeelte van *Oost-Azië*, waar zij westelijk is.

Ook de *inclinatie* of *helling* der magneetnaald, is niet, op alle plaatsen, even groot. Indien men zich, b. v. uit ons land, waar de noordpool der inclinatie-naald thans omstreeks $67\frac{1}{2}$ graad naar beneden helt, zuidwaarts begeeft, dan neemt zij gedurig af; de naald neemt meer en meer een horizontalen stand aan, totdat men, omstreeks den evenaar, aan eene plaats komt, waar zij een horizontalen stand aanneemt. Gaat men nu verder zuidwaarts, dan begint de naald op nieuw te hellen: doch, nu duikt de zuidpool naar beneden en deze helling neemt toe, naarmate men zich verder begeeft. Begeeft men zich echter, van uit ons land, noordwaarts, dan neemt de inclinatie voortdurend toe. Hieruit kan men vermoeden, dat, zoowel op het noordelijk, als op het zuidelijk halfrond, een punt zal zijn,

waar de naald een loodrechten stand zou aannemen. Kapitein Ross is werkelijk, in het Noorden, zoover doorgedrongen, dat hij de plaats bereikte, waar toen de magneetnaald een loodrechten stand aannam. Dit punt (eigenlijk eene langwerpige ruimte) noemt men: de *magnetische noordpool*. Naar de waarnemingen van Ross, ligt zij op 70° noorderbreedte en $96^{\circ} 45'$ westerlengte van *Greenwich*. De waarnemingen, door denzelfden beroemden reiziger, in het zuidelijk halfrond gedaan, duiden aan, dat, in het binnenste van het eiland *Victoria*, de *magnetische zuidpool* gelegen is: en wel op $70^{\circ} 5'$ zuiderbreedte en $154^{\circ} 2'$ oosterlengte. De beide magnetische polen liggen dus niet diametraal tegenover elkander.

Daar men, tusschen de beide magnetische polen, altijd eene plaats, nabij den evenaar, aantreft, waar de inclinatie, van eene noordelijke, in eene zuidelijke, overgaat, of waar geene inclinatie plaats heeft, kan men ook, op de wereldkaart, eene lijn trekken, die door al de punten gaat, waar geene inclinatie is, of waar de magneetnaald een horizontalen stand aanneemt. Deze vormt eene gesloten, eenigszins onregelmatige, kromme lijn, die de geheele aarde omvat, en den naam van *magnetischen equator* draagt. Zij verwijdert zich, in *Arabië*, omstreeks 15° ten noorden en, in het midden van *Zuid-Amerika*, omstreeks 16° ten zuiden van den evenaar, en doorsnijdt dien, in twee punten: het eene ligt in de *Golf van Guinea*; het andere in den *Grooten Oceaan*, in de *Gilberts-Archipel*. Uit het voorgaande zien wij dus, dat de aarde, even als een magneet, twee polen heeft en ééne middellijn en dat zij op de magneten, volkomen zoo werkt, alsof zij zelve een magneet ware.

Ten einde de onderscheiden grootte der helling van de magneetnaald, op de verschillende deelen der aardoppervlakte, meer aanschouwelijk te maken en, door een enkel beeld, voor te stellen, heeft men ook daarvoor kaarten ontworpen: men heeft daartoe lijnen getrokken, door alle plaatsen, waar de magneetnaald dezelfde helling met den horizon heeft. De magnetische equator, gaande door alle punten der aardoppervlakte, waar geene inclinate is, levert hiervan een voorbeeld op. Vervolgens heeft men eene lijn getrokken, die door alle plaatsen gaat, waar b. v. de noordpool der magneetnaald 10 graden naar beneden helt; eene andere waar zij 20 graden helt, enz. Hetzelfde heeft men gedaan, voor de plaatsen, waar de zuidpool der naald naar beneden helt enz.. Al deze lijnen zijn gesloten krommen, die, ofschoon onregelmatig, met de parallelcirkels kunnen vergeleken worden, omdat zij, tot de magnetische polen der aarde, in eene dergelijke betrekking staan, als de parallelcirkels tot de polen der aarde. De voormelde lijnen dragen den naam van *Isoclinen*, of: *lijnen van gelijke helling der magneetnaald*.

Daar de richting van de magnetische kracht der aarde vertikaal is aan de magnetische polen, is het kompas daar, en in de omstreken dier polen, onbruikbaar, ook al brengt men de magneetnaald, door een tegenwicht, aan de opwaarts gerichte zijde, in een horizontalen stand.

Wij zagen pag. 336, dat, indien eene vrij opgehangen magneetnaald uit den stand wordt gebracht, dien zij, ten gevolge van de magnetische kracht der aarde, aanneemt, zij dan, na eene reeks van schommelingen, die kleiner en kleiner worden, weder tot denzelfden stand terugkeert. De magnetische werking der aarde op de naald, is, in dat geval, eenigermate met die te vergelijken, welke de aantrekkingskracht op een slinger uitoefent, die uit zijn evenwichtsstand is gebracht. Hoe grooter de kracht is, die op den slinger werkt, des te sneller zullen zijne schommelingen wezen. Men kan de krachten, die aldus werken, met elkander vergelijken: dewijl zij in dezelfde reden tot elkander staan, als de tweede machten van het aantal schommelingen, die, in denzelfden tijd, worden volbracht. Dit beginsel toepassende, heeft men eene zelfde magneetnaald, (die men als onveranderd aannam) op verschillende plaatsen der aarde doen slingeren, en bevonden, dat de magnetische kracht zeer ongelijk, op hare oppervlakte, werkzaam is. De punten, die wij pag. 339 als de magnetische polen der aarde hebben leeren kennen, waar de inclinatiernaald een loodrechten stand aanneemt, zijn niet tevens die, waar de *magnetische kracht*, of de *intensiteit van het aardmagnetisme* het grootst is. Men kan, te dien opzichte, vijf merkwaardige punten op de aarde onderscheiden: op drie daarvan is de magnetische kracht een maximum, en zij dragen daarom ook wel den naam van polen; op de twee andere is zij een minimum. De sterkste magnetische pool ligt, in het *Zuidelijk Poolland*, op $73^{\circ} 47'$ zuiderbreedte, nabij *Mont-Crozier*. De beide andere liggen in het noordelijk halfond en wel: de eene ten zuidwesten van de *Hudsons-baai*, de andere aan de kust van *Siberië*. De punten, waar de magnetische kracht der aarde het geringst is, liggen, in de beide groote oceanen, en wel: het eene bij *St. Helena* en het andere, bijna juist daar tegenover, op het andere alfrond, in den *Stillen Oceaan*. De eenheid, waarmede men vroeger de sterkte van de magnetische kracht, op de verschillende deelen van de oppervlakte der aarde, vergeleek, is die, welke ALEXANDER VON HUMBOLDT, in het begin dezer eeuw, in *Zuid-Amerika* daarvoor aannam. Stelt men deze gelijk 1000, dan wordt de sterkte op de magnetische zuidpool uitgedrukt door 2260, die van de Noord-Amerikaansche pool door 1763; van de Siberische pool door 1691; terwijl de zwakste waargenomen kracht, bij *St. Helena*, door 800 en die, in den *Stillen Oceaan*, door 930 wordt voor-

gesteld. Deze eenheid is echter willekeurig. Door GAUSS is daarom eene andere wijze uitgedacht, om de magnetische kracht, in absolute maat, uit te drukken, waarbij het milligram, de millimeter en de tijdseconde als eenheden van gewicht, maat en tijd dienen, doch de verdere uiteenzetting hiervan ligt buiten de grenzen van dit werk.

Men heeft ook de verdeeling van de magnetische kracht der aarde, op kaarten, door lijnen voorgesteld, en die b. v. getrokken, door alle punten, waar die kracht gelijk 1600, 1500, 1400, enz. is. Het is licht in te zien, dat men aldus, eerst, rondom de magnetische intensiteits-polen, gesloten kromme lijnen zal verkrijgen; evenzoo zal men ze verkrijgen, rondom de beide punten, waar de magnetische kracht der aarde het zwakst is. De lijnen echter, die de overgangen van de eerstgemelde tot de laatste voorstellen, zijn zeer onregelmatig, en gelijken eenigzins naar een liggende ∞ , binnen welker lissen zich de vermelde punten bevinden. De lijnen, die aldus de verdeeling van de grootte der magnetische kracht, over de aardoppervlakte, aanduiden, worden *Isodynamen* genoemd.

§ 95.

De magnetische declinatie, inclinatie en intensiteit ondervinden, op dezelfde plaats, voortdurende *veranderingen*. Deze zijn van verschillenden aard en hangen van onderscheiden oorzaken af:

Vooreerst ondergaat, zoowel de afwijking, als de helling der magneetnaald, voortdurende, doch zeer langzame, veranderingen. Dit blijkt o. a. uit de volgende waarnemingen, die te *Parijs* gedaan zijn, waar men, reeds vroeg, hierop heeft acht geslagen:

Jaar.	Declinatie.		Jaar.	Inclinatie.
1550	8° 0'	oostelijk.	1671	75° 0'
1580	11° 30'	» (Maximum.)	1754	72° 15'
1622	6° 30'	»	1780	71° 48'
1666	0° 0'		1806	69° 12'
1700	8° 12'	westelijk.	1814	68° 36'
1750	17° 15'	»	1820	68° 20'
1814	22° 34'	» (Maximum.)	1825	68° 1'
1835	22° 4'	»	1835	67° 24'
1849	20° 34',3	»	1849	66° 44'
1859	19° 42',9	»	1859	66° 16'
1869	18° 16',3	»	1869	65° 43',9
1878	17° 0',7	»	1878	65° 31',8

Wij zien hieruit, dat de declinatie, te *Parijs*, bij de vroegste waarnemingen, oostelijk was; dat zij, tot omstreeks 1580, toenam en daarna

langzaam is verminderd, tot zij, omstreeks 1666, gelijk nul was, of: dat de naald toen het ware Noorden heeft aangewezen, en dat zij, na dien tijd, westelijk is geworden en, tot omstreeks het jaar 1814, is toegenomen, maar thans weder afneemt. — De inclinatie is, sedert het jaar 1671, steeds, vrij regelmatig, verminderd.

Ofschoon de waarnemingen, op vele plaatsen gedaan, niet zoo ver teruggaan, als die te *Parijs*, zijn ook dergelijke veranderingen daarin te zien. Zij komen evenwel niet, in grootte, met die te *Parijs* overeen. De hier opgegevene kunnen echter dienen, om van de veranderingen der declinatie en inclinatie in *Europa*, in het algemeen, een denkbeeld te geven. ¹

Ook de grootte der magnetische kracht is, op dezelfde plaatsen, in den loop der tijden, veranderd. De waarnemingen dienaangaande dagteekenen echter eerst sedert het begin dezer eeuw, zoodat wij nog te weinig daarvan weten, om hier in verdere bijzonderheden te treden.

De gezamenlijke hier vermelde veranderingen in de richting en grootte der magnetische kracht, zijn zeer langzaam, en dragen daarom den naam van *saeculaire veranderingen*. Zoover de waarnemingen reiken, en, zooals uit de medegedeelde te *Parijs* blijkt, ziet men, dat die der declinatie niet altijd in denzelfden zin voortgaan: zij hebben, als met schommelingen, plaats, ter wederzijde van een veranderlijken evenwichtsstand.

Het zal nauwelijks noodig zijn op te merken, dat de kaarten, waarop de Isoclinen, Isogonen en Isodynamen zijn geteekend, slechts voor een bepaald tijdstip gelden, even als de opgaven van de ligging der magnetische polen, daar deze alle voortdurend van plaats veranderen.

Behalve de hiervoor vermelde, ondergaat de magnetische toestand der aarde *dagelijks*, vrij regelmatig wederkeerende, *veranderingen*, die, evenals de dagelijksche gang der warmte, een zekeren kring doorloopen. Deze veranderingen worden, door middel van opzettelijk daarvoor ingerichte toestellen, waargenomen, die den naam van *Variatie-instrumenten* dragen.

In de gematigde streken van het noordelijk halfrond hebben deze veranderingen, in het algemeen, den volgende gang:

¹) De volgende opgaven kunnen van de veranderingen der magnetische declinatie, ook hier te lande, eenig denkbeeld geven: den 23^{sten} Maart 1657 werd de declinatie, te *Amsterdam*, bepaald, door ANHALTEN, en vrij nabij 2° oostelijk bevonden. In 1827 vond KRAIJENHOFF haar, te *Nijmegen*, 21°-33'-34'',3 westelijk. In 1844 vond LAMONT haar, te *Utrecht*, voor den 1^{sten} Januari 1843 berekend, 20°-21',3. In September 1858 vond hij haar aldaar 18°-46' en, in 1865, vond ik die, uit achttien waarnemingen, in verschillende maanden gedaan, 17°-57',33; in 1877 was zij 16°-30',1

1. De *afwijking* is, omstreeks 8 ure des morgens, het kleinst en wordt daarna, vrij regelmatig, grooter, zoodat de noordpool der naald, te $1\frac{1}{2}$ of 2 uren na den middag, haren westelijksten stand bereikt. Na dien tijd keert zij langzaam en met zeer kleine, eenigszins onregelmatige, bewegingen, tot den eerstgemelden stand terug, dien zij, den volgenden morgen, weder bereikt. De dagelijksche wisseling bedraagt 5 tot 12'.

2. De *helling* is des morgens, omstreeks te 10 ure, het grootst en neemt, tot des avonds te 10 ure, af; dan wordt zij weder, met een onregelmatigen gang, grooter, totdat zij, den volgenden morgen, op nieuw haar maximum bereikt. De dagelijksche wisseling bedraagt 2 tot 4'.

3. De verandering der *intensiteit* van het magnetismus der aarde, heeft, in het noordelijk halfrond, dezelfde keerpunten als de inclinatie, doch zij volgt een tegengestelden gang, zoodat zij, des morgens omstreeks te 10 ure, het zwakst, des avonds te 10 ure het sterkst is.

In groote noordelijke breedten is de dagelijksche gang eenigszins anders: voor de declinatie o. a. is zij juist omgekeerd als in de gematigde streken; voor de intensiteit is zij daarentegen dezelfde.

De hier vermelde veranderingen, zoowel in de richting als de grootte van de magnetische kracht der aarde, zijn niet, gedurende het geheele jaar, dezelfde: in den zomer zijn zij grooter, dan in den winter. Ook de keerpunten vallen, in de onderscheidene jaargetijden, en op verschillende dagen, niet juist op dezelfde uren; doch, in het algemeen, hebben zij den hier opgegeven loop.

In het zuidelijk halfrond ondergaat de magneetnaald, gedurende elken dag, dergelijke veranderingen, als die, welke voor het noordelijk halfrond zijn opgegeven, doch de bewegingen hebben, in het algemeen, eene tegenovergestelde richting. Zij zijn, op het zuidelijk halfrond, het kleinst, wanneer zij, op het noordelijk, het grootst zijn: omdat de winter van het zuidelijk halfrond aan den zomer van het noordelijk beantwoordt.

De *grootte der dagelijksche bewegingen* is niet, op alle punten van de aardoppervlakte, dezelfde: in het algemeen, nemen zij, van de poolstreken naar den evenaar, af, zoodat, in de warme gewesten der aarde, slechts weinig van de dagelijksche veranderingen waargenomen kan worden.

Behalve de, met de jaargetijden afwisselende, grootte der dagelijksche veranderingen van het magnetismus der aarde, heeft men daarin nog andere perioden ontdekt. LAMONT, te *München*, heeft gevonden, dat de grootte van de dagelijksche veranderingen der declinatie periodiek toe- en fneemt. De duur dezer periode zou, volgens LAMONT, LOOMIS, en de

laatste onderzoekingen van BROUN, 10.46 jaren bedragen. Vroeger (bladz. 31) is reeds vermeld, dat de zonnevlekken, in sommige jaren, veel talrijker zijn dan in andere, en dat daarin mede eene periode van omstreeks elf jaren bestaat. Het lag nu voor de hand om een verband, tusschen deze beide, te vermoeden, en sommigen meenen dat dit werkelijk bestaat. Daar echter, voor de juiste bepaling van den duur eener zoo lange periode, vele jaren moeten verlopen en de waarnemingen nog niet lang genoeg, met de vereischte nauwkeurigheid, zijn voortgezet, moeten wij ons vooreerst nog wachten om tot een verband te besluiten, tenzij daarvoor nadere bewijzen worden gevonden. Volgens de onderzoekingen van WOLFF, te Zürich, verlopen, tusschen twee achtereenvolgende maxima of minima, van het aantal der zonnevlekken, 11.11 jaren, welke periode weinig van de voorgaande verschilt. In het jaar 1868, toen voor het eerst hierop de aandacht viel, hadden beide verschijnselen een maximum. Er moeten dus nog eenige jaren verlopen, alvorens men, met zekerheid, tot gelijken duur van beide perioden, of tot een verband, tusschen de menigvuldigheid der zonnevlekken en de grootte van de dagelijksche veranderingen in de magnetische declinatie, mag besluiten. — HANSTEEN, te Christiania, heeft getracht aan te toonen dat, in de horizontale intensiteit en inclinatie, eene periode van ruim 10 jaren zou bestaan.

§ 96.

Behalve de hierboven beschouwde, vrij regelmatige veranderingen, die de richting en de kracht van het magnetismus der aarde ondergaat, zijn nog andere, die geheel onregelmatig schijnen, en veelal plotseling plaats hebben. Men noemt deze daarom: *storingen* of *magnetische onweders*.

De veranderingen, die de declinatie daarbij ondergaat, is het langst en het best waargenomen, waarom wij ons voornamelijk daartoe zullen bepalen: meermalen in het jaar gebeurt het, dat de naald, op eenmaal, onrustig wordt en in onregelmatige en als belemmerde schommeling geraakt, alsof zij, door eene tooverkracht, werd in beweging gebracht. Wanneer men dit voor het eerst waarneemt, dan ziet men onwillekeurig rond, om daarvan de oorzaak te zoeken. Het is, alsof onzichtbare magneten zich bewegen, in de nabijheid der naald. Meestal zijn de bewegingen der naald golfswijze, en somtijds zoo snel, dat zij, in weinige minuten, meer dan één graad van stand verandert.

Zoodanige storingen merkt men, niet slechts bij ééne enkele declinatienaald op, maar zij vertoonen zich meermalen gelijktijdig bij alle zelfs bij die, welke zich op de meest verwijderde deelen der aarde be-

vinden. Het is gebleken dat zij zich, in een onmeetbaar korten tijd, over de aarde voortplanten. Zij zijn echter, noch in grootte, noch in richting, op alle plaatsen, volkomen dezelfde: in het algemeen, zijn zij, onder den evenaar, het kleinst en nemen, op hoogere breedten, in grootte toe. De veranderingen, in den stand der magneetnaald, zijn niet, voor alle plaatsen, even groot: de geringere storingen zijn somtijds tot eene betrekkelijk kleine oppervlakte beperkt; de grootere daarentegen omvatten de geheele oppervlakte der aarde.

Evenzoo als, van het Zuiden naar het Noorden, eene verandering in de grootte en richting der storingen plaats heeft, schijnt dit ook van het Oosten naar het Westen het geval te zijn: vergelijkt men b. v. de gelijktijdige waarnemingen, te *St. Petersburg*, *Catherinenburg*, *Barnaoul*, *Nertschinsk*, *Sitka* en *Makerstoun*, (die alle tusschen 53 en 60° noorderbreedte gelegen zijn en een kring om de aarde vormen,) met elkander, dan vindt men, dat, wanneer b. v. te *Petersburg*, eene groote storing plaats heeft, de naald zich, te *Catherinenburg*, in dezelfde richting beweegt, doch minder; te *Barnaoul* en *Nertschinsk* wijkt de naald nog wel in denzelfden zin af, doch nog minder, zoodat men kan vermoeden dat, verder oostwaarts, eene plaats is, waar geene beweging meer plaats heeft. Te *Sitka*, aan de westkust van *Noord-Amerika*, komt de storing weder te voorschijn, doch in tegengestelde richting; terwijl zij zich, te *Makerstoun*, in *Schotland*, weder in den oorspronkelijken vorm voordoet, doch minder sterk dan te *St. Petersburg*. Bijna alle groote storingen openbaren zich nagenoeg op de hier beschrevene wijze.

Het hier bijgebrachte geldt slechts voor de declinatie; voor meerdere bijzonderheden raadplege men werken, die bijzonder aan het magnetismus der aarde gewijd zijn. Alleen dient nog vermeld te worden dat — even als de dagelijksche veranderingen der declinatie (zie bladz. 343) — in de poolstreken, ook, bij storingen, de gang der declinatie en intensiteit tegengesteld is, aan die, in de gematigde streken; doch, voor de horizontale intensiteit is zij dezelfde. Hoevele schijnbare onregelmatigheden ook bij de storingen mogen voorkomen, zoo heeft een met kracht en ijver voortgezet onderzoek, echter eenige opmerkelijke bijzonderheden dienaangaande aan het licht gebracht. Ofschoon de grenzen van dit werk niet toelaten om die breedvoerig te vermelden, willen wij hier nog een paar aangeven, die, in den laatsten tijd, bekend geworden zijn:

Vooreerst bestaat een zeker verband tusschen den *tijd van den dag*, waarop eene storing plaats heeft en de *richting* der storing: zoodanig dat, in het noordelijk halfrond, bij de storingen, die, tusschen twee ure 's nachts en vier ure des namiddags, voorvallen, meestal eene vermeer-

dering der westelijke declinatie plaats heeft. De storingen echter, die tusschen vier ure des namiddags en twee of drie ure des nachts, voorvallen, hebben meerendeels eene oostelijke richting, zoodat daarbij de westelijke afwijking vermindert. Deze uitkomsten zijn verkregen, door de waarnemingen te *München* en te *Toronto* met elkander te vergelijken. Neemt men nu in aanmerking hoe de regelmatige gang der naald is, in den loop van den dag (pag. 343), dan komt men tot het besluit, dat de meeste storingen slechts versterkingen of vergrootingen, van de dagelijkse, regelmatige bewegingen zijn. — Ten tweede gaan alle storingen met eene vermindering der intensiteit gepaard. Het is echter waarschijnlijk, dat, indien, in het noordelijk halfrond, eene vermindering plaats heeft, op het zuidelijk halfrond, het tegengestelde geschiedt. De veranderingen echter, die in de intensiteit plaats hebben, bezitten, noch dezelfde grootte, noch denzelfden gang, noch dezelfde keerpunten als, die der declinatie.

Bij de nagenoeg volkomen onkunde, waarin wij, ten aanzien van de oorzaken der magnetische storingen verkeerden, was het zeer natuurlijk dat men een samenhang daarvan, met de verschijnselen des dampkrings, trachtte op te sporen. Indien die oorzaken in den dampkring gelegen waren, dan kon men verwachten, dat buitengewone verschijnselen: zooals groote hitte of koude, droogte, of aanhoudende regen, zware onweders, of stormen, invloed op de storingen zouden hebben. Men heeft opgemerkt, dat de vermelde verschijnselen des dampkrings niet geheel zonder invloed zijn: zoodat groote weersveranderingen somtijds door magnetische storingen worden voorafgegaan, doch een bepaald verband is niet duidelijk gebleken.

Hoogst opmerkelijk is het verband, dat bestaat tusschen de magnetische storingen en de noorderlichten, aardbevingen en uitbarstingen van vulkanen. Bijna altijd gaat met een noorderlicht, ofschoon het op zeer van elkander verwijderde plaatsen wordt waargenomen, eene storing in den stand der magneetnaald vergezeld. — Ook met de aardbevingen en vulkanische uitbarstingen is dit niet zelden het geval. Het zal voldoende zijn, uit den grooten voorraad van waarnemingen, ter staving van het gezegde, slechts enkele voorbeelden aan te voeren:

Den 20 en 21 December 1840 werden, te *Parma*, *Milaan*, *München*, *Krakau*, *Praag* en *Brussel*, storingen in den geregelden gang der magneetnaald waargenomen en, op den laatstgemelden dag, werd, te *Brussel*, *Gent*, *Franeker* en *Krakau* een noorderlicht gezien.

Van den 7 tot den 10 Februari 1841 werd, te *Parma* en te *Mün-*

chen eene storing der magneetnaald waargenomen; den 7 en 8 derzelfde maand werd zij, te *Brussel*, *Praag* en *Krakau* en, den 7 en 9, te *Milaan* waargenomen. Op denzelfden tijd, namelijk den 7 en 8, vertoonde zich een noorderlicht in *Amerika*.

Den 24, 25 en 26 September 1841 bespeurde men, te *Parma* eene storing in de richting der magneetnaald; te *Brussel* werd zij van den 24 tot den 28 waargenomen; te *Milaan* den 24, 25, 27, 29 en 30; te *München* van den 25 tot den 27 en te *Praag* van den 26 tot den 28. Op den 25 en 26 vertoonde zich noorderlicht in *Amerika*.

Dat aardbevingen en vulkanische uitbarstingen dikwijls met storingen vergezeld gaan, blijkt uit de volgende voorbeelden: LAMONT zag, den 18 April 1842, te 9 ure 10 minuten, des voormiddags, te *München*, toevallig naar het instrument voor de declinatie; plotseling kreeg de naald zoodanigen stoot, dat de schaal buiten het gezichtsveld van den kijker geraakte; de schommelingen duurden eenigen tijd voort en eindelijk kwam de naald weder in rust. Eenige dagen later ontving hij bericht, van COLLA, te *Parma*, dat deze hevige slingeringen der magneetnaald had waargenomen en, bij vergelijking, bleek dat de beweging der naald, te *Parma*, op hetzelfde oogenblik, als te *München*, had plaats gehad. Kort daarna werd, door een Fransch ingenieur, bericht gegeven van eene hevige aardbeving, die hij, in *Griekenland*, had waargenomen en nu bleek, dat de aardbeving in dezelfde minuut had plaats gehad, waarin die groote bewegingen der naald in *Parma* en *München* waren opgemerkt. — Ook op grootere afstanden schijnt zelfs verband tusschen aardbevingen en storingen te bestaan: zoo werd, den 7 Mei 1842, te *Brussel* eene storing in den stand der magneetnaald waargenomen, terwijl gelijktijdig, in *West-Indië*, eene hevige aardbeving plaats had.

Den 16 December 1857, des avonds even na tien ure, had, in *Italië*, eene verschrikkelijke aardbeving plaats, waardoor de steden *Salerno*, *Potenza* en *Pola* grootendeels verwoest werden en meer dan 30,000 menschen omkwamen. Den volgenden morgen te 8 ure vond men, te *Utrecht* en *Helder*, dat de magneetnaalden aanmerkelijk van hare gewone standen afweken. Dit duurde eenige dagen, doch ook in *Italië* duurden de aardbevingen, ofschoon in mindere mate, voort. Te *Utrecht* en *Helder* worden de magnetische instrumenten driemaal daags waargenomen en wel: des morgens te 8, des namiddags te 2 ure en 's avonds te 8 ure aan den *Helder* en te 10 ure te *Utrecht*. In beide plaatsen werd, bij de avondwaarnemingen, op den 16^{den}, niets ongewoons bemerkt. De storing ging dus, in dit geval, de aardbeving niet vooraf.

Den 22 Februari 1858 vertoonde de magneetnaald, te *Utrecht*, eene

aanmerkelijke afwijking van haren gewonen stand en bleef, gedurende den geheelen dag, onrustig. Dit duurde, nog eenige dagen daarna, voort. Later kwam het bericht, dat, in den avond van den 21, te 11 ure 25 minuten, te *Corinthe*, eene geweldige aardbeving had plaats gehad, waardoor bijna alle huizen in puinhoopen waren veranderd.

Den 18^{den} April 1862 werd, des morgens te 9 ure 10 minuten, te *Praag*, de magneetnaald plotseling, als door een stoot, uit den magnetischen meridiaan gedreven; op hetzelfde oogenblik werd dit ook, te *Parma* en te *München*, aan de magneetnaald, waargenomen. Kort daarna vernamen men dat, op hetzelfde oogenblik, eene hevige aardbeving, in *Griekenland*, had plaats gehad.

Uit de photographische opteekening van de declinatie, op het Kon. Nederl. meteorologisch Instituut te *Utrecht*, van den 28 Maart 1875, bleek, dat eene sterke storing van de magnetische declinatie had plaats gehad; deze duurde ook nog den volgenden dag. Later werd bericht ontvangen dat, op dien tijd, op *IJsland*, hevige vulkanische uitbarstingen hadden plaats gehad (zie pag. 70).

In enkele gevallen heeft men opgemerkt, dat de afwijking der magneetnaald, na eene aardbeving, of vulkanische uitbarsting, eene blijvende verandering onderging.

§ 97.

Het *noorderlicht* wordt aldus genoemd omdat het, in de gematigde streken van ons halfrond, meestal aan het noordelijk gedeelte van den gezichteinder wordt gezien. Wanneer het zich in al zijn glans vertoont, is het een der prachtigste natuurverschijnselen. Het is echter niet alleen tot het noordelijk halfrond beperkt: want, ook op hooge zuidelijke breedten, wordt dikwijls een dergelijk verschijnsel, in het Zuiden, waargenomen, dat men daarom *zuidlicht* genoemd heeft. Men moet dus beide met den algemeenen naam van *poollichten* aanduiden.

De wijze, waarop zich het poollicht vertoont, is, op verschillende tijden, zeer onderscheiden: daar het zich nu eens in meerderen, dan weder in minderen graad ontwikkelt. Op onze breedte behoort een volkomen noorderlicht reeds onder de zeldzame verschijnselen. Verder noordwaarts is het noorderlicht niet alleen menigvuldiger, maar het vertoont zich ook meer ontwikkeld, dan bij ons. Wij zullen daarom trachten een denkbeeld te geven van een geheel ontwikkeld noorderlicht, zooals het zich, op hoogere breedten, in *Europa*, vertoont, en daartoe eenige bijzonderheden ontleenen aan de beschrijving, door ARGELANDER daarvan ge-

geven. Deze geleerde heeft, gedurende acht jaren, de betrekking van hoogleeraar te Åbo (in Finland, op 68°—30' N. Br. gelegen) bekleed, en, in dien tijd, 162 malen noorderlicht gezien. — De bijgaande figuur



Noorderlicht op gemiddelde breedte.

stelt zulk een noorderlicht voor, zooals dit, te *Loch-Leven*, in *Schotland*, is waargenomen.

»Een eigenaardig, bruinachtig aanzien van den noordelijken hemel, in de nabijheid van den horizon, verkondigt, aan den opmerkzamen en geoefenden waarnemer, meestal reeds vooraf, het verschijnen van een noorderlicht. Weldra wordt de kleur donkerder en een cirkelsegment, van kleinere of grootere uitgestrektheid, met een lichtenden zoom omringd, vertoont zich. Dit segment heeft geheel het voorkomen van eene donkere wolkenbank; het wordt daarom het *donkere segment* genoemd, en men is daarom niet weinig verwonderd, dat men, niet alleen met behulp van een kijker, de sterren onverzwakt daardoor ziet schijnen, maar dat men, de heldere, zelfs met het bloote oog, daarin kan herkennen. De *lichtende zoom* of *boog*, waardoor dit donkere gedeelte begrensd is, heeft meestal eene glanzend witte kleur, die eenigszins in het blauwe speelt. Zijne breedte is verschillend, van twee tot vier, zes, of meermalen de breedte der volle maan. Aan de binnen- of onderzijde is deze boog vrij scherp begrensd (deze binnengrens, om het donkere segment, is, in de figuur, niet te zien, doordien zij, door een berg, wordt bedekt) doch, aan de buitenzijde, smelt zijn licht zacht met dat

des hemels in één. Evenzoo verschillend als de breedte, is ook de uitgebreidheid van den lichtboog: somtijds beslaat hij slechts 25 of 30°, op andere tijden omvat hij bijna 180°. Ook de hoogte, die het bovengedeelte van den boog, boven den gezichteinder, bereikt, is eveneens veranderlijk en bedraagt, op gemiddelde breedten, in *Europa*, van twee, tot zelfs tien, twaalf en meer graden.

Indien men de ligging van den lichtboog nagaat, dan blijkt daaruit eene merkwaardige bijzonderheid, die eene eerste aanduiding is, ter verklaring van den aard des noorderlichts: het hoogste punt van den boog bevindt zich namelijk niet in de richting van het ware, maar omstreeks in die van het magnetisch Noorden, of van den magnetischen meridiaan (pag. 336). Deze regel is echter niet zonder uitzonderingen: volgens de berichten van ARGELANDER en BRAVAIS liggen, b. v. in *Finland* en *Lapland*, de noorderlichten meestal 10 graden en meer ten Westen van den magnetischen meridiaan.

Het licht, dat de boog verspreidt, is, naar gelang van zijne grootte, verschillend: voor de kleinere bogen is dit slechts tot het noordelijk gedeelte van den gezichteinder bepaald; de grootere en bredere verbreiden hun licht over de geheele streek, en dit is omstreeks zoo sterk als dat der volle maan, een half uur nadat zij is opgegaan. Somtijds ziet men nog één of meer lichtende bogen, die hooger aan den hemel staan, en aan de eerstgemelde evenwijdig zijn.

Heeft zich het noorderlicht aldus gevormd, dan blijft het veelal, gedurende eenige uren, zichtbaar. Intusschen blijft het niet rustig: maar is voortdurend in beweging: het verheft zich, of daalt; het beweegt zich een weinig oost- of westwaarts; terwijl de boog ook wel, voor eenigen tijd, verbroken wordt. Die bewegingen zijn niet snel, maar toch zoo, dat men, na verloop van eenigen tijd, duidelijk een verschil kan opmerken. Plotse-linger en merkbaarder zijn die veranderingen, wanneer nu eens aan de eene, dan aan de andere zijde, de grond en lichtzoom van den regelmatigen vorm beginnen af te wijken, of wanneer het licht in het donkere segment ingrijpt en dan deze bredere en meer heldere lichtmassa zich voortbeweegt. Deze bewegingen worden echter vooral dan levendig, wanneer het noorderlicht begint *stralen uit te schieten*; dan ziet men den lichtzoom, op eenige plaatsen, veel helderder worden, in het donkere segment ingrijpen en, met de snelheid van den bliksem, stijgen dan lichtstralen, van de halve breedte der volle maan, in de hoogte, somtijds tot over het hoofd van den waarnemer; van boven kronkelend, of, in meerdere dunne stralen, gespleten, nemen zij de gedaante van een bundel aan. Meestal verheft zulk een straal zich loodrecht, zelden in een

schuine richting op den horizon; nu eens verlengt hij zich, dan wordt hij weder korter; veelal behoudt hij, gedurende eenige minuten, zijnen vorm, doch zelden blijft hij op dezelfde plaats, maar beweegt zich langzaam oost- of westwaarts, alsof hij, door den wind, werd bewogen. De aldus opschietende stralen zijn in het midden het helderst en vloeien, aan de randen, zacht uit. Langzamerhand worden zij bleeker en verdwijnen eindelijk, om voor andere plaats te maken, die hetzelfde spel herhalen. — Indien nu, op verschillende plaatsen te gelijk, stralenbundels opstijgen, of zich zelfs, uit den geheelen omtrek van den boog, dicht nevens elkander stralen verheffen, die zich allen, naar hetzelfde punt, bewegen, of, in verschillende richtingen, trekken, wanneer zij zich, tot in het toppunt, verheffen en elkander zoodanig doorkruisen, dat men hun begin niet meer kan onderscheiden, wanneer het verdwijnen en verschijnen zoo snel geschiedt, dat de geheele noordelijke hemel met flikkerende vlammen vervuld is, die van lichtblauw, door alle kleuren heen, tot in het purperrood spelen; wanneer deze, ver voorbij het toppunt, tot ter halverwege den zuidelijken hemel, trekken — dan levert het noorderlicht een schouwspel op, dat de verbeelding zich wel schilderen, maar de taal niet beschrijven kan. Verbaasd en verrukt ziet de waarnemer naar het heerlijke natuurverschijnsel, dat zich, in oneindig verschillende vormen, vernieuwt.

Slechts ééne plaats aan den hemel, in de nabijheid van het toppunt gelegen, of liever in de richting, waarheen de inclinatienaald wijst, deelt niet in die algemeene beweging en verandering: met een zacht licht, glanst zij rustig voort. Zij is, als het ware, de pool van het geheele verschijnsel, waarheen zich alle stralen richten en elkander doorkruisen; zij wordt daarom de *noordertichts-kroon* genoemd. De woede der stralen wordt daar gebroken en, hoe zij, van alle zijden, daarop aanstormen, zij kunnen haar niet verbreken. Zij alleen levert een rustpunt, voor het oog van den waarnemer, op; waarhene hij overigens zijne bliken wendt, steeds ontwaart hij iets nieuws en hij kan de heerlijkheid van het schouwspel niet omvatten. — Eerst wanneer, na vele uren, langzamerhand eenige rust komt, wanneer de kleuren verbleeken en hij de afzonderlijke stralen weder onderscheiden en volgen kan, die steeds korter worden en eindelijk geheel ophouden, eerst dan komt hij, van zijne verrukking, tot zich zelve en kan weder goed onderscheiden, wat hij ziet. De pracht der vlammenzee is verdwenen: slechts bleeke lichtwolken, die naar rook gelijken, herinneren nog daaraan. Met langzame bewegingen zweven zij, in allerlei richtingen; zij verheffen zich meer en meer en worden steeds flauwer, totdat zij op een ijle, witte damp gelijken. Het

laatst blijft nog de donkere, met licht omzoomde grond over; eerst was hij verward dooréén gemengd, doch hij herneemt thans zijne regelmatige gedaante. Nu en dan schieten daaruit nog eenige stralen, maar ook deze verflauwen, totdat de grond en lichtzoom steeds zwakker worden, en eindelijk niet meer, van het blauw des hemels, zijn te onderscheiden."

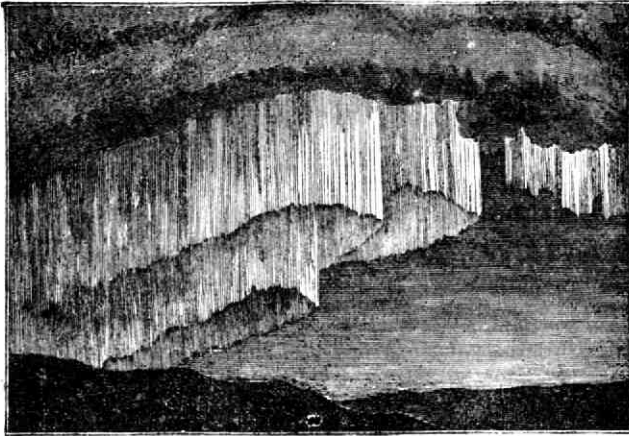
Echter bereiken slechts weinige noorderlichten de volkomenheid van het hier beschrevene: van de 162, die door ARGELANDER waargenomen werden, waren slechts drie noorderlichten, waarbij de kroon te zien was en, bij maar weinige andere, verhieven zich de stralen, tot eene hoogte van 60 of 70 graden. Meestal vertoonen zich, nadat het noorderlicht eenige malen stralen heeft geschoten, onregelmatige wolken, aan de uiteinden van den boog en bedekken, in weinige oogenblikken, den hemel met een dichten sluier. Later breken zij somtijds weder en, door de openingen, ziet men dan nog lang de lichtskemering, of ook wel eenige stralen.

Het is opmerkelijk, dat zich, bij het noorderlicht, somtijds ook *zwarte stralen* of *zuilen* vertoonen, die, even als een dikke rook, met groote snelheid, over den lichtenden boog heenschieten, alsof zij uit haar midden voortkwamen. Deze zijn even zoo veranderlijk en bewegelijk als de lichtende stralen.

Op grooter noordelijke breedte dan *Åbo*, waarvoor de bovenstaande beschrijving geldt, ziet men den lichtboog ook hooger boven den gezichteinder, terwijl tevens de noorderlichten, althans in den omtrek van *Nowaja-Semlja*, menigvuldiger worden. Op de Oostenrijksch-Hongaarsche expeditie, onder WEYPRECHT, die aldaar overwinterde, zag men het noorderlicht niet alleen in het zenith, maar zelfs ten zuiden daarvan, terwijl het, nog verder noordwaarts, minder menigvuldig werd. Gedurende de reis, van *Nowaja-Semlja* naar *Frans-Josephsland*, meende WEYPRECHT over de grens te zijn gegaan van het maximum van noorderlichten. De intensiteit van het verschijnsel verschilt, op eene zelfde breedte, aanmerkelijk: in deze streek is het aanhoudend en, bij eenen helderen hemel, ziet men daarvan ten minste altijd sporen. Het vertoont zich onder de meest verschillende vormen en overtreft alle beschrijving. Het is dáár; maar men ziet niet, vanwaar het gekomen is, noch hoe het verdwijnt.

WEYPRECHT onderscheidt, in het algemeen, drie hoofdvormen: 1^o. groote, regelmatige, onbewegelijke bogen, die zich boven den *zuidelijken* horizon verheffen, over het toppunt gaan en, aan den noordelijken horizon, ver-

dwijnen. 2°. Lichtende banden, die verscheidene malen omgebogen zijn, en voortdurend van plaats en vorm veranderen. De bijgaande figuur kan



Noorderlicht op hooge breedte.

dienen om hiervan eene voorstelling te geven. 3°. De kroon, bestaande uit stralen, die als meridianen te zamen komen. — Het licht is, in het algemeen, wit. doch trekt een weinig in het groen. In de gevallen, waarin het verschijnsel schitterend, en het meest beweeglijk is, verschijnen de prismatische kleuren met den meesten glans.

In het bijzonder haalt WEYPRECHT een noorderlicht aan, van den tweeden hoofdvorm, waargenomen in Februari 1874: een breede vuur-stroom strekte zich, van het Westen naar het Oosten, uit; hij ging over het toppunt en zond, nu aan de eene, dan aan de andere zijde, lichtgolven uit, die naar vlammen geleken, welke zich, met de snelheid van den bliksem, voortplantten en prismatische kleuren vertoonden. Te gelijker tijd nam men eene lichtende trilling waar en onophoudelijk weerlicht, over de geheele hemelruimte, tusschen den zuidelijken horizon en de pool. De noorderlichtsstralen volgden elkander, als het ware in een onafgebroken dans, op.

WEYPRECHT merkt nog, aangaande het verband, tusschen noorderlicht en magnetische storingen op: dat de laatste des te sterker zijn, naarmate de bewegingen der stralen van het noorderlicht sterker en heviger zijn; de onbewegelijke en regelmatige bogen oefenen bijna geen invloed op de magneetnaald uit; de afwijkingen der naald, geschieden, voor alle storingen, naar het Oosten; de declinatie vermindert; de inclinatie, neemt integendeel toe.

Eenige waarnemers verzekeren dat zij, vooral bij het stralen schieten van het noorderlicht, een zeker geruisch, gekraak, of geknap hebben gehoord dat eenigszins zou overeenkomen met dat, wat men hoort, wanneer zijden stoffen worden geschud of opgerold. Anderen daarentegen, en daaronder de reizigers, die de noordpoolstreken het langst bezochten, hebben dit nimmer opgemerkt.

§ 98.

Het noorderlicht wordt somtijds, over een groot gedeelte der aarde, gelijktijdig waargenomen: zoo zag men, den 5^{den} Januari 1769, een schoon noorderlicht in *Pensylvanië* en in *Frankrijk*; evenzoo, den 17 September 1770, in *China* en in *Frankrijk*. Het fraaie noorderlicht, op den 7 Januari 1831, werd, in geheel *Noord- en Midden-Europa* en aan het meer *Erie*, in *Noord-Amerika*, gezien. Ook dat van den 19 Februari 1852 werd in een groot gedeelte van *Europa* en *Noord-Amerika* waargenomen. Dat van den 29 Augustus 1859 werd in geheel *Europa* gezien; naar het schijnt echter, met uitzondering van *Scandinavië*, tenzij de lucht aldaar zeer betrokken is geweest; voorts in *Noord-Amerika*, van de *Golf van Mexico* af, tot zoover noordwaarts, als de berichten reiken.

Maar nog merkwaardiger is dat, te gelijk met noorderlichten, zich ook zuiderlichten vertoonen. Sedert men namelijk in *Nieuw-Holland* daarop meer acht heeft gegeven, dan vroeger, is gebleken, dat, in zeer vele gevallen, zuiderlicht werd waargenomen, wanneer noorderlicht, in het noordelijk halfond, werd gezien, en het is daarom waarschijnlijk, dat de poollichten, vooral de sterkere, gelijktijdig, in het noordelijk en zuidelijk halfond plaats hebben.

In de scheepsjournalen, aan het Kon. Nederl. Meteorologisch Instituut, van 1854 tot 1874 ingezonden, wordt 119 malen melding gemaakt van poollicht, en wel: 65 malen van noorderlicht en 54 malen van zuiderlicht. Beide zijn gelijktijdig, in 1869, drie malen en, in 1870, zes malen waargenomen. Merkwaardig is: dat, in 1870, zoo vele, nl. 44, waarnemingen van poollichten, in de scheepsjournalen, zijn aangeteekend.

Onder de zeer verbreide poollichten moet voorzeker dat geteld worden, van den 4^{den} Februari 1872; want: het vertoonde zich, niet alleen in geheel *Europa* in *Azië* en *Noord-Amerika*, maar te gelijker tijd werd ook zuiderlicht waargenomen. Het opmerkelijkst is, dat het zoo nabij den evenaar zichtbaar was; in *Algerië* werd het, door eene militaire expeditie, zelfs zuidelijker dan 34° noorderbreedte, waargenomen; ook in *Egypte* en op de *Roode zee* werd het gezien. Dit noorderlicht werd insgelijks in geheel

Engelsch-Indië waargenomen, waar men, sedert menschen geheugenis, zich geen zoodanig verschijnsel kon herinneren; het maakte dan ook, op de inboorlingen, een grooten indruk; zoodat, hier en daar, de onderdrukte volksmeening, zich, op bedenkelijke wijze, lucht gaf. Velen klommen op de daken hunner huizen, »om het onheilspellende rood,» aan den hemel, waar te nemen, en zij fluisterden elkander in het oor, dat deze roode kleur het bloed beteekende, dat, in een grooten veldslag, zou vloeien, die de Engelschen zouden moeten leveren. Te *Raikote* (22°—20' N. Br. en 70°—46' O. L. v. Gr.) waar, in den zomer van het voorgaande jaar, nog zulk eene slachting had plaats gehad, stormden honderden van Kuka-familiën de stad uit en gaven zich aan de woeste uitingen over, waarvan hun naam is afgeleid. De mannen wierpen hunne tulbanden van het hoofd, maakten hunne haren los en begonnen, onder het zwaaien der armen hun woesten dans, terwijl zij uitriepen: de lichtstroomen, aan den hemel, zijn teekenen, dat *RAM-SINGH* in zijn geboorteland is teruggekeerd. Zooals hiervoor is opgemerkt, had, te gelijker tijd, een zuiderlicht plaats, dat in *Nieuw-Holland* en zelfs op *Réunion*, werd waargenomen.

Slechts zelden is een poollicht, over zulk eene uitgebreidheid zichtbaar, als het hiervoor vermelde, want, omstreeks den poolcirkel, zijn zij zoo menigvuldig, dat zij, bijna iederen avond, worden waargenomen. Deze zijn dus meer beperkt.

De *geographische verbreiding der poollichten* verdient in hooge mate de aandacht, want: zij zijn niet alleen, zeer verschillend in aantal op denzelfden parallelcirkel, maar hun aantal neemt snel, met de breedte, toe. Zij zijn te *Boston* en *New-York* vrij menigvuldig; daarentegen in *Italië*, bijv. te *Rome*, onder nagenoeg dezelfde breedte, zeer zeldzaam. Prof., H. FRITZ te *Zürich*, heeft, uit een zeer groot aantal waarnemingen, op vele plaatsen, gedurende langeren of korteren tijd, gedaan, de menigvuldigheid der zichtbare noorderlichten, voor die plaatsen, berekend en — even zoo als dit voor de isothermen, isotheren, isochimenen enz. is geschied (zie bladz. 169 en 172) — op eene kaart, lijnen getrokken, gaande door die plaatsen, waar het noorderlicht even menigvuldig is; deze lijnen heeft hij *Isochasmen* genoemd. Zij loopen niet concentrisch rondom de Noordpool, en dus ook niet evenwijdig aan de parallelcirkels. De Isochasmie, die door de punten gaat waar de noorderlichten het talrijkst zijn, is nog vrij ver van de Noordpool verwijderd: zij loopt over de *Faröer*, langs de N. W. kust van *Noorwegen*, het noordelijk deel van *Nowaja-Semlja*, de noordelijkste punt van *Siberië*, over de zuidpunt van *Wrangelsland*, om, in *Noord-Amerika*, over het *Groote Beerenmeer* en midden door de *Hudsonsbaai* te loopen; zij deelt *Labrador* in twee, omstreeks gelijke, deelen en loopt, ten zuiden

van *Groenland*, naar het punt, van waar wij haar weg hebben vervolgd. Zij nadert, op omstreeks 90° oosterlengte, het meest tot de noordpool, terwijl zij zich, op 40° westerlengte, het verst daarvan verwijderd. Indien men deze lijn, op eene kaart aantee kent, dan blijkt: dat zij veel overeenkomst met eene ellips heeft, waarvan noch de aardpool, noch de magnetische noordpool, merkwaardige punten innemen. — Het spreekt van zelf dat, binnen die lijn, het aantal noorderlichten weder afneemt, want: bij de overwintering van de *Alert* en *Discovery*, op omstreeks 81° en 83° N.br., zag men betrekkelijk weinige en slechts zwakke noorderlichten. Ook op den tocht van WEIJPRECHT en PAYER, op *Frans-Joseph's-land*, waren de noorderlichten minder menigvuldig, dan verder van de pool. Wij hebben, uit de beschrijving van WEIJPRECHT (pag. 353), gezien, dat het noorderlicht, op hooge breedten, soms ten zuiden van het toppunt gezien wordt. KOOLEMANS BEYNEN zag, op den tweeden tocht, met de *Pandora*, de eerste nachten, na het vertrek uit *Disco*, in *Groenland*, op omstreeks 70° N. Br. gelegen, het noorderlicht steeds aan den zuidelijken horizon, doch, bezuiden kaap *Farewell*, de zuidelijkste punt van *Groenland*, vertoonde het zich steeds aan den noordelijken hemel. Het is dus niet onwaarschijnlijk dat de isochasme van het maximum der noorderlichten tevens de grens is van de streken, waar men het noorderlicht ten noorden en ten zuiden van het toppunt ziet.

Aangaande de plaatsing, hoogte, richting en lengte der noorderlichten zijn, in verschillende tijden, zeer onderscheiden meeningen geuit:

Volgens sommigen zou het in den dampkring plaats hebben en dus een tellurisch, volgens anderen daarbuiten, en dus een kosmisch verschijnsel zijn. De snelle veranderingen, die de stralen van het poollicht ondergaan, maken nauwkeurige waarnemingen moeielijk en, daar de bepaling van de richting en lengte der stralen slechts kan plaats hebben, door gelijktijdige waarneming, van denzelfden straal, op twee plaatsen, die minstens eenige mijlen van elkander verwijderd zijn, wordt die bepaling nog meer bemoeielijkt; zoodat, in weerwil van vele aangewende pogingen, om de plaatsing van de poollichtsstralen te leeren kennen, doortrent nog veel onzekerheid heerscht.

SELIM LEMSTRÖM, die den winter van 1871—'72 in noordelijk *Finland* doorbracht, bericht, dat hij — even als vroeger op *Spitsbergen* — noorderlichtsstralen beneden de bergtoppen en wolken heeft gezien. Eenmaal was hij zelfs midden in eene ontlading van noorderlicht. Ook HJELMSTRÖM nam, te *Hernösand*, in *Zweden*, bij een volkomen betrokken hemel, met laag hangende wolken, een noorderlichts-boog, in het Noorden.

waar. Door NEWTON zijn, voor eenigen tijd, de uitkomsten van waarnemingen, die hij aangaande de plaats van het noorderlicht, heeft gedaan, medegedeeld. In de onderstelling, dat het donkere segment een gedeelte van een cirkel is, welks middelpunt in de magnetische pool ligt, bepaalde hij, uit de hoogte van dien boog, en de ligging der punten, waar hij den horizon snijdt, de ligging van dien boog. Uit dertig waarnemingen vond hij gemiddeld 215 kilometers hoogte.

FLÖGEL heeft zeer uitvoerige onderzoekingen gedaan, over de hoogte van het noorderlicht, en zijne plaats, in de ruimte. Hij vergeleek en berekende de waarnemingen, die, door hem en anderen, gelijktijdig, op verschillende plaatsen, waren gedaan aangaande de noorderlichten, die, in het laatst van 1870, voorkwamen, en leidt, na zorgvuldige vergelijking der waarnemingen, de volgende uitkomsten, uit zijn onderzoek, af:

1°. Het noorderlicht is een lichtverschijnsel in streken, die of geheel buiten onzen dampkring en dus in de hemelruimte liggen, of zoo, dat slechts het onderste gedeelte nog in de uiterste luchtlagen dringt.

Bij eenige, der hier bedoelde waarnemingen, was de onderzijde der stralen op eene hoogte van 20 tot 25 D. G. mijlen (148 tot 185 kilometers) boven de aardoppervlakte; andere goede bepalingen geven zelfs 40 D. G. mijlen (296 kilometers). Er zou dus volgens hem geen samenhang bestaan, tusschen noorderlicht en wolken, onweders enz., zelfs niet met de hoogste of vederwolken (pag. 224); althans niet op onze gemiddelde breedten.

2°. Met betrekking tot de uitgebreidheid, is het grootste gedeelte van het noorderlicht eene *lichtzee*.

Het noorderlicht heeft vermoedelijk zijn midden boven de magnetische pool en breidt zich, nu eens meer, dan weder minder, naar het Zuiden uit. Bij de noorderlichten, die, in onze breedten, klein schijnen, breidt zich de lichtzee waarschijnlijk, tot omstreeks den poolcirkel, uit.

3°. De algemeene lichtzee is begrensd door een zoom, waarvan de richting loodrecht op de magnetische meridianen loopt, die, over eene grootere of kleinere uitgestrektheid, het verschijnsel der *straling* voortbrengt.

Het schijnt dat de opgaande stralen uitsluitend uit dezen zoom ontstaan. Waarnemers, die zich ten noorden van dezen zoom bevinden, zien de straling ten zuiden.

4°. De lichtzoom wordt, meestal kort voordat het uitschieten van stralen begint, in de gedaante van één of meer concentrische lichtgolven, van de algemeene lichtzee, afgestooten; de ruimte, die achter dat licht over-

blijft is het vroeger (pag. 349) vermelde donkere segment.

Het donkere segment is dus geen gedeelte van het noorderlicht zelf, maar een gevolg van de tegenstelling, van het lichtend en niet lichtend gedeelte des hemels.

5°. De stralende zoom verdeelt zich gewoonlijk in een aantal afzonderlijke deelen, die wij *stralingsvelden* kunnen noemen.

6°. De stralingsvelden schijnen zich in de richting, loodrecht op de magnetische meridianen, naar het Westen te bewegen.

7°. Uit de stralingsvelden schieten zuilvormige stralen, naar boven, in de richting van de magnetische inclinatie.

Ten gevolge van de perspectief, schijnen deze stralen naar een punt des hemels gericht, dat men het *convergentiepunt* noemt, en dat, naar gelang van de plaats van den waarnemer, meer of minder overeenkomt met het punt, waarheen het zuideinde der inclinatie-naald gericht is.

8°. De hoogte van de onderzijde der stralen verschilt: de waarnemingen geven daarvoor gemiddeld van 20 tot 35 D. G. mijlen (148—260 kilometers); onzekere waarnemingen geven slechts 14 mijlen (104 kilometers); de grootste hoogte is zeker niet meer dan 40 mijlen (396 kilometers).

9°. De hoogte van de bovenste uiteinden der stralen, is, bij de grootere, steeds meer dan 70 mijlen (520 kilometers) en waarschijnlijk meer dan 100 mijlen (742 kilometers).

De lengte der stralen is dus tusschen 35 en 65 mijlen (260 en 482 kilometers) begrepen.

10°. De stralen hebben, aan hunne onderzijde, steeds wit licht en gaan, van boven, in rood licht over.

Op zeer hooge breedte heeft men, zonder uitzondering, het tegengestelde waargenomen.

11°. Tot de zonderlingste verschijnselen, die echter niet, bij elk noorderlicht, voorkomen, behooren het uitwerpen van witte lichtnevels en de roode boog, die rustig licht geeft, zonder stralen, aan de zuidzijde van het verschijnsel.

12°. Somtijds komt noorderlicht bij helderen zonneshijn voor.

Daar het noorderlicht zich somtijds over zoo groote streken uitbreidt, zal het zeker ook wel bij dag aan den hemel voorkomen: het is echter de vraag of het dan, wegens zijne geringe lichtsterkte wel zichtbaar is. Vele waarnemers verzekeren het gezien te hebben: o. a. LÖWENÖRN, in 1786; HEIS, te *Münster*; ARAGO en LAUGIER, den 24 Juni 1844, te *Parijs*; THOMSON, in October 1871, te *Magdabedigek*,

bij *Quebeck*; VON KONKOLY, den 5 November 1871, te *O-Gijalla*, in *Hongarije*, enz. Zooals bekend is, gaan noorderlichten steeds met magnetische storingen gepaard; in de vele jaren, waarin ik, te *Utrecht* magnetische waarnemingen deed, heb ik, telkens wanneer, bij dag, eene magnetische storing plaats had, en de lucht helder was, den hemel beschouwd, maar nimmer eenig spoor van noorderlicht kunnen ontdekken. — Enkele malen heb ik, bij dag, wolkenvormen waargenomen, die eenige overeenkomst hadden met noorderlichtsstralen, doch, in geen enkel geval, had, tegelijkertijd, een magnetische storing plaats, die anders het noorderlicht vergezelt.

GALLE, te *Breslau*, heeft later, uit waarnemingen van het convergentiepunt der stralen (de *kroon*), in verband met de inclinatie en de afnemning daarvan, naar het Zuiden, de hoogte der kroon bepaald. Hij vond daarvoor van 32 tot 132 D. G. mijlen (237 tot 979 kilometers), of: met uitzondering der hoogste waarnemingen, van 32 tot 88 mijlen (237 tot 653 kilometers). Als gemiddelde hoogte, vindt hij 61 D. G. mijlen (453 kilometers), of: met inachtneming van het gewicht der waarnemingen, 56 D. G. mijlen (415 kilometers). Als lengte der stralen zou men, volgens GALLE, gemiddeld 40 mijlen (297 kilometers) kunnen aannemen. De onderzijde der stralen begint op omstreeks 40 mijlen (297 kilometers) boven de aardoppervlakte. — Uit onderzoekingen van DR. J. SIRKS, te *Deventer*, aangaande de kroon van het noorderlicht, volgt: dat de noorderlichtsstralen niet naar één punt van den dampkring samenloopen, maar, integendeel, onderling uiteenwijken. De kroon kan dus niet een werkelijk bestaand vereenigingspunt der stralen van het noorderlicht zijn. Voor iedere plaats van waarneming, geeft zij slechts de gemiddelde richting aan, waarin de lichtzuilen, boven een klein deel van de aardoppervlakte, opstijgen.

Eenige sterrenkundigen hebben het noorderlicht, door middel van het spectroscop (zie bladz. 16), onderzocht, ten einde, uit de strepen, die het spectrum mocht vertoonen, den aard van het verschijnsel nader te leeren kennen. Aanvankelijk werd, door ANGSTRÖM en STRUVE, slechts ééne groene lijn gevonden; ZÖLLNER en BROWNING vonden ook lijnen in het rood. Bij de overwintering, van PARENT en DR. WIJKANDER, in de *Mosselbaai*, in het Noorden van *Spitsbergen*, namen zij zeven strepen, in het spectrum, van het noorderlicht, waar. Ook BARKER vond zeven strepen in het spectrum. Indien men nu, uit het aantal en de plaatsing der strepen, tot de kennis van den aard der stoffen wil geraken, die, in gloeienden toestand, het licht voortbrengen, dan moet men die

met het spectrum, van andere bekende lichamen, in denzelfden toestand, vergelijken. Wij zagen nu, dat het noorderlicht, althans in de meeste gevallen, zeer hoog in den dampkring en wellicht zelfs daarbuiten is geplaatst. De temperatuur en luchtdrukking zijn daar dus geheel anders, dan aan de aardoppervlakte, en van daar de groote moeielijkheid en onzekerheid der vergelijkingen. PARENT en WIJKANDER vonden dat de strepen, in het spectrum van het noorderlicht, zeer veel overeenkomen met die van het onderste, of blauwe, gedeelte eener kaars- of petroleumvlam.

Naar aanleiding van deze waarneming en, in verband met eene pag. 362 te vermelden, hypothese, aangaande den aard van het poollicht, die door den heer H. J. H. GRONEMAN is ontwikkeld, verdient hier herinnerd te worden aan de onderzoekingen van Prof. ARTHUR, W. WRIGHT, waaruit blijkt dat, uit ijzer-meteoriten (zie pag. 28), bij verhitting, een kleine hoeveelheid kooldioxyde maar veel meer koolmonoxyde en waterstofgas wordt ontwikkeld; daarentegen, uit de steenmeteoriten, veel kooldioxyde maar weinig koolwaterstof en waterstof, wordt ontwikkeld. De gassen, die bij de verhitting van steenmeteoriten, werden uitgedreven, gaven, wanneer zij verbrand werden, spectra, welke veel met die van kometen overeenkomen. Volgens de onderzoekingen van DR. H. VOGEL, geeft echter het noorderlicht een spectrum, waarvan de lijnen grootendeels overeenkomen met die, welke de dampkring zelf oplevert. Het zou dus een gewijzigd luchtspectrum zijn. De spectraalanalyse van het noorderlicht laat dus, tot heden, den aard van dit verschijnsel onbeslist.

Daar sommige poollichten zich, over een groote uitgestrektheid, vertoonen en dus tegelijk op plaatsen, die een groot verschil in geographische lengte en dus ook in tijdaanwijzing hebben, blijkt dat hun verschijnen aan geen bepaalden tijd van den dag is gebonden. Bij de onafgebroken voortgezette waarnemingen die men, op de laatste Zweedsche, Engelsche en Oostenrijk-Hongaarsche expeditien heeft gedaan schijnt echter gebleken te zijn dat zij het meest tusschen zes ure des avonds en middernacht voorkomen.

In de verschillende jaargetijden zijn de noorderlichten niet even talrijk, want: zij vertoonen zich het minst, in de maanden Juni en Juli, terwijl zij, in Maart, September en October, dus omstreeks ten tijde der nachteveningen, het meest worden waargenomen. Indien het noorderlicht zich, in alle maanden des jaars, gemiddeld evenveel vertoonde, dan zou het meest, des winters, moeten worden gezien: omdat de winternachten hiertoe langer gelegenheid geven, dan de korte nachten in den zomer.

Eindelijk schijnt, dat het noorderlicht zich, gedurende sommige jaren, meer vertoont dan in andere, en wellicht heeft dit bepaalde perioden. Aldus verschenen, van 1707 tot 1790, vele noorderlichten, in onze breedten, en wel zeer menigvuldig omstreeks het jaar 1752 en 1788. Na het jaar 1790 werden slechts zeer weinige gezien, doch sedert 1820 zijn zij weder menigvuldiger geworden. In den laatsten tijd zijn daaromtrent, door FRITZ, zeer zorgvuldige onderzoekingen in het werk gesteld. Hij heeft, met veel zorg, de aantekeningen, sedert vele eeuwen gedaan, verzameld en meent te kunnen besluiten, dat er eene hoofdperiode is van 55,5 jaren, die weder uit andere van 11,1 jaren bestaat. Hij meent voorts, uit zijne onderzoekingen, te mogen afleiden, dat, daar deze laatste periode dezelfde is als die, welke WOLFF aanneemt, voor die der zonnevlekken, er ook een verband tusschen deze beide moet bestaan. Indien men echter de getallenreeksen nagaat, waarop FRITZ deze meening grondt, dan blijkt aanstonds de onzekerheid van deze gevolgtrekking, want: er komen somtijds verschillen van twee en drie jaren voor, dat de maxima, in de eene reeks, vroeger of later vallen, dan in de andere.

§ 99.

Aangaande de *oorzaak van het magnetismus der aarde* zijn wij evenzoo onkundig als aangaande den aard en het *wezen van het magnetismus zelf*. Aan geen gedeelte der natuurkundige aardrijkskunde is echter immer eene zoo algemeene en krachtige deelneming en medewerking te beurt gevallen als hieraan; want: nadat men de groote uitgebreidheid en de gelijktijdigheid der magnetische storingen had leeren kennen, werden, voornamelijk op aansporing van ALEXANDER VON HUMBOLDT, op verschillende gedeelten der aarde, inrichtingen gemaakt, die bestemd zijn om onze kennis van het aard-magnetismus te verrijken. Deze dienen tevens, om de verschijnselen des dampkrings nauwkeurig gade te slaan, en aan te teekenen, terwijl gelijktijdig en herhaaldelijk tochten, naar de poolstreken, met hetzelfde doel, werden ondernomen. Door deze uitgebreide onderzoekingen, is de verdeeling van het magnetismus, over de aarde, veel nauwkeuriger, dan vroeger, bekend geworden, zoowel wat de kracht, als richting betreft en is menige bijzonderheid, aangaande de storingen, aan het licht gebracht, die anders wellicht, nog lang, verborgen zou zijn gebleven. Veel belangrijks is zeker nog, in de menigvuldige aantekeningen, verborgen, die slechts op eene vergelijkende bewerking wachten, om nieuw licht, over deze zaak, te doen opgaan.

In ditzelfde tijdvak, werd, door GAUSS, een weg ingeslagen, die mede tot de oplossing van het vraagstuk moest voeren; namelijk: eene wiskundige behandeling van de voorhanden waarnemingen. Langs dezen weg, bepaalde hij, uit de beste gegevens, de ligging der punten, waar de inclinatie-naald een loodrechten stand moest aannemen en die waar de intensiteit het grootst moest zijn, alsmede de totale magnetische kracht der aarde. Ofschoon nu de ligging van deze punten niet volkomen overeenkomt met die, welke de latere rechtstreeksche bepalingen hebben doen kennen, heeft deze behandeling van het onderwerp veel bijgedragen, om het verdere onderzoek te verlichten en te leiden. Hoogst belangrijk waren ook de verbeteringen, die, door GAUSS, LAMONT en anderen, aan de wijze van waarnemen en de inrichting der instrumenten werden aangebracht, waardoor men tot eene vroeger ongekende nauwkeurigheid kon komen.

Over den aard en de oorzaken van de poollichten loopen de meeningen der natuurkundigen zeer uiteen. Het bestek van dit werk laat niet toe, om daarover uitvoerig te handelen. Alleen willen wij daarover het volgende mededeelen:

Indien uiterst fijn verdeeld ijzer, zooals dit door reductie van zijn oxyde verkregen wordt, in de lucht wordt gestrooid, dan oxydeert het, onder ontwikkeling van warmte en licht; het valt, als een vuurregen, naar beneden. Op grond hiervan, werd, voor meer dan dertig jaren, door Prof. E. H. VON BAUMHAUER, de meening uitgesproken dat het noorderlicht zou ontstaan doordien ijzer in zeer fijn verdeelden toestand hier en daar in de hemelruimte verspreid is en dan, door de magnetische kracht der aarde aangetrokken, zich, voornamelijk naar de magnetische polen, zou begeven en, in den dampkring komende, het lichtverschijnsel doen ontstaan, dat wij poollicht noemen. Die ijle wolken van ijzerdeeltjes, zouden tevens op de magneetnaalden werken en alzoo magnetische storingen veroorzaken.

In 1871 werd, door den Heer H. J. H. GRONEMAN, naar aanleiding der onderzoekingen van SCHIAPARELLI, aangaande kometen en vallende sterren (zie bladz. 27 en 28) eene hypothese ontwikkeld, die, in hoofdzaak, op het volgende neerkomt:

Uit de ontdekkingen van SCHIAPARELLI, is gebleken dat het periodieke verschijnsel van vallende sterren moet worden toegeschreven aan talrijke elliptische stroomen van fijne kosmische deeltjes.

Indien deze in den dampkring der aarde komen, dan worden zij, door

de wrijving, tegen de lucht, verhit en vertoonen zich als vallendesterron. Sommige daarvan laten eene lichtstreep of staart achter die, bij enkele, zelfs een half uur blijft lichten. Indien deze verschijnselen zeer talrijk zijn, kan daardoor eene algemeene verlichting van den hemel worden veroorzaakt. Deze deeltjes zullen, evenals de vallende sterren, uit een zelfde punt: de radiant of het uitstralingspunt, schijnen voort te komen (zie pag. 28). Onder bepaalde omstandigheden, kunnen zij zoozeer tot elkander naderen, dat zij elkander onderling aantrekken, indien zij voorbijgaand of blijvend magnetisch zijn en ook, door de aarde, als magneet (zie bladz 33), worden aangetrokken.

Bij de verdere ontwikkeling der hypothese geeft de heer GRO-NEMAN eene verklaring van het ontstaan van het donkere segment en den lichtboog die het omzoomt, alsmede de reden, waarom de noorderlichten, tusschen zes uren des avonds en middernacht, het talrijkst zijn. Voor de bijzonderheden moeten wij verwijzen naar het opstel zelf, voorkomende in het tijdschrift *Isis*, Januari 1871.

Er zijn verschillende hypothesen gemaakt, waarbij, aan het poollicht, een tellurischen oorsprong wordt toegekend. Onder deze verdienen die van A. DE LA RIVE en vooral de latere, op nieuwe onderzoekingen berustende, van SELIM LEMSTRÖM vermelding. LEMSTRÖM had, op twee wetenschappelijke reizen, eene naar *Spitsbergen* en eene naar *Lapland*, dikwijls gelegenheid het noorderlicht waar te nemen en deed later, te *Helsingfors*, eenige reeksen van proefnemingen met Geislersche buizen, om den invloed van de luchtdrukking en andere omstandigheden, op den overgang van electriciteit, onder lichtontwikkeling, in zoodanige buizen, te onderzoeken. Op grond van zijne proeven en waarnemingen kwam hij tot de theorie van de poollichten waarvan het navolgende de hoofdpunten bevat:

Het is, sedert lang, bekend, dat verdunde dampkringslucht een goede geleider der electriciteit is. LEMSTRÖM vond, in overeenstemming met EDLUND, dat het geleidend vermogen der droge lucht, bij eene drukking, tusschen 5 en 10 mm., een maximum bereikt. Bij de gewone drukking (760 mm.), is het geleidend vermogen der lucht zeer gering, het wordt eerst merkbaar bij eene drukking van 30 tot 40 mm.; bij eene drukking, tusschen 5 en 10 mm., is het 163 malen grooter dan bij 40 mm. en 10,000 malen grooter dan hij de gewone drukking. De verdunde lucht, van de bovenste lagen des dampkrings, kan dus als een vrij goede geleider der electriciteit worden beschouwd, die concentrisch met de oppervlakte der aarde is. Indien de aarde

geene aswenteling had, en indien de warmte over hare oppervlakte en in den dampkring gelijkmatig verdeeld ware, dan zou deze geleider zich overal, op dezelfde hoogte, boven hare oppervlakte, bevinden. Daar de aarde negatief, en de vermelde concentrische geleider positief electricisch geladen is, zoo zouden deze beide electriciteiten elkan- der overal, met dezelfde kracht, aantrekken, indien zij gelijkmatig verdeeld waren. Deze denkbeeldige toestand bestaat echter niet en men moest daarom op de omstandigheden acht slaan, die, op den vorm en de wederzijdsche ligging dezer geleiders invloed uitoefenen. Deze om- standigheden zijn: de afplatting der aarde, hare aswenteling, de afne- ming der temperatuur, van den evenaar naar de polen, en die, van de aardoppervlakte, naar de hoogere streken van den dampkring, en ein- delijk, de veranderlijke hoeveelheden waterdamp in de lucht.

LEMSTRÖM berekende nu, onder zekere onderstellingen, den vorm en den toestand van de geleidende ellipsoidische luchtlaag, die de aarde omhult. Hij vond dat eene drukking van 5 mm., onder den evenaar, op eene hoogte van 37 kilometers en, aan de polen, op eene hoogte van 34 kilometers is gelegen, zoodat de geleidende luchtlaag aan de polen 3 kilometers dichter bij de aardoppervlakte is, dan onder den evenaar.

Eene verdere benaderde berekening, van de electricische spanning der beide geladene ellipsoiden, toont: dat deze, aan de polen, 9 procent sterker is, dan aan den evenaar en wel, op *beide* geleiders (de aardop- pervlakte en de geleidende luchtlaag). Van daar: dat de kracht, waar- mede de electriciteit, van den atmosferischen geleider, naar de aarde wordt getrokken, 42 procent grooter is, aan de polen, dan aan den evenaar. Hij zegt verder: onder deze omstandigheden zal men de ware oorzaak van de ophooping van dampkrings-electriciteit, aan de polen, moeten er- kennen, evenals de oorzaken der noorderlichten die hier ontstaan, door- dien zich de positive electriciteit der verdunde lucht, met de negatieve electriciteit der aarde vereenigt.

Tusschen de beide geleiders ligt gewoonlijk eene laag van dichtere, slecht geleidende, lucht en wanneer het geleidend vermogen daarvan, door vochtigheid, toeneemt (zie pag. 260 een stellige tegenspraak hierom- trent) kunnen lichtverschijnselen ontstaan, zooals in eene Geislersche buis. Indien de sterkte van den electricischen stroom, tusschen de verdunde lucht en de aardoppervlakte, toeneemt, kunnen lange lichtstralen, in de verdunde lucht, ontstaan, die niet tot aan de aarde reiken. Onder be- paalde omstandigheden kunnen, dubbele en zelfs driedubbele bogen ontstaan, zooals door proeven is aangetoond. Daar de lichtstralen of electricische stroomen in beweegbare geleiders van lucht ontstaan, worden zij,

door de magnetische kracht der aarde, gericht en wel zoodanig, dat zij evenwijdig worden, aan de richting der magnetische inclinatienaald. Voorts moeten zij elkander wederkeerig aantrekken, daar zij dezelfde richting hebben. Er moet daarom eene buiging der stralen in de bovenste luchtlagen plaats hebben, omdat daar de intensiteit van den stroom veel grooter is.

Ook op andere wijze kunnen poollichten ontstaan: wordt namelijk eene, met positieve electriciteit geladene wolk, naar de poolstreken gevoerd, dan kan hare electriciteit langzaam, naar de aarde, afvloeien, zonder lichtverschijnselen, terwijl de positieve electriciteit der verdunde lucht, zich met de negatieve der wolk, onder lichtontwikkeling, verbindt. Zoodanige poollichten, die slechts de bovenste randen der wolken verlichten, zijn herhaaldelijk, op de Zweedsche Noordpool-expeditie, in 1868, waargenomen.

Ofschoon de tot hiertoe opgestelde hypothesen, aangaande den oorsprong en der aard der poollichten, de vruchten van vele onderzoekingen en waarnemingen zijn, blijft, op dit gebied, nog veel te doen over.

Alvorens van dit onderwerp af te stappen verdienen, onder anderen, nog de twee volgende opmerkingen eene plaats:

Vooreerst is het gebleken dat, bij zeer vele magnetische storingen en noorderlichten, sterke electriche stroomen, door de aarde loopen die zich, vooral in de telegraafdraden, laten waarnemen. Meermalen gebeurt het, dat daardoor, het seinen, in bepaalde richtingen, onmogelijk wordt. Dit was, onder anderen, in hooge mate, het geval bij gelegenheid van het groote poollicht van den 4den Februari 1872 (pag 354). De telegrafische gemeenschap was toen, gedurende eenige uren, door een groot gedeelte van *Europa*, gestremd.

Bij gelegenheid van een noorderlicht, in Maart 1869, hebben de beambten van den telegraaf, te *Valparaiso*, seinen gewisseld met die te *Fort Wayne*, in *Indiana*, zonder van de batterijen gebruik te maken en dus alleen door den stroom, die, bij deze gelegenheid, door de aarde en de telegraafdraden liep.

Volgens LATIMER CLARCK hebben de aardstroomen (of die, welke door de dampkrings-electriciteit worden opgewekt) somtijds bij een noorderlicht zulk eene intensiteit, dat zij vonken geven en dus de spanning gelijk staat met die van eenige honderd cellen.

VARLEIJ heeft verklaard, dat hij meermalen de intensiteit van aardstroomen heeft gemeten, tusschen *Londen* en *Ipswich*, en dat hij, om

die stroomen te neutraliseeren somtijds eene batterij van 140 elementen van DANIEL, noodig had.

In de tweede plaats verdient nog vermeld te worden, dat, gedurende het groote noorderlicht van den 4^{den} Februari 1872, toen het grootste gedeelte des hemels, ook in het zenith, door noorderlicht overdekt was, op het meteorologisch observatorium, te *Utrecht*, eenige waarnemingen zijn gedaan, aangaande de dampkrings-electriciteit, maar dat daarbij niets bijzonders, noch ongewoon sterker, noch zwakker electriciteit werd waargenomen. De standen der magnetische variatie-instrumenten weken echter zeer veel van de gewone af.

ZEVENDE HOOFDSTUK.

DE VERBREIDING VAN PLANTEN EN DIEREN OVER DE OPPERVLAKTE DER AARDE.

§ 100.

Wij hebben, in de vorige hoofdstukken, de betrekking der aarde, tot de overige hemellichamen, beschouwd en, in algemeene trekken, de gesteldheid, zoowel van hare vaste oppervlakte als van het druipend vloeibaar en gasvormig omhulsel, dat onze planeet, in hare dagelijksche en jaarlijksche bewegingen, met zich voert, leeren kennen. Tevens hebben wij de voornaamste verschijnselen beschouwd, die zich, aan hare oppervlakte, vertoonen. Hiermede zouden wij onze schets van het tafereel, dat zij ons aanbiedt, als afgewerkt kunnen beschouwen. Deze zou echter een zeer onvolkomen beeld van de ware gesteldheid van de oppervlakte onzer aarde geven: zij zou wel de licht- en schaduwpartijen bevatten, doch de kleuren, die daaraan gloed en leven bijzetten, zou zij missen. De geheele oppervlakte der aarde toch is door levende wezens bewoond: zoowel de poolstreken, waar eene verstijvende koude heerscht, als de keerkringsgewesten, waar de zon hare stralen loodrecht, op den grond, laat vallen, zoowel aan de oppervlakte van den bodem, als in onderaardsche holen en grotten. Het leven heerscht zoowel in de zee, tot eene diepte waarin geene lichtstralen meer doordringen, als boven de toppen der hoogste bergen.

Hoewel de dier- en plantenkunde op zich zelf staande wetenschappen zijn en de verbreiding van dieren en planten in eenige leerboeken wordt behandeld, zal het niet ongepast zijn hier, in korte trekken, het verband aan te toonen, waarin deze tot de gesteldheid en de verschijnselen van de aardoppervlakte en den dampkring staan, welke beide zich voornamelijk hierin afspiegelen. Bij de behandeling daarvan zal voornamelijk gelet worden op de verbreiding der planten en dieren, in de vrije natuur, dat is: van die, welke in het wild voorko-

men, terwijl tevens de veranderingen zullen worden vermeld, die de mensch daarin heeft gebracht.

Deze beschouwingen zijn, niet alleen uit een wetenschappelijk oogpunt, maar ook voor het praktische leven, van het grootste belang; want: zij bevatten de grondslagen, waarop de handel en nijverheid, de scheepvaart en het goederenvervoer te land berusten.

Wanneer men zich, uit *Midden-Europa*, zuidwaarts begeeft en acht slaat op de planten en dieren, die men ontmoet, en daarbij bijzonder zijne aandacht vestigt op de planten, die in het wild groeien en op de dieren, die niet door den mensch worden verzorgd en gevoed, dan ontmoet men voortdurend nieuwe vormen, die op de plaats, die men verlaten heeft, niet worden aangetroffen.

Planten en dieren, die vroeger in menigte werden gevonden, worden voortdurend zeldzamer en eindelijk mist men ze geheel. Wanneer men zich nog verder verplaatst, b. v. tot tusschen de keerkringen, dan is men door eene geheel andere natuur omringd: de planten en dieren zijn geheel verschillend van die der eerste standplaats. Begeeft men zich daarentegen, van *Midden-Europa*, noordwaarts, dan ziet men nagenoeg hetzelfde, doch, in omgekeerden zin, gebeuren: eenige boomen, die zich hier, door grootte en krachtige ontwikkeling, onderscheiden, ontmoet men daar, minder en minder ontwikkeld, tot zij in struiken, van geringe hoogte, ontaarden, om eindelijk geheel te verdwijnen. Doch, ook nieuwe planten en dieren vertoonen zich; echter in mindere mate dan die, welke men uit het oog verloor, totdat, in de poolstreken, schier alle plantengroei ophoudt; terwijl ook het dierenrijk tot een betrekkelijk klein aantal van soorten beperkt wordt. — Bij eene verplaatsing, in eene oostelijke of westelijke richting, neemt men hetzelfde waar, doch in veel mindere mate, dan wanneer men zich van het Noorden naar het Zuiden begeeft.

Elke planten- en diersoort komt slechts op bepaalde streken van de oppervlakte der aarde voor en vele kunnen niet buiten deze natuurlijke grenzen worden overgebracht, zonder, na korteren of langeren tijd, uit te sterven, tenzij men, door kunstmiddelen, daarin voorziet.

Teneinde de bijzonderheden, die zich bij de verbreiding van planten en dieren over de aardoppervlakte voordoen, beter uiteen te zetten, zullen wij ons eerst tot de planten en daarna tot de dieren bepalen.

§ 101.

De planten bestaan hoofdzakelijk uit vier enkelvoudige lichamen: koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, die het verbrandbare gedeelte daarvan uitmaken, benevens uit een zekere hoeveelheid onverbrandbare of aschbestanddeelen. Al deze stoffen moeten of uit den grond, of uit de lucht, of uit het water geput worden, waardoor zij omringd zijn. Waterstof en zuurstof neemt de plant voornamelijk op, in den vorm van water, dat uit deze beide enkelvoudige lichamen bestaat en tevens de daarin opgeloste zouten en stikstofhoudende bestanddeelen. Daar nu, zooals wij pag. 327 zagen, de aard en de hoeveelheid der in het water opgeloste stoffen afhankelijk is van den bodem, zullen ook planten, die in onderscheiden soorten van grond groeien, verschillende stoffen, met het water, in zich opnemen. — De koolstof ontleent de plant voornamelijk aan het kooldioxyd der lucht, eene verbinding van koolstof en zuurstof: hiervan behoudt zij de koolstof, terwijl de zuurstof, door de bladeren en andere groene deelen, wordt afgescheiden. Deze laatste scheikundige werking heeft hoofdzakelijk onder den invloed van het zonlicht plaats; bij helderen zonneschijn is zij het sterkst, bij betrokken lucht, of in de schaduw zwakker en in het duister houdt zij niet alleen geheel op, maar heeft, hoewel in zwakkere mate, integendeel opneming van zuurstof en uitstooting van kooldioxyd plaats. Zooals wij vroeger (pag. 154) zagen, is de hoeveelheid kooldioxyd, die in den dampkring voorkomt, zeer gering: nl. niet meer dan 0,03 tot 0,05 procent van haar volumen, doch deze is toereikend om de groote hoeveelheid koolstof te leveren, voor de bosschen en alle overige planten, waarmede de aarde is bedekt. Ofschoon voortdurend koolstof, tot de vorming van nieuwe plantendeelen, wordt verbruikt, wordt dit verlies steeds vergoed door de ademhaling der dieren, de verbranding en verrotting van plantaardige en dierlijke stoffen, alsmede door de gasuitstromingen van vulkanen en op andere plaatsen uit den bodem (zie pag. 79 en 155). — De stikstof neemt de plant hoofdzakelijk op, in den vorm van koolzure, salpeterzure en salpeterig-zure ammoniak, benevens organische verbindingen. Zooals wij pag. 231 zagen, komen de drie eerste zouten, in kleine hoeveelheid, in het regenwater voor, terwijl de humus of teelaarde, die, op de meeste plaatsen, de oppervlakte der aarde bedekt en hoofdzakelijk bestaat uit de overblijfselen van plantendeelen, rijk is aan stikstofhoudende verbindingen, die, met het regenwater, in den bodem dringen. — Onder de gewichtigste, onverbrandbare bestanddeelen der planten behooren de zouten van

potasch, soda en kalk benevens verbindingen van phosphorzuur, die allen afkomstig zijn van de verweering der verschillende gesteenten, aan de oppervlakte der aarde, en in het water waren opgelost. — Behalve de bovengenoemde bestanddeelen, vereischt elke plantensoort, om voortdurend te kunnen bestaan, eene zekere hoeveelheid warmte en een zekeren duur daarvan, benevens eene bepaalde hoeveelheid licht.

Uit het bovenstaande kunnen wij gemakkelijk nagaan dat, daar onderscheiden plantensoorten verschillende hoeveelheden warmte, licht, vochtigheid en voedingsstoffen vereischen, aan de verbreiding daarvan, door de natuur, bepaalde grenzen zijn gesteld: worden planten naar plaatsen overgebracht, waar de zomerwarmte onvoldoende is, om hare zaden tot rijpheid te brengen, of, waar de winterkoude te groot is, dan zullen zij weldra uitsterven. Hetzelfde zal het geval zijn, indien zij, in den bodem, niet die bestanddeelen vinden, welke, tot haar onderhoud, noodig zijn. Vindt eene plant geene genoegzame, of eene te groote hoeveelheid vochtigheid in den bodem, dan zal zij, op den duur, niet daartegen bestand zijn en bezwijken.

Indien wij in aanmerking nemen, wat vroeger (§ 44 tot 48) over de verdeeling der *warmte* over de oppervlakte der aarde is gezegd, dan blijkt aanstonds, dat de ruimte, waarover sommige planten zich kunnen verbreiden, hoofdzakelijk door isotheren (pag. 172), van andere daarentegen door isochimenen (pag. 173) is begrensd. Dezelfde plantensoort kan zich echter min of meer aan verschillende temperaturen gewennen en vereischt dan, in een koeler klimaat, een eenigszins langeren tijd, om tot ontwikkeling te komen, dan in een warmer: DECANDOLLE, te Genève, heeft hieromtrent proeven genomen: hij plaatste stekken, van verschillende plantensoorten, afkomstig van *Montpellier*, waar de gemiddelde temperatuur van het jaar 15^o,3 bedraagt, naast andere, zooveel mogelijk gelijke stekken, van dezelfde plantensoort, afkomstig van Genève, waar de gemiddelde temperatuur (zie pag. 182) 10^o,3 bedraagt. Alle stekken, die uit het warmere *Montpellier* afkomstig waren, ontplooiden later hare bladeren, dan die van het koelere Genève. Het verschil bedroeg: voor de Haagbeuk (*Carpinus betulus*) 18, voor de Catalpa (*Catalpa syringae-folia*) 20 en voor de witte Populier (*Populus alba*) 23 dagen. Ook de Tulpenboom (*Liriodendron tulipifera*) vertoonde een dergelijk verschil in ontwikkeling, doch dit kon, door het niet gelijktijdig ontplooiën der bladknoppen, niet juist in dagen worden uitgedrukt.

Een andere, niet minder belangrijke invloed, op de verbreiding der

planten, oefent *de ongelijke hoogte van den grond*, boven de oppervlakte der zee, uit: in § 48 zagen wij namelijk dat de temperatuur, met de hoogte, afneemt en dat deze afneming, naar gelang van de geographische breedte en de jaargetijden, verschilt. Op uitgestrekte bergvlakten neemt zij minder snel af, dan op afzonderlijke bergen of bergketens, die dezelfde hoogte hebben en op dezelfde geographische breedte liggen. Eene oprijzing van den grond, van 104 meters, staat omstreeks, ten opzichte der temperatuurs-vermindering, gelijk met eene verplaatsing, naar de pool, van één breedtegraad (pag. 181). Hieruit kan men licht nagaan, dat ook de plantengroei, door de hoogte van de plaatsen, boven de oppervlakte der zee, en door den vorm van de verhevenheden van den grond, bepaald wordt: op de bergen zal men dus, op verschillende hoogten, niet alleen onderscheiden planten vinden, maar de plantengroei der hooger gelegen plaatsen zal met die van meer naar de polen gelegen streken overeenkomen. De plantengroei op de bergen levert daarom zooveel verscheidenheid op, dewijl men, op eene kleine oppervlakte, een groot verschil van temperatuur ontmoet. Bovendien zullen ook andere omstandigheden niet zonder invloed zijn. Bij het bestijgen van hooge bergen, in de heete luchtstreek, vindt men dus, in een kort bestek, verschillende planten, die men, in de vlakte, eerst op groote afstanden van elkander, in zeer verschillende luchtstreken, ontmoet (zie § 104).

De levensverrichtingen der planten hebben, zooals wij pag. 370 zagen, voornamelijk plaats onder den invloed van het *licht*. Daarom zal de meerdere of mindere hoeveelheid daarvan, op de verbreiding der gewassen, een gewichtigen invloed uitoefenen. De grootte hiervan is echter nog bijna geheel onbekend: ofschoon warmte en licht tot elkander in het nauwste verband staan en wij beide, in gelijke verhouding, van de zon ontvangen, is de verdeeling dezer beide, over de aardoppervlakte, zeker in ongelijke hoeveelheid. Wij zagen namelijk vroeger (pag. 161) dat de hoeveelheid warmte, die een punt van de aardoppervlakte van de zon ontvangt, afhangt van de richting, waarin de zonnestrallen den grond treffen en van den duur der dagen; wij hadden echter tevens gelegenheid op te merken dat de werkelijke temperatuur zeer daarvan afwijkt, en dat deze afwijkingen, behalve door plaatselijke oorzaken, zooals de nabijheid der zee, voornamelijk door de richting der heerschende winden wordt gewijzigd. — Met het licht is het geheel anders: wel hangt de hoeveelheid daarvan, die een punt der aardoppervlakte van de zon ontvangt, af van de hoogte, waarop de zon boven den gezichteinder staat, benevens van den duur der dagen (pag. 40), maar de wijzigende invloeden zijn hier gedeeltelijk andere, dan bij de temperatuur: want het is

bier de meerdere of mindere mate van bewolking (pag. 226), die storend op het licht werkt.

Ook de *hoeveelheid regen*, die jaarlijks valt en de wijze, waarop deze over de verschillende maanden des jaars is verdeeld, oefenen een belangrijken invloed op de verbreiding der planten uit: in regenlooze streken, of op plaatsen, waar slechts zelden regen valt, is de plantengroei, in het algemeen, zeer schaarsch: van daar, dat de meeste woestijnen in regenlooze streken zijn gelegen; dat hier het gebrek aan water, en niet de onvruchtbaarheid van den grond, de hoofdoorzaak der dorheid is, blijkt, doordien op plaatsen, waar water gevonden wordt, zooals in de oasen, ook een schoone plantengroei voorkomt. Waar men, zooals in de Algerijnsche *Sahara*, artesische bronnen heeft geboord, die water genoeg opleveren, daar ontwikkelt zich weldra een weelderige plantengroei (zie pag. 331). — Aan den overvloedigen regen, niet minder dan aan zijn vruchtbaren grond en zijne ligging in de warme luchtstreek is de *Oost-Indische Archipel* de buitengewone ontwikkeling van het plantenrijk verschuldigd, even als een groot deel van *Brazilië*. — Ook de *sneeuw* en de *dauw* zijn van bijzonder grooten invloed: de eerste levert, bij het smelten, niet alleen eene zekere hoeveelheid water, maar, als slechte warmtegeleidster, beschut zij de planten tegen de uiterste koude (pag. 237 en '38); terwijl de *dauw*, in sommige streken, zoo overvloedig is, dat zij geheel in het gemis van regen voorziet (pag. 234).

Voor de verbreiding der planten, is de *aard van den bodem* van het grootste gewicht, daar zij hare anorganische en stikstofhoudende bestanddeelen hoofdzakelijk daaraan ontleenen. Zoo groeien eenige planten uitsluitend op kale rotsen, andere in moeras- of veengrond, sommige komen slechts in de nabijheid der zee voor, terwijl andere daar niet willen groeien. Bosschen, wei- en bouwlanden bezitten elk eigenaardige planten, terwijl slechts enkele allerlei grond voor lief nemen.

§ 102.

De meeste planten zijn aan de plaats gebonden, waar zij groeien en kunnen niet, zooals de meeste dieren, willekeurig van standplaats veranderen. In dit opzicht bestaat er dus een natuurlijke hinderpaal, voor de verbreiding der gewassen. Zij verplaatsen zich echter hoofdzakelijk, doordien hare zaden of sporen, door den wind, door waterstroomen, door vogels, zoogdieren of door den mensch, naar verwijderde streken, worden vervoerd.

Vele zaden en sporen zijn zeer licht; zij worden dus gemakkelijk, door *luchtstroomen*, een eind wegs medegevoerd; andere zijn voorzien van vleugelachtige aanhangsels, zoodat zij nog gemakkelijker, door de winden, worden verspreid. Daardoor worden b. v. de zaden der ijpen, esschen, elzen, pijnboomen en berken in staat gesteld verre reizen te ondernemen, alvorens zij ontkiemen; vandaar dat men, in bergachtige streken, deze boomen vaak in rotsspleten zich ziet ontwikkelen, waarheen zij door geen menschenhand kunnen gebracht zijn. Andere zaden zijn van een licht zaadpluis voorzien: men denke slechts aan de algemeen bekende zaadjes van de Paardebloem (*Taraxacum officinale*), het Aschkruid (*Cineraria palustris*), enz.. De zaden der dusgenoemde Roos van Jericho (*Anastatica hierochuntica*), eene plant, die in *Palestina* algemeen voorkomt, worden, op eene andere, merkwaardige wijze, door den wind, verspreid. Het is eene kleine struik, met grauwe bladeren en stijve, kromme, korte takken, die zich straalsgewijs over den grond verspreiden. Zoodra zij hare zaden tot rijpheid heeft gebracht, sterft zij. Na haren dood droogt zij uit en de takken trekken zich te zamen tot een bal, die van den wortel afscheurt en, door den wind, her- en derwaarts, in de woestijn, rondzwerft. Zoodra zij echter, door den regen, wordt bevochtigd, strekken de takken zich uit, de zaden koinen, uit hunne hauwtjes, te voorschijn en vallen, op den grond, neder, waar zij, door den regen gedrenkt, weldra ontkiemen. — Door de wildbeken en *bergstroomen* (pag. 297) worden de zaden van vele alpenplanten naar lager gelegen streken gevoerd en kunnen daar, indien de voorwaarden voor hun bestaan gunstig zijn, zich ontwikkelen. — Door *zeestroomen* worden de zaden en vruchten van gewassen, die in de nabijheid van het strand groeien, dikwijls over groote afstanden verspreid, zoodat zij op andere stranden aanspoelen en ontkiemen. Op deze wijze wordt b. v. de Kokospalm (*Cocos nucifera*) langs alle kusten van den heeten aardgordel verbreid, zelfs op koraaleilanden, die eerst sinds korten tijd uit den *Oceaan* zijn opgerezen. — Vele *vogels* voeden zich met vruchten, waarvan zij de zaden, nadat zij het lichaam doorloopen hebben, dikwijls op groote afstanden van de plaats waar zij gegroeid zijn, uitwerpen, zoodat zij daar zich kunnen ontwikkelen. — Ook sommige *zoogdieren* werken mede tot het verspreiden van plantenzaden: aan de wol der schapen b. v. hechten deze laatste zich vast en worden daardoor niet zelden heinde en verre verspreid. Zoo werd eene schadelijk distel: *Xanthium spinosum*, door schapen, in *Zuid-Afrika*, ingevoerd. In de koffietuinen op *Java* komt de Moesang (*Paradoxurus Musanga*) voor, een roofdier, dat zich ook met koffiebossen voedt, doch de vruchten uitwerpt, dikwijls op aanzienlijke afstanden van hare groeiplaats. — Ook de *mensch* is vaak, onwillekeurig, de oorzaak

van verspreiding der planten: zoo werden, in 1815, in *Frankrijk*, waar Russen en Kozakken legerplaatsen hadden opgeslagen, gewassen gevonden, die aan de oevers van de *Dnepr* en *Don* te huis behooren; in de laatste jaren kwamen, in de omstreken van *Parijs*, vele planten voor, die aan de kusten der *Middellandsche zee*, in het wild groeien en wier zaden, door hooi en stroo, uit die streken afkomstig, derwaarts waren gebracht. De Klaproos (*Papaver Rhoeas*), de Korenbloem (*Centaurea cyanus*) en de Bolderik (*Agrostemma Githago*) zijn, met den graanbouw, over een groot deel der aarde, verspreid. Met onze Europeesche aangekweekte gewassen, is de Akker-vederlistel (*Cirsium arvense*) naar *Nieuw-Zeeland* gevoerd en het kost veel moeite, dit onkruid uit te roeien. De Waterpest (*Elodaea canadensis*) behoort in *Noord-Amerika* te huis. In het jaar 1836 vond men haar het eerst in *Europa*, in een vijver, bij *Warrington*, in *Ierland*, kort nadat daarin eenige buitenlandsche waterplanten waren overgebracht. Zes jaren later werd zij ook in *Schotland* aangetroffen, in het meer van *Dunce-Castle* en, in het volgende jaar, bemerkte men haar ook in het midden van *Engeland*. Zij verspreidde zich zeer snel en vermenigvuldigde zich zoo sterk, dat scheepvaart en visscherij daardoor belemmerd werden. In ons land werd zij het eerst in de omstreken van *Utrecht* opgemerkt en, in den zomer van 1860, kwam zij aldaar reeds menigvuldig voor. In 1862 werd de *Elodaea* het eerst gezien te *Gent*. In het volgend jaar verscheen zij nabij *Leiden* en *Nijmegen*; in 1866 en '67 vond men haar bij *Rotterdam* en in de Overijsselsche *Willemsvaart*. Ook in de *Rijnprovincie* en *Westphalen* is zij waargenomen. Overal, waar deze plant zich vertoont, veroorzaakt zij veel ongerief, wegens de snelheid, waarmede zij zich vermenigvuldigt, hetgeen des te merkwaardiger is, daar zij tweehuizig is en alleen vrouwelijke planten naar *Europa* zijn gekomen.

Uit hetgeen wij zagen van de verschillende wijzen, waarop planten zich kunnen verspreiden, zou men geneigd zijn het besluit te trekken, dat de grenzen, binnen welke elke plantensoort beperkt is, hoofdzakelijk afhangen van den loop van de isotheren en isochimenen, alsmede van de hoeveelheid regen en de hoogte van den grond, boven de oppervlakte der zee. Dit besluit zou echter slechts voor enkele planten juist zijn; het onderzoek toch heeft geleerd, dat vele plantensoorten, en zelfs geslachten en familiën van gewassen één of meer *middelpunten* hebben, rondom welke zij verbreid zijn. Hoe verder men zich daarvan verwijderd, des te geringer wordt het aantal planten van die soort, dat geslacht of die familie en, op zekeren afstand, vindt men daarvan geene meer. Het is er toch verre van daan dat alle planten de middelen zouden bezitten, om de groote reizen te

ondernemen, die wij van sommige hebben leeren kennen. Voor vele soorten zijn hooge gebergten natuurlijke hinderpalen, om zich verder te verspreiden; de zaden van de meesten verliezen, nadat zij eenigen tijd in zeewater hebben doorgebracht, het vermogen om te ontkiemen en daarom zijn groote oceanen daarvoor onoverkomelijke hindernissen. En zelfs dan, wanneer de zaden lange reizen gelukkig hebben volvoerd, zullen zij, wanneer zij, verre van hun geboortegrond, zich ontwikkelen, aldaar een strijd om het bestaan moeten voeren, tegen de daar inheemsche soorten, in welken strijd zij dikwijls het onderspit zullen delven; zoodat zij, na korteren of langeren tijd, van daar weder zullen verdwijnen.

De ruimte, die de onderscheiden plantensoorten innemen, is daarom zeer verschillend. In het algemeen geldt de regel: dat die soorten, welke verschillende standplaatsen voor lief nemen en eene verschillende temperatuur en vochtigheid kunnen verdragen, ook het verst, over de aardoppervlakte, verspreid zijn.

Geene enkele plant komt over de geheele aarde voor; dit zou ook, met het oog op de uitersten van temperatuur, aan den evenaar en de polen, onmogelijk zijn. Echter bestaan, volgens ALPH DECANDOLLE, 18 planten, wier gebied zich over meer dan de helft van de oppervlakte der aarde uitstrekt. Daartoe behooren: het Beemdgras (*Poa annua*), hetwelk langs wegen en op onbebouwde plaatsen, zelfs tusschen straatsteenen, in de beide halfronden, van de warme tot de koude luchtstreek, gevonden wordt; verder: het Tasjeskruid (*Capsella Bursa pastoris*), de gemeene Muur (*Stellaria media*), de ruige Veldkers (*Cardamine hirsuta*), de wilde Porselein (*Portulaca oleracea*), de Canadasche Fijnstraal (*Erigeron canadense*), de Moes-melkdistel (*Sonchus olerareus*), de Waterpunge (*Samolus Valerandi*), de zwarte Nachtschade (*Solanum nigrum*), de gemeene Brunelle (*Brunella vulgaris*), twee soorten van Ganzevoet (*Chenopodium album* en *murale*), twee soorten van Brandnetels (*Urtica dioica* en *urens*) het drijvend Fonteynkruid (*Potamogeton natans*), het Greppelgras (*Juncus bufonius*) en het vingerdragend Hondsgas (*Cynodon dactylon*), welke alle ook bij ons te lande voorkomen, benevens: *Eclipta erecta*.

Andere daarentegen zijn tot eene kleine ruimte beperkt: zooals de Ceder van den Libanon (*Pinus Cedrus*), die uitsluitend op den Libanon en den Taurus in het wild groeit; de Reuzenboom (*Sequoia gigantea*), een pijnboom, wiens kruin zich meer dan 100 meters boven den grond verheft, 3000 jaren oud kan worden en alleen in eenige dalen van Californië wordt aangetroffen. Eene soort van Brem (*Spartium nubigenum*) groeit alleen op de Piek van Teneriffe, eene andere soort (*Genista aetnensis*) komt uitsluitend op den Etna voor en *Wulfenia carinthiaca* wordt alleen op

éene *Alp*, in *Carinthië*, gevonden en, door de zorg der kruidkundigen, voor ondergang behoed. Andere soorten, van hetzelfde geslacht, groeien in *Syrië* en op den *Himalaya*.

Zooals wij pag. 375 zagen, staat de verspreiding der planten in een nauw verband tot den vorm der vaste landen en den loop van gebergten. Uit een planten-geographisch oogpunt kan men de vaste oppervlakte der aarde verdeelen in drie noordelijke werelddeelen: *Europa*, *Azië* en *Noord-Amerika*, benevens drie zuidelijke: *Afrika*, *Australië* en *Zuid-Amerika* (vergelijk pag. 51). De drie noordelijke liggen in elkanders nabijheid en zijn, grootendeels, in de gematigde luchtstreek gelegen. De drie zuidelijke daarentegen strekken zich meer in de heete luchtstreek uit en zijn, door uitgestrekte oceanen, van elkander gescheiden (zie de tabel pag. 50). Hierdoor wordt het reeds waarschijnlijk dat de planten der drie noordelijke werelddeelen veel meer overeenkomst zullen bezitten, dan die der drie zuidelijke. Men vindt dan ook, in de uitgebreide ruimte der drie eerstgenoemde werelddeelen, van het Oosten naar het Westen, in het noordelijk gedeelte, dezelfde dennenbosschen, dezelfde eiken, ijpen en heidekruiden. De landverhuizer, die van *Europa* naar *Noord-Amerika* trekt, vindt zich daar omringd door dezelfde natuur, waaraan hij, van kindsbeen af, gewend is, zoodat hij zich, in de uitgestrekte wouden van *Ohio* en *Canada*, nauwelijks aan de gedachte kan gewennen, dat hij *Europa* heeft verlaten en zich in een ander werelddeel bevindt; maar toch zal de geoefende plantenkundige spoedig bemerken, dat wel is waar de algemeene vormen dezelfde gebleven zijn, maar de soorten merkbaar van die der Oude Wereld verschillen. In het westelijk gedeelte van *Canada* groeit de *Douglas-den* (*Abies Douglasii*), die in hoogte slechts weinig voor den pag. 275 genoemden reuzenboom behoeft onder te doen: op de Parijssche wereldtentoonstelling van 1878 bevond zich eene doorsnede van zulk een boom, die den leeftijd van slechts 566 jaren had bereikt, en 100 meters hoog was. — In het Zuiden verschillen echter de planten der drie noordelijke werelddeelen onderling meer: in *Mexico* vindt men Cacteën, Agaven, Bromeliaceën en Orchideën; de twee groote plantenfamilies: de kegeldragende gewassen van het Noorden en de Palmen van het Zuiden, komen hier in elkanders nabijheid voor. De *West-Indische eilanden* zijn zeer rijk aan boomvormen, waaronder reusachtige *Swietenia*- en *Cedrela*-soorten, wier hout, als Mahonie- en Cuba-cederhout, bekend is; dennen, waaronder de *Pinus Cubensis*, groeien in de warmste streken van dezelfde eilanden, even als de West-Indische Pisang (*Heliconia*) en de slanke kool-

palm (*Oreodoxa oleracea*). Maar ook planten der droge klimaten: Cactusen en Agaven, komen op de *Antillen* voor. — Westelijk *Azië* is het vaderland der meeste vruchtboomen en andere planten, die in *Europa* worden aangekweekt (zie § 106). Het onvruchtbare bergland van *Iran* en *Monbolië* is, even als *Thibet*, slechts schaarsch, met struiken en heesters, bedekt. Rhabarber, brem, rupsklaver en gerst groeien op deze hooge vlakten. *China* en *Japan* zijn zeer rijk aan kegeldragende gewassen, waaronder de Treurcipres (*Cypressus funebris*), die aan onzen treurwilg herinnert en de Japansche *Ginko* (*Salisburia adiantifolia*), met bladeren, in plaats van naalden. De Papierboom en de Theestruik behooren in *China* te huis. — *Indië* is rijk aan Palmen, waaronder Rottan-, Lontar-, Sago- en Kokos-palmen, benevens vele boomen die duurzame houtsoorten leveren, zooals Djatti- of Teak- Sandel- en Ebenhout.

De plantengroei heeft, in de drie zuidelijke werelddeelen, bijna niets, met elkander gemeen: in *Australië* vindt men reusachtige *Mirten*, waaronder de *Eucalyptus amygdalina*, wiens stam zich tot 150 meter boven den grond verheft, Epacrideën, die op het Heidekruid gelijken, benevens prachtige Mimosen en Acacia's, met bladachtige takken. Hier groeien dorre Casuarina-boomen, met takken zonder bladeren, Cycadeën en nog meer andere vreemde vormen, die ons aan eene vroegere periode der aarde doen denken. — Ook *Nieuw-Zeeland* bezit vele dezer eigenaardige planten, waaronder tal van boomvarens en het Nieuw-Zeelandsche vlas (*Phormium tenax*).

Zuid-Afrika vertoont ons daarentegen geheel andere plantenvormen: daar vindt men, nevens Proteaceën, met bleeke bladeren, de stinkende *Stapelia*'s, benevens Euphorbiaceën en verschillende *Aloë*'s, met prachtig gekleurde bloemen en dikke, vleeschachtige bladeren, verder Irideën en *Ixia*'s, met levendig gekleurde bloemen en vele *Geranium*'s. In het bijzonder bemerkt men hier talrijke soorten van Heideplanten (Ericaceën), die een groot gedeelte van den grond bedekken (zie pag. 380). Hier groeit ook de *Welwitschia*, een boom met onderaardschen stam en slecht twee reusachtige bladeren.

Zuid-Amerika is meer bijzonder het land der Palmen. Deze komen hier in grooten getale en in overvloed van soorten voor, evenals Boomvarens en Orchideën. Hier is ook het vaderland van de *Dalbergia nigra*, die het palissanderhout en de *Caesalpinia*'s, die het brazierhout leveren. Op de dorre vlakten groeien reusachtige Cactusen, wier plompe vormen eene sterke tegenstelling maken met de kleurenpracht hunner bloemen. In de moerassen van den *Orinoco* komt de reuzin der bloemen: de koninklijke Waterlelie (*Victoria regia*), voor, terwijl de *Andes* begroeid zijn met Kinaboomen (zie § 104).

Men kan ook de aarde in *acht gordels* verdeelen, die elk, door bijzondere planten, zijn gekenmerkt en alle, behalve de eerste, dubbel voorkomen: n. l. één in het noordelijk en één in het zuidelijk halfmond. Deze zijn:

1°. De *equatoriale gordel*, die zich 15° ten noorden en ten zuiden van den evenaar uitstrekt en eene gemiddelde temperatuur van omstreeks 28 tot 26° bezit. De palmen bereiken hier den hoogsten trap van ontwikkeling: bunne kroonen vormen, in de oorspronkelijke bosschen, als het ware, een dak van bladeren, waardoor geen zonnestraal dringt, terwijl de vochtige en humusrijke bodem zoo dicht, met struiken en lagere gewassen, is bedekt, dat de reiziger, alleen met de bijl in de hand, zich een weg daardoor kan banen. Bovendien slingeren zich *lianen* van boom tot boom, tot in de hoogste toppen; het zijn voornamelijk rotan-palmen en andere klimplanten. De meeste gewassen zijn met woekerplanten bedekt. Verder vindt men in dezen gordel: Boomvarens, Orchideën, met grillig gevormde bloemen, Pisangboomen en verschillende soorten van Vijgeboomen, wier wortels gedeeltelijk boven den grond uitsteken, terwijl de takken door luchtwortels worden ondersteund. De buitengewone veelvormigheid der verschillende gewassen, die de bosschen van dezen gordel vormen, maakt dat men geen antwoord kan geven op de vraag: waaruit deze ondoordringbare wouden bestaan. Een onnoemelijk aantal van plantenfamiliën zijn hier opééngedrongen en, zelfs in kleine ruimten, vindt men nauwelijks gelijke plantenvormen bij elkander.

2°. De *keerkringsgordels*, van 15 tot 23° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 26 tot 23°. In hoofdzak komt hier de plantengroei met den vorigen gordel overeen: palmen, boomvarens en orchideën zijn talrijk. Bovendien vindt men, in de Nieuwe Wereld cactussen, in de Oude daarentegen het bamboes.

3°. De *gematigde keerkringsgordels*, van 23 tot 34° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 23 tot 17°. Deze streken zijn, in het algemeen, met een prachtig klimaat gezegend; de winter, waarin geen sneeuw valt, duurt niet langer dan eene maand. De boomen zijn met altijd groene bladeren voorzien. De nuttige Dadelpalm (*Phoenix dactylifera*) en de Drakenboom (*Dracaena draco*) groeien hier, terwijl Mirten (*Myrtus communis*) en Laurieren (*Laurus nobilis*) altijdgroene bosschen vormen. Ook treden enkele vertegenwoordigers op van plantenfamiliën, die in een kouder klimaat te huis behooren, zooals de Amerikaanse cypres (*Taxodium distichum*), benevens enkele soorten van wilgen en populieren. Eenige der eigenaardige Zuid-Afrikaansche planten, die in dezen gordel voorkomen, zijn reeds pag. 377 vermeld.

4°. De *warmere gematigde gordels*, van 34 tot 45° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 17 tot 12°. Hiertoe behooren de landen rondom de *Middellandsche zee*, wier flora, sinds de oudste tijden, aanzienlijke veranderingen heeft ondergaan, door den invloed van den mensch. Ook hier zijn de meeste boomen met altijdgroene bladeren voorzien. De altijdgroene eiken zijn een kenmerk voor deze streken, evenals de oleander, granaatboom, benevens de mirt en laurier (de laatste vertegenwoordigers van de voorgaande gordels). Hierbij komen nog, hoofdzakelijk als aangebouwde planten, de oranje- en citroenboomen, benevens de olijfboom. De eenige palm in deze gordels is de dwergpalm (*Chamaerops humilis*).

5°. De *koudere gematigde gordels*, van 45 tot 58° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 12 tot 5°. Hier verliezen de planten, met uitzondering der naaldboomen, tegen den winter, hare bladeren. De boomen behooren voornamelijk tot de familie der napjesdragende gewassen (*Cupuliferen*), waartoe de beuken, eiken, hazelnoten, kastanjes, enz. behooren, benevens populieren, linden, ijpen en esschen. Vervolgens komen hier eenvormige bosschen van naaldboomen voor. Men vindt er grasrijke vlakten en uitgestrekte heiden.

6°. De *subarctische gordels* van 58 tot 66° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 6 tot 4°. Deze streken zijn, in het bijzonder, gekenmerkt door het voorkomen van pijnbosschen; de overige gewassen, die, in de vorige gordels, bosschen vormden, komen hier slechts als struiken voor. In plaats van grassen, treden hier de rietgrassen (*Cyperaceën*) meer op den voorgrond.

7°. De *arctische gordels*, van 66 tot 72° N.- en Z.-breedte en eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 2 tot 0°. De naaldboomen zijn hier bijna geheel verdwenen; slechts hier en daar komen struiken voor. Groote oppervlakten zijn bedekt met rendiermos (*Cladonia rangiferina*) veen- en andere mossen.

8°. De *poolstreken* die zich van 72° N.- en Z.-breedte tot de polen uitstrekken. De gemiddelde jaarlijksche temperatuur is onder het vriespunt gelegen. De meeste planten behooren tot de bedektbloeiende (*Cryptogamen*). Overigens komen slechts enkele struikachtige gewassen voor.

Het spreekt wel van zelf dat deze verschillends gordels langzaam in elkander overgaan, en dat, wegens den gekronkelden loop van de isothermen, isotheren en isochimenen, de grenzen daarvan niet juist door de parallelcirkels worden aangeduid.

SCHOUTW verdeelde de vaste oppervlakte der aarde in 25 plantengeographische rijken, en gaf aan elk daarvan den naam van een plan-

tenkundige, die zich het meest met de studie daarvan had bezig gehouden.

De dusgenoemde *gezellige planten* beslaan dikwijls groote oppervlakten en bepalen daardoor het eigenaardig aanzien eener geheele streek. Wegens den rijkdom van vormen, die het plantenrijk, in de tropische gewesten, aanbiedt, is het getal daarvan, in die streken, geringer, dan in de gematigde en koude streken. Toch ontbreken zij daar niet geheel: zooals blijkt uit het gezellig voorkomen van het Bamboes (*Bambusa arundinacea*) en het Alang-Alang-gras (*Imperata Koenigii*) op Java. — De Struikheide (*Calluna vulgaris*) bedekt, bijna uitsluitend, de schrale zandvlakten van Nederland, Duitschland en van een deel van Rusland en Siberië; zij alleen neemt meer plaats in, dan de 280 verschillende soorten van heideplanten die, aan de Kaap de Goede Hoop, gevonden worden (zie pag. 377). — Elders, waar de bodem vruchtbaarder is, vindt men groote verzamelingen van gezellige grassen, zooals op onze weiden, de Noorweegsche en Zwitsersche Alpen, de Zuid-Russische Steppen (pag. 95), de Zuid-Afrikaansche Karroo-vlakten, de Noord-Amerikaansche Savannen en Prairiën (pag. 97) en de Llano's en Pampa's van Zuid-Amerika. — Het Rendiermos (*Cladonia rangiferina*) bedekt, in het Noorden van Azië, uitgebreide vlakten, die, bijna het geheele jaar, bevroren zijn en slechts, in den korten zomer, tot geringe diepte, ontdooien en Thundra's (pag. 96) genoemd worden.

Sommige planten-familiën, -geslachten en -soorten worden in verwijderde streken, als het ware, vervangen door andere, die veel op hen gelijken; deze noemt men *plaatsvervangend* of *vicariërend*. Zoo nemen de Kaapsche Ericaceën de plaats in der Nieuw-Hollandsche Epacrideën, de Amerikaansche Cacteën die van de Afrikaansche vleeschachtige Euphorbiaceën (pag. 377). De Noord-Amerikaansche Plataan (*Platanus occidentalis*) vervangt den Zuid-Europeesche Plataan (*P. orientalis*), het Europeesche Mansoor (*Asarum europaeum*) het Canadasche Mansoor (*A. canadense*), enz.

Ten slotte kunnen wij nog eenige *algemeene wetten* vermelden, waardoor de verspreiding der planten over de aardoppervlakte geregeld wordt. Zij zijn de volgende:

1°. Het aantal bedekt bloeiende planten (*Cryptogamen*) neemt, in verhouding tot dat der bloemdragende gewassen (*Phanerogamen*), van den evenaar naar de polen, toe. Volgens schatting, staat het getal der eersten,

tot dat der laatsten: in de heete luchtstreek als 1:9; in de gematigde als 1:2 en in de koude als 1:1:

2°. Het aantal eenzaadlobbigen (*Monocotyledonen*) neemt, in verhouding tot dat der tweezaadlobbigen (*Dicotyledonen*), van den evenaar naar de polen, toe. Het getal der eersten staat tot dat der tweede, in de verzengde luchtstreek omstreeks als 1:6; in de gematigde als 1:4 en in de koude als 1:3.

3°. Het aantal houtgewassen neemt, van de polen naar den evenaar, sterk toe. Het bedraagt, in de koude luchtstreek $\frac{1}{100}$, in de gematigde $\frac{1}{30}$ en in de heete $\frac{1}{5}$ van alle phanerogamen. Plantenfamielien, welke, in de gematigde of koude luchtstreken, grootendeels door kruidachtige gewassen zijn vertegenwoordigd, leveren, tusschen de keerkringen, boommen. Voorbeelden hiervan zijn de vlinderbloemige gewassen (*Leguminosen*) en de varens (*Filices*).

§ 103.

Wij zullen nu, het behandelde in de laatste paragrafen, door voorbeelden, nader toelichten en de *verbreiding van eenige belangrijke en algemeen bekende gewassen* nader beschouwen.

Zooals wij reeds zagen, komen de *Palmen* in de warme gewesten der aarde voor. Deze uitgestrekte plantenfamilie is dus, ten noorden en ten zuiden, in hare verbreiding beperkt. Indien men hare grenzen, door lijnen, op eene wereldkaart, aanteekeut, dan hebben zij, vrij nabij, den volgende loop: de noordelijke gaat langs de grens van *Boven- en Leneden-Californië* en langs de *Colorado-rivier* tot 33° N. Br. Vervolgens loopt zij langs *Memphis*, op 35° N. Br., aan den *Mississippi* gelegen, en van daar volgt zij de zuidelijke grenzen van *Tennessee* en *Noord-Carolina*. Vervolgens loopt zij, over de *Azorische eilanden*, naar *Lissabon*, daarna over *Napels*, het zuidelijk deel van *Griekenland* en ten zuiden van *Kandia* en *Cyprus*; daarna langs de noordelijke grenzen van *Arabië*, langs den mond van den *Shat-el Arab* bij *Bassora*, om, in *Hindostan*, omstreeks langs den *Himalaya* te loopen; vervolgens klimt zij weder, zoodat zij door het midden van *Korea* en *Japan* gaat. Verder nadert zij weder vrij snel tot den keerkring, loopt ten noorden van de *Sandwichs-eilanden*, om zich, aan de westkust van *Noord-Amerika*, aan de plaats te sluiten, van waar wij haren loop begonnen te volgen. — De zuidelijke grens gaat, in *Zuid-Amerika*, omstreeks over den breedtecirkel van 35° want: nabij den mond van de *Rio-de-la-Plata* komen, op den linkeroever, nog palmen voor. In *Zuid-Afrika* loopt zij kronkelend en snijdt de westkust

op 25° en de oostkust op 30° Z. Br.; in de *Kaapholonie* komen geen palmen meer voor; voorts loopt de grens door het midden van *Nieuw-Holland*, van het Westen naar het Oosten, zoodat deze planten alleen op de noordelijke helft van dit werelddeel worden aangetroffen. — Sommige soorten van palmen komen slechts op eene kleine oppervlakte voor: de Oliepalm (*Elaeis guineensis*), die de bekende palmotter levert, komt uitsluitend aan de *Kust van Guinea* voor; de Sagopalm (*Sagus Rumphii*), waarvan de echte sago afkomstig is, komt uitsluitend op *Ceram*, *Amboina* en eenige omliggende eilanden voor. — Andere, zooals de Dadelpalm (*Phoenix dactylifera*), komen in den geheelen warmen en gematigden keerkringsgordel der Oude Wereld voor (pag. 378). Ook de Kokospalm (*Cocos nucifera*) wordt langs alle kusten der warme gewesten gevonden (pag. 373).

De verschillende soorten van *Naaldboomen* zijn mede zeer verspreid: in het noordelijk halfrond vinden zij, in het algemeen, hare zuidelijke grenzen daar, waar de palmen ophouden; toch komen beide plantenfamiënen hier en daar, in de gematigde keerkringsgordels, gezamenlijk voor (zie pag. 376). De noordelijke grens der Pijnboomen, tevens die der bosschen, valt, in *Amerika*, op 63° N. Br., behalve aan de oostkust, waar deze lijn tot 58° aftaalt. In *Europa* en *Azië* loopt de grens omstreeks langs den poolcirkel, behalve in het Oosten van het laatstgemeld werelddeel, waar zij meer zuidwaarts gaat.

De grenzen van de meeste plantensoorten zijn niet zoo juist bekend; in *Europa* kent men ze het nauwkeurigst; wij zullen daarom nog den loop van de noordelijke grenzen van eenige boomen, in dit werelddeel, opgeven:

De *Berk* (*Betula alba*) komt, zelfs in het hooge Noorden van *Europa*, voor: op de zuidelijke helft van *IJsland* wordt hij nog gevonden, doch hij is aldaar slecht een struik. In het Noorden van *Zweden* en van *Europeesch-Rusland* komt deze boom niet voor, doch, rondom het zuidelijk deel der *Witte zee*, wordt hij nog aangetroffen.

De noordelijke grens der *Eiken* (*Quercus pedunculata* en *sessiliflora*) gaat door het midden van *Schotland*, doch klimt, meer oostwaarts, tot *Söndmör* in *Noorwegen*, vervolgens gaat zij langs *Gefle* en *Fahlün* in *Zweden*, *Åbo* in *Finland*, *St. Petersburg* en *Wjätka* in *Rusland*.

De *Beuk* (*Fagus sylvatica*) wordt ten noorden begrensd door eene lijn, die door het Zuiden van *Schotland*, de zuidelijke punt van *Noorwegen* en langs *Karlskrona* in *Zweden* gaat; vervolgens loopt hij, langs *Koningsbergen* en *Kiëw*, naar de *Zee van Azof*. Het is merkwaardig dat deze boom, in de nabijheid zijner noordelijke grens, zich het best ontwikkelt

en geheele bosschen vormt, zooals aan de oostkust van *Sleeswijk-Holstein* op de *Deensche eilanden*, op *Rügen* en in de Zweedsche provincie *Gothland*.

De poolgrens van de *Kastanjeboomen* (*Castanea vesca*) loopt bijna langs een grooten cirkel, die over *Exeter*, *Dover*, *Coblents*, *Troppau*, *Munkatsch* en *Odessa* gaat.

De planten, waarvan de grenzen hier werden opgegeven, zijn zeer algemeen verspreid. In tegenstelling hiermede zullen wij nog eenige voorbeelden aangeven van uitheemsche gewassen, die eene meer beperkte verbreiding hebben:

De *Kaneelboom* (*Cinnamomum zeylanicum*), die tot de laurierachtige gewassen (*Laurineën*) behoort, komt voornamelijk op *Ceylon*, als zijn eigenlijk vaderland voor, doch wordt ook op eenige eilanden van den *Indischen Archipel* en in *Cochinchina* aangekweekt.

De *Kruidnagelboom* (*Caryophyllus aromaticus*) komt oorspronkelijk uitsluitend op de *Moluksche eilanden* voor. Thans wordt hij ook op *Mauritius* en in *Cayenne* aangekweekt, doch levert daar een product, dat veel minder deugdelijk is, dan in zijn vaderland.

De *Muskaatnotenboom* (*Myristica moschata*) komt oorspronkelijk op de meeste kleine eilanden van het oostelijk deel van de *Indischen archipel*, benevens in *Cochinchina* voor. In de 17de eeuw werd deze boom, door de Nederlanders, uit handelsbelang, op de meeste plaatsen, uitgerooid en tot *Amboina* en een paar omliggende eilanden beperkt. — Thans wordt hij ook op *Java*, *Madagascar*, *Bourbon* en op de *West-Indische eilanden*, hier en daar, aangekweekt.

De *Peperstruik* (*Piper nigrum*) komt oorspronkelijk slechts op de kust van *Malabar* voor; thans wordt hij in geheel *Oost-Indië*, doch voornamelijk in het Noorden van *Sumatra* en op *Java* aangekweekt.

De *gewone Kamferboom* (*Dryobalanops Camphora*) behoort op *Sumatra*, *Java* en de omringende eilanden te huis: eene andere soort (*Camphora officinalis*), die mede tot de laurierachtige gewassen behoort, komt in *Japan* voor.

De *Vanieljeplant* (*Vanilla aromatica*) is een standelkruid (*Orchidee*), dat voornamelijk in *Mexico*, in de staten *Vera-Cruz* en *Oaxaca*, aan de oostelijke hellingen der *Andes* groeit. Andere, minder goede soorten, zijn in geheel tropisch *Amerika* te huis.

Door de tusschenkomst van den mensch, zijn vele plantensoorten ver over de aarde verspreid. Het spreekt van zelf dat deze overbrenging niet in aanmerking komt, bij de beschouwing der natuurlijke geogra-

phische verspreiding der gewassen. Wij komen hierop later (§ 106) terug.

De *Zeeplanten* zijn veel algemeener over de aarde verspreid dan de landplanten: hare zaden of sporen kunnen zonder nadeel, gedurende onbepaalden tijd, in het water drijven. Reeds pag. 139 en 140 is vermeld, dat op verschillende plaatsen van den Oceaan uitgebreide verzamelingen van zeeplanten, voornamelijk zeewierien, bestaan, die, door zeestroomen, naar plaatsen worden gevoerd, waar het water niet in beweging is. Ook vele kleinere soorten van wierien, die in koud water leven, zijn over bijna den geheelen oceaan verspreid, daar de koude poolstroomen tot dicht bij den evenaar voorkomen.

§ 104.

Wij hebben vroeger (§ 48) gezien, dat de temperatuur der lucht afneemt, naarmate men zich hooger boven het vlak der zee verheft en dat deze afnemings, in de verschillende tijden van het jaar en den dag, onderscheiden is: des zomers neemt zij sneller af dan des winters; bij dag sneller dan bij nacht. — Voorts zagen wij (pag. 185) dat, in de tropische gewesten, op eene hoogte van bijna 5000 meters, de gemiddelde temperatuur tot het vriespunt daalt. In de gematigde streken treft men die temperatuur reeds aan, op eene hoogte van omstreeks 2700 meters, terwijl zij, nader bij de polen, op nog geringere hoogte voorkomt, ja, in de koude luchtstreek, bereikt zij zelfs de zeevlakte. Wanneer men hierbij in aanmerking neemt, wat § 102 over de natuurlijke grenzen der plantensoorten is medegedeeld, dan is het gemakkelijk na te gaan, dat de plantengroei, in bergachtige sterken, eene groote verscheidenheid zal aanbieden. Daar de temperatuur, met de hoogte, veel sneller afneemt, dan in de richting van den evenaar naar de polen, vindt men, op eene kleine ruimte, op hooge bergen, als het ware de verschillende klimaten boven elkander en op geringen afstand kunnen planten groeien, die uit zeer verschillende luchtstreken afkomstig zijn. Toch komt het klimaat van plaatsen, die op hoogten gelegen zijn, niet volkomen overeen met dat van plaatsen, die in de vlakke, meer in de nabijheid der polen gelegen zijn, ook wanneer de eersten dezelfde gemiddelde temperatuur bezitten als de laatsten. Op hooger gelegen plaatsen is de jaarlijksche wisseling der temperatuur geringer, de lucht droger, de duur der dagen minder verschillend, het licht sterker en de luchtdrukking geringer, dan in de vlakten.

Het treffendst vertoont zich de verscheidenheid van den *plantengroei*,

op bergen, die in de heete luchtstreek zijn gelegen: de voet daarvan baadt zich in den zonnegloed der tropen, terwijl hunne kruinen met eeuwige sneeuw zijn bedekt. Men kan, met betrekking tot den plantengroei, op de hellingen dezer bergen, voornamelijk vier gordels onderscheiden: n.l. een heeten, warmen, gematigden en kouden.

In het tropisch gedeelte van *Amerika* vindt men, aan den voet der *Andes*, tot 600 meters, de gewone planten, die in de vlakte voorkomen, voornamelijk palmen en pisangboomen; daarop volgen, bij het opstijgen, de boomvarens en vijfgeboomen, welke tot eene hoogte van 1200 meters gevonden worden. — Vervolgens komt men in den warmen berggordel, die zich tot omstreeks 2400 meters hoogte uitstrekt; hier komt de plantengroei overeen met die der warmere gematigde streken der Nieuwe Wereld: hij is gekenmerkt door altijd groene boomen, met dikke, glinsterende bladeren, zooals laurieren, mirten, altijdgroene eiken en magnolia's benevens kruidachtige agave's, yucca's en cactussen. Ook de wijnstok groeit hier. Daarop volgen de bosschen van kinaboomen (pag. 388), die van 1200 tot 3000 meters hoogte worden gevonden. — In den gematigden berggordel, die zich van 2400 tot 3000 meters hoogte uitstrekt, vindt men boomen met afvallende bladeren, overeenkomende met die der gematigde luchtstreek: zooals eiken, elzen en eenige pijnboomsoorten, doch, wegens het gelijkmatige klimaat, zijn de soorten verschillend, van die van onze streken. — Eindelijk vindt men den kouden berggordel, die zich van 3000 tot 5000 meters, d. i. tot aan de sneeuw-grens, uitstrekt; in het onderste gedeelte komen dwergboomen, heesters, grassen en alpenkruiden voor; terwijl het bovenste gedeelte door korstmossen wordt ingenomen. Nog hooger zijn de bergen met eeuwigdurende sneeuw bedekt.

Op de *Sumatra*-expeditie, uitgezonden door het Aardrijkskundig Genootschap, werd de *Indrapoera* of *Piek van Korintji*, de hoogste berg van *Sumatra*, die omstreeks 3600 meters hoog is en ongeveer op 1° 42' Z. Br. is gelegen, den 11den, 12den en 13den December 1877, door de heeren VAN HASSELT en D. VETH, voor het eerst beklommen. Aan den voet vonden zij reusachtige *Myrtaceën*, *waringien's* (vijfgeboomen) en wilde katoenboomen, die, door krachtige lianen en zware rotans (pag. 378) waren verbonden, in menigte. Het onderhoud bestaat uit breedbladige *bambar*, waarvan de stengels zich, in alle richtingen, vertakken, benevens tal van varens en grassen. — Wat hooger groeien gemberachtige gewassen, langs de rivieren, vruchtboomen en, in het bosch, *Dipterocarpeën* en *Myrtaceën*. Rotan komt nog veel voor, maar wordt, even als de lianen, dunner en fijner. — Nog hooger eindigen de groote boomen; de

mirten en *Eurya's* die daar voorkomen, hebben geene hoog opgaande stammen, maar zijn, in allerlei bochten, vergroeid. Ook de rotans en lianen houden op en het onderhout wordt vervangen, eerst door verschillende grassen, later door kleine varens (*pakoe rasem*), die een net van harde en taaie stengels vormen. — Tot op 2000 meters komt — waar het, in de ravijnen, een weinig meer open is, zoodat de zonnestralen beter kunnen doordringen — eene soort van *Pandanus*, eene sierlijke plant met lintvormige spiraalsgewijs geplaatste bladeren, in menigte voor. Bovendien vindt men tal van boomvarens, met sierlijk, fijn loof. — Nog hooger, boven de 2500 meters, komen geene boomen meer voor. De rechtopgaande *Eurya* bezit hier de dikte van een arm; daarnevens groeien kleine varens (*rasem*) maar minder welig en dicht, dan lager. Daartusschen komen verschillende struikgewassen voor, meest met geurige bladeren of bloemen, benevens eene scherpe grassoort, waartusschen zich de apenkelken en *Nepenthes*-soorten (bekerplanten) slingeren. — Het allerhoogst, op meer dan 3000 meters, waar, tusschen de poreuze gesteenten, slechts een weinig teelaarde, door het verweeren of afspoelen, zich verzameld had, groeit eene soort radijs (*Raphanus caudatus*), met gele bloemen, en andere alpenplanten, met kleine, geurige bloemen en fluweelachtige, naaldvormige bladeren.

Het *Himálaya-gebergte* is aan de noordelijke grens der warme luchtstreek gelegen; doch, daar zijne steile, zuidelijke afhelling volkomen tegen polaire luchtstroomen is beschut, worden op dit gebergte nog tropische planten aangetroffen. Aan den voet strekt zich eene moerassige vlakte uit, die de *Tarâi* genoemd wordt; zij is bedekt met bijna ondoordringbare oorspronkelijke bosschen en onbewoonbaar, wegens de schadelijke dampen, die daaruit opstijgen. Volgens de gebroeders VON SCHLAGINTWEIT, vindt men, tot eene hoogte van 1000 meters, een volkomen tropischen plantengroei, bestaande uit de prachtigste palmen, boomvarens, krachtige bamboes-stengels, reusachtige vijge- en gomboomen, waartusschen de meest verschillende slingerplanten zich winden, om de stammen en takken der boomen. De verscheidenheid der vormen is groot, de pracht der bloemen en het aantal der heerlijkste planten onbeschrijfelijk; zelfs het eigenlijke tropische *Indië* kan nauwelijks schooner wouden met weelderiger plantengroei aanwijzen. — Hierop volgt een smalle subtropische gordel, waarin wel is waar nog tropische gewassen gevonden worden, maar deze staan steeds op zich zelf, gemengd met goed onderhouden wijn- en boomgaarden en bosschen. — Hooger ligt de eigenlijke boschstreek, waarin de prachtigste pijnboomen zich ontwikkelen: o. a. de *Pinus longifolia*, met naalden van 5 c. m. lengte en *Deodora's* (*Cedrus*

Deodora), de grootste en schoonste dennen van dit gebergte. Hiertusschen bloeien levendig gekleurde *Magnolia's* en *Rhododendrons*, die zich tot 3000 meters hoogte uitstrekken. Op hoogten van 2 tot 3000 meters vindt men boomen met afvallende bladeren, die het kenmerk zijn der gematigde luchtstreek hier groeien pijnboomen, ceders, populieren, wilgen, elzen, esschen en berken. — Eindelijk vindt men, tot de sneeuw-grens, dwergboomen, struiken en grassen, waartusschen alpenkruiden groeien. — De hoogste plaatsen, waar zich boomen ontwikkelen, vindt men, in den *Himalaya*, op 3700 meters; evenals in de *Alpen*, reiken de kegeldragende gewassen het hoogst: zij komen in groepen voor, die kleine bosschen vormen. — Op de noordzijde van den *Kuen-lun* groeien boomen niet hooger dan 2775 meters. Kruiden en grassen strekken zich, tot op eene hoogte van 4600 meters uit; in *Thibet* vindt men ze zelfs tot eene hoogte van 5200 meters.

Op de *Piek van Teneriffe*, die zich als een alleenstaande bergkegel, 3808 meters boven de oppervlakte der zee verheft, worden palmen en pisangboomen, agaven en drakenboomen (*Dracaena Draco*), tot eene hoogte van 400 meters, aangetroffen. Oranjeboomen, vijgen en olijven, benevens de kaneelappel (*Anona squamosa*), gaan niet veel hooger: maar kastanjes, benevens de zeldzaam wordende aardbeziënboom (*Arbutus canariensis*) gaan tot 1000 meters en hooger; hierboven verheffen zich laurierboomen, die, op een hoogte van 1300 meters, door den Canarischen pijnboom (*Pinus canariensis*) vervangen worden, die eene hoogte van 40 tot 60 meters bereikt en fraaie bosschen vormt. Op eene hoogte van 2000 meters bereiken deze dennen nog slechts eene dwergachtige gestalte en verdwijnen hooger, om plaats te maken voor twee soorten van Gouden Regen (*Cytisus*), die zich tot 3000 meters verheffen, waarboven nog slechts enkele korstmossen en andere lagere planten groeien.

Minder afwisselend is de plantengroei op de hooge gebergten der gematigde streken, waar de onderste gordel: die der palmen en bananen, ontbreekt. Aan den zuidelijken voet der *Alpen* en *Pyreneën* vinden wij oranje- en olijfboomen, tot eene hoogte van 170 meters, terwijl de witte moerbeziënboom, wier bladeren het voedsel der zijdewormen uitmaken, en de wijnstok tot 650 meters voorkomen; kastanjes en eiken worden zelfs tot een hoogte van omstreeks 1000 meters gevonden. Op deze volgen de beuk, walnoot en berk, welke laatste tot 1500 meters voorkomt, waaraan zich de breede gordel van pijnboomen sluit, die tot 1800 meters hoogte gevonden worden. Aan de hoogste grenzen van dezen gordel, waar de gemiddelde jaarlijksche temperatuur niet boven het vriespunt gelegen is, vindt men nog elzen, doch, met deze, houden ook de boomen

op, terwijl de grasvlakten, die de bekende alpenweiden vormen, met de heerlijkste alpenrozen, klokjes, primula's, steenbreken en gentianen zijn gesierd, die tot 2600 meters, d. i. tot bijna aan de sneeuwrens, zich uitstrekken. Hooger nog groeit het dusgenoemde *Edelweiss* (*Gnaphalium Leontopodium*). — De gletschers dalen in de *Alpen* niet slechts tot de streek der grassen, maar zelfs tot die der pijnboomen af, zoodat het vee, des zomers, langs den rand van het ijs graast (pag. 292). Ook liggen hier en daar, als eilanden, te midden van het gletscher-ijs, rotsen, die met eene rijke alpenflora zijn bedekt, zooals de dusgenoemde *Jardin* in de *Mer-de-glace* bij *Chamouny*, welke 2787 meters boven den zeespiegel is verheven.

Begeeft men zich nog noordelijker, b. v. tot in *Lapland*, dan is de verscheidenheid van den plantengroei, op de bergen, nog minder: de onderste gordel is aldaar die der pijnboomen, waarop de berken volgen. De grassen worden grootendeels door mossen vervangen, die, slechts hier en daar, door boschjes van kreupelhout, die uit een paar soorten van dwergachtige wilgen bestaan, worden afgewisseld. Zoo is b. v. de plantengroei op den *Sulitelma*, die onder den poolcirkel gelegen is; de grens der eeuwige sneeuw is daar slechts 1169 meters hoog (pag. 185).

Zooals wij boven (pag. 385) zagen, komen de soorten van het geslacht *Cinchona*, die de kinabast leveren (*C. Calisaya*; *Condaminea*, *peruviana*, *succirubra*, enz.), op de *Andes* van *Zuid-Amerika* voor, op eene hoogte van 1200 tot 3000 meters, boven de zee. Zij bedekken aldaar, tusschen 20 Z. Br. en 10 N. Br. in een zeer gebogen, vrij smallen gordel, van 700 D. G. mijlen lengte, de oostelijke hellingen van dit gebergte. Bij *Popayan* strekken zich de kinabossen ook aan de westelijke helling der *Andes* uit. In dezen uitgestrekte gordel is slechts ééne gaping, daar de hoogvlakten van *Rio-Bamba*, *Quito* en *La-Paz* geene kinabossen hebben. — Door het verbazende gebruik van kinabasten, ter bereiding van Chinine en Cinchonine, werden jaarlijks meer dan 25000 kinabossen geveld, zonder dat men voor het aanplanten van jonge zorgde, zoo dat er vrees bestond, dat deze zoo onontbeerlijke planten weldra zouden zijn uitgeroeid. Van daar dat men trachtte elders de kinabossen aan te kweeken. Eene eerste poging daartoe, door de Franschen, in 1850, in *Algiers*, gewaagd, mistukte. — In 1852 zond de Nederlandsche regeering Dr. HASKARL naar *Amerika*, om van daar kinabossen naar *Java* over te brengen. Dit gelukte: in 1854 werden de eerste kinaplantingen in het gebergte aangelegd. In 1873 waren op *Java* reeds 1,800,000 boomen aangekweekt. — In 1859 werd MARKHAM, door de Engelsche regeering, naar *Zuid-Amerika* gezonden, om van daar kinabossen te halen, die op

de hellingen van den *Himálaya* en op *Ceylon* werden geplant. Thans is hun aantal reeds tot 2,500,000 toegenomen. Ook op *Jamaica* en *St.-Helena* is men begonnen kinaplantingen aan te leggen.

§ 105.

In de voorgaande bladzijden hebben wij de verbreiding van eenige, meer algemeen bekende planten nagegaan, zooals deze zich vrij, of in het wild, voordoen en daarbij grootendeels vermeden die gewassen als voorbeelden te nemen, welke tot voedsel, kleeding, of andere doeleinden worden verbouwd of aangekweekt. De meeste dezer laatsten zijn, door tusschenkomst van den mensch, over eene veel grootere ruimte verspreid, dan zij oorspronkelijk innamen. Sommige daarvan zijn, niet alleen van het eene werelddeel naar het andere overgebracht, maar worden zelfs over een groot deel van de aardoppervlakte gekweekt. Van eenige is het oorspronkelijke vaderland onbekend; dit is o. a. het geval met de meeste graansoorten en andere voedselgewassen waarmede wij ons in de eerste plaats zullen bezig houden.

Van alle granen wordt de *gerst* (*Hordeum vulgare*) het verst naar het Noorden aangebouwd. De grens loopt, tusschen de *Faröer* en *IJsland*, naar *Lapland*, tot in de nabijheid der *Noordkaap*, op 70° N. Br. Op diezelfde breedte kwam, in *Amerika*, FRANKLIN in het ijs om. In *Euro-peesch-Rusland* gaat zij, tusschen 67 en 68°, tot aan de kusten der *Witte zee*; bij *Archangel* tot 66°. Verder naar het Oosten daalt de grens nog meer zuidwaarts: aan de *Obi* valt zij tusschen 60 en 61°, in *Siberië* tusschen 58 en 59° en in *Kamtschatka* tusschen 56 en 57°. Aan de westkust van *Noord-Amerika* verheft zij zich, tot omstreeks 60°, om, aan de oostkust, tot 50° te dalen, want: in *New-Foundland* en *Labrador* kan geen gerst meer verbouwd worden. Daar de gerst een zomergewas is, wordt hare noordelijke grens omstreeks door eene isothere, en wel die van 8°, bepaald. Deze grenslijn heeft eene gewichtige beteekenis voor den mensch: zij wijst de noordelijke grens van den landbouw aan; zij is tevens die, tusschen de gezeten landbouwende volken en de zwervende stammen, die van jacht, vischvangst of de opbrengst hunner huisdieren leven.

Rogge (*Secale cereale*) en *haver* (*Avena sativa*) gaan niet zoover noordelijk; de grens van beide gaat bezuiden de *Faröer*, over *Kunnen* in *Noorwegen* op 67° N. Br. en *Jaransk* in *Rusland*.

De grens van de *tarwe* (*Triticum vulgare*) wordt omstreeks door de isothere van 14° bepaald: zij gaat, in *Schotland*, langs den parallelcirkel van 58°, even benoorden *Drontheim*, in *Noorwegen* en langs *Åbo*, *St.-Petersburg* en *Wjätka*.

De drie bovengenoemde graansoorten worden, zoover bekend is, nergens meer in het wild aangetroffen en, reeds in de Oudheid, was hun oorsprong onbekend en werd aan de goden toegeschreven.

De aardappel (*Solanum tuberosum*) behoort aan de zeekusten van *Chili* en *Peru* te huis, waar hij, op eene hoogte van 1000 tot 1500 meters, boven de oppervlakte der zee, in het wild, groeit. Tijdens de ontdekking van *Amerika*, werd dit gewas reeds, door de inboorlingen, op de *Andes*, aangekweekt. Dit geschiedt thans aldaar nog, op eene hoogte van 3000 tot 4000 meters boven de zee, in het bijzonder in den omtrek van het meer *Titicaca* (pag. 316) en, tot 1640 meters, (bij *Chiamul*) in de *Zwitserse Alpen*. In 1565 werd de aardappel het eerst, door een slavenhandelaar, naar *Ierland* gebracht en, door SIR FRANCIS DRAKE, in 1573, nogmaals naar *Europa* overgevoerd. In het midden der 18de eeuw werd de aardappelbouw meer algemeen doch hij verkreeg, eerst in de 19de eeuw, eene uitgebreidheid, waarvan, in de geschiedenis van den landbouw, geen tweede voorbeeld bestaat. Van *Europa* werd hij naar de *Kaap de Goede Hoop*, *Indië* en *China* overgebracht. In warme landen wil hij echter, in de vlakke, niet goed tieren en ontaardt zeer spoedig. Van daar dat schepen, die, uit *Europa*, te *Canton* of *Macao* komen, voor, naar onzen smaak, zeer slechte aardappelen, zeer goede in ruil kunnen krijgen; de eerste worden dan als poters gebruikt. — De poolgrens der aardappelen komt, in het algemeen, met die van de gerst overeen, hier en daar gaat zij nog iets verder naar de pool, daar zij in het zuiden van *IJsland* en van *Labrador* nog worden verbouwd. Te *Punta-Arenas*, aan de *Straat van Magelhaen* op 53° 8' Z. Br., kunnen reeds geene aardappelen meer gekweekt worden.

De maïsplant (*Zea Mays*) groeit in *Midden-Amerika* in het wild. Als voedselgewas is zij voor de oude en nieuwe Wereld even belangrijk. Hare poolgrens wordt door de isotheren van 15 tot 18° beperkt; zij loopt, in *Europa*, langs *Bourbon-Vendée*, *Parijs*, *Frankfort*, ten zuiden van *Berlijn*, om vervolgens, tot *Kiëw* in *Rusland*, en het Noorden der *Kaspische zee* te dalen. In *Noord-Amerika* wordt, in het grootste gedeelte van de *Vereenigde Staten* en in het Zuiden van *Canada*, in de nabijheid der groote meren, maïs verbouwd, evenals in *Mexico*, *Midden-Amerika*, *Guyana* en langs de kusten van *Brazilië*. Ook in *China*, *Japan* en *Midden-Afrika* wordt zij aangekweekt.

De rijst (*Oryza sativa*) wordt, sinds de oudste tijden, in het Zuiden van *Azië* verbouwd. Daar schijnt ook het oorspronkelijk vaderland dezer plant te zijn. Rijst is het algemeene voedsel in *Japan*, *China*, geheel *Indië* en een groot deel van *Afrika*; bovendien maakt het, in *Klein-Azië*, *Perzië* en het Zuiden van *Europa*, een voornaam voedsel der bewoners

uit. — Naar *Noord-Amerika* is de rijstbouw insgelijk overgebracht en, uit *Carolina* en *Louisiana*, worden aanzienlyke hoeveelheden rijst uitgevoerd. Tot op 45° N. Br. wordt zij, hier en daar, met vrucht aangekweekt, zooals in de vlakten, waardoor de *Po* stroomt. Daar dit gewas hoofdzakelijk in moerassige streken tiert, of op velden, die door de kunst worden overstroomd, kan de rijstbouw, op droge plaatsen, niet worden uitgeoefend.

Behalve deze voedselgewassen, die, over eene groote uitgebreidheid, worden aangekweekt, zijn andere, die, in meer beperkte streken, worden verbouwd. Hiertoe behoort, in de eerste plaats, de *dadelpalm* (*Phoenix dactylifera*) die op de *Canarische eilanden*, in *Afrika*, benoorden de *Woestijn van Sahara*, in *Sennaar*, *Arabië* en de delta van den *Indus*, van 29 tot 35° het hoofdvoedsel der bewoners uitmaakt. Hij is in *Mesopotamië* te huis en werd, door de *Phoeniciërs*, langs de *Middellandsche zee* verspreid.

Meer naar het Zuiden wordt de dadelpalm door den *kokospalm* (*Cocos nucifera*) vervangen, die *Zuid-Azië* en de aangrenzende eilanden tot vaderland schijnt te hebben. Hij wordt, op *Ceylon*, de *Sunda-eilanden* en de koraaleilanden van de *Stille Zuidzee* overal aangekweekt.

De *pisang* en *banaan* (*Musa paradisiaca*, *M. ensete*, enz.) wordt overal in de keerkringsgewesten, benevens in *Syrië* tot 34° N. Br., aangekweekt.

De *broodvruchtboom* (*Artocarpus incisa*) behoort op de eilanden van den *Grooten Oceaan* te huis en wordt ook, in tropisch *Amerika*, op vele plaatsen aangeplant.

De sago is afkomstig van den *sagopalm* (*Sagus Rumphii*), benevens verschillende soorten van *Cycadeën* (*Cycas circinalis*, enz.), die, op de oostelijke eilanden van den *Indischen Archipel*, worden aangekweekt.

Eene vergelijking der verschillende voedselgewassen leert, dat de tropische veel meer voedingsstof leveren, dan die der gematigde gewesten: gerst, rogge, haver en tarwe leveren, in noordelijk *Europa*, eene 5 tot 6-voudige, in *Zuid-Europa* eene 8- tot 10-voudige oogst, de maïs geeft, in gematigde streken, 80- tot 100-, in warme 300- tot 400-voud; de rijst omstreeks 100-voud. De opbrengst dezer beide laatste graansoorten is echter veel veranderlijker, dan bij de vier eerste; wanneer eene langdurige droogte heerscht, dan mislukt de maïs; blijft de regentijd uit, dan komt van de rijst weinig terecht. Van daar de gedurige hongersnooden, waardoor *Voor-Indië* en *China*, waar de bewoners hoofdzakelijk van rijst leven, in droge jaren, worden geteisterd. — De *pisangboom* en *kokospalm* brengen, op eene gelijke oppervlakte, meer dan 100 maal meer voedsel voort dan de tarwe: van daar dat eene kleine aanplanting daarvan voldoende is om een huisgezin te voeden. — De *broodvruchtboom* geeft jaarlijks, ge-

durende 8 tot 9 maanden, versche vruchten; in de overige maanden eet men brood, dat uit die vruchten is bereid en drie boomen zijn voldoende om een mensch te voeden.

Het vaderland van het *suikerriet* (*Saccharum officinarum*) is zuidelijk Azië, of wellicht *China*. Aan de Ouden was deze plant, of althans de suiker, onbekend. Het eerst werd zij naar *Arabië* overgebracht. Door de veroveringen der Arabieren werd de suikerbouw, in de 9de eeuw, naar *Rhodus*, *Candia* en *Sicilië*, ja zelfs tot in *Catabrië* en *Spanje* verbreid. Prins HENDRIK DE NAVIGATOR bracht het suikerriet, van *Sicilië*, naar *Madera*; op het einde der 15de en het begin der 16de eeuw werd het naar de *Canarische eilanden* overgevoerd. De suikerbouw was, op deze eilanden, zeer aanzienlijk. Spoedig daarna werd het suikerriet naar *St.-Domingo* overgeplant en het verspreidde zich van daar naar *Cuba*, de overige *West-Indische eilanden*, *Mexico*, *Brazilië* en *Guyana*. Ook naar *Louisiana* en *Florida* is het suikerriet overgebracht. — In *Azië* wordt de suiker voornamelijk in *Voor- en Achter-Indië*, den *Oost-Indischen Archipel*, de *Philippynsche eilanden* en in zuidelijk *China*, tot langs de oevers van den *Jang-tse-Kiang* aangeplant. Op de *Canarische eilanden*, *Madera*, in *Spanje*, *Catabrië* en *Sicilië* benevens de *Grieksche eilanden* was de suikeropbrengst te gering, zoodat de bouw van het suikerriet spoedig werd opgegeven. Tegenwoordig gaat de suikerteelt, in *China*, tot 30° en, in *Noord-Amerika* en *Afrika*, tot 32° N. Br.. In het zuidelijk halfrond loopt de grens omstreeks langs den Steenboks-keerkring; want: *Nieuw-Zuid-Wallis*, de *Kaap* en *Buenos-Ayres* brengen geen suiker voort. In het wild wordt deze plant thans nergens meer gevonden. Daar zij, door het verbouwen, het vermogen heeft verloren, vruchtbare zaden voort te brengen en dus, door stekken, moet worden voortgeplant, zou zij, zonder de hulp van den mensch, waarschijnlijk spoedig van de aarde verdwenen zijn.

De kwakers in *Noord-Amerika* vonden het strijdig met hun geweten om suiker, die door slaven was bewerkt, te gebruiken en vonden in den *suiker-ahorn* (*Acer saccharinum*), die in de westelijke staten van *Amerika* voorkomt, een gewas dat insgelijks suiker kan leveren. De hoeveelheid, die daaruit bereid wordt, is echter betrekkelijk gering.

In *Oost-Indië* wordt, uit het sap van verschillende *palm*en, insgelijks suiker bereid, die echter, uitsluitend door de inlanders, wordt verbruikt.

Toen, in het begin dezer eeuw, door het continentaalstelsel, de invoer van rietsuiker, in *Europa*, onderdrukt was, zocht men inheemsche planten op, om daaruit suiker te bereiden en verkreeg die het best uit

de *suikerbeet* (*Beta vulgaris*), die thans, in geheel *Midden-Europa*, in het groot, tot dit doel, wordt aangekweekt.

Het oorspronkelijke vaderland van den *koffieboom* (*Coffea arabica*) is *Abyssinië* en de aangrenzende landen, waar hij, in het wild, in de bosschen, gevonden wordt. Waarschijnlijk is de naam ontleend aan het landschap *Kaffa*, waar hij veelvuldig wordt gevonden. De boom tiert bijzonder goed in *Gelukkig Arabië*, waarheen hij, in het midden der 15de eeuw, werd overgebracht. In 1690 verkreeg de Gouverneur-Generaal VAN HOORN eenige vruchten van den koffieboom uit *Mocca*; hiervan kweekte hij, op *Java*, een aantal planten en zond eene daarvan aan NICOLAAS WITSEN, burgemeester van *Amsterdam*; deze plant, zorgvuldig in den Amsterdamschen kruidtuin verpleegd, bracht rijpe zaden voort. Hierdoor kwam men weldra in het bezit van ene menigte plantjes, die in 1715, naar onze West-Indische bezittingen werden gezonden. Hier ontwikkelden zij zich zoo voorspoedig, dat, reeds in 1718, koffieplantages in *Suriname* konden worden aangelegd. Uit den Amsterdamschen plantentuin, werden jonge boompjes, naar *Parijs*, gezonden. Stekjes hiervan bracht de kapitein DECLIEUX, in 1720, met veel moeite en zorg, naar *Martinique*, waar zij zich spoedig vermenigvuldigden. Van hier werd de koffieboom naar de overige *West-Indische eilanden*, *Caracas*, *Guyana* en *Brazilië* verspreid. Ook naar *Sierra-Leone* is hij overgebracht. Thans groeit de koffieboom, behalve in zijn vaderland, op *Ceylon*, in *Voor-Indië*, op *Java*, *Sumatra* en vele andere *Oost-Indische eilanden*; verder in *Arabië*, *Brazilië*, op het vaste land van tropisch *Amerika*, *St.-Domingo*, *Cuba*, *Portorico*, benevens in *Guyana*. In den laatsten tijd heeft men, met goed gevolg, getracht hem in het Zuiden van *Californië* in te voeren.

De *theestruik* (*Thea chinensis*) komt oorspronkelijk in het Zuiden van *China* voor, waar hij, tusschen 23 en 31° N. Br., wordt aangebouwd. Van daar werd hij naar *Japan* overgebracht, waar hij, van 30 tot 35°, wordt aangekweekt. Naar het Westen komt hij niet verder voor dan tot *Thibet*. Hij is ook naar *Engelsch-Indië* en door generaal VAN DEN BOSCH, naar *Java* overgebracht, waar hij, evenals in *Brazilië*, goed tiert. In de laatste jaren werden ook, in het Zuiden van de *Vereenigde Staten* en in *Californië*, theeplantages aangelegd. — In *Paraguay* leveren de bladeren der *Maté* (*Ilex Paraguariensis*) de dusgenoemde *Paraguay-thee*.

De *cacaoboom* (*Theobroma Cacao*), waarvan de chocolade afkomstig is, behoort in *Mexico* te huis en werd, van daar, naar *Peru*, *Chili*, *Guatemala* en *Ecuador* overgevoerd. In 1870 is hij, met goeden uitslag, ook naar *Amboina* overgebracht.

De *tabaksplant* (*Nicotiana tabacum*) is uit *Amerika* afkomstig en werd, in het midden der 16de eeuw, naar *Europa* gevoerd. Thans wordt zij in de warme en gematigde streken, o. a. in *Oost- en West-Indië*, de *Philippynsche eilanden*, in het Zuiden der *Vereenigde Staten*, in *Mexico*, *Brazilië*, den *Elzas* en bij ons te lande aangekweekt. In *Midden-Azië* komen andere soorten van tabak voor.

De meeste onzer *oostboomen* zijn uit *Klein-Azië* afkomstig. Zij komen in *Europa* niet noordelijker voor dan in het Zuiden van *Schotland*, van *Zweden* en van *Noorwegen*. In de omstreken van *St.-Petersburg* worden nog enkele aangekweekt, doch de takken worden daar laag bij den grond gehouden, opdat zij, des winters, onder de sneeuw, tegen de koude zouden beschut zijn. Van daar daalt de grens snel zuidwaarts, zoodat zij in het midden van *Rusland* niet benoorden 55° N. Br. voorkomen.

CLUSIUS voerde, omstreeks het midden der 16de eeuw, de *wilde kastanjeboom* (*Aesculus hippocastanum*) uit *Klein-Azië*, naar *Nederland*; van daar is die plant, over geheel *Europa* en *Noord-Amerika*, verbreid.

Alle *treurwilgen* (*Salix babylonica*), van *Europa* en de *Vereenigde Staten*, zijn afkomstig van een mandje, dat de Engelsche dichter POPE, uit *Smyrna*, ontving en waarin eene nog levende twijg, van dezen boom, gevlochten was. POPE plantte deze in zijn tuin, waar zij opschoot en de oorsprong werd van al onze *treurwilgen*.

Het eigenlijke vaderland van den *wijnstok* (*Vitis vinifera*) zijn de landstreken ten zuiden van de *Kaspische zee*, die, door hunnen weelderigen boomgroei, beroemd zijn. Daar bereikt zijn stam de dikte van een arm; hij verheft zijne bevallige ranken tot de kronen der boomen en zijne bekoorlijke donkerroode of goudgele trossen noodigen tot plukken uit. Van daar werd hij, reeds in de vroegste oudheid, naar het dal van den *Eufraat*, naar *Syrië* en *Klein-Azië* verbreid. Ten tijde van HOMERUS was de wijnbouw, in *Griekenland*, reeds geheel te huis. Door de Grieken werd hij in *Italië* ingevoerd; de Romeinen brachten den wijnstok naar *Gallië*, waar hij zich weldra verspreidde, zoodat hij, in de eerste eeuw onzer jaartelling, reeds in een groot deel van *Frankrijk* was doorgedrongen. Door de Phoeniciërs was de wijnbouw reeds vroeg in *Noord-Afrika*, *Spanje* en *Sicilië* ingevoerd. De Arabieren roeiden echter den wijnstok daar grootendeels uit. HENDRIK DE NAVIGATOR liet wijnstokken, uit den *Peloponesus* en *Creta*, naar *Madera* overbrengen en ALONZO DE LUNGO bracht, omstreeks 1507, deze planten van *Madera* naar *Teneriffe*. — De noordelijke grens van den wijnstok loopt zeer kronkelend door *Europa*: hij gaat van *Vannes*, aan de westkust van *Frankrijk*, tot even ten zuiden van *Le Mans*, rijst, van daar, tot *Amiens*, waar zij eerst daalt, om, tot

Bonn, te rijzen, van daar gaat zij langs *Marburg*, *Cassel* en *Göttingen*, ten zuiden van *Berlijn* en *Frankfort a/O*, om, ten zuiden van *Posen*, tot in de nabijheid van *Krakau* te dalen. Van hier gaat zij over *Lemberg*, loopt, omstreeks over den 48sten parallelcirkel, tot *Sarepta* aan de *Wolga*, en volgt den linkeroever dezer rivier, tot aan zijn mond in de *Kaspische zee*. Het voornaamste wijnland in *Europa* is *Frankrijk*, waar $\frac{1}{20}$ van de oppervlakte van den grond met wijnstokken is beplant. Streng genomen bepaalt zich de wijnbouw van *Duitschland* tot het *Rijndal*, met zijne zijdalen: die van den *Main*, *Moazel*, *Neckar*; benevens tot het *Donaudal*. Wel is waar wordt, nog hier en daar: in *Saksen*, *Thüringen*, *Silezië* enz. wijn verbouwd, doch deze is middelmatig en komt niet in den groot-handel. Het is merkwaardig dat de beste wijnen, zoowel in *Frankrijk* als in *Duitschland*, in de nabijheid van de noordelijke grens van den wijnstok groeien. — Oostelijk van de *Kaspische zee* komt nog wijnbouw voor in *Boekarije*, op de hooge vlakten van *Perzië* (welker *Schiras*-wijn beroemd is) in *Kaboel* en *Cachemir*, benevens aan de zuidelijke afhellingen van den *Himalaya*. Ook in *China* en *Japan* wordt, hier en daar, wijn verbouwd. Het dichtst bij den evenaar groeien nog druiven op het eiland *Ferro*, op 27°—48° N. Br. — In *Noord-Amerika* vindt men wijnbouw in *Californië*, in eene streek van 32° 15' tot 44° N. Br. die eene lengte van 150 en eene breedte van 25 D. G. mijlen bezit; de wijnstok werd daar, in het midden der vorige eeuw, door Spaansche monniken ingevoerd; verder wordt, in het Zuiden der *Vereenigde Staten* en te *Vevay*, aan de *Ohio*, wijn gebouwd; de wijnstok werd daar door Fransche en Zwitsersche land-verhuizers ingevoerd. — In 1688 trokken Hugenooten naar *Zuid-Afrika* en namen wijnstokken mede, die zij in de vruchtbare dalen van *Wellington*, de *Paarl*, en *Wijnberg* plantten. Thans zijn de Kaapsche wijnen, in het bijzonder de *Constantia*, beroemd. — In *Zuid-Amerika* wordt, langs de *Plata-rivier*, in de nabijheid van *Buenos-Ayres*, en in *Chili* wijn gebouwd; de zuidelijke grens is bij *Valdivia*, op omstreeks 40° Z. Br. — In *Australië* vindt men, in *Nieuw-Zuid-Wallis*, *Murray*, *Victoria*, *Melbourne*, *Lilydale* en elders, wijnbergen. — Bij den wijnstok, even als bij vele andere gewassen, komt het meest op de zomerwarmte aan, daar hij de winterkoude goed weerstaat; de grens wordt dus voornamelijk door den loop der isotheren bepaald. Hieruit wordt de ervaring van *VON HUMBOLDT* verklaard, die zegt: »In geen werelddeel, zelfs niet op de *Canarische eilanden*, in het Zuiden van *Frankrijk* of in *Spanje*, zag ik heerlijker ooft en in het bijzonder, schoonere druiven, dan te *Astrakan*, aan den oever der *Kaspische zee*. Bij eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van niet meer dan 9°, stijgt de gemiddelde zomerwarmte tot 21°,2, evenals bij

Bordeaux, terwijl niet slechts daar, maar nog verder zuidelijk, zooals te *Kislar*, aan den mond van de *Terek* (op de breedte van *Avignon* en *Rimini*), de thermometer op 25 en 30° beneden het vriespunt daalt.”

De *Mirten* (*Myrtus communis*) weerstaan de winterkoude in *Midden-Europa* niet, maar eischen daarentegen geene hooge zomerwarmte. Van daar dat zij, zoowel in *Ierland*, als in *Portugal*, groeien. — In eerstgemeld land worden peren, pruimen en kersen nauwelijks rijp, doch de weiden zijn, des winters, meestal met genoeg gras bedekt, om het vee voedsel te verschaffen, zoodat dit niet op stal behoef te staan; vandaar de uitdrukking: het altijd groene *Erin*.

De *oranje-* en *citroenboom* (*Citrus aurantium* en *C. medica*) zijn uit *Medië* afkomstig: zij vinden hunne noordelijke grens aan de zuidzijde der *Pyreneën*, vervolgens gaat zij even benoorden *Marseille*; verder worden zij bepaald door eene lijn, die, om de *Golf van Genua*, langs *Ravenna* in *Italië*, *Aulona* in *Dalmatië* en even benoorden het eiland *Negropont* gaat.

De grens van den *olijfboom* (*Olea europaea*), die in zuidelijk *Klein-Azië* te huis behoort, doch reeds vroeg, door de Grieken, werd verspreid, loopt nagenoeg evenwijdig met de voorgaande, doch omstreeks twee graden noordelijker.

De *vlaspant* (*Linum usitatissimum*) is oorspronkelijk in *Klein-Azië* te huis, doch werd, reeds ten tijde van *MOZES*, in *Egypte* aangebouwd. Thans wordt zij bovendien in het Noorden van *Frankrijk*, in *België*, *Nederland*, *Bohemen*, *Oost-* en *West-Pruisen*, benevens in de Russische *Oost-zee-provinciën* aangekweekt. Zijne noordelijke grens gaat, in *Zweden*, tot 64° en, in *Rusland*, tot 65° N. Br..

De *hennepplant* (*Cannabis sativa*) is waarschijnlijk uit *Perzië* afkomstig. Zij wordt in geheel *Midden-* en *Zuid-Europa*, maar in het bijzonder in den *Elzas*, *Italië* en *Rusland* aangekweekt; verder in *Marocco*, *Syrië* en *Arabië*, waar zij niet om hare vezelen wordt aangebouwd, maar om daaruit een bedwelmend extract (*Haschisch*) te bereiden.

Het *katoen* wordt geleverd door verschillende soorten van het geslacht *Gossypium*, hetwelk in de warme streken der aarde te huis behoort: *G. arboreum* en *G. herbaceum* zijn uit *Oost-Indië*, *G. barbadense* uit *West-Indië* afkomstig, terwijl *G. religiosum*, hetwelk in *China* te huis behoort, het gele, dusgenoemde *Nanking-katoen* levert. In *Italië* wordt deze plant niet noordelijker verbouwd dan te *Castellamare*, bij *Napels*, op 41° N. Br.. Zuidelijker vindt men het katoen in *Calabrië* en op *Sicilië*. In *Spanje* wordt het aan de zuidoost-kust gebouwd. In *Griekenland*, de *Grieksche*

eilanden en het Zuiden van *Turkije*, tot in den omtrek van *Constantinopel*, is de katoenbouw niet onaanzienlijk. Hier en daar wordt het ook in de *Krim* geteeld, op plaatsen, die tegen noordelijke winden beschut zijn. *Klein-Azië*, *Egypte* en de geheele kust van *Noord-Afrika* leveren veel katoen. Ook in de binnenlanden van dit werelddeel, o. a. in *Timbuctoe*, *Bornoe* en in *Senegambië*, de kust van *Guinea* en langs de oevers der *Congo* wordt het geteeld. In *Voor- en Achter-Indië*, *Arabië* en *Perzië* wordt het geplant, even als in *China* en *Japan*, tot 40 en 41° N. Br. — *Noord-Amerika* levert echter het meeste katoen, zoowel oostelijk van het *Alleghani-gebergte*: in *Noord- en Zuid-Carolina*, *Georgië* en *Florida*, als westelijk daarvan: in het dal der *Mississippi*. Het beste katoen komt van de *Sea-Islands*, eene reeks van zandige en lage eilanden, welke, aan de oostkust van *Noord-Amerika*, tusschen *Savannah* en *Charlestown* gelegen zijn. De noordelijke grens is hier, even als in *China*, op 40 tot 41° N. Br. gelegen. In *Mexico* en op de *West-Indische eilanden* wordt, evenals in *Brazilië*, veel katoen geteeld. De zuidelijke grens van den katoenbouw ligt, aan de westkust van *Zuid-Amerika*, op 30° en, aan de oostkust, op 33° Z. Br. — Ook in de Engelsche koloniën, op de westkust van *Nieuw-Holland*, wordt dit nuttige gewas thans aangeplant.

In de tropische gewesten worden nog vele andere planten, wegens hare spinbare vezelen aangekweekt, zooals: het *Nieuw-Zeelandsche vlas* (*Phormium tenax*); de *Manilla-hennep* (*Musa textilis*), op de *Philippynsche eilanden*; de *Ramé* (*Böhmertia tenacissima*) op *Java*; het *Chinagrass* (*Böhmertia nivea*), in *China* en *Engelsch-Indië*; de *Jute* (*Corchorus olitorius*), in *Bengalen*, enz.

Bij de ontwikkeling der planten speelt de warmte eene hoofdrol. Daar nu, b. v. in *Europa*, de temperatuur, van den aanvang des jaars, tot in Juli, toeneemt, en, in zuidelijke streken, eene hoogere temperatuur heerscht, dan verder noordwaarts, kan men zich voorstellen dat de warmte zich, in de eerste helft des jaars, van het Zuiden naar het Noorden voortbeweegt. Wanneer dus, in het voorjaar, de koesterende zonnwarmte, als een statige stroom, van den evenaar naar de pool, voortrolt, dan wekt zij de planten uit hare sluimering en doet ze, achtereenvolgens op hoogere en hoogere breedten, in de verschillende tijdperken van ontwikkeling treden. Terwijl, in het Zuiden, de vruchten reeds rijpen, zijn zij noordelijker nauwelijks ontwikkeld en, nog verder noordwaarts, vindt men achtereenvolgens bloesems en nog gesloten knoppen. Een enkel voorbeeld zal dit nader ophelderen: SAINT HILAIRE vermeldt, dat, toen hij, den 1sten April, op eene reis naar *Brazilië*, *Brest* verliet,

de perzikboom daar nog zonder bladeren of bloesems stond; acht dagen later vond hij hem, te *Lissabon*, in vollen bloei; den 15den waren, op *Madera*, de vruchten reeds gezet en den 29sten vond hij, op *Teneriffe*, reeds rijpe vruchten.

Bij het afnemen der warmte, heeft het tegengestelde plaats: terwijl in het Noorden de bladeren reeds zijn afgevallen, beginnen zij zich zuidelijker eerst geel te kleuren of te verwelken, terwijl, nog verder zuidelijk, alles nog groen is: slechts hier en daar ontwaart men enkele verwelkte bladeren, totdat men de grenzen bereikt der *altijd groene gewassen*. Ten zuiden daarvan verliezen de planten niet, zooals bij ons, in het najaar, hare bladeren, om, in de volgende lente, met jeugdige groen te prijken, maar dit afvallen geschiedt het geheele jaar door, zoodat men aan dezelfde boomen, gelijktijdig zoowel jong groen als verdorpe bladeren vindt. De noordelijke grens van de altijd groene gewassen gaat, in *Europa*, over *Bayonne*, *Nimes*, *Verona*, *Triëst*, *Scutari* en *Gallipoli*, naar *Broessa*.

Wij zagen, in het voorgaande deel dezer §, enkele voorbeelden van de wijze, waarop de mensch planten, die hij, hetzij tot voedsel, hetzij ter veraangenaming zijns levens, of tot kleeding noodig heeft, van de beperkte standplaats, die daaraan in de natuur was aangewezen, over veel grootere ruimten heeft verspreid, zoodat sommige daarvan, over eengroot deel van de oppervlakte der aarde, worden aangekweekt. Om tot dit doel te geraken, moest hij, bijna overal, strijd voeren met de hem omringende natuur: hier moesten bosschen worden geveld, daar moerasen droog gelegd, elders stukken gronds aan het water worden ontwoekerd, of heidegronden en andere dorre streken in vruchtbaar bouwland worden veranderd. Met zijne aangekweekte gewassen voert de mensch, zooals wij pag. 373 zagen, eene menigte onkruiden en andere planten met zich mede, terwijl hij bovendien huisdieren onderhoudt, die ook hunnen invloed op de hen omringende plantenwereld doen gelden. Vandaar dat overal, waar de beschaafde mensch zijn voet zet, de plantenwereld eene groote verandering ondergaat. Enkele voorbeelden zullen voldoende zijn om dit aan te toonen: toen het eiland *St.-Helena*, in 1502, door de Portugeezen, ontdekt werd, was het met bosschen bedekt, die tot aan de zee kust afdaalden. De bewoners schilden de boomen om daaruit run te bereiden. Wat de mensch gespaard had, vernielden de varkens en geiten, die, in 1513, werden ingevoerd, en zich zeer sterk vermenigvuldigden. In 1709 waren noch slechts weinige boo-

men overgebleven en toen men, eene eeuw later, de genoemde dieren uitroeide, was bijna de geheele oorspronkelijke flora verdwenen. — Met even groote onverbiddelijkheid, doch door andere hulpmiddelen, geschiedt hetzelfde op *Nieuw-Zeeland*: met de Europeesche gewassen, zijn aldaar het koe gras (*Polygonum aviculare*), de wilde zuring (*Rumex*), de gewone waterkers (*Nasturtium officinale*) en de *Engelsche distel* (*Cirsium anglicum*), ingevoerd, die, met de varkens, wedijveren om aan dit land zijne ouderwetsche flora te ontnemen. — Hetzelfde zien wij gebeuren op de nabijgelegen *Chatham-eilanden*, waar zich de doornappel (*Datura stramonium*), de witte klaver (*Trifolium repens*), het madeliefje (*Bellis perennis*), de zuring (*Rumex*) en de wilde mosterd (*Sinapis*) zoo weelderig en spoedig verspreiden, dat de inheemsche grassen daardoor, langzaam maar zeker, worden verdrongen. — Toen de eerste Europeanen, in 1419, op *Madera* landden, was het geheele eiland met bosschen bedekt; de naam daarvan werd afgeleid van het Portugeesche *Madura* (bosch). Een brand, die zeven jaren duurde, heeft ze echter bijna allen vernield en thans is het eiland grootendeels kaal. — Op het nabij gelegen *Porto-Santo* hebben de ingevoerde konijnen de veldvruchten zoozeer vernield, dat de kolonisten bedreigd werden het eiland te moeten verlaten.

In 1843 werden, in *Australië*, de zaden ingevoerd van eenige Europeesche vruchten en groenten, om die daar aan te kweeken. Zij aardden er, doch jaarlijks werden vrucht en blad door insecten verteerd — totdat de gewone huismusch, uit *Europa*, werd ingevoerd, die zich met insecten voedt, en, sinds dien tijd eet men, ook in *Australië*, appels en bloemkool, als bij ons.

Door het uitroeien der bosschen, wordt het klimaat gewijzigd: de zomers worden warmer, de winters kouder en de regenhoeveelheid vermindert. Wanneer de hellingen der bergen met bosschen zijn begroeid, dan beletten de wortels der boomen en het mos, dat de bodem bedekt, dat de vruchtbare bouwaaarde, door de regens, wordt weggespoeld. Zijn echter de hellingen van bosschen ontbloot, dan voeren de stortregens den bouwgrond met zich mede en het daaronder liggende, kale gesteente wordt blootgelegd. Vandaar dat vele streken, die vroeger vruchtbaar waren, zooals *Babylonië*, *Syrië*, *Paletina*, *Griekenland* en *Italië*, met het uitroeien der bosschen, veel minder vruchtbaar zijn geworden. Zijn eenmaal de bosschen verdwenen, dan is het moeielijk later nieuwe daarvoor is de plaats te stellen (vergelijk pag. 297).

Vroeger waren ook onze zandgronden met dichte bosschen bedekt, waarvan, met de uitbreiding der bevolking, nog slechts weinig is overgebleven. Zij zijn grootendeels in kale en onvruchtbare heidegronden veran-

derd, waarop de schapen elk ontkiemend plantje vernielen. Hier en daar zijn zandverstuivingen ontstaan, die de omringende velden dreigen te overstelpen. Eerst in de laatste jaren heeft men, niet zonder goeden uitslag, getracht hieraan een einde te maken en de zandgronden weder met bosch en struikgewas te bedekken, doch dit kost verbaasd veel inspanning.

§ 106.

De dieren zijn, even als de planten, voornamelijk *opgebouwd* uit vier *enkelvoudige lichamen*: koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, die het verbrandbare gedeelte hunner lichamen uitmaken, benevens kleine hoeveelheden chloor, zwavel, phosphor, natrium, calcium, ijzer, enz., die de onverbrandbare, of aschbestanddeelen daarvan vormen. Terwijl de planten kunnen leven, zonder reeds bewerktuigde lichamen in zich op te nemen, is dit bij de dieren onmogelijk; het voedsel der dieren bestaat voor een groot deel uit organische wezens of daaraan ontleende zelfstandigheden. Twee voedsels hebben alle dieren gemeen: water en vrije zuurstof; deze laatste nemen zij, hetzij uit de lucht, hetzij opgelost, uit het water, te midden waarvan zij leven. Sommige dieren voeden zich uitsluitend met plantenvoedsel, andere met de lichamen of het bloed van andere dieren, terwijl eenige zoowel plantaardig als dierlijk voedsel gebruiken. Terwijl de plant kooldioxyd uit de lucht opneemt en zuurstof uitscheidt, neemt het dier daarentegen de zuurstof in zich op en ademt kooldioxyd uit. Dit is een der redenen, waarom het leven der dieren nauw aan dat der planten gebonden is (zie pag. 159 en 369).

De dieren eischen, om voortdurend te kunnen blijven bestaan, eene zekere hoeveelheid *warmte*; het is echter moeielijk te zeggen, welke de uiterste grenzen der temperatuur zijn, waarbij het dierlijk leven mogelijk is; de temperatuur van het lichaam der meeste dieren toch is, ten gevolge van scheikundige werkingen, die daarin plaats hebben, hooger dan die der hen omringende middenstof, terwijl de oppervlakte van hun lichaam bedekt is met stoffen, die de warmte slecht geleiden. Men heeft dieren gevonden in het water van warme bronnen, wier temperatuur boven 50° verheven was en, in de koudste streken, waar de mensch is doorgedrongen, is ook dierlijk leven gevonden. — Bijna alle dieren hebben, om te kunnen blijven bestaan, eene zekere hoeveelheid *licht* noodig; slechts enkele leven in het water, op eene diepte, waarin geene lichtstralen doordringen, terwijl weinige, die in onderaardsche hollen leven, sterven, wanneer zij aan het licht worden bloot-

gesteld. — Vele dieren, en daaronder de meeste hoogere, kunnen uitsluitend in de lucht ademen; zij sterven, wanneer zij, korteren of langeren tijd, in water gedompeld zijn: anderen daarentegen kunnen alleen in het water leven; hiertoe behooren de meeste lagere dieren; sommige daarvan komen uitsluitend in zeewater voor en sterven, wanneer zij in zoet water worden overgebracht; andere leven alleen in zoet water en kunnen in zeewater niet blijven voortbestaan; terwijl enkele, zoowel in zout, als in brak en in zoet water, worden gevonden.

De meeste dieren voeden zich voornamelijk *bij dag*, dewijl zij dan het best hun voedsel kunnen zoeken; andere daarentegen, en daaronder vele roofdieren, slapen des daags en zoeken hun voedsel bij nacht. — Ook oefent het *licht* een merkwaardigen invloed op de kleur der dieren uit. In de warme gewesten bezitten de meeste veel levendiger kleuren, dan in de koude luchtstreek; sommige, die slechts aan ééne zijde aan het licht zijn blootgesteld, zooals de platvisschen, zijn alleen aan de bovenzijde gekleurd, terwijl de onderzijde wit is.

De meeste dieren zijn, niet, zooals de planten, *aan eene bepaalde plaats gebonden*, maar kunnen zich willekeurig, in verschillende richtingen, bewegen. Sommige bezitten dit vermogen zelfs in zeer hooge mate: zij begeven zich, bij het naderen van een voor hen ongunstig jaargetijde, of, bij gebrek aan voedsel, naar elders. Van daar dat de grenzen der meeste dieren minder afhankelijk zijn van den loop der isotheren, isochimenen, of isothermen, dan die der planten. Sommige komen echter uitsluitend in de warme gewesten der aarde voor, terwijl andere alleen in de koude luchtstreken worden gevonden. — De onderscheiden *hoogte* van den grond, boven de oppervlakte der zee, en de, daarmee gepaard gaande, verschillende temperatuur en luchtdrukking, oefent, op de verspreiding der dieren, geen minderen invloed uit, dan op die der planten: vandaar dat men, bij het bestijgen van hooge bergen, die tusschen de keerkringen gelegen zijn, verschillende dieren ontmoet, die, in de vlakte, op grooten afstand van elkander verwijderd, en in zeer verschillende luchtstreken, gevonden worden.

De hoeveelheid regen, die jaarlijks valt, oefent mede een belangrijken invloed, op de verspreiding der dieren, uit: wanneer, ten gevolge van overvloedige regens, de rivieren zwellen en hare oevers overstroomden, zijn vele dieren genoodzaakt, naar elders te verhuizen. — In regenlooze streken zijn de dieren buitengewoon schaars: slechts enkele, die langen tijd zonder drank en voedsel kunnen leven, zijn in staat, die streken te bewonen. Hier en daar vinden zij echter sappige planten, die gedeeltelijk in de behoefte aan drinkwater voorzien. — Ook de *sneeuw*

oefent een grooten invloed uit: daar zij vele dieren belet hun voedsel te zoeken, zoodat zij genoodzaakt zijn, naar warmer gewesten te trekken.

De gesteldheid van den bodem en de planten, die daarop groeien, zijn, voor de verbreiding der dieren, van het grootste belang: sommige leven bij voorkeur op dorre heidegronden, andere in moerassige streken; eenige worden in bosschen, andere op grasvlakten gevonden; sommigen behoorren op rotsen, andere in vlakke streken te huis. — Hetzelfde geldt van de waterbewoners: eenige leven in stroomend, andere in stilstaand water. Sommige zeedieren komen bij voorkeur in de diepte, andere aan de oppervlakte van het water voor; eenige bewonen de plaatsen die, tegen den golfslag beschut zijn, terwijl andere op die plekken gevonden worden, waar de branding het hevigst is.

§ 107.

Het aantal levende jongen, eieren, of kiemen, dat, door de verschillende dieren, wordt voortgebracht, is zoo groot, dat, indien zij allen tot ontwikkeling kwamen en zich ongestoord konden vermenigvuldigen, ééne enkele soort weldra de geheele aarde zou bevolken. Eén voorbeeld zal voldoende zijn, om dit te staven: REAUMUR heeft berekend, dat ééne bladluis, in 5 generaties, 5,904,900,000 nakomelingen kan hebben en, daar jaarlijks 20 opvolgende geslachten geboren worden, zou het geheele aantal, in dien tijd, zoo groot zijn, dat de verbeelding daarbij te kort schiet. Daar de dieren, binnen de grenzen, waartoe zij bepaald zijn, slechts eene beperkte hoeveelheid voedsel vinden, bestaat, bij alle diersoorten, een streven, die grenzen zoo ver uit te breiden, als de uitwendige omstandigheden dit toelaten. Dit streven wordt bevorderd, doordien, zoo als wij zagen, *de meeste dieren in staat zijn van plaats te veranderen*. Zelfs die, welke, zooals de polypen, de oesters en mosselen, aan eene bepaalde plaats zijn vastgehecht, kunnen, in een vroeger tijdperk van hun leven, zich vrij bewegen. Alle dieren, die op het land, of in de lucht leven, zijn niet aan eene bepaalde plaats gebonden. Er is echter een groot verschil in de snelheid van de bewegingen der dieren: de Zuid-Amerikaansche luiaard (*Bradypus*) verplaatst zich slechts zeer langzaam, in de takken der boomen, terwijl de apen en eekhoorns zich daarin zeer snel bewegen. De vleugellooze Nieuw-Zeelandsche kiwi's (*Apteryx australis*) en waterhoenders (*Notornis Mantelli*) zijn zeer traag in hunne bewegingen, terwijl zwaluwen, duiven, storm- en fregatvogels zich voortbewegen met eene snelheid, welke eenige malen die onzer spoortreinen overtreft (zie pag. 405).

Sommige dieren ondernemen, op meer of minder bepaalde tijden, *grootte tochten*. Onder de *zoogdieren* verhuizen, in strenge winters, vele zwarte beren (*Ursus americanus*) van *Canada* naar de *Vereenigde Staten*. — De lemming (*Lemmus norvegicus*) bewoont het noordelijke gedeelte van *Noorwegen*. Om de 10 of 20 jaren, onderneemt hij, van daar, in het najaar, uitgebreide tochten, in talrijke benden, die alles verslinden, wat zij op haren weg ontmoeten. Zij gaan steeds rechtuit; door de talrijke dieren, die elkander volgen, ontstaan diepe voren in den grond. Geene beken noch stroomen, geen moerassen of meren houden hen op. Wanneer zulke troepen hooischelven ontmoeten, knagen zij hunnen weg daardoor heen, in plaats van daarom te trekken. De meeste gaan Z.W.-waarts, naar den Oceaan, waarin zij, bij duizenden, verdrinken. Anderen nemen haren weg Z.O.-waarts, door *Zweedsch-Lapland*, naar de *Bothnische Golf*, waar vele, op dezelfde wijze, omkomen. Zij worden, op hare tochten, gevolgd door wolven, beren en vossen, die onophoudelijk op haar azen en vele dieren verslinden. — Grootte kudden van wilde ezels (*Equus hemionus*) brengen den zomer in den omtrek van het *Aral-meer* door, doch trekken, in den winter, naar *Perzië* en noordelijk *Indië*. — De springbokken (*Antilope euchore*), die de omstreken van de *Oranje-rivier* bewonen, trekken, in droge zomers, in grooten getale, naar den omtrek der *Kaap de Goede Hoop*, en richten in de bebouwde streken, vele verwoestingen aan. — In den zomer van 1877 heerschte, in *Australië*, eene groote droogte; de kangoeroes, die daardoor, in het binnenland, gebrek aan voedsel hadden, deden invallen in de bebouwde streken, voornamelijk in *Queensland*. Bij duizenden trokken zij naar de landen der kolonisten, waarbij zij, zoowel het gras, als het graan vernielden; zij lieten zoo weinig over, dat het rundvee en de schapen met droge bladeren moesten gevoed worden. De gevestigde kolonisten maakten jacht op de kangoeroes en doodden ze bij duizenden. — In dezelfde kolonie is, sedert het uitsterven der inboorlingen, het aantal dezer dieren zoo toegenomen, dat zij eene ware landplaaq zijn geworden.

Sommige dieren breiden, wanneer de omstandigheden daartoe gunstig zijn, den kring, binnen welke zij beperkt zijn, uit. Een opmerkelijk voorbeeld daarvan leveren de beide soorten van huisratten: de zwarte rat (*Mus rattus*) was in de Oudheid onbekend en schijnt zich, gedurende de middeleeuwen, uit *Azië*, over *Europa* te hebben verbreid. Thans heeft zij echter plaats gemaakt en is bijna geheel verdrongen door de bruine rat (*Mus decumanus*), die oorspronkelijk in *Indië* te huis behoorde, daarna naar *Perzië* trok en, in 1727, het eerst de *Wolga*, bij *Astrakan*, overzwoom en zich langzaam over *Europa* uitbreidde. De zwarte rat wordt

thans nog aan de westkust van *Zuid-Amerika* gevonden, waar de bruine niet voorkomt. — In het algemeen, kan gezegd worden, dat, wanneer de dieren zich, onder gunstige levensvoorwaarden, buitengewoon hebben vermenigvuldigd, zij, door den honger gedreven, andere woonplaatsen trachten te vinden.

De grootste en regelmatigste tochten worden door de *vogels* ondernomen. Sommige soorten verlaten, de streken, waar zij zijn uitgebroed en trekken, op bepaalde tijden, naar verre gewesten; deze worden *trekvogels* genoemd. Hiertoe behooren onze ooievaars, zwaluwen, kwartels en vele zangvogels. — Andere leiden eene zwerfende levenswijze en verplaatsen zich, in troepen, zonder zich daarom buiten een bepaalden kring te bewegen. De spechten en meezen behooren hiertoe; deze noemt men *zwerfvogels*. — Vele bewonen daarentegen, gedurende het geheele jaar, dezelfde streken en worden *standvogels* genoemd. Hiertoe behooren de musschen, eksters, winterkoninkjes, enz. Deze dieren komen echter, in den zomer, meer op het land en, in den winter, meer in de steden voor. — Deze onderscheiding is echter niet, voor alle soorten, geheel juist, want: dezelfde vogelsoort, die b.v. eene zekere streek des winters verlaat en des zomers wederkeert en dus aldaar trekvogel is, zwerft, op andere plaatsen, het geheele jaar door. De bonte kraai is b.v., in oostelijk *Midden-Europa* en het Noorden van ons werelddeel, een trekvogel; in *Griekenland*, *Italië* en *Egypte* daarentegen een standvogel. — De spreeuw is, in het grootste gedeelte van *Midden-Europa*, een trekvogel; in ons zeeklimaat blijven echter, een zeker getal dezer dieren, gedurende den winter, over, en, op de veel noordelijker gelegen *Faröer* (Schapen-eilanden), is hij een standvogel, daar hij hier, door de talrijke kudden schapen, overvloedig voedsel vindt. — Van andere soorten verlaat ons een gedeelte, tegen den herfst, terwijl sommige den winter overblijven. Van de gewone vink trekken voornamelijk de wijfjes naar zuidelijker streken, terwijl de mannetjes, gedurende den winter, rondzwerfen, waarom deze soort, door LINNAEUS, *Fringilla coelebs* is genoemd. — Wij zullen ons, bij de beschouwing van de tochten, hoofdzakelijk met inlandsche vogels bezig houden.

De meeste vogels, die den zomer in *Midden-Europa* doorbrenghen, begeben zich, in den hertst, naar het Noorden van *Afrika*, of het Westen van *Azië*. Vóór hun vertrek, verzamelen zij zich, in groote troepen. De weg, dien zij, op hunne tochten, volgen, schijnt steeds dezelfde te zijn; want: men ziet dezelfde soorten steeds hun vlucht nemen, over een der groote Alpenpassen. Zij trekken, over de *Middellandsche Zee*, bij voorkeur

op die plaatsen, waar zij den kortsten weg, boven het water, behoeven af te leggen, zooals: in de nabijheid van *Gibraltar*, bij *Sicilië* en *Malta*, of: langs de kusten van *Griekenland* en over *Cyprus*. — De meeste trekken, bij nacht en helderen maneschijn, hoog in de lucht, om hunne vijanden te ontgaan: van daar dat het moeielijk is, met juistheid, den weg na te gaan, dien zij volgen. De sterkere vogels reizen echter bij dag: zooals alle roofvogels, de kraaien, boomklevers, spechten, kieviten, zwaluwen, leeuweriken, enz. Meestal trekken de mannetjes, de wijfjes en de jongen elk afzonderlijk; de laatsten gaan dikwijls niet zoover, als de ouden, maar overwinteren, in het Zuiden van *Europa*. Men verhaalt in *Egypte*, dat sommige kleinere en zwakke vogels, waaronder de kwikstaarten, hunne tochten op den rug van grootere trekvogels, zooals de ooievaars en reigers, ondernemen. De meeste vogels verlaten ons, tegen den tijd dat de granen van het veld zijn gehaald, of de insecten schaars beginnen te worden. Zij vinden dan, als zij in het Zuiden zijn gekomen, overvloedig voedsel. — Wanneer echter aldaar het koele jaargetijde voorbij is, en, door de verschroeiende hitte, de planten verdorren en de insecten zich verschuilen, zijn zij verplicht weder naar noordelijker streken te verhuizen; zij komen daar dan aan in een tijd, dat op de akkers, of in de bosschen rijkelijk voedsel te vinden is, of insectenlarven genoeg voorhanden zijn, om daarmede zich en hunne jongen te voeden.

Twee bijzonderheden, bij het trekken der vogels, verdienen nog vermelding: vooreerst het vermogen van vele dezer dieren om, op hunne reis, uit verre gewesten, weder hun vorig nest terug te vinden, zooals men dit, bij ooievaars, zwaluwen en duiven, algemeen waarneemt. Bij de verklaring daarvan moet men niet vergeten, dat de meeste vogels, op hunne tochten, zeer hoog vliegen en een scherp gezicht bezitten, zoodat zij eene uitgebreide streek »bij vogelvlucht” overzien en dus veel gemakkelijker den weg vinden, dan de meeste andere dieren, die, aan de oppervlakte der aarde, gebonden zijn. — De snelheid der vlucht verdient, in de tweede plaats, onze opmerking: zij bedraagt: bij duiven, 17 tot 21 meters per seconde; bij zwaluwen: 22 meters, bij den arend en den lammergier: 33, bij gierzwaluwen: 42 meters per seconde; terwijl de sperwer, niet minder dan 66 meters, in denzelfden tijd, aflegt. De snelheid van een spoortrein bedraagt niet meer dan 14 meters per seconde.

Onder de trekvogels rekent men de volgende: De *nachtegaal* (*Luscinia vulgaris*), die den winter in *Noord-Afrika*, *Klein-Azië* en, in grooten getale, in het dal van den *Jordaan* doorbrengt; in het begin van April, trekt hij, langs een der drie boven vermelde wegen, naar *Europa* en verspreidt zich over *Frankrijk*, *Duitschland*, *Engeland*, *Denemarken*, ons vaderland

en het zuidelijk deel van *Zweden*, waar hij, omstreeks half April, of in het begin van Mei, aankomt. Reeds in Augustus of September trekt hij weder naar het Zuiden.

De *kwartel* (*Perdrix coturnix*) broedt in het gematigde en warme *Europa*. Hij gaat insgelijks naar noordoostelijk *Afrika* en *Klein-Azië*, doch sommigen blijven in zuidelijk *Europa*, enkelen zelfs op hunne broedplaatsen, waar zij gaten in den grond graven. Zij trekken meestal over *Malta*, waar zij dikwijls eenige dagen uitrusten en bij menigte gevangen worden; treffen zij, op zee, slecht weder, dan komen velen om, terwijl anderen zich, in grooten getale, op de schepen, nederzetten en het touwwerk bedekken. In het begin van Mei keeren zij naar hunne broedplaatsen terug.

De *zwaluwen* (*Hirundo*) komen, in het begin van April, in onze streken, broeden hier hare jongen uit, en vertrekken, tegen October, weder naar het Zuiden; zij brengen den winter in *Afrika*, tot zelfs in *Boven-Egypte* en *Senegambië* door.

De *ooievaars* (*Ciconia alba*) komen, reeds tegen het midden van Februari, of in de eerste dagen van Maart, bij ons aan en vertrekken, in de eerste helft van Augustus, weder, in troepen, naar *Klein-Azië* en *Egypte*.

Behalve de bovengenoemde, zijn er andere trekvogels, die den zomer, in noordelijke streken, doorbrengen en ons, in den winter, bezoeken. Zij broeden in het hooge Noorden van *Europa* en *Azië* en komen, in den herfst, bij ons aan. Daartoe behooren: de kramsvogel (*Turdus pilaris*), de koperwiek (*T. iliacus*), de sneeuwgorst (*Emberiza nivalis*), de ijsgorst (*E. lapponica*), de steenlooper (*Streptopus collaris*), de bonte kraai (*Corvus cornix*) en vele zwemvogels.

Andere vogels komen, nu en dan, verdwaald in ons land voor: zooals de pestvogel (*Ampelis garrula*) die soms, in verbazend getal, wordt aangetroffen en, door zijn onverwacht verschijnen, vroeger voor een aankondiger der pest werd gehouden; verder het fratertje (*Fringilla montium*), de kruisvink (*Loxia recurvirostra*), de rosé-spreeuw (*Pastor roseus*, pag. 416), de Jan van Gent (*Sula bassana*), enz., die hier alleen tijdelijk verblijf houden, wegens te snelle vermenigvuldiging, of gebrek aan voedsel. — Het steppenzandhoen (*Syrrhaptes paradoxus*), dat een tusschenvorm van duiven en hoenders uitmaakt, bewoont de steppen van *Midden-Azië*. In de laatste jaren heeft het zyn gebied naar het Westen uitgebreid en trok over de *Kaspische Zee*, langs den *Kaukasus*, de noordkust der *Zwarte Zee*, volgde den loop van den *Donau* en verscheen vervolgens in *Duitschland* en ons land. In 1850 werd het, te *Zandvoort*, waargenomen; ook

op *Helgoland* en *Borkum* is het, in grooten getale, gezien; in 1863 heeft het, voor het eerst, in *Duitschland* gebroed. Als onkundige kinderen der steppen, vlogen vele dezer vogels tegen de telegraafdraden, braken hunne vleugels en kwamen zoo om.

In de tropische gewesten, waar de temperatuur, gedurende het geheele jaar, bijna dezelfde is, oefenen de veranderingen van droogte en vochtigheid, op de vogels, denzelfden invloed uit, als bij ons de afwisseling der jaargetijden: wanneer de *Orinoco*, door de veelvuldige regens, begint te rijzen, verlaten groote vluchten van eenden de oevers dezer rivier dewijl zij, door den hoogen waterstand, verhinderd worden visschen en insecten te vangen; zij begeven zich dan naar die der *Amazone* of *Rio-Negro*. Wanneer de *Orinoco* echter, in September, weder binnen zijne oevers is teruggekeerd (zie pag. 308), verlaten zij de *Amazone*, waar het water dan begint te rijzen, om zich weder naar de oevers der eerstgenoemde rivier te begeven. — De zuidelijke kusten der *West-Indische eilanden* worden, door talrijke scharen van vogels, bezocht, die van visschen leven. Ook deze ontvluchten de vlakten, van het nabijgelegen vasteland, die, door de stroomen, worden onder water gezet. — Gedurende den zomer, trekken eenige soorten van kolibries naar het noordelijk deel der *Verenigde Staten* en, zelfs in *Canada*, worden zij dan soms gevonden. — De *trekruiven* (*Columba migratoria*) bewonen *Noord-Amerika* en leven gezellig, in scharen van honderden millioenen, bijeen. Wanneer zij, door gebrek aan voedsel, van de eene streek naar de andere, verhuizen, dan verduisteren hare lichamen dikwijls de zon, terwijl de takken der boomen, onder haar gewicht, afbreken. — De gewone patrijzen (*Perdix cinerea*) zijn eerst, met den graanbouw, naar *Rusland*, gekomen, even als de spreeuwen (*Sturnus vulgaris*) naar *Siberië*. — De huismus, heeft zich, in de laatste eeuw, met de uitbreiding van den landbouw, naar het Oosten en Noorden, over *Aziatisch-Rusland* verbreid. Zij kwam te *Tobolsk* aan, spoedig nadat de Russen het land hadden omgeploegd. In geheel *Siberië* is zij thans zeer algemeen, maar is, in de onbebouwde streken van *Kamtchatka*, tot nog toe, niet gevonden. — Met het aanplanten der blauwe gomboomen, hebben zij zich ook te *Oued-Besbes*, in *Algerië*, genesteld en zich aldaar zoozeer vermenigvuldigd, dat zij, bij het opvliegen, de lucht verduisteren en, niettegenstaande de voortdurende jacht, die op haar gemaakt wordt, vernielen zij de veldvruchten zoozeer, dat zij de kolonisten dreigen te verjagen. — Ook in *Noord-Amerika* zijn zij een ware plaag geworden. — In *Australië* hebben zij echter het aanplanten van groenten mogelijk gemaakt (zie pag. 399).

De meeste *kruipende dieren*, bewegen zich slechts langzaam en zijn

niet in staat groote tochten te ondernemen. Vele soorten van zeeschildpadden trekken echter, op gezette tijden, naar de kusten, waar zij, op het strand, hare eieren, in het zand begraven.

Sommige soorten van *visschen* leven, in ontelbare scharen, of scholen, bijeen, zooals de haringen, kabeljauwen en schelvischen, en deze scholen trekken, of liever zwerven, over uitgebreide streken, rond, zonder regelmatige tochten te volbrengen. De zalmen trekken, in den rijtijd, uit de zee, naar de monden der rivieren, en zwemmen deze, honderden mijlen, op, om eieren te leggen: men zag ze zelfs tegen den waterval van *Schaffhausen* (pag. 300) opspringen. Vervolgens begeven zij zich weder naar zee en verdwijnen, eenigen tijd, in de diepte van den oceaan. — Op dezelfde wijze gaan de zalmen, die het *Wetter-meer* in *Zweden* bewonen, van tijd tot tijd, de rivieren op, die daarin uitmonden, inzonderheid de *Klara-elv* waar zij, bij de watervallen van *Dyefors*, veel gevangen worden. — De steur (*Acipenser huso*), die de *Kaspische Zee* bewoont, trekt, in groote scharen, de *Volga* op en wordt, op die rivier, in menigte gevangen. — De gewone aal (*Anguilla vulgaris*) begeeft zich, van het zoete water, naar zee, om daar kuit te schieten en kruipt, op die tochten, somtijds, over den grond, van het eene water naar het andere. — De *Anabas scandens*, een stekelvinnige visch, die, in zoetwater, op het vaste land van *Oost-Indië*, en in den *Indischen Archipel* gevonden wordt, beklimt, door middel van de stekels zijner vinnen en kieuwdeksels, de palmboomen, aan de oevers der rivieren, om, in het regenwater, dat zich, tusschen de bladstelen, verzamelt, insecten te zoeken.

Onder de *insecten* ondernemen sommige, op ongeregelde tijden, uitgebreide tochten, zooals de treksprinkhaan (*Acrydium migratorium*). In 1844 bezochten zwermen dezer dieren, van verscheidene mijlen uitgebreidheid en zoo dicht als de vlokken, gedurende eene sneeuwjacht, *Madera*, waar zij groote verwoestingen aanrichtten. In Juni 1874 kwamen zwermen sprinkhanen, in zoo groote menigte, in *Algerië*, dat de loop der spoorreinen daardoor werd vertraagd. In de laatste dagen van December 1877 kwam, te *Adelaïde*, in *Australië*, een wolk dezer dieren, uit het Noorden, die de lucht verduisterde. Zij verslonden alles, waar zij overtrokken, zoodat, in den plantentuin, slechts de kale grond overbleef. Ook in *Zuid-Afrika* en *Palestina* richtten zij dikwijls vreeselijke verwoestingen aan. — De Colorado-kever (*Doryphora decemlineata*), na verwant aan onze goudhaantjes, leefde, vóór 1859, nagenoeg onbekend, in de Amerikaanse *Rocky-Mountains*, op eene wilde soort van nachtschade (*Solanum rostratum*), of aardappel zonder knollen. Toen de aardappelbouw, uit het Oosten, tot die streken, was doorgedrongen, ging deze kever op de ge-

kweekte plant over, en had, in 1859, zich zoover oostelijk verspreid, dat hij, 160 kilometers voorbij *Omaha-city*, in *Nebraska*, werd aangetroffen. In 1867 was hij reeds over de oostelijke grenzen van den staat *Illinois* getrokken en, in 1870, bereikte hij *Ohio* en de grenzen van *Canada*. In 1871 vertoonde hij zich, aan de oostelijke oevers van het *Eriemeer*, en vier jaren later, bereikte hij de zeekust, overal de grootste verwoestingen aan de aardappelen toebrennende. In 16 jaren, is hij dus geheel *Noord-Amerika*, van het Westen naar het Oosten, doorgetrokken. Daar jaarlijks drie generaties of geslachten dezer dieren bestaan, zijn 48 opvolgende geslachten voldoende geweest, om die verbazende reis te volbrengen. Door de scheepvaart werd dit gevaarlijk insect naar *Europa* overgebracht: zooals, in Juni 1878, naar *Mülheim* aan de *Roer*, en, in dezelfde maand, door het schip »Rotterdam», van *New-York* komende, naar *Rotterdam*, en in hetzelfde jaar naar *Cardiff*, doch is telkens, door doeltreffende maatregelen, aldaar uitgeroeid.

Onder de *schaaldieren*, ondernemen sommige soorten van *landkrabben*, die op de *West-Indische eilanden* en in *Zuid-Amerika* leven, op zekere tijden des jaars, in talrijke scharen, tochten naar zee, waar zij hare eieren leggen. Zij gaan steeds, in eene rechte lijn voort, waarvan zij schier door geene belemmeringen zijn af te brengen. De landkrabben op *Haiti* werden eenmaal, bij haren tocht over verdord hout, door de Engelschen, voor Spaansche lansiers gehouden, zoodat zij terugtrokken.

Enkele *weekdieren* ondernemen mede geregelde tochten: zoo trekt eene soort van inktvisch, de *Octopus sagittalis*, jaarlijks, uit de *IJszee*, naar de kusten van *New-Foundland* en volgt de scholen van kabeljauwen.

Doch, niet alleen willekeurig, maar ook *onwillekeurig*, worden vele dieren over den aardbodem *verbreid*. Vele, welke vliegen, worden, door den *wind*, van hunnen weg afgebracht en, naar ver verwijderde streken, vervoerd. Zoo worden dikwijls kleine en zwakke vogels, van het vaste land van *Amerika*, door stormen, naar de *Bermuda's* overgebracht. Niet minder dan 69 soorten van Amerikaansche vogels, zijn in *Engeland* en op *Helgoland* waargenomen; de meeste zijn trekvogels, die, op hunne tochten, door stormen worden overvallen. Daarentegen zijn bijna geen Europeesche vogels in *Amerika* waargenomen, hetgeen uit de richting der heerschende winden en stormen (pag. 209) gemakkelijk kan verklaard worden. — Sommige insecten kunnen verbazend lang vliegen en worden dikwijls, door den wind, ver van de kusten verwijderd. Bij het naderen van tropische gewesten, worden dikwijls avondvlinders (*sphinxen*), op de schepen,

op 400 kilometers van de kust, gezien. — Waterjuffers (*Libellula's*) werden, op 80 kilometers van de kust van Zuid-Amerika, aan boord van de »Adventure» gevangen. — Een zuidenwind bracht zwermen van vliegen op schepen, die, in de Middellandsche zee, 170 kilometers van de kust van Afrika, verwijderd waren. — Een doodshoofdvlinder (*Sphinx Atropos*) werd gevangen op een schip, tusschen Engeland en West-Indië, op 1700 kilometers van de naast bijzijnde kust. — Draaistormen en hoozen kunnen ook medewerken om de dieren te verspreiden. Daardoor moeten de pag 233 vermelde dierenregens verklaard worden. — Spinnen kunnen, op de zoogenoemde herfstdraden, groote tochten volbrengen.

Wat luchtstroomen voor de landdieren zijn, dat zijn zee-stroomen voor de zeedieren, die daardoor dikwijls van hunnen weg worden afgebracht. Zoo werd eene karetschildpad (*Chelonia imbricata*), die in tropisch Amerika te huis behoort, daardoor medegevoerd en is op Papa-Stour, een der Shetlands-eilanden gevangen; terwijl eene andere, in 1774, in de Severn werd buit gemaakt. In 1756 werden twee leder-schildpadden op de kusten van Cornwallis gezien. Waarschijnlijk waren al deze dieren, door den Golfstroom, zoover medegevoerd.

Door ijsschotsen worden dikwijls ijsberen, van Groenland naar IJsland, vervoerd. SCORESBY nam deze dieren, in de nabijheid van de kust van Groenland, in zoo grooten getale, op het ijs, waar, dat ze kudden schapen geleken. — Wolven wagen zich dikwijls op de ijsschotsen, om jacht te maken op zeehonden, en worden daarmede niet zelden in zee gedreven. — Gedurende den korten zomer, wordt de bodem, op het schier-eiland Mellville, op 69° N. Br., hier en daar met groen en bloemen, van de levendigste kleuren, bedekt. Deze plaatsen worden jaarlijks door kudden muskus-ossen (*Ovibos moschatus*) en rendieren (*Cervus tarandus*) bezocht, die over het ijs trekken, om ongestoord op deze welige weiden te grazen. — Het rendier gaat dikwijls, op dezelfde wijze, van den omtrek der Behringstraat, naar Kamtschatka, over de Aleutische eilanden, en voedt zich, op dien tocht, met mos.

Tusschen de keerkringen nemen drijf hout en drijvende eilanden de rol der ijsschotsen op zich, om de dieren te verspreiden. De Amazone, Congo, Orinoco, Ganges en andere rivieren, in de tropische gewesten, voeren zulke drijvende eilanden, of rafts, naar zee, die niet zelden op 100 tot 150 kilometers van hare monden worden aangetroffen, bedekt met levende boomen en een weelderigen plantengroei. Slangen, kaaimans, vogels, apen, eekhoortjes, tijgers en andere dieren worden dikwijls daarop aangetroffen en naar verre gewesten, vervoerd. SPINX en MARTIUS verhalen, dat zij, bij het opvaren der Amazone, vele dergelijke drijvende eilanden

ontmoetten; op sommigen vonden zij eene merkwaardige verzameling van dieren, die gezamenlijk, vreedzaam, hun onzekeren tocht naar zee vervolgden. Op een eilandje zagen zij enkele ooievaars, neergezeten naast een gezelschap apen, die allerlei potsierlijke gebaren maakten en, bij het naderen der schuit, luidkeels begonnen te schreeuwen. — Op een ander bevond zich eene menigte eenden en duikers, waarnaast een troepje eekhoorns. — Vervolgens dreef, op den stam van een verrotten ceder, een reusachtige alligator, naast eene tijgerkat; beide dieren zagen elkander vijandig en wantrouwend aan, maar de krokodil was blijkbaar het meest op zijn gemak, omdat hij overtuigd was van zijne meerdere kracht. — Niet minder dan vier puma's (*Felis concolor*) kwamen, op een drijvend eiland, de *Rio de la Plata* afzakken en landden daarmede, in den nacht, te *Montevideo*, tot grooten schrik der inwoners, die hen, den volgenden morgen, door de straten, zagen wandelen. — *LYELL* vermeldt, dat, op het eiland *St. Vincent*, eene reuzenslang (*Boa constrictor*) kwam aanspoelen, doordien zij een dikken cederstam omklemd; waarschijnlijk kwam zij, van de eene of andere Amerikaansche rivier, afdrijven. Voor zij afgemaakt werd, doodde zij nog eenige schapen.

De wier- of sargasso-zeeën (pag. 139) worden, door talrijke weekdieren, bewoond; geraken nu, door storm of anderszins, wieren hieruit los, dan voeren zij, te gelijk, de daarop levende dieren met zich, die, door zeestroomen, dikwijls groote afstanden afleggen.

Door *vogels* worden sommige waterdieren dikwijls ver verspreid; aan de pooten van eenden, ooievaars en andere zwem- en moerasvogels hechten zich dikwijls jonge zoetwaterslakken, die, wanneer deze vogels hunne tochten ondernemen, van het eene werelddeel naar het andere, kunnen vervoerd worden. — Zelfs waterkevers voeren soms kleine schelpdieren met zich en *DARWIN* zag eene watertor, op 75 kilometers van de kust, op het dek van het schip nedervallen, met eene kleine kaphorenslak op haar lichaam.

De dusgenoemde eendenmossels (*Anatifa laevis*) en zeepokken (*Balanus*) hechten zich, in grooten getale, aan de *walvissen* en de kielen der schepen, en worden zoo over de wereld verspreid, even als de zuigvisch (*Echeneis remora*) door de haaien. — Ook de paalworm (*Teredo navalis*), die, in de 16^e en het begin der 17^e eeuw, in ons land zulke verwoestingen aanrichtte en zich, voor eenige jaren, weder op onrustbarende wijze dreigde te vermenigvuldigen, is door drijfhout en schepen verspreid.

Eindelijk heeft de *mensch* op krachtige wijze medegewerkt om de dieren te verspreiden; wij komen daarop § 113 terug.

Tegenover de bovengenoemde *middelen*, ter verspreiding, staan echter vele andere over, *waardoor de verbreiding der dieren beperkt wordt*. Een der gewichtigste daaronder is de *temperatuur* en wel in een dubbel opzicht: vooreerst is het leven van elke diersoort slechts mogelijk bij een warmtegraad, die tusschen bepaalde grenzen afwisselt: zoo komen sommige dieren, zooals apen, olifanten, neushoorns, enz., uitsluitend in de warme gewesten der aarde voor, terwijl andere, zooals het rendier, de ijsbeer, de noordsche walvisch, enz., alleen in de koude streken worden gevonden. — In de tweede plaats echter, is dit zelfde, wellicht in nog hoogere mate, met de planten het geval (zie pag. 370) en, daar het dierlijk leven, middelijk of onmiddelijk, aan dat der planten gebonden is, volgt hieruit, dat, op plaatsen, waar, ten gevolge eener te hooge of te lage temperatuur, bepaalde planten niet meer kunnen groeien, ook de dieren, die deze tot voedsel noodig hebben, zullen gemist worden. Het is toch, voor een plantenetend dier, niet voldoende dat het planten, voor een vleeschetend dier, dat het dieren vindt, om zich daarmee te voeden; maar het eerste heeft, tot zijn voedsel, *bepaalde* planten, het tweede *bepaalde* dieren noodig. Diegene, welke het minst beperkt zijn, in de keuze van hun voedsel, kunnen, daarom, in den regel, ook het meest verspreid zijn: runderen en paarden zijn beperkt tot de streken, waar grassen groeien, de rendieren tot de vlakten, die met rendiermos (pag. 379) zijn bekleed; de walvisschen tot de zeeën, waar inktvisschen, walvisch-aas en andere lagere dieren, in genoegzame hoeveelheid, voorkomen. — Vele insecten zijn zeer beperkt, in de keuze van hun voedsel: de wilgenhoutrups (*Cossus ligniperda*) voedt zich voornamelijk met het hout van wilgen; de rups van de *dennen-pijlstaart* (*Sphinx pinastri*) alleen met dennennaalden; die van het koolwitje (*Pieris brassicae*) uitsluitend met koolbladeren. De gewone zijdeworm (*Bombyx mori*) kan slechts leven op plaatsen, waar de witte moerbeziënboom voorkomt; het cochenielje-insect (*Coccus cacti*) wordt alleen gevonden, waar de nopal (*Opuntia Tuna* en *O. cacionellifera*) groeit, enz.. Streken, die arm zijn aan planten, zooals de *Sahara* en andere woestijnen, zijn daarom ook arm aan dierlijk leven. Daarentegen zijn plaatsen, waar een weelderigen plantengroei gevonden wordt, zooals de oorspronkelijke bosschen der warme gewesten, ook rijk aan verschillende soorten van dieren. — Anderen zijn nog meer beperkt, daar zij, in verschillende tijdperken hunner ontwikkeling, verschillend voedsel noodig hebben: sommige sluipwespen voeden zich, gedurende den larventoestand, met bepaalde dieren, en, als volkomen insecten, met bepaalde plantendeelen. — De meeste ingewandswormen komen uitsluitend bij eene bepaalde diersoort voor; andere vereischen zelfs, om zich volko-

men te kunnen ontwikkelen, verschillende dieren en zouden, wanneer het aantal hunner eieren niet zoo verbazend groot was, reeds lang van de aarde verdwenen zijn. — Ook horzels, vlooiën en andere parasitische dieren hebben, om zich te kunnen ontwikkelen, bepaalde soorten van dieren noodig.

Vele dieren zijn, op verschillende wijzen, in meerdere of mindere mate, beschut tegen den invloed der wisselingen van de temperatuur: zoogdieren en vogels krijgen, tegen het naderen van de koude, een dikker kleeid; andere verhuizen, gelijk wij (pag. 403) zagen, tegen het ongunstige jaargetijde, naar eiders, of brengen dien tijd, in een toestand van rust door. Sommige dezer laatsten verschuilen zich, in het koude jaargetijde: zij gebruiken dan geen voedsel en brengen den tijd slapende door, zooals de vledermuizen, de egels, hamsters, enz.; tusschen de keerkringen slapen vele dieren, gedurende het droge jaargetijde, zooals de tenrec, alligator, enz.. Vele andere vervallen, gedurende den winter, in een toestand van verdooving, zooals de kikvorschen, karpers, landslakken, mieren, wespen, bijen, enz.. De meeste insecten brengen echter den winter, hetzij in den eitoestand, of als poppen, met dichte spinsels omgeven, of in den grond door.

Dat gebrek aan voedsel, meer dan eene te lage temperatuur, bij vele dieren een beletsel is, om zich verder te verspreiden, blijkt, doordien sommigen, die voornamelijk in warme gewesten leven, daar, waar zij voedsel vinden, ook in koudere streken worden aangetroffen: de tijger, wiens eigenlijke vaderland tusschen de keerkringen is gelegen, komt ook voor op de hooge vlakten van *Midden-Azië*, tot zelfs in het *Amurland*, waar, des winters, eene strenge koude heerscht en hij aan de pooldieren grenst, doch dieren genoeg vindt, om te verslinden. — De apen komen, in den *Himalaya*, tot hoogten van 3350 meters voor, tusschen pijnboomen, die met sneeuw zijn bedekt. — De olifant beklimt, op *Ceylon* en *Sumatra*, de hoogste bergen (zie § 112).

Vele dieren vereischen een bepaalden *toestand van den grond*: paarden, rundvee, antilopen, hazen, enz., beminnen de lage vlakten, die met gras en struikgewas zijn begroeid. Apen, eekhoorns, boomkatten en papegaaien komen voornamelijk in de bosschen voor. Steltloopers, zwemvogels, kikvorschen, bewonen moerassen en waterplassen. De rivieren, in vele tropische gewesten en hare oevers dienen tot schuilplaats van nijlpaarden en krokodillen. Otters, bevers en andere dieren bewonen, in meer gematigde streken, dezelfde plaatsen. Geiten, wilde schapen, steenbokken, gemzen en lama's komen op rotsen voor; konijnen graven hunne holen in het losse zand, mollen voornamelijk in veengrond. Kameelen en

struizen leven, bij voorkeur, op dorre zandvlakten. — Ook in de zee vindt men iets dergelijks: de meeste inktvisschen en vleugelpootige weekdieren leven in diep water; oesters, mosselen en polypen vereischen ondiep water en een steenigen bodem; borende schelpdieren rotsen, of een harden grond, enz.

De *vorm of het relief der aardoppervlakte* levert mede menigvuldige hinderpalen op, voor de verbreiding der dieren: *hooge bergketens* vormen natuurlijke dammen, die de meeste niet kunnen overschrijden, want: geen dier, al is het ook met goede bewegingswerktuigen voorzien, kan, van de eene zijde, naar de andere, komen, zonder zich aan de lage temperatuur bloot te stellen, die, op den kam van het gebergte heerscht. De plantenetende dieren vinden, op die hoogten, ook de gewassen niet, waarmede zij zich voeden. De dieren, aan de noordelijke en de zuidelijke afhelling der *Alpen*, verschillen zeer. In nog hoogere mate is dit het geval met die, aan de beide zijden der *Andes*, op dezelfde breedte. De *Himálaya* vormt de grens tusschen de palaeartische en de indische zoölogische provinciën. — Andere dieren, die op hooge gebergten te huis behooren, en dus aan de, daar heerschende, koude gewend zijn, kunnen zich niet in de lagere streken verspreiden, waar zij eene hoogere temperatuur en aanzienlijker uichtdrukking vinden, waarin zij niet kunnen leven. Deze oorden zijn voor hen als eilanden, die door streken begrensd zijn, waar eene te hooge temperatuur heerscht. Zoo wordt de Javaansche stinkdas (*Mydaus meliceps*) uitsluitend in streken gevonden, die meer dan 2000 meters hoog zijn gelegen en komt daar, op verschillende punten van *Java*, menigvuldig voor. — De lama's, alpaca's en vicuna's zijn tot de bergvlakten van *Chili* en *Peru*, van 3700 tot 4600 meters hoogte, beperkt. — De gemzen, steenbokken en marmotten komen uitsluitend in het hooggebergte van *Midden-Europa* voor. — Voor sommige dieren, die op een droog en heuvelachtig terrein te huis behooren, zijn *moerassen* onoverkomelijke hinderpalen; daarom zijn vele beperkt tot de hellingen van der *Himálaya*, daar zij de moerassen van den *Tarái* (pag. 386) en de *Ganges* niet kunnen overschrijden. — *Brede rivieren* vormen dikwijls de grenzen van de diersoorten: zoo is, in *Zuid-Amerika*, het geslacht der trompetvogels (*Psophia*), dat aan onze kraanvogels verwant is, begrensd door de *Amazone*, *Madera* en *Rio-Negro*; terwijl sommige soorten van apen uitsluitend op den rechter- andere op den linkeroever der laatste rivier gevonden worden. — Evenzoo zijn *zeeëngten*, voor de meeste dieren natuurlijke beletselen, om zich te verspreiden, daar slechts weinig dieren: zooals tijgers, beren, bisons en varkens, goed kunnen zwemmen. — In nog hoogere mate is *de zee* een hinderpaal voor de uitbreiding der dieren: van daar dat *Nieuw-Holland*,

Afrika en *Zuid-Amerika* bijna in het geheel geene dieren met elkander gemeen hebben. — Wat zeeëngten zijn voor de landdieren, dat zijn *landengten* voor de bewoners der zee: wellicht bestaat er geen grooter verschil dan tusschen de zeedieren aan de oost- en de westkust van *Midden-Amerika*, hoewel de landengte van *Panama*, slechts weinige mijlen breed is.

De oppervlakte der aarde is het tooneel, waarop een voortdurende *strijd*, tusschen de dieren, welke haar bewonen, wordt gevoerd. Elke diersoort heeft hare *vijanden*. Alleen daardoor kan het evenwicht bewaard en, als dit, gedurende eenigen tijd, verbroken is, hersteld worden. Wanneer de treksprinkhanen (pag. 408) zich buitengewoon vermenigvuldigen, zoodat zij uitgestrekte landstreken kaalvreten, dan neemt ook het getal hunner vijanden toe, dewijl deze laatste ruimschoots voedsel vinden en zich dus sneller vermenigvuldigen, waardoor het evenwicht hersteld wordt. Van daar, dat de scharen der treksprinkhanen voortdurend gevolgd worden door insectenetende vogels, zooals de rosé-spreeuw (*Pastor roseus*, pag. 406) en de *Turdus gryllivorus*, eene soort van lijster. — Neemt het getal der bladluizen toe, dan vermeedert ook het aantal lievenheersbeestjes (*Coccinella*) en andere insecten, die op haar azen. — Dreigt de processierups (*Gastropacha processionea*) zich te sterk te vermenigvuldigen, dan vermeedert ook het aantal sluipwespen, die hare eieren in de larven der poppen leggen. — De scharen der lemmings (pag. 403) worden, op hare tochten, voortdurend vervolgd door wolven, beren en vossen, die onophoudelijk op haar azen. — Evenzoo worden de kudden springbokken (pag. 403) steeds door leeuwen gevolgd. — In streken, waar vele apen zijn, komen geene papegaaien voor, daar de eerste de nesten dezer vogels uithalen, om zich met de eieren te voeden.

Na het voorgaande, zal het niet verwonderen, dat *sommige dieren*, over eene groote oppervlakte verspreid zijn, terwijl andere, tot eene kleine ruimte, beperkt zijn.

Onder de zoogdieren, wier levensvoorwaarden talrijker en verschillender zijn, dan die der meeste lagere dieren, komen weinige soorten voor, die zeer algemeen verspreid zijn. Onder de vogels en vliegende insecten, wier middelen, om zich te bewegen, het best ontwikkeld zijn, komen soorten voor, die, over een groot deel der aarde, gevonden worden. De gewone valk (*Falco communis*) leeft bijna overal, waar hij vogels vindt, om zich daarmede te voeden; men heeft hem, met enkele uitzonderingen, in de geheele Oude Wereld, benevens bij de *Straat van Magelhaen* en op *Nieuw-Holland* gevonden. — De gewone watersnip (*Scolopax galli-*

nago) komt in geheel Noord- en Midden-Europa, verder in Siberië en bovendien in Afrika, Oost-Indië en Chili voor. — De kleine strandlooper (*Tringa minuta*) leeft in Europa, Afrika, den Indischen Archipel, Nieuw-Guinea en Nieuw-Holland. — Ook onze zwaluwen, de goudplevier (*Charadrius pluvialis*) en de steenlooper (*Streptopus collaris*) worden zeer algemeene aangetroffen, Alle deze vogels leven van insecten en zijn dus weinig beperkt in de keuze van hun voedsel; tevens zijn zij goede vliegers, waardoor zij groote tochten kunnen ondernemen.

De gewone snoek (*Esox lucius*) komt in bijna alle zoete wateren voor. Sommige soorten van stekelbaarzen zijn mede zeer verspreid: zoo wordt de *Gasterosteus saltatrix* in bijna den geheelen Oceaan, doch niet in de Noordzee aangetroffen. — De treksprinkhaan (*Acridium migratorium*), die zeer goed kan vliegen en allerlei plantenvoedsel nuttigt, zoodat hij zelfs in den plantentuin te Adelaide niets overliet (pag. 408), onderneemt groote tochten, uit zijn eigenlijke vaderland, en komt, bijna overal op aarde, van tijd tot tijd, voor. — De insecten, welke over eene groote oppervlakte verspreid zijn, behooren steeds tot diegene, wier bestaan niet aan eene enkele plantensoort is gebonden: zoo leeft de rups van den pistoolvlinder (*Plusia gamma*), die in geheel Europa, Noord-Amerika, N. O.-Afrika en Australië wordt aangetroffen, van de bladeren van brandnetels en distels. De larven van den distelvlinder (*Vanessa cardui*), die in geheel Midden-Europa, Zweden, Azië, de Kaap de Goede Hoop, geheel Amerika, Nieuw-Holland en Nieuw-Zeeland wordt aangetroffen, voeden zich met verschillende distels, brandnetels en malva's, planten die overal groeien. Soms tijds heeft men geheele zwermen dezer dieren gevonden.

Sommige schelpdieren, die zich zeer moeielijk kunnen bewegen, zijn toch algemeen verspreid, zooals onze gewone mosselen (*Mytilus edulis*) die, zoowel in Chili als in Groenland worden aangetroffen, de zaagschelpen (*Donax*), mesheften (*Solen*), enz., die zoowel in den Atlantischen Oceaan, als in de Noordzee, de Middellandsche en Roode Zee worden aangetroffen. De rimpelige rotsboorder (*Saxicava rugosa*) komt in de noordelijke IJzsee, den Atlantischen Oceaan, het noordelijk deel der Stille Zuidzee en den Indischen Oceaan voor. De larven der meeste schelpdieren, zelfs van die, welke zich later vasthechten, zijn vrij en in het bezit van trilharen, zoodat zij zich gemakkelijk kunnen verplaatsen.

Tegenover deze voorbeelden eener zeer uitgebreide verspreiding, staan weder andere, van dieren, die tot eene zeer kleine ruimte beperkt zijn: de Guaracho of vetvogel (*Steatornis garipensis*), die aan onze zwaluwen en

geitenmelkers verwant is, werd, door VON HUMBOLDT, in een onderaardsch hol, in *Venezuela*, ontdekt en is, daarna, in enkele donkere rotskloven, bij *Bogota* en op *Trinidad* gevonden. Deze vogel is zeer lichtschiuw, en heeft de grootte van een hoen; hij wordt zeer vet en voedt zich uitsluitend met steenvruchten. — De Dodo (*Didus ineptus*) kwam alleen op het eiland *Mauritius* voor; terwijl vele deelen van het *Andes-gebergte*, door bijzondere soorten van kolibries, worden bewoond, die nergens elders voorkomen. — De *Proteus* (*Proteus anguineus*) leeft alleen in het water van enkele holen van *Dalmatië* en *Carinthië*, o. a. in de *Adelsberger grot* (pag. 89). — De reuzensalamander (*Cryptobranchus japonicus*) bewoont uitsluitend enkele Japansche kratermeren.

Even als wij (pag. 376) van de planten zagen, komen ook de dieren, in de gematigde en koude streken der drie noordelijke werelddeelen, waartusschen geene uitgebreide oceanen liggen en de overgang, door het ijs, vergemakkelijkt wordt, veel met elkander overeen. Eenige: zooals het rendier, de ijsbeer, de bever, de hermelijnwezel, enz., zijn aan allen gemeen; terwijl andere nauw aan elkander verwant zijn: zoo verschilt de Amerikaansche bison slechts weinig van de Poolsche aueros; de bruine beer der Oude Wereld nadert zeer tot den Amerikaanschen zwarten beer; terwijl de herten, in de drie noordelijke werelddeelen, de grootste overeenkomst bezitten. Ook de vogels, visschen en lagere dieren verschillen slechts weinig van elkander.

De zuidelijke werelddeelen, die, door uitgestrekte oceanen, van elkander gescheiden zijn, zoodat de overgang, van het eene op het andere, voor de dieren, bijna onmogelijk is, bezitten elk hunne bijzondere soorten: *Nieuw-Holland* is het vaderland der groote buideldieren, zooals de kangoeroes, de wombat en den buidelwolf. In de moerassen van *van Diemenland* vindt men het vogelbekdier, een zoogdier, dat op de wijze der watervogels leeft. *Nieuw-Zeeland* bezat vroeger geene andere zoogdieren dan de Maori-rat, de hond, twee vledermuis-soorten en een eerst onlangs ontdekt otterachtig dier. De beide eerste werden door de Maori's aldaar ingevoerd (zie § 113). »In het binnenste der Nieuw-Zeelandsche bosschen, lezen wij bij FERD. VON HOCHSTETTER, is het dor en doodsch: geene bontgekleurde vlinders, noch vogels bekooren het oog, of geven afwisseling; al het dierlijke leven schijnt uitgestorven en, ofschoon men naar het bosch heeft verlangd, begroet men toch, met ware voldoening, na een dagenlangen tocht door deze duistere en eenzame wouden, weder het daglicht, in de open vlakten.»

Op *Madagascar* komen de *Maki's* voor, eene afdeeling der vierhandige

zoogdieren, die elders bijna niet voorkomen. Op *Mauritius*, *Rodriguez* en andere eilanden, leefden vroeger eigene soorten van vogels: zooals de dodo (pag. 417), de solitaire, enz..

Afrika is het vaderland van gazellen, antilopen, kameelen, zebra's, en springhazen, welke, op de uitgebreide vlakten, hun voedsel vinden. De leeuw, hyaena, giraffe, en het nijlpaard van *Afrika*, vinden hunne gelijken, noch in *Amerika*, noch in *Australië*.

Zuid-Amerika levert weder bijzondere diervormen op: hier vindt men de vreedzame gordeldieren, de tapir, de lama, de schubdieren, luiaards en andere plantenetende dieren.

Om het overzicht van de verbreiding der dieren gemakkelijk te maken, verdeelt WALLACE het land in een zeker aantal provinciën, die elk door eigenaardige dieren bevolkt worden. Hij neemt de volgende aan:

1°. de *Palaearctische provincie*, die *Europa*, noordelijk *Azië*, met *Japan* en *Afrika*, benoorden de *Sahara*, omvat. De dieren komen, in deze geheele streek, veel met elkander overeen: 44 van de 55 geslachten van zoogdieren zijn aan *Europa* en het *Amur-land* gemeen. De soorten, die zich niet ver in de richting der parallelcirkels uitstrekken, zijn ver in de richting der meridianen verbreid, zooals de haas zonder staart, of pica (*Lagomys ogothona*), die van de gematigde streken van *Siberië*, tot ver in het Noorden verbreid is en de tijger (pag. 413) die van *Java* tot het *Amur-gebied* voorkomt. — *Noord-Afrika* bezit vele eigenaardige zoogdieren: zooals antilopen, een aap (*Macacus inuus*), die ook op de rots van *Gibraltar* voorkomt, de leeuw, het luipaard, de cerval, enz., die ook in het overige van dit werelddeel gevonden worden en waarschijnlijk de karavanen, door de woestijn, zijn gevolgd.

2°. De *Ethiopische provincie* omvat *Afrika*, bezuiden den Kreeftseerkring, benevens het zuidelijke deel van *Arabië*. Sommige dieren dezer provincie zijn aan *Zuid-Azië* gemeen, zooals de leeuw, dromedaris en jakhals. De meeste verschillen echter van die der overige provinciën: *Afrika* heeft eene eigene soort van olifant, 3 soorten van neushoorns en 2 van nijlpaarden, benevens de gewone struis; ook de gorilla, chimpansé, mandril, de aap met 4 vingers (*Colobus*) en vele roofdieren, waaronder de aardwolf (*Proteles*) komen uitsluitend in dit werelddeel voor. Wanneer men verder naar het Zuiden komt, verschillen de dieren minder van die van zuidelijk *Azië*, zooals de zebra en quagga, die met het wilde paard en de ezel van *Azië* verwant zijn. Onder de dikhuidigen is de klipdas (*Hyrax capensis*) en onder de herkauwenden de Kaapsche buffel, de giraffe, en vele antilopen: zooals de springbok, gnoe, enz., voor dit werelddeel eigenaardig. — *Madagascar* bezit eigenaardige dieren: behalve drie soorten van tenrecs, (*Centetes*),

die ook op *Mauritius* gevonden worden en de *Galago*, die ook op het vaste land van *Afrika* aangetroffen wordt, komen eenige zoogdieren uitsluitend op dit eiland voor. Het merkwaardigst zijn de halfapen of lemurs en de *Aye-aye* (*Chiromys madagascariensis*), die een overgang tusschen de knaagdieren en de apen vormt.

3°. De *Indische provincie*, die zuidelijk *Azië* en de westelijke helft van den *Indischen archipel* omvat, heeft sommige dieren met de vorige gemeen, doch bezit ook eigen vormen, zocals de panda (*Aelurus fulgens*), die in de *Himalaya* gevonden wordt en zoowel aan de beren als aan de katten verwant is; verder het muskusdier (*Moschus moschiferus*), de nijlgau (*Antilope picta*); de langarmige apen of gibbons (*Hylobates*) en andere. De olifant, en tapir van *Sumatra* en *Borneo* komen overeen met die van het vaste land van *Indië*, en de neushoorn van *Sumatra* en *Java* is dezelfde, als die van *Malakka* en *Bengalen*. De wilde os van *Java* komt ook op het vasteland van *Indië* voor.

4°. De *Australische provincie* omvat *Nieuw-Holland*, de eilanden van den *Grooten Oceaen* en de oostelijke helft van den *Indischen Archipel*. Behalve enkele knaagdieren en vledermuizen, behooren de zoogdieren uitsluitend tot de afdeeling der buideldieren en monotremen. In *Australië* zijn oorspronkelijk geen katten, geen wolven, beren, hyena's, herten, schapen, of ossen; geen olifant, paard en konijn, of andere dieren, die ons algemeen bekend zijn; in plaats daarvan komen kangoeroes, opossums, buidelwoiven, wombats, benevens vogelbekdieren en echidna's voor. — De wilde hond of dingo is waarschijnlijk van elders ingevoerd. De vogels zijn even eigenaardig: men vindt er geene spechten of zangvogels, die overal elders gevonden worden, maar, in plaats daarvan, loophoenders (*Megapodii*), honigzuigers, kiwi's (*Apteryx*), emoes (*Dromaius Novae Hollandiae*), kakketoos en lories, met eene behaarde tong. — De grens, tusschen deze en de vorige provincie, loopt: tusschen *Bali* en *Lombok*, *Borneo* en *Celebes*, en dit laatste eiland en de *Philippijnen*. Wanneer men, in twee uren, de straat tusschen *Bali* en *Lombok* oversteekt, vindt men de dierenwereld geheel veranderd: men ontmoet dan loophoenders en honigzuigers, in plaats van spechten en lijsters. Indien men van *Borneo*, over *Celebes*, naar de *Mollukken* reist, is het verschil even treffend: op *Borneo* zijn de bosschen bevolkt met vele soorten van apen, wilde katten, herten, otters en eekhoorns. Op *Celebes* en de *Mollukken* ontbreken deze geheel, maar, in plaats daarvan, vindt men, in de bosschen: opossums met grijpstaarten, benevens enkele varkens, die waarschijnlijk door den mensch zijn ingevoerd. — Op *Lombok* komen nog enkele apen voor, evenals de moesang (pag. 373). Op *Timor* vindt men nog ééne kattensoort (*Felis*

megalotus); de eekhoorns komen tot *Sumbawa* voor. Op *Celebes* leett nog eene wilde kat, een baviaan en eekhoorn; terwijl enkele soorten van wilde duiven op *Timor* en *Nieuw-Guinea* voorkomen.

5'. De *Nearctische provincie* omvat het vasteland van *Noord-Amerika*, behalve *Mexico* en *Midden-Amerika*. In het Zuiden verschilt de dierenwereld veel van die van de overige werelddelen, doch, hoe verder men naar het Noorden gaat, des te meer komt zij met die van *Europa* overeen, hoewel de soorten eenigszins verschillen: zooals de das en de muskussos. Enkele dieren komen, over eene groote uitgestrektheid voor: zooals de buffel (*Bison americanus*), de waschbeer (*Procyon lotor*) en de Virginische buidelrat (*Didelphis virginiana*).

6'. In de *Neotropische provincie*, welke geheel *Zuid-Amerika*, *West-Indië*, *Midden-Amerika* en *Mexico* omvat, zijn de vogels het rijkst van de geheele wereld vertegenwoordigd. De zoogdieren gelijken slechts weinig op die der Oude Wereld: de apen bezitten eene breede ruimte tusschen de neusgaten en een eigen tandstelsel. Verder vindt men daar gordeldieren, luiaards, bloedzuigende vledermuizen (*vampyrs*), de capybara (*Hydrochoerus Capybara*) de grootste der knaagdieren, de vleeschetende coati (*Nasua socialis*) en vele andere vormen. De grasvlakten van *Chili* en *Peru* worden door lama's, vicuna's en alpaca's bewoond, die de kameelen en dromedarissen der Oude Wereld vertegenwoordigen.

Wij hebben (pag. 403) de verschillende middelen nagegaan, waardoor de dieren zich, over de oppervlakte der aarde, verbreiden. Wij zagen dat, bij elke soort, het streven bestaat zich zooverre te verbreiden, als de uitwendige omstandigheden dit toelaten. Elke soort heeft haar eigen *middelpunt van verspreiding*, dat zich, wanneer de omstandigheden daartoe gunstig zijn, kan verplaatsen. In het midden van zijn gebied, wordt de soort, door het grootste aantal en de best ontwikkelde individuen, vertegenwoordigd. Naar de randen neemt het aantal af en vertoonen zij dikwijls grootere of kleinere afwijkingen. Enkele soorten schijnen zelfs twee of meer middelpunten van verspreiding te bezitten.

Evenals bij de planten (pag. 330), bestaan ook bij de dieren *plaatsvervangende of vicarieerende soorten*, die, als het ware, de plaatsvervangers zijn van dieren, die op grooten afstand gevonden worden en eene dergelijke rol in de huishouding der natuur spelen, als de eerste. Zoo is de tijger van *Midden- en Zuid-Azië* de plaatsvervanger van den leeuw in

Afrika en de puma en den jaguar van *Amerika*; de Amerikaansche zwarte beer vervangt den bruinen beer van *Europa*; de geschubde miereneters van *Afrika* en *Asië* nemen de plaats in van de Amerikaansche behaarde miereneters; de Australische buidelwolf vervangt den wolf der Oude Wereld; de kangoeroes nemen, in *Australië*, eene dergelijke plaats in als bij ons de herkauwende dieren. De lama der Nieuwe Wereld vervangt den kameel der Oude Wereld. De Noordsche walvisch vervangt den walvisch der zuidpoolstreken. — Onder de vogels, vervangen de nectarinen of zonnevogels der Oude Wereld, de Amerikaansche kolibries. De Australische Emoe neemt, op *Nieuw-Holland*, dezelfde plaats in als de Afrikaansche en Amerikaansche struizen in hun vaderland. — De krokodil van *Afrika* vervangt de gavial van *Indië* en den kaaiman van *Amerika*. Het walvischaas der noordpoolstreken (*Clio borealis* en *Cetochilus septenionalis*) vervangt het walvischaas der zuidpoolstreken (*Clio* en *Cetochilus australis*).

§ 108.

Wij zullen thans *de verbreiding van eenige der belangrijkste dieren nagaan*. Om de uitgebreidheid van dit onderwerp aan de eene, en de beperktheid onzer kennis, aan de andere zijde, zullen wij ons echter slechts tot zoodanige diersoorten bepalen, die, of algemeen bekend, of voor den mensch van bijzonder gewicht zijn.

Van de verbreiding der lagere dieren is ons weinig bekend: want, daar de meeste in de zee, of in zoet water leven, en velen zeer klein zijn, is het onderzoek naar hunne verbreiding hoogst moeielijk. Van de *Polypen* weten wij, dat zij, van de polen tot den evenaar, voorkomen. De polypen echter, die eenen kalkachtigen stam bezitten, leven, zooals wij vroeger (pag. 101) zagen, bijna uitsluitend in den warmen aardgordel en wel nagenoeg tusschen de parallelcirkels van 28° noorderen zuiderbreedte, waar zij, door hunne snelle vermenigvuldiging, de koraal-eilanden en riffen doen ontstaan. Door den invloed van warme zee-stroomen, zooals de Golfstroom, wordt deze grens eenigszins gewijzigd: zoo komen koraalriffen voor, rondom de *Bermuda-eilanden*, ofschoon deze op 32° N.Br. en derhalve ruim 4° ten noorden van dezen gordel gelegen zijn. Hier ontbreken echter de groote rifbouwende polypen, behoorende tot de geslachten *Madrepora*, *Cladocera* en *Astrangia*, zoodat de riffen armer aan vormen zijn, dan de West-Indische; zij zijn echter gekenmerkt door rijkdom aan kleuren: voornamelijk rood, geel en groen. — Reeds § 28 hebben wij de verbazende veranderingen leeren kennen, die, door deze kleine

dieren, aan de oppervlakte der aarde te weeg gebracht worden, door de vorming van koraaleilanden en riffen. Men vindt, nog wel verder noord- en zuidwaarts, polypen, die een kalkachtigen stam vormen, doch slechts zelden en zij bouwen, buiten dezen gordel, geene riffen of eilanden. De diepte, waarop deze diertjes nog kunnen leven, kan men gemiddeld op 40 of 50 meters stellen.

De *Maagzakdieren* (*Coelenteraten*) en *Zeenetels*, zijn deels vrij in hunne bewegingen, deels, even als de koraaldieren, onbeweeglijk aan ééne plaats gehecht. De eerste, waaronder voornamelijk de kwalen behooren, vindt men in alle zeeën, doch de onderscheidene soorten schijnen binnen enge grenzen beperkt te zijn. De vastzittende maagzakdieren worden in de koude luchtstreken niet aangetroffen.

De *Stekelhuidigen* (*Echinodermen*), waartoe onder anderen de zeesterren en zeeëgels behooren, leven alle in de zee, doch aangaande hunne verbreiding is weinig bekend. Sommige soorten zijn vrij algemeen verspreid: o. a. de gewone vijfvoet (*Asterias rubens*).

Onder de *Wormen*, komen de *Ingewandswormen*, dewijl zij in andere dieren leven, ook in alle streken voor. — De bloedzuiger en de gewone aardworm, die beide tot de *Ringwormen* behooren, schijnen zeer verbreid te zijn. De bloedzuigers komen bijna door geheel *Europa*, in zoet water, voor, alsmede in *Amerika* en *Indië*. Voor geneeskundig gebruik worden vele uit *Hongarije*, vooral uit het *Neusiedler-meer* (pag. 320), over *Budapest* en *Weenen*, naar *Midden-Europa* vervoerd.

Van de *Gelede dieren*, zijn de *Insekten* over de geheele wereld verspreid. Daar zij echter deels van plantaardig, deels van dierlijk voedsel leven, zijn zij in de poolstreken, waar deze beide voor hen zeer schaars zijn, niet talrijk. PARRIS vond, gedurende zijn verblijf van elf maanden, op het schiereiland *Melville*, slechts zes soorten van insekten. Dezelfde reiziger vond, den 28^{sten} Juni 1827, op 82^o—27 N.Br., een paar vliegen op het ijs en, eene andere keer, eene bij. — In dezelfde mate echter, als naar de gematigde en warme streken het aantal van planten- en diersoorten toeneemt, groeit ook dat der insekten aan, zoodat in de tropenlanden, de grootste verscheidenheid van soorten en het grootste aantal van individuen voorkomt. De torren of kevers maken hierop alleen eene uitzondering: want zij zijn, in de gematigde streken, talrijker, dan in de heete gewesten. De verbreiding der insekten hangt echter grootendeels van die

der planten af, waarmede zij zich voeden. Wij hebben daarvan reeds (pag. 412) het voorbeeld, gezien, bij den zijde-worm en het cochenielje-insekt. Daar nu de planten, onder dezelfde geographische breedte, zeer onderscheiden, zijn, is dit ook met de insekten het geval. — De vliegen, muggen en moskieten zijn ware wereldburgers, even als sommige soorten van vlinders (zie pag. 416). De vliegen waren vroeger op eenige eilanden der *Stille Zuidzee* onbekend, totdat zij toevallig, met Europeesche schepen, derwaarts werden gevoerd. — Op sommige komen zij echter zoo menigvuldig voor, dat zij eene ware plaag zijn: toen de Nederlandsche zeevaarder LEMAIRE, in 1616, de lage eilandenwolk (*Tuamotu-archipel*) ontdekte en, op het *Vliegen-eiland* (*Nairsa*), landde, werden zijne matrozen en de boot zoozeer door zwermen van vliegen bedekt, dat zij noch hunne aangezichten en handen, noch de sloep en de riemen, konden onderscheiden. BEECHEY ondervond iets dergelijks, toen hij, in 1826, het eiland *Bow* of *Heau*, van denzelfden archipel, bezocht: de geheel naakte kinderen zaten op matten en draaiden zich schreeuwend in de rondte, om de myriaden van huisvliegen te verdrijven, waardoor de ware kleur hunner lichamen nauwelijks onderscheiden kon worden. — Ófschoon de soorten van muggen zeer talrijk zijn, is elke soort vrij beperkt. De gewone mug (*Culex pipiens*) komt, zelfs in het hooge Noorden en op *Island*, in verbazende menigte voor en eene zeer kleine soort van moskieten is somtijds, in *Zweden* en de omstreken van *Temesvar*, in *Hongarije*, zoo talrijk, dat zij op wolken gelijken en men geen ademtucht kan doen, zonder daarvan eene menigte in te ademen; kinderen en vee zijn daardoor zelfs gestorven. Van alle plaatsen der aarde, zijn de oevers van den *Orinoco* en van andere groote rivieren van het tropisch *Amerika*, het meest door deze plaag bezocht, zoodat het daar somtijds voor den mensch schier niet is uit te houden. — In *Zuid-Afrika* komt de Tsetse-vlieg (*Glossina morsitans*) voor, een dier van de grootte van onze gewone vlieg, welks beten doodelijk zijn voor runderen; de veeteelt wordt hierdoor, in eenige streken, onmogelijk gemaakt. — Bijen en wespen zijn ook zeer verbreid, doch in verschillende streken komen onderscheidene soorten voor.

De treksprinkhaan (*Acrydium migratorium*) wordt begrensd door eene lijn, die even benoorden *Lissabon* loopt; vervolgens dwars door de *Pyreneeën*, over *Milaan*, even benoorden de *Kaspische Zee*; zij bereikt, bij den *Irtisch*, hare grootste noordelijke breedte: nl. 51°. Van daar daalt zij midden door *Japan*, tot de *Fidschi-eilanden*, gaat tusschen *Nieuw-Zeeland* en *Auckland*, waar zij haar zuidelijkste punt: 41°, bereikt. Opwaarts rijkende, snijdt zij de oostkust van *Nieuw-Holland*, op 30° Z.Br., en de westkust op 20°; loopt in de nabijheid der *Kaapstad*, om zich, langs de

westkust van *Afrika* aan het straks genoemde uitgangspunt aan te sluiten. Sometijds verbreidt hij zich echter veel verder, zooals (pag. 408) is vermeld; doch, binnen de bovengenoemde grenzen, wordt hij voortdurend aangetroffen. — De mieren zijn mede, in vele streken, verbreid, doch de bijzondere soorten worden slechts over beperkte ruimten aangetroffen. In de nabijheid van groote stroomen, bouwen zij hare nesten boven het peil der jaarlijksche overstromingen. De dusgenoemde Termieten of witte mieren (*Termes fatalis*) komen in *Zuid-Amerika*, *Afrika* en ook op *Java* voor. Daar zij aan alles, zelfs aan het hardste hout knagen, en alleen glas, metalen en steen ongemoeid laten, richten zij, op vele plaatsen, groote verwoestingen aan. In de warme streken van *Zuid-Amerika* zijn zij zoo talrijk en zoo verslindend, dat men aldaar, volgens VON HUMBOLDT, wel nauwelijks een handschrift zal vinden, dat honderd jaren oud is. In *Guinea* en andere streken der Afrikaansche kusten, richten deze dieren heuvels op, die tot drie meters hoogte hebben, waarin zij, even als bij ons de wespen en mieren, bij duizenden hun verblijf houden.

De *Spinachtige dieren* worden in bijkans alle oorden der wereld aangetroffen. Elke landstreek heeft echter hare eigene soorten. De grootste komen in de keerkringslanden voor: zooals de Vogelspinnen in *Zuid-Amerika*. — Ook de schorpioenen behooren in de warme gewesten te huis. In *Europa* vindt men slechts twee of drie kleine soorten, en wel: in *Spanje*, in het Zuiden van *Frankrijk*, *Italië*, enz. Bijna al de dieren dezer klasse leven op het land.

De grootste en fraaist gekleurde *Schaaldieren*, waartoe de kreeften en krabben behooren, worden in de zeeën der keerkringslanden gevonden; doch ook in de gematigde streken worden zij aangetroffen.

De talrijke soorten van *Weekdieren* zijn mede zeer algemeen over de aarde verbreid. Vele, die in de zee leven, zijn binnen zekere geographische lengte- en breedte-grenzen beperkt en waarschijnlijk ook door de zeestroomen, die eene verschillende temperatuur hebben, zoodat, in dit opzicht, eene groote verscheidenheid in den Oceaan heerscht. — Het walvischaas (*Clio borealis* en *Cetochilus septentrionalis*), wordt in grooten getale in de noordelijke poolzeeën aangetroffen en maakt het voornaamste voedsel der walvisschen uit. De zuidelijke walvisschen leven van soorten, die deze vertegenwoordigen: nl. *Clio* en *Cetochilus australis* (pag. 424). Van sommige soorten van weekdieren, die, óf om de schoonheid van hunne schelpen, óf om andere redenen, voor den mensch eenig belang of nut hebben, heeft men de verbreiding, meer dan van andere, nagegaan, doch, in het algemeen, is onze kennis dienaangaande nog zeer onvolledig. Vele soorten van weekdieren hebben een zeer beperkt gebied: zooals de paarle-

moer-nautilus, die alleen in de zee rondom *Amboina* gevonden wordt. Andere daarentegen zijn zeer verbreid, hoewel hun vermogen, om van plaats te veranderen, vrij beperkt is: zoo worden onze gewone mosselen ook langs de kusten van *Groenland* en *Chili* gevonden (pag. 416). De parelschelp (*Avicula margaritifera*) komt, vooral in den *Perzischen zee-boezem* en aan de kusten van *Borneo* en *Ceylon*, talrijk voor. Soorten, die daarmede verwant zijn, worden in de *Caraïbische Zee*, in den *Grooten Oceaan*, en in de *Golf van Panama* aangetroffen. De reuzenmossel (*Tridacna gigas*) is het grootste bekende schelpdier: sommige schelpen zijn meer dan 1,5 meter breed en wegen 200 tot 250 kilo, terwijl het dier zelf, niet meer dan 45 kilo weegt. Zij wordt zoowel in den *Grooten Oceaan* als in de *Indische Zee* aangetroffen. Sommige geslachten van weekdieren worden in bijna alle zoete wateren aangetroffen: zooals de Moerashorenslakken (*Paludina*), de Schijfhorenslakken (*Planorbis*) en de Poelslakken (*Limnaea*).

De koppootige weekdieren of inktvisschen komen uitsluitend in de zee voor. Nu en dan worden daarvan reusachtige exemplaren gevonden. Den 30^{ten} November 1861 zag de bemanning van het Fransche stoomjacht „*Alecto*” op 40 mijlen ten NO. van *Teneriffe*, 's namiddags te 2 ure, aan de oppervlakte der zee zulk een dier zwemmen; het had een spoelvormig lichaam met twee zijdelingsche vinnen, aan het einde van het achterlijf; de kleur van het lichaam was steenrood; zijne lengte, van het achtereinde tot den snavel, bedroeg 5 tot 6 meters, de mondopening alleen werd geschat op een halve meter, het geheele gewicht op 2000 kilo. Rondom den mond waren acht vangarmen geplaatst, van omstreeks 2 meters lengte; de ooggen hadden de grootte van een tafelbord en gaven aan het dier een schrikwekkend aanzien. Hoewel men jacht op het dier maakte, mocht het niet gelukken het te bemeesteren. — In den laatsten tijd zijn meerdere groote inktvisschen gevonden, vooral in den omtrek van *New-Foundland*. In 1874 werd zulk een dier gevangen in de *Logybaai*. De lengte van het lichaam bedroeg 2,1 meter en zijn omtrek 1,5 meter. De beide langste vangarmen hadden eene lengte van 7,5 meter; de acht kortere waren meer dan 2 meters lang. — Een nog grooter exemplaar werd in de *Conception-baai* door visschers aangevallen, die het echter niet konden bemachtigen. De lengte der armen werd op 13 meters, die van het geheele dier op 18 meters geschat. — Gedurende den winter van 1875 op '76 werd, in de *Fortune-baai*, zulk een dier gevangen, waarvan de geheele lengte meer dan 12 meters en die der vangarmen omstreeks 7 meters bedroeg. — Den 22^{sten} September 1878 werd, bij een storm, wederom een reusachtige inktvisch op de kust van *New-Found-*

land geworpen. Zijne lichaamslengte bedroeg 3 en zijn omtrek omstreeks 2 meters. Zijne armen, 10 in getal, waren voorzien van 2000 zuignappen van $2\frac{1}{2}$ c.m. middellijn. De lengte zijner beide langste vangarmen bedroeg niet minder dan 9,38 m. en zij hadden, aan de basis, eene middellijn van 19 c.m.. De acht overige vangarmen waren omstreeks 3,30 m. lang. Zijn staart was eene ware vin van niet minder dan 1 m. lengte. Toen het dier gevangen was, bezaten zijne oogen, die 2 d.m. middellijn hadden, eene vreeselijke uitdrukking. De dieren, die op *New-Foundland* gevangen werden, behoorden allen tot het geslacht *Archoteuthis*.

§ 109.

De *Visschen* zijn evenzeer, over de aarde, verbreid, als het element, waarin zij leven. Onze kennis, aangaande de verbreiding der verschillende geslachten en soorten, is echter nog vrij onvolkomen, zoodat hier slechts eenige hoofdtrekken kunnen worden aangegeven. Sommige zeevisschen, zijn over groote streken verbreid, zoodat enkele soorten, in de zee om *Nieuw-Zeeland* tot aan *Japan* voorkomen en deze groote verbreiding hangt wellicht af van zeestroomen, die zich even ver uitstrekken. De visschen, die in den *Atlantischen Oceaan* voorkomen, onderscheiden zich, in het algemeen, zoowel wat de geslachten, als soorten aangaat, zeer van die van den *Stillen Oceaan*, en daarenboven verschillen nog de soorten, die in de open zee worden aangetroffen, van die, welke, in minder diep water, nabij de kusten, leven. Doch onder de laatste komen er voor, die zeer verbreid zijn: dit is o. a. met eenige soorten van het geslacht der kabeljauwen (*Gadus*) — waartoe behalve de gewone kabeljauw, ook de schelvisch, wijting, kwabaal, enz. behooren — het geval. Van de 853 soorten van visschen, die aan *Europa* eigen zijn, leven 210 in zoet water; de overige zijn zeevisschen. Van deze laatste zijn 60 soorten, die, op bepaalde tijden des jaars, de rivieren opzwellen, om daar hunne kuit te schieten (zie pag. 408). De *Middellandsche zee* bezit zeer vele soorten: namelijk 444, waaronder eenige haaien, die in geene andere zeeën worden aangetroffen. Bovendien vindt men er zwaardvisschen (*Xiphias gladius*), sardellen en zes soorten van makreelen, waaronder de thonijn (*Thynnus vulgaris*). — Ook de sidderrog (*Torpedo ocellata*) wordt in deze zee gevonden, welke visch het vermogen bezit, om electricische schokken te geven. — De visschen der *Zwarte- en Middellandsche Zee*, zijn, in het algemeen, vrij verschillend: beide zeeën hebben slechts 27 soorten met elkander gemeen. De visschen, die in de *Kaspische Zee* voorkomen, onderscheiden zich geheel, van die der andere zeeën. Ook bezitten eenige

grootte meren, eigenaardige visschsoorten, zooals het *Baikal-meer*, in *Azië*.

Van de visschen, die in zoet water leven, zijn eenige geslachten, die zeer verbreid zijn: de zalm (*Salmo Salar*) wordt, behalve in *Europa*, ook aan de oostkusten van *Noord-Amerika* en in *Azië* aangetroffen. Hij komt ook voor in de *Oostzee*, de *Zwarte* en *Kaspische Zee*, doch wordt in de *Middellandsche Zee* niet gevonden. Ook in enkele zoetwatermeren, h. v. in het *Wetter-meer* in *Zweden* (zie pag. 408), wordt hij gevonden. — De snoek (*Esox lucius*) komt in de rivieren van bijna geheel *Europa* en noordelijk *Azië*, en in de meren van *Noord-Amerika* voor. — De meerval (*Silurus glanis*), eertijds een bewoner van het *Haarlemmermeer*, leeft in de zoete wateren van *Rusland*, maar komt niet in den *Rijn* en de *Maas* voor. — Andere soorten integendeel zijn zeer beperkt: de beemaal (*Gymnotus electricus*), die, even als de bovengenoemde sidderrog der *Middellandsche Zee*, electricische slagen kan geven, leeft in zoetwater-kreken in *Zuid-Amerika*; de beefvisch (*Malapterurus electricus*), in den *Nijt* en enkele andere rivieren van *Afrika*. Eene soort van steur, de *Spatularia folium*, komt uitsluitend in den *Mississippi* voor, terwijl enkele met zoet water gevulde kraters, in *Zuid-Amerika*, hunne eigene vischsoorten bezitten.

De *Kruipende dieren* zijn over een groot gedeelte der aarde verbreid, doch het aantal, zoowel der soorten als der individuen, vermindert zeer op hooge noordelijke en zuidelijke breedten. In *Europa* bij voorbeeld, komen, beroorden den 60^{ten} breedtegraad, geene kruipende dieren meer voor; ook in *Amerika* worden zij niet verder dan den 67^{ten} graad noorderbreedte gevonden. In de tropenlanden daarentegen, vindt men de klasse der kruipende dieren het meest vertegenwoordigd. Daar treft men, niet alleen het grootste aantal van soorten, maar ook van individuen aan en daaronder eenige, die eene reusachtige grootte hebben, zooals de Nijl-krokodil, de Kaaiman, sommige zee-schildpadden, de Boa en de Python. Even als bij de andere diërklassen, vindt men ook, onder de kruipende dieren, soorten die zeer verbreid, andere die zeer beperkt zijn: de *Proteus anguineus* bij voorbeeld, is, tot nu toe, alleen in eenige onderaardsche holen van *Illyrië* gevonden (pag. 417), terwijl de kikvorschen bijna in alle deelen der aarde voorkomen, zoodat deze wel het meest verbreid zijn. Eenige soorten daarvan hebben weder een vrij beperkt verblijf; zooals de pipa, waarvan eene soort in *Zuid-Amerika* (*Brazilië*, *Suriname*) en eene andere soort aan de *Kaap de Goede Hoop* voorkomt.

Onder de *Stangen*, is de ook hier te land voorkomende ringslang (*Coluber natrix*) en de adder (*Vibera berus*) zeer ver verbreid. De eerste wordt zelfs in het zuidelijk gedeelte van *Zweden* en *Noorwegen* gevonden.

De adder bewoont geheel *Midden-Europa* en het gematigd gedeelte van *Azië*, tot aan het *Baikal-meer* en het *Altai-gebergte*; ook *Engeland* en *Zweden*; maar hij gaat niet verder westwaarts, dan tot aan de *Seine* en ook niet over de *Alpen*. Eene andere addersoort leeft van de *Seine* tot aan de *Pyreneën*, in *Zwitserland*, *Italië* en op *Sicilië*. — In *Amerika* vindt men geene slangen, benoorden den 55^{sten} graad noorderbreedte, doch geheel *Midden-Amerika* en de *Oost-Indische eilanden* leveren een groot aantal van soorten op. — *Java* bezit meer dan 50 soorten van slangen, zoodat hier betrekkelijk meer soorten voorkomen, dan in eenig ander gedeelte der wereld. In het algemeen zijn de slangen het talrijkst en komen de meeste soorten voor in de heete gewesten en aldaar worden ook, in verhouding, de meeste giftige gevonden. De bekende ratelslang (*Crotalus horridus*) komt alleen in *Amerika* voor; de eveneens giftige brilslang (*Naja tripudians*), die door de Indische tovenaars tot dansen wordt afgericht, is, zoowel in *Afrika* als in *Malabar* en op *Sumatra* te huis; eene andere verwante soort komt in *Egypte* voor. — Van niet giftige slangen vindt men onder de Boa's en Pythons de grootste soorten; de eerste leven in *Amerika*; de tweede zijn de grootste van het oostelijk halfrond: eene soort, die somtijds meer dan 6 meters lang wordt, is van de westkust van *Afrika* af, over geheel het heete gedeelte van *Azië*, tot *Java* en *China*, verbreid.

Onder de *Hagedisachtige dieren* is de ook hier te lande voorkomende gewone hagedis (*Lacerta agilis*), over geheel *Europa* verbreid. De grotere soorten zijn meer uitsluitend aan de heete gewesten eigen. De krokodillen, die steeds in de nabijheid van rivieren en vooral aan de monden daarvan hun verblijf houden, zijn ten naastenbij tusschen den 32^{sten} graad noorder- en zuiderbreedte bepaald; buiten die grens zijn zij zeldzaam. De Alligator of Kaaiman is aan *Amerika* eigen. De Gavial leeft in den *Ganges* en andere stroomen van *Zuid-Indië* (zie pag. 421). De Nijl-krokodil wordt thans niet meer in de Delta van den *Nijl*, maar hooger in de rivier, in *Abyssinië*, gevonden, benevens in de groote meren van *Midden-Afrika* en in den *Congo*. Buiten deze, heeft men nog andere soorten in *Sierra-Leone* en op *Madagascar* aangetroffen.

De *Schildpadden* zijn, in het algemeen, in de warme streken te huis. De landschildpadden komen, zoo ver tot heden de waarnemingen leeren, in het noordelijk halfrond, niet verder dan tot den 50^{sten} breedtegraad voor, terwijl zij, in *Zuid-Amerika*, slechts tot den 40^{sten} graad breedte worden aangetroffen. *Afrika* is vooral rijk aan landschildpadden: zij komen aldaar menigvuldiger voor, dan elders op aarde. — De zoetwaterschildpadden zijn vrij ver verbreid en worden ook in *Europa* in

rivieren en beken gevonden: de *Testudo europaea* komt niet alleen zeer menigvuldig voor in *Zuid-Europa*, maar wordt ook bij *Weenen*, in *Hongarije* en *Oost-Pruissen* gevonden. — De zeeschildpadden leven in de zeeën der heete en gematigde gewesten, tot den 50^{sten} breedtegraad; deze zijn vooral menigvuldig aan de oostkust van *Midden-Amerika*. Vele soorten bezoeken de kusten, op gezette tijden, om hare eieren te leggen (pag. 408). De monden van de *Amazonen* en *Orinoco* en de stranden van *Java* en *Ascension* wemelen soms van zeeschildpadden, die dan in menigte gevangen en gedood worden. — Eindelijk verdient hier nog te worden opgemerkt, dat de Oude en Nieuwe Wereld geene enkele soort van kruipende dieren met elkander gemeen hebben en zelfs komen slechts een paar soorten zoowel in *Noord-* als in *Zuid-Amerika* voor. — In *Australië* worden zij zeer weinig gevonden: want, zoo ver, tot nu toe, onze kennis reikt, zijn, met uitzondering der *Marianen*, geene padden, kikvorschen of slangen, op een der eilanden van den *Grooten Oceaan* gevonden.

§ 110.

De *Vogels* zijn over de geheele aarde verbreid, zij reiken waarschijnlijk van pool tot pool: althans de zeevarenden, die het verst naar de polen zijn doorgedrongen, hebben schier overal vogels ontmoet. Doch even als in het geheele planten- en dierenrijk vindt men den grootsten rijkdom en de grootste verscheidenheid van vogelsoorten in den warmen aardgordel, vooral op de eilanden van den *Indischen Archipel* en in *Brazilië*. Op vele eilanden komen vogelsoorten voor, die elders niet worden aangetroffen: zoo zijn, tot heden, 392 soorten van vogels op *Borneo* gevonden, waarvan 58 uitsluitend op dit eiland voorkomen, terwijl de overige ook daarbuiten worden aangetroffen. Onstreeks 250 dezer soorten zijn gemeen aan *Borneo*, *Java* en *Sumatra*. De grenzen, binnen welke de verschillende soorten en geslachten van vogels bepaald zijn, zijn, voor het noordelijk halfmond, beter bekend, dan voor het zuidelijk. Dewijl de meeste soorten op het land leven en de grootste samenhangende landmassa's niet zeer ver in het Zuiden reiken, is de kustlijn de natuurlijke grens van de woonplaats van vele soorten. Op het vaste land zijn de grenzen niet scherp bepaald, daar vele vogels zich zoo gemakkelijk kunnen verplaatsen. Nog onzekerder wordt die grens door de zwervende levenswijze van vele soorten (zie pag. 404).

De *Zwemvogels* zijn vooral in de poolstreken zeer talrijk en hun aantal vermindert, naar de gematigde en warme gewesten. Volgens den

Heer KOOLEMANS BEYNEN was het, op den tocht der »*Pandora*,» moeielijk zich een juist denkbeeld van het verbazend aantal zwemvogels, in de poolgewesten, te maken. Enkele keeren zaten zij, bij duizenden, op het water, en vlogen eerst, allen te gelijk, op, wanneer het schip hen, tot op een afstand van 60 meters genaderd was. Om zich, uit het water, op te heffen, moesten zij dit met hunne vleugels slaan, hetgeen, door zoovele vogels te gelijk verricht, een gedruisch veroorzaakte, dat, tot op grooten afstand, kon gehoord worden en, door de echo der steile bergwanden, nog lang werd herhaald. — De noordelijke poolstreken van de Oude en Nieuwe Wereld hebben daarenboven vele soorten met elkander gemeen, doch, naarmate men tot den evenaar nadert, wordt niet slechts het verschil der soorten grooter, maar zelfs der geslachten. Dit geldt niet alleen van de zwemvogels, maar van alle andere orden. — Het geslacht der eenden is zeer talrijk in soorten; de meeste zijn echter bewoners van het Noorden. Vele soorten zijn ook, of in de gematigde gewesten te huis, of zij bezoeken die min of meer geregeld. De Eidergans (*Fulix mollissima*), die het voortreffelijkste dons oplevert, komt langs de westkusten van *Noorwegen*, vooral op de *Lofoten*, in *Groenland*, het oostelijk gedeelte van *Labrador*, op *IJsland* en *Nowaja-Zemlja* voor; de nesten, die van binnen met het dons bekleed zijn, worden op ontoegankelijke rotsen gevonden, en op sommige plaatsen in zoo groote menigte, dat de grond letterlijk daarmede bedekt is; het opzoeken daarvan is met veel moeite en groot levensgevaar verbonden.

De wilde eend (*Anas Boschas*), waarvan de meeste rassen van onze tamme eenden afstammen, wordt, niet slechts in *Europa*, maar ook, in *Amerika*, aangetroffen. — De pelikaan of kropgans (*Pelecanus onocrotalus* en *P. crispus*) komt in zuidoostelijk *Europa*, vooral langs den *Donau* en in de nabijheid der *Zwarte* en *Kaspische Zee* voor. — De pinguïn of vetgans (*Aptenodytes patagonica*) wordt alleen in de zeeën van het zuidelijk halfrond gevonden. — De wilde zwaan (*Cygnus musicus*) leeft in *Duitschland* en in het Oosten van *Europa*. In *Nieuw-Holland* leeft eene zwarte soort van zwaan. — De Jan van Gent (*Sula bassana*), bewoont de noordelijke streken van beide halfronden; vooral komt hij op de *Hebriden* en in *Noorwegen* voor. Zeer talrijk zijn deze vogels op de *Bass-rotsen*, aan den ingang der *Golf van Forth*, in *Schotland*. In Mei en Juni bedekken hunne eieren den grond zoodanig, dat men nauwelijks kan gaan, zonder ze te vertreden.

De fregatvogels (*Tachypetes aquilus*), zijn uitmuntende vliegers en verwijderen zich zeer ver van de kusten. Zij komen voornamelijk tusschen de keerkringen voor. — De stormvogels (*Procellaria*), die aldus ge-

noemd worden omdat zij, bij storm, somtijds hun toevlucht op de schepen nemen, verwijderen zich, nog verder dan de voorgaande, van het vaste land; *P. pelagica* en *P. glacialis* houden zich bijzonder in den noorderlijken *Atlantischen Oceaan*, tusschen *Amerika* en *Europa* op; van daar komen zij op de *Noord-* en somtijds zelfs op de *Oostzee*. *P. capensis* komt in de nabijheid der *Kaap de Goede Hoop* voor. Men geeft hun wel eens den bijnaam van St. Peters-vogel of petertje, dewijl zij, door hunne platte pooten, die van zwemvliezen voorzien zijn, het vermogen bezitten, op het water te loopen, waarbij zij hunne vleugels wijd uitgebreid houden. — De zeezwaluwen komen in de gematigde streken der beide halfronden en in de keerkringslanden voor.

De vogels, die tot de orde der *Steltloopers* behooren, leven meerendeels in moerassige streken of in de nabijheid van rivieren. Sommigen, b.v., de ooievaars, kunnen zeer goed vliegen; bij andere integendeel zijn de pooten geheel, ten koste der vleugels, ontwikkeld; deze vliegen dus niet of slecht. Een der meest verbreide soorten van deze orde is de ook hier te lande menigvuldig voorkomende meerkoet (*Fulica atra*); deze wordt in de Oude Wereld, van den 30^{sten} graad zuider- tot den 65^{sten} graad noorder-breedte aangetroffen. In den winter trekken zij echter, van laatst-gemelde breedte, meer zuidwaarts. — Vele soorten van het geslacht der reigers (*Ardea*) zijn zeer verbreid: men vindt hen in moerassige streken van de beide halfronden.

De Struizen, de grootste onder de vogels, hebben eene vrij beperkte verbreiding: de gewone struis (*Struthio camelus*), die reeds aan de Ouden bekend was, wordt voornamelijk in *Afrika* en *Arabië* gevonden. In *Zuid-Afrika* wordt hij, om zijne vederen, aangefokt. — Het geslacht *Rhea*, waarvan twee soorten in de pampa's van *Brazilië* tot *Patagonië*, voorkomen, bewoont uitsluitend de Nieuwe Wereld. — De gewone casuaris (*Casuarus galeatus*) leeft op de *Molluksche eilanden*; onlangs is eene soort van hetzelfde geslacht op *Nieuw-Guinea* gevonden. — De Emoe (*Dromaius Novae Hollandiae*) bewoont *Nieuw-Holland*. — De Kiwi (*Apteryx australis*) komt op *Nieuw-Zeeland* voor.

De *Hoenderachtige Vogels*, waartoe de meeste van onze huisvogels behooren, zijn algemeen over de aarde verbreid, doch zij zijn voornamelijk in de gematigde gewesten menigvuldig. De talrijke soorten van duiven, hebben elk vrij beperkte verblijfplaatsen, maar, in het algemeen, vindt men ze onder alle hemelstreken. — De patrijzen, waartoe ook de bij ons als trekvogel bekende kwartel (pag. 406) behoort, is in de zuidelijke gematigde streken der Oude Wereld algemeen verbreid. — De fazanten behooren in *Azië* te huis; zij worden, in grooten getale, in de wouden van het *Himá-*

laya-gebergte gevonden; bij ons te lande komen zij in half verwilderden toestand voor. — De talrijke variëteiten van onze tamme hoenders zijn vermoedelijk afkomstig van de *Gallus Bankiva*, die in *China*, op de *Sunda-eilanden* en het vaste land van *Indië*, tot de *Himálaya*, in het wild leeft (§ 413). — De kalkoen behoort oorspronkelijk in *Mexico* te huis.

Onder de *Klimvogels* verdienen hier, in de eerste plaats, de papegaaien te worden genoemd, waarvan vele soorten bestaan. Zij komen, zoowel in de Oude als de Nieuwe Wereld voor en, ofschoon de soorten verschillen, worden zij in het zuidelijk halfrond verder van den evenaar gevonden, dan in het noordelijk. In *Noord-Amerika* komen zij tot den 43^{ten} graad breedte voor; zij bewonen geheel *Zuid-Amerika*, tot aan de *Straat van Magelhaen*. *Europa* bezit geene soorten dezer vogels en zelfs komen zij in *Afrika* niet tot aan den kreeftskierkring voor; zuidelijk vormt de *Oranje-rivier* de grens. In *Azië* komen deze dieren alleen in het Zuid-Oosten voor en vormt de *Himálaya* de noordelijke grens. Bijna elke eilandengroep van de *Stille Zuidzee* bezit eigene soorten van deze dieren, tot zelfs de *Macquarie-eilanden*, die op 55° Z.Br., ten zuiden van *Nieuw-Zeeland*, gelegen zijn. — De spechten, die mede tot de orde der klimvogels behooren, zijn wel zeer verspreid, doch de meeste soorten komen in de gematigde en koude streken voor. De zwarte specht (*Picus martius*) en de groene specht (*P. viridis*) bewonen geheel *Europa* en het grootste gedeelte van *Azië*.

De talrijke soorten, die men in de orde der *Zangvogels* heeft vereenigd, omdat onder deze vele zingende vogels worden gevonden, komen in alle deelen der aarde voor; de laatstgemelde zijn echter het menigvuldigst in de gematigde streken. Zij leveren, door hun liefelijk gezang, eenige vergoeding op, voor het gemis van de met schitterender kleurenpracht beedeelde vogels, der tropenlanden.

De ijsvogel (*Alcedo ispida*) en het hopje (*Upupa epops*) bewonen het Zuiden en Midden van *Europa*; in de noordelijke gedeelten van dit werelddeel zijn zij zeldzaam; de laatste is een trekvogel.

De bloemzuigertjes of kolibrietjes zijn aan *Amerika* eigen; zij komen van *Sitka* tot *Kaap Hoorn*, en voornamelijk in de zuidelijke helft van dit werelddeel voor. Zij worden ook in *Californië*, in de *Sierra-Nevada*, gevonden, benevens in *Patagonië*. Sommige soorten dezer diertjes zijn tot één eiland of een enkel dal in de *Andes* beperkt (zie pag. 417).

Het verblijf van de paradijsvogels is zeer beperkt: alle soorten van deze familie leven op *Nieuw-Guinea* en de naburige eilanden. — De raven, kraaien en eksters komen in de geheele Oude Wereld voor en ook in *Amerika* worden zij aangetroffen. PRZEWALSKY, had, op zijne

reis door de *woestijn van Gobi*, veel hinder van de raven: zij openen de zakken met scheepsbesluit en pikten de kameelen in den bult. — Evenzoo is de spreeuw zeer verbreid; in den winter trekt hij echter veelal naar warmere gewesten. — De huismusch bewoont geheel *Europa* en heeft zich, met de uitbreiding van den graanbouw, ook naar *Siberië* begeven, waar zij thans voorkomt (zie pag. 407). — De kanarievogels behooren, zooals de naam aanduidt, op de *Kanarische eilanden* te huis; zij kunnen zelfs op hooge noordelijke breedte leven, zooals te *Ivigût* in *Groenland* en, op de tocht der »*Willem Barents*» in 1878, bleven zij, zelfs op 78° N.Br., midden in de *IJszee*, volkomen gezond. — De pestvogel (*Ampelis garrula*) bewoont de koude streken van *Amerika*, *Siberië* en *Scandinavië*. Hij bezoekt echter, nu en dan, onze streken, vooral in den winter, wanneer de boomen van zijn vaderland door sneeuw bedekt zijn en hij dus geene bessen kan vinden, die hoofdzakelijk zijn voedsel uitmaken (zie pag. 406).

De *Roofvogels*, die uitsluitend van prooi of van aas leven, zijn schier overal over de aarde verbreid, waar zij voedsel kunnen vinden. Dit is vooral met de uilen het geval, die meerendeels, bij nacht of in de schemering, hunne prooi zoeken. — De in soorten zoo talrijke familie der valken is van den eenen tot den anderen poolcirkel verbreid, doch de soorten die tot verschillende onderafdeelingen van deze familie behooren, zijn veel menigvuldiger in de heete, dan in de gematigde of koude gewesten. De gewone valk, die vroeger, en ook thans nog wel, tot de jacht wordt afgericht (*Falco communis*), is bijna overal te huis (zie pag. 415); ook de witstaart of zeearend (*Haliaetus albicilla*), die des winters dikwijls langs onze kusten trekt, is een bewoner van noordelijk *Europa* en *Azië*. — De gieren, die meerendeels van aas leven, komen vooral in de warme gewesten, zoowel van de Oude als de Nieuwe Wereld voor. De baard- of lammergier, (*Gypaëtus barbatus*), die eene lengte van meer dan één meter bereikt en eene vlucht van omstreeks 3 meters heeft, leeft vooral in de hooge gebergten: zooals de *Alpen*, *Pyreneën* en *Karpathen*; in *Sardinië* en *Egypte* wordt hij echter ook aangetroffen. De soorten van het geslacht *Neophron*, die in *Azië*, *Afrika* en in het Zuiden van *Europa* leven, voeden zich bij voorkeur met verrot aas; op de Egyptische monumenten vindt men deze vogels dikwijls afgebeeld; zij werden, waarschijnlijk om het nut, dat zij in het warme *Egypte* hebben, door de bewoners vereerd. Eene andere soort, van het geslacht der gieren, de condor (*Sarcoramphus gryphus*), die bijna 4½ meter vlucht heeft, leeft uitsluitend op en boven de hooge toppen van het *Andes-gebergte* (zie pag. 442).

Wij zagen (pag. 430) dat op sommige plaatsen, voornamelijk op onbewoonde eilanden, of eenzame rotsen, de vogels in verbazende menigte voorkomen. Zij laten daar ook groote hoeveelheden uitwerpselen achter, die, van tijd tot tijd, door den regen, gedeeltelijk worden weggespoeld en uitgeloozd. Liggen echter de verblijfplaatsen van vogels in streken, waar het niet, of zelden, regent, dan wordt de hoeveelheid hunner uitwerpselen, die daar opgestapeld wordt, van jaar tot jaar grooter en ten slotte ontstaan dikke lagen van *guano*. Dit is o. a. het geval in de regenlooze streken aan de westkust van *Peru* (pag. 228), op de *Chinca's-eilanden* en eenige andere, die, in den omtrek daarvan, tusschen 13 en 21° Z. Br., gelegen zijn. De rijkste eilanden liggen in de nabijheid van *Pisco*, waar *guano*-beddingen van 15 tot 20 meters dikte gevonden worden. De *guano* neemt, van boven naar beneden, in dichtheid toe. Onder de vogels die het meest hebben bijgedragen tot de vorming der *guanolagen* zijn: *Larus modestus*, eene zeemeeuw, *Rhynchops nigra*, eene zeezwaluw, *Plotus Anhinga*, een zwemvogel, met zeer langen hals, *Pelecanus thajus*, eene soort van kroggans, *Sula variegata*, een rotspelikaan enz..

In den laatsten tijd zijn verbazende hoeveelheden *guano*, van *Zuid-Amerika* naar *Europa* gevoerd om als meststof te dienen, zoodat de hoeveelheid daarvan aanzienlijk is verminderd, vooral daar de vogels, bij het opbreken der *guano*-beddingen, terstond den omtrek verlaten. De voornaamste *guano*-eilanden zijn: *Islay*, *Margarita*, *Jesus*, benevens, op het vaste land, de *Punta de Hormillas*.

§ 111.

Aangaande de verbreiding der *zoogdieren* over de oppervlakte der aarde is ons veel meer bekend, dan van de overige dieren; dit is deels daaraan toe te schrijven, dat de waarnemingen dienaangaande gemakkelijker zijn en dus in grooter aantal zijn gedaan, deels daaraan, dat vele *zoogdieren* voor den mensch van het grootste gewicht zijn. In de eerste plaats komen hier dieren in aanmerking, die wel niet zoo algemeen bekend, doch, om hun maaksel, hoogst merkwaardig zijn: namelijk de *Monotremen*, waartoe de vogelbekdieren (*Ornithorhynchus paradoxus*) behooren. Deze dieren, die in hunne levenswijze, tot de zwemvogels naderen en, onder de *zoogdieren*, op den laagsten trap van ontwikkeling staan, leven in de rivieren en meren van *Oost- en Zuid-Australië* en van *Diemenland*. Hun getal neemt echter langzamerhand af. — Andere dieren, met de vorige verwant, zijn de *echidna's*, die op egels gelijken. Hiervan bewoont eene soort het zuidelijk gedeelte van *Nieuw-Holland*,

eene andere van *Diemenland*, terwijl onlangs eene derde op *Nieuw-Guinea* gevonden is.

Van de *Luideldieren* komen ongeveer 140 soorten voor, waarvan vijf zesde in *Australië* leven. Slechts ééne familie: de buidelratten, bewonen *Amerika*. De merkwaardigste buideldieren zijn: de buidelwolf (*Thylacinus cynocephalus*), die de grootte van een wolf bereikt en in de bergen op van *Diemenland* gevonden wordt; de buidelmiereneter (*Myrmecobius fasciatus*), die *Zuid-* en *West-Australië* bewoont; vervolgens de wombat (*Phascalomys wombat*): een plomp dier, dat op de knaagdieren gelijkt; verder de kangoeroes, die vroeger, in grooten getale, de grasvlakten van *Nieuw-Holland* bewoonden, doch wier aantal, sinds de Europeanen daar de veeteelt hebben ingevoerd, zeer is verminderd (vergelijk pag. 403). Op *Nieuw-Guinea*, waar slechts weinig zoogdieren gevonden worden, komt eene soort van kangoeroe voor, die op boomen leeft (*Dendrolagus inustus*),

De *Tandeloze zoogdieren* behooren uitsluitend in de warme gewesten der aarde te huis: *Europa* bezit geen enkel dier van deze orde. De geschubde miereneters komen voornamelijk in *Oost-Indië*, in *Guinea* en in het Zuiden van *Afrika* voor. Het dusgenoemde aardvarken (*Orycteropus capensis*) wordt aan de *Kaap de Goede Hoop* gevonden. — De behaarde miereneters behooren in *Zuid-Amerika* te huis, even als de meeste andere dieren van deze orde: zooals de luiaards (pag. 402) en gordeldieren.

De verschillende geslachten en soorten der *Knaagdieren* zijn over de geheele aarde verspreid, even als de planten, waarvan zij leven. De uitgestrektheid van het verblijf der onderscheiden soorten is echter zeer verschillend. *Zuid Amerika* bezit vele eigene soorten. De bevers leven aan vele rivieren in *Europa* en *Azië* eenzaam, doch in *Noord-Amerika* in troepen. Hun getal neemt voortdurend af. — De hazen zijn bijna over geheel *Europa* verspreid even als de konijnen; eene soort, die 's winters wit is, leeft in de poolstreken van *Amerika* en op de gebergten in het hooge Noorden van *Europa*. — De springmuizen worden in zuidelijk *Rusland*, den omtrek der *Kaspische Zee*, *Arabië*, *Egypte* en *Abyssinië* gevonden. Ook aan de *Kaap de Goede Hoop* en in *Noord-Amerika* worden zij aangetroffen. — De prairiehonden (*Cynomys*) wonen, op de hooge vlakten der *Rocky-mountains*, met ratelslangen en katuilen. — Hazen en konijnen worden in de gematigde streken der Oude en Nieuwe wereld gevonden. — De echte marmot (*Arctomys marmota*) leeft op de hooge gebergten van *Europa* en *Azië*, tot aan de sneeuwgrens; andere soorten komen in *Noord-Amerika* voor. De gewone eekhoorns (*Sciurus vulgars*) leven in het grootste gedeelte van *Europa* en *Azië*, zelfs zoo ver

noordwaarts als pijnboomen groeien. *Amerika* bezit eigene soorten. De vliegende eekhoorns (*Pteromys*) worden in *Indië* gevonden. — De stekelvarkens (*Hystrix*) komen in *Zuid-Europa*, *Afrika*, *Indië* en *China* voor.

De *Insectenetende zoogdieren* zijn over de geheele Oude Wereld en in *Noord-Amerika* verbreid. De spitsmuizen, waaronder de kleinste zoogdieren voorkomen, zijn, behalve in *Australië* en een deel van *Zuid-Amerika*, over de geheele aarde verspreid. De gewone spitsmuis leeft in *Europa* en het Noorden van *Azië*. — De egel was reeds aan de Ouden bekend; hij is, in geheel *Europa*, behalve in het hooge Noorden, zeer gemeen. In *Azië* en *Afrika* komen andere soorten voor. — De vliegende maki (*Galeopithecus*) komt op *Malacca*, *Sumatra* en *Borneo* voor; eene andere soort wordt op de *Philippijnsche eilanden* gevonden. — De gewone mol wordt in de geheele palaearetische provincie gevonden. De goudmollen komen in *Zuid-Afrika* voor.

De orde der *Vleugelhandigen* of *Vledermuizen*, is zeer rijk in soorten; de meeste zijn in de warme gewesten der aarde te huis, hoewel ze tot de poolcirkels worden aangetroffen. De grenzen, binnen welke de verschillende soorten worden gevonden, zijn minder bekend dan voor de meeste andere zoogdieren. Sommige komen op de eilanden der *Zuidzee* voor en zijn daar de eenige zoogdieren. Van de insectenetende komen acht soorten, die allen tot het geslacht *Vespertilio* behooren, hier te lande voor. — De vruchtenetende vledermuizen of vliegende honden worden in de warme gewesten van *Afrika*, *Azië* en *Australië* gevonden; noch in *Amerika*, noch in *Europa* komen ze voor.

De *Walvischachtige dieren* worden in alle zeeën aangetroffen, doch de verschillende soorten en geslachten zijn niet alle evenzeer verbreid. De meeste onderzoekingen omtrent hunne verbreiding, zijn door het Nationaal Observatorium der *Vereenigde Staten van Noord-Amerika*, uitgegeven en, op kaarten, voorgesteld. Zij hebben voornamelijk op den gewonen walvisch (*Balaena mysticetus*) en den kachelot of potvisch betrekking en verspreiden daarover veel licht. Uit die kaarten blijkt, dat de eerste thans voornamelijk in het noordelijk gedeelte de *Davis-sstraat*, *Baffins-* en *Hudsons-baaien* en de *IJszee* voorkomt. Benoorden den 40sten graad breedte nemen zij, in de noordelijke deelen van den *Grooten Oceaan*, zeer in menigte toe, zoodat zij, rondom de *Aleuten*, in de zee van *Kamtschatka* en verder noordwaarts vrij talrijk zijn. — In het zuidelijk half-rond wordt, bezuiden den 30sten graad breedte, eene verwante soort (*Balaena australis*) gevonden en wel voornamelijk rondom *Nieuw-Holland*, *Nieuw-Zeeland* en het zuidelijk gedeelte van *Zuid-Amerika*. In de *Indische Zee*, rondom de *Sunda eilanden*, in de *Chineesche Zee* en, in het algemeen, in

de gedeelten des *Oceans*, nabij den evenaar, komen zij niet voor, tenzij ze zijn afgedwaald. — De kachelot (*Physeter macrocephalus*) komt, in het algemeen, meer in de zeeën der warme en gematigde gewesten voor; het meest echter, ten zuiden van den evenaar, in den *Grooten Oceaan*, tusschen *Amerika* en *Nieuw-Guinea*, zonder echter tot aan het laatstgemelde eiland te reiken. De walvisschen zijn door de voortdurende jacht, die daarop gemaakt wordt, in den noordelijken *Atlantischen Oceaan* en langs de kusten van *Groenland* en die van *Noordelijk Europa*, zeer verminderd, ja zelfs bijna uitgeroeid. — De dolphijnen komen in alle zeeën voor. De zeekoe of lamantijn (*Manatus australis*) wordt aan de monden der rivieren van *Zuid-Amerika* gevonden; eene soort van dit geslacht wordt ook langs de kusten van *Guinea* en in den *Niger* aangetroffen. De bruinvisch (*Delphinus phocaena*) bewoont de *Noord- en Oostzee* en wordt noordelijk tot de kusten van *Groenland* aangetroffen. Ook in de *Middellandsche* en *Zwarte Zee* wordt hij gevonden.

Onder de *Dikhhuidige dieren* komen vooreerst de olifant en de neushoorn in aanmerking. Deze zijn beiden bewoners van de warme gewesten der Oude Wereld en soortelijk onderscheiden in verschillende gedeelten daarvan. De Afrikaansche olifant komt van den 20sten graad noordebreedte tot aan de *Kaap de Goede Hoop* voor. De Indische soort wordt ten oosten van den *Indus* aangetroffen, bezuiden den 25sten en 30sten graad noorderbreedte, benevens op *Sumatra*, *Borneo* en *Ceylon*. — Van de neushoorns worden verschillende soorten onderscheiden: de Indische komt op het vaste land van *Indië* voor; verder de Sumatraansche, met twee hoornen, en de Javaansche, terwijl, in de binnenlanden van *Afrika*, drie soorten worden gevonden, die van twee hoornen voorzien zijn. — Het Nijlpaard komt in *Afrika* in dezelfde streken voor als de olifant en de neushoorn; voornamelijk in *Abyssinië* waar het in de rivieren leeft. Dit dier werd vroeger ook lager in den *Nijl* aangetroffen. Ook in de rivieren en meren van *Midden- en Zuid-Afrika* wordt het gevonden. — De tapir leeft in *Zuid-Amerika*, behalve in de zuidelijkste deelen en houdt zich in bosschen en op vochtige plaatsen, aan de oevers der rivieren op. Onlangs zijn nog andere soorten in de *Andes* van *Nieuw-Granada* en *Ecuador* aangetroffen. Op *Sumatra* en *Maiacca* komt mede eene soort voor, die echter van de vorige verschilt. — Het wilde zwijn leeft in de bosschen van *Midden-Europa* en *West-Azië*, doch op het *Spaansche Schiereiland* en in *Italië* wordt het niet gevonden; langs de noordelijke kusten van *Afrika* komt het echter voor. Kleinere soorten van varkens (*pecaries*) komen in de neotropische provincie voor.

Het paard behoort in de Oude Wereld te huis en leeft oorspron-

kelijk in een der ruwste en meest onherbergzame oorden der wereld: nl. in de steppen van *Midden-Azië* (pag. 95) en draagt aldaar den naam van *Tarpan*; het is niet altijd goed te onderscheiden van den verwilderden *Musin*. Het weidt aldaar gezellig, onder een waakzamen aanvoerder. Gedurende den vreeselijken steppenwinter, verwijderd het de sneeuw met zijne hoeven en voedt zich met de zich daaronder bevindende grassen. Het heeft rijke, golvende manen en een grooten staart. Als de winterkoude begint, groeit zijn haar, over de geheele oppervlakte van het lichaam, tot een pels. — De ezel leeft wild, onder den naam van *Djiggtai*, *Koelan*, of *Kiang*, in *Tartarije* en *Mongolië* en trekt des winters, in groote troepen, naar zuidelijker streken (pag. 403). In *Zuid-Afrika* vindt men verschillende soorten van zebra's en quagga's, die alle tot het geslacht der paarden behooren.

Tot de *herkauwende dieren* behoort de tweebultige kameel, die, in de woestijnen van *Midden-Azië*, in het wild wordt aangetroffen, even als de dromedaris. — De guanaco's, die aan de kameelen verwant, doch kleiner zijn, bewonen, in groote kudden, de hooge vlakten van *Patagonië* en het *Vuurland*, terwijl de vicuna's de *Andes* van *Peru* en *Chili* bewonen. — De giraffe wordt in *Abyssinië* en *Oost-Afrika* gevonden. — De herten worden, onder alle luchtstreken, zoowel der Oude als der Nieuwe wereld, aangetroffen. Het verst naar het noorden komt het rendier voor. Het bewoont het geheele Noorden van *Europa*, *Azië* en *Amerika*, zoover als de mossen groeien, waarvan het zich voedt. In *Lapland* is het een ware schat voor de bewoners. — De eland wordt insgelijks vrij ver noordwaarts, zoowel in *Europa*, als in *Amerika* aangetroffen, doch tevens zuidelijker dan het rendier. De overige hertensoorten zijn alle over de boschrijke streken verspreid en *Afrika* en *China* herbergen vele, eerst voor korten tijd bekend geworden, soorten. Het muskusdier (pag. 419), dat de bekende muskus oplevert, bewoont de hooge vlakten van *Midden-Azië*. — Het in soorten zoo talrijk geslacht der Antilopen is mede zeer verbreid: de gemzen komen, op de hooge toppen der *Alpen* en *Pyreneën* voor, en dalen zelden tot de vlakten af (pag. 443). Door de menigvuldige jacht, op deze dieren, zijn zij, op vele plaatsen der *Alpen*, nagenoeg uitgeroeid. In zuidelijk *Afrika* komen de meeste soorten van antilopen voor, zooals de gnoe (*Antilope Gnu*), het hartebeest (*A. bubalis*), de springbok (*A. euchore*, pag. 403), enz., maar ook in *Noord-Amerika*, *Bengalen* en in vele andere streken worden zij gevonden. — De bokken leven voornamelijk op de bergen der Oude Wereld; de steenbok in *Tyrol*, *Savoye* en in *Azië*. — De schapen behooren insgelijks in de bergachtige streken, zoowel der Oude als der Nieuwe Wereld te huis. Twee soorten van

wilde schapen worden als stamouders van het tamme beschouwd: nl. de argali, die de gebergten van *Midden-Azië* bewoont, en de moeflon, welke in *Zuid-Europa* en op de eilanden der *Middellandsche Zee* voorkomt. — Het rundergeslacht is evenzeer over de aarde verbreid, als de grassen, waarvan het zich voedt. Vele soorten en verscheidenheden zijn echter door den mensch over een groot gedeelte der aarde verspreid. De aueros komt nog in de bosschen van *Lithauen* voor; in *Indië* worden verschillende soorten van wilde runderen gevonden: de Yack (*Bos grunniens*), die in *Voor-Indië* leeft, gaat tot zeer hoog in het gebergte. De bison (*Bos-americanus*) kwam vroeger van het *Groote Slavenmeer* tot *Mexico* en van *Oregon* tot *Pennsylvanië*, in *Virginië* en de beide *Carolina's* voor. Omstreeks 1825 werd dit dier, door de toenemende bevolking, ten westen van den *Mississippi* gedreven en thans komt het alleen voor in twee beperkte streken, ten westen van het *Rotsgebergte*, en, van elkander gescheiden, door eene aanmerkelijke tusschenruimte, langs de *Pacificspoorweg*, zoodat alle kans bestaat, dat dit dier weldra van de aarde zal verdwenen zijn. — De muskusos (*Ovibos moschatus*) leeft in de landen rondom de *Hudsons-baai*, en komt zelfs op het schiereiland *Melville* voor, waarheen hij jaarlijks, over het ijs trekt (pag. 410).

De *Roofdieren* zijn over de geheele aarde verspreid: men vindt ze tot zoo dicht bij de polen, als nog voedsel voor hen te vinden is. De walrus (*Trichechus rosmarus*) leeft, in groote troepen, aan de kusten van *Groenland* en, aan den rand der groote ijsvelden, der *Noordpool-zeeën*. In de laatste jaren is hun aantal echter zeer verminderd, ten gevolge van de voortdurende jacht, die op deze dieren gemaakt is. — De Engelsche regeering heeft daarom voorgesteld den jachttijd te beperken. De zeehonden zijn veel meer verbreid; zij komen bijna langs alle zeekusten voor, doch vooral in de *Poolzeeën* zijn zij talrijk. Soms tijds zwemmen zij zelfs de rivieren op. Ook in sommige binnenmeren, zooals het *Ladoga*-, het *Baikal* en *Oron-meer* komen zeehonden voor, waaruit men afleidt dat deze vroeger met den oceaan in verband stonden. — De zeeleeuwen, zeeolifanten en andere vreemde vormen, komen op het zuidelijk halfrond voor. — De wolf werd vroeger door geheel *Europa* aangetroffen. In *Engeland* en in eenige andere dicht bevolkte deelen van *Europa*, waar de bosschen voor bouwlanden hebben plaats gemaakt, is hij thans echter uitgeroeid. In *Midden-Azië* en in het Noorden van *Afrika* wordt hij nog menigvuldig aangetroffen. Vossen komen in alle streken, van het oostelijk en westelijk halfrond voor; zij worden, zoowel in de warme, als de koudere deelen der aarde, aangetroffen. — De verschillende soorten van hyena's zijn aan de warme streken van het oostelijk halfrond eigen.

Zij komen in het grootste gedeelte van *Afrika*, het Zuidwesten van *Azië* en, zeer talrijk, in *Abyssinië* voor. In *Zuid-Afrika*, wordt een daaraan verwante vorm, de aardwolf (*Proteles Lalandii*), aangetroffen. — Het kattengeslacht (waartoe de leeuw, de zeer verschillende soorten van tijgers, enz., behooren) is zeer verspreid doch, op hooge noordelijke breedten worden zij niet aangetroffen: evenmin op het hoogste gedeelte der *Cordilleras* van *Zuid-Amerika*, de *Antillen*, *Madagascar*, *Australië*, *Nieuw-Guinea* en *Japan*. De verschillende soorten komen echter, in onderscheidene streken voor, of meerdere soorten bewonen eene zelfde streek: de leeuw leeft bijna door geheel *Afrika*, uitgezonderd alleen in het noordoostelijk gedeelte; ook wordt hij gevonden in een gedeelte van *Azië*: namelijk in *Perzië* en tot aan de boorden van den *Indus*. — De tijgers zijn, zoowel over de warme, als de gematigde streken der aarde, verbreid. De verschillend gevlekte en gestreepte soorten bewonen echter zeer onderscheidene streken. De koningstijger bewoont de wouden van *Bengalen*, *Achter-Indië*, *Sumatra* en *Java* en is, om zijne roofzucht, bekend. In *Midden-Azië* komt de tijger des zomers tot de vrij noordelijke breedte van 53 graden voor (pag. 413). *Amerika* bezit verschillende eigene soorten van tijgers: of puma is over een groot gedeelte, zoowel van het Noorden, als het Zuiden van dit werelddeel verbreid. — De gewone otter leeft in het grootste gedeelte van *Europa*, langs de oevers der rivieren en de noordelijke helft van *Azië* tot *Japan*; andere soorten van dit geslacht komen in *Oost-Indië* en *Afrika* voor; in *Noord-Amerika* is eene soort, die langs de zee-kusten voorkomt, voornamelijk in het Noordwesten; hierop wordt veel jacht gemaakt, om de kostbare pelterij, die zij opleveren. De verschillende soorten van marters en wezels, komen, vooral in de gematigde en koude streken, voor; van sommigen is de huid zeer geschat, zooals van de hermelijnwezel, die in *Lapland*, *Siberië* en *Canada* vooral voorkomt, en des winters eene witte vacht heeft. — De zooltredende roofdieren zijn vrij ver verspreid, zelfs in de koude gewesten. In *Australië*, *Afrika* en *Zuid-Amerika* komen zij echter niet voor. Daartoe behooren, als de meest bekende soorten: de veelvraat, de das en de beer. De eerste bewoont het Noorden van *Europa* en *Azië* en valt rendieren en andere groote zoogdieren aan, door hen, van eenen boom af, te bespringen. — De das bewoont dezelfde streken als de veelvraat, doch komt veel verder zuidwaarts, ook hier te lande, voor. — De beren zijn het meest verbreid: de bruine beer bewoonde vroeger geheel *Europa*, thans is hij echter tot *Zweden*, *Noorwegen*, *Polen*, *Rusland*, *Finland*, enkele deelen der *Alpen*, en het westelijk gedeelte van *Azië* beperkt. — Eene zwarte soort leeft in *Noord-Amerika*; eene andere komt in *Bengalen* voor. — De ijsbeer is uitsluitend aan de poolstre-

ken eigen; hij vertoeft meer in de zee en op het ijs dan op het land.

De vierhandige zoogdieren, waarvan de apen het grootste gedeelte uitmaken, zijn uitsluitend tot de warme deelen der aardoppervlakte bepaald. Zij komen in bijna geheel *Afrika* (met uitzondering van *Beneden-Egypte*), de zuidelijke helft van *Arabië*, de beide groote schiereilanden van het Zuiden van *Azië*, de eilanden van den *Oost-Indischen Archipel* en op *Nippon* voor. In de Nieuwe Wereld worden zij, van den 38^{sten} graad zuider-, tot den 15^{den} graad noorder-breedte gevonden. In *Nieuw-Holland* en *Nieuw-Guinea* komen zij niet voor, en in *Europa* slechts op één enkel punt: namelijk in het zuiden van *Spanje*, aan de westzijde der rots van *Gibraltar* (pag. 418). De Amerikaansche soorten zijn alle van die der Oude Wereld onderscheiden en zijn in het bezit van een langen grijpstaart; zij worden daarom slinger-apen genoemd. — Op *Madagascar* komen geene eigenlijke apen voor; de dieren, die hen aldaar vervangen, behooren alle tot de familie der lemurs. Sommige soorten van apen hebben een zeer beperkt verblijf; de mandril komt aan de *Goudkust* in *Afrika* voor; de langarmige apen, of gibbons, alleen op de *Sunda-eilanden* en de *Molukken*. Van de apen, die het meest tot den mensch naderen, behoort de orang-oetan op *Borneo* en noordelijk *Sumatra* te huis; de chimpanzee leeft op de westkust van *Afrika*, van 12° N. tot 12° ZBr.; andere soorten werden, door LIVINGSTONE, ten westen van het meer *Tanganjika* en door SCHWEINFURTH, aan de westelijke waterscheiding van den *Nijl* gevonden; de grootste menschvormige aap, de gorilla, bewoont westelijk *Afrika*, in de nabijheid van den evenaar.

§ 112.

Tot dusverre hebben wij ons voornamelijk met de horizontale verbreiding der dieren, over de oppervlakte der aarde, bezig gehouden. Thans zullen wij de *verspreiding in eene loodrechte richting* beschouwen, zoowel voor de land- als voor de zeedieren; want: wat voor de eersten, de hoogte is, dat is, voor de tweeden, de diepte.

Alle bergen, die zich tot eene zekere *hoogte* verheffen, bezitten eigenaardige dieren, die, in de omringende vlakten, niet gevonden worden, hoewel hierbij niet zoo duidelijk verschillende gordels kunnen onderscheiden worden, als wij (§ 104) voor de planten hebben leeren kennen.

In de rivieren, die, tusschen de keerkringen, op de *Andes*, ontspringen, komt de kaaiman (pag. 428) tot eene hoogte van omstreeks 1000 meters voor. — Volgens VON TSGHUDI kan de huiskat niet meer blijven

leven op hoogten van meer dan 3700 meters; zij sterft, reeds weinige dagen, nadat zij aldaar is overgebracht. In de stad *Cerra-di-Pasco*, in de *Andes* van *Peru*, op 4300 meters hoogte gelegen, heeft men vergeefs beproefd dit dier in het leven te houden. — De vicuna's en guanaco's (pag. 438) leven, in groote troepen, op de met gras bedekte hooge vlakten van dit gebergte, die zich van 3700 tot 4800 meters, d. i. tot nabij de sneeuwgrens (pag. 185), uitstrekken; op dezelfde hoogten weiden ook de getemde lama's en alpaca's. — In *Ecuador* en *Nieuw-Granada* leven verschillende tapir-soorten op dezelfde hoogte. — Ook sommige kolibrie's verheffen zich tot nabij de sneeuwgrens. — De *Andes-beer* (*Ursus ornatus*) zoekt zijne prooi tot op hoogten van 4800 meters. — Vlinders en andere insecten zag VON HUMBOLDT, bij het beklimmen van den *Chimborasso* (pag. 64), zelfs tot hoogten van 6000 meters. — De condor (*Sarcorhamphus Gryphus*) verheft zich, boven de *Andes*, tot op hoogten van 6500 meters.

Op de *Piek van Korintji* (pag. 385) vonden de leden der *Sumatra-expeditie*: spinnen tot 8000 meters; het hoogst komen jachtspinnen voor. Tot op den top werd eene bruine duif (*poenei*) aangetroffen, benevens wespen, bijen, groote vliegen, enkele vlinders en kleine, zwarte kevers, onder de steenen. Bloedzuigers komen niet hooger dan 1800 meters voor. Van de grootere dieren, vond men sporen van olifanten tot 1500 en van neushoorns tot 2600 meters, terwijl die van boschschapen tot den top (omstreeks 3600 meters) werden aangetroffen. — De stinkdas (*Mydaus meliceps*, pag. 414) komt in de bergen van *Java* uitsluitend op hoogten van meer dan 2000 meters voor. — Op *Ceylon* wordt de olifant tot op de hoogste toppen van *Adam's Piek* aangetroffen (pag. 413).

In de *Himalaya* gaan luipaarden, wolven, jakhalzen, veelvraten, moesangs en andere roofdieren tot 1320 meters; tijgers, wilde honden (*Canis primaevus*), marters, wezels, civetkatten, otters, benevens ééne aapsoort (*Semnopithecus schistaceus*) en muskusdieren tot 3050 meters. Op dezelfde hoogte worden ook wilde duiven, benevens de Tragopan (*Ceriornis satyra*), die met de fasanten verwant is, gevonden. Hier hoort men dikwijls, ver van alle menschelijke woningen, het kraaien van een haan of het kakelen eener hen; het oorspronkelijk vaderland dezer vogels is dan ook hier te vinden (pag. 432); zij komen, in het dichtst van het woud, in grooten getale, in het wild, voor. — Van 3000 tot 5000 meters hoogte vindt men wezels, beren (*Ursus isabellinus*) en panda's (*Aelurus fulgens*, pag. 419). Wilde bokken en schapen, antilopen en gazellen gaan tot 4000 meters. Het hoogst van alle zoogdieren gaat de Yack (*Bos grunniens*), die, door de gebroeders VON SCHLAGINTWEIT, op 5670 en 5760, eenmaal zelfs op

5890 meters hoogte werd aangetroffen; somtijds waagt hij zich op het gletscher-ijs.

In *Turkestan* gaat de tijger, in den zomer, tot 2100 meters; in den winter zelden boven 1200 meters. De lynx (*Felis caracal*) van 1200 tot 3000 meters.

In de *Alpen* wordt de berghagedis (*Lacerta montana*) tot 1160 meters hoogte aangetroffen. — De marmot (*Arctomys marmota*) strekt zijn gebied, van 1300 meters, tot de grenzen der eeuwige sneeuw uit. — Beren, gemzen en steenbokken komen, in enkele dalen, vooral aan de zuidelijke afhellingen, op hoogten van meer dan 2400 meters, in steeds geringer wordend getal voor. In den winter dalen zij somtijds, uit gebrek aan voedsel, tot in de nabijheid der menschelijke woningen af. — De runderen grazen, des zomers, op de hooge Alpenweiden, tot 2100 meters, tot langs de randen der gletschers (pag. 292) terwijl geiten en schapen nog eenigszins hooger worden gedreven. — De bruine landkikvorsch (*Rana temporaria*) wordt tot 2400 meters hoogte aangetroffen. Boven de sneeuwrens, die gemiddeld 2700 meters hoog is gelegen (pag. 185), komen nog 18 soorten van insecten en 12 spinnensoorten voor.

In *Lapland* komt de sneeuwgorz (pag. 406) op hoogten van meer dan 700 meters, tot boven de sneeuwrens voor; terwijl wolven (*Canis lupus*) en veelvraten (*Gulo borealis*) aldaar de hoogste bergen bewonen.

Wij hebben vroeger (pag. 112) gezien: dat de grootste diepte van den oceaen meer dan 8500 meters bedraagt; verder dat de temperatuur van het zeewater, ook onder den evenaar, naar beneden snel afneemt, zoodat zij aldaar, op groote diepten, niet veel boven het vriespunt is gelegen (pag. 144), terwijl de warme zeestroomen, en zelfs de *Golf-stroom*, zich niet ver beneden de oppervlakte uitstrekken (pag. 135). Eindelijk zagen wij (pag. 115) dat de zonnestralen snel door het zeewater worden opgeslorpt, zoodat reeds, op diepten van 150 meters, volkomen duisternis heerscht. Bovendien neemt de drukking, die het water uitoefent, met elke tien meters diepte, omstreeks met ééne atmosfeer toe. Van daar: dat, in de diepte van den oceaen, andere diervormen gevonden worden, dan aan zijne oppervlakte. Tot voor zeer korten tijd was onze kennis der dieren, in de diepte der zee, zeer beperkt: sponsduikers, koraalvisschers en paarlduikers gaan nooit tot eene aanzienlijke diepte en dan nog in de nabijheid der kusten. Door eenvoudige vangtoestellen, halen de visschers, in *Japan* en de *Philippijnsche eilanden*,

soms zeldzame en onbekende dieren, uit de diepte naar boven, zooals: zeeklitten van vreemde vormen en levendige kleuren, benevens merkwaardige glasdraad-sponzen, waaraan men den naam van *Hyalonema Sieboldii* gegeven heeft. Langs de kusten van *Noorwegen* gebruiken de visschers soms snoeren van 90 tot 100 meters, om kabeljauw en schelvisch te vangen, uit nog grootere diepten, haalt men somtijds, in de *Middellandsche Zee* en in de nabijheid der kusten van *Groenland*, grenadiervisschen (*Macrurus*) naar boven, die aan de kabeljauwen verwant zijn. Op diepten van 500 vadem (915 meters) laten de Portugeesche visschers hunne hoeken zakken, waarmede zij, in de *Golf van St. Ubes*, *Centrophorus*-haaien vangen. — Bij toeval werden echter nu en dan merkwaardige vondsten gedaan: in het midden der vorige eeuw werden, door den Deenschen zeevaarder ADRIAANS, op 79° N.Br., bij de kust van *Groenland*, uit eene diepte van 1416 vadem (2591 meters), twee merkwaardige plantdieren, op hooge stammen, met de loodlijn naar boven gehaald, die als zeeleliën werden beschreven, te gelijk met een bundel reusachtige polypen (*Umbellularia groenlandica*), elk van 8 vangarmen voorzien. Deze voorwerpen gingen echter verloren. — In 1755 werd eene tweede soort van zeelelie (*Pentacrinus caput Medusae*) in de *Antillische Zee* gevonden. — In den *Indischen Archipel* was, reeds door RUMPHIUS, eene soort van slangster gevonden, die, wegens de verdeling van hare armen, in talloze takken, die door elkander verward zijn, *Asterias caput Medusae* werd genoemd. JOHN ROSS bracht, in 1818, bij het zoeken naar eene NW.-lijke doorvaart, in de *Lancaster-sond* uit 800 en 1000 vadem (1464 en 1830 meters) diepte, daaraan verwante vormen naar boven, die *Astrophyton Linckii* genoemd werden, benevens eenige wormen. — JAMES ROSS vond, in 1841, op zijne reis naar de zuidelijke poolstreken, bij *Coulman's-eiland*, in de nabijheid der vulkanen *Erebus* en *Terror* (pag. 152), op 270 tot 300 vad. (494 tot 549 meters) diepte, levende koralen, mosdieren, (*bryozoën*), wormen, slakken en kreeften, waaronder enkele, die men meende, dat alleen in het hooge Noorden voorkomen, o. a. *Arcturus Baffini*, een gelijkpootig schaaldier (*Isopode*), dat hare jongen bij zich draagt. Dit bevestigde hem in de pag. 143 gemelde meening, dat: overal in den oceaan, op grootere of geringere diepte, eene temperatuur heerschen moest, die niet ver van het vriespunt gelegen is. Door dit ijsskoude water zouden dan de dieren zich, uit de noord- naar de zuid-poolstreken, kunnen verplaatsen en omgekeerd.

De eerste wetenschappelijke onderzoekingen met het sleepnet (*dredge*) en het diepvischnet (*trawl*) deed EDWARD FORBES, aanvankelijk langs

de kusten van *Groot-Britannië*, later in de *Egeïsche zee*, waarvan hij de uitkomsten in 1843 mededeelde. FORBES toonde aan, dat de plant-aardige en dierlijke bevolking der zee, bij het neerdalen in de diepte, op dezelfde wijze verandert, als bij het bestijgen van hooge bergen; de verschillende soorten hebben bepaalde dieptegrenzen. Hij onderscheidde 8 verschillende dieptegordels. Beneden 30 vad. (55 m.) vond hij dat het aantal der zeebewoners, zoowel in getal van soorten, als van individuen, afneemt, totdat, in den diepsten gordel, beneden 105 vademen (192 m.), slechts 8 schaaldieren meer voorkomen. Beneden 300 vad. (549 m.), meende hij, begon de streek, waarin geen leven meer mogelijk is. — Deze denkbeelden van FORBES werden algemeen aangenomen. Spoedig bleek evenwel dat zij veel te algemeen waren en alleen gelden voor de *Middellandsche Zee*, waar, wegens de geringe diepte van de *Straat van Gibraltar*, het koude water op den bodem wordt gemist.

Na den dood van FORBES, zette AUSTEN het onderzoek der Europeesche zeeën voort en beperkte het aantal dieptegordels tot 4, nl.:

1°. De *strandgordel*, die zich uitstrekt over dat gedeelte der kust, hetwelk, bij vloed, met water bedekt is, doch, bij ebbe, droog wordt; deze wordt gemist in zeeën, waarin geene regelmatige getijden voorkomen. Hier staan de bewoners aan de meest verschillende invloeden, van weer en wind, bloot: bij vloed, worden zij soms, door de golven, met hevigheid gebeukt, terwijl zij, bij ebbe aan de brandende stralen der zon zijn blootgesteld. Myriaden van zeepokken (*Balanus*) bedekken de steenen, terwijl mosdieren den bodem bewonen. Wormen en schelpdieren, waaronder de zeer verspreide mosselen, hechten zich aan de steenen, of graven zich in het zand. Strandkrabben verschuilen zich, bij dag, om, des nachts, voedsel te zoeken. Visschen, die, met den vloed, naar het strand zwemmen, geraken, bij de ebbe, in ondiepten en gaten en worden eene gemakkelijke prooi van meeuwen, vischdieven en andere vogels.

2°. De *gordel der bandwieren of laminariën*, die zich, onder de vorige, tot 15 vademen (28 meters) diepte uitstrekt en geheel, van het licht, wordt doordrongen. Op de klippen en steenen, groeit hier het zee gras (*Zostera marina*) en verschillende blaaswieren (*Ulvaceën*), waartusschen bruine puitalen (*Zoarces viviparus*), blauwe lipvisschen (*Labrus maculatus*) en bijna doorschijnende zeenaalden (*Syngnatus acus*) zich bewegen. Hier drijven talrijke salpen, kwallen en larven van dieren, die zich later vasthechten, rond. Uit de ruimten, tusschen de steenen, komen de kronen der zeeanemonen (*Actiniën*) en de kieuwen der kokerwormen (*Serpula's*) te voorschijn. Op het slib zoeken zeeëgels (*Echiniden*) en

zeekomkommers (*Holothuriën*) hun voedsel. Half verscholen in het slijk, bewegen zich langzaam de Venusschelpen (*Venus*), platschelpen (*Tellina*), zaagschelpen (*Donax*) benevens alikruiken (*Littorina littorea*) en schaalhorens (*Patella*). In het slib houden zich grondels (*Gobius minutus*), zeepalingen (*Conger vulgaris*) en stekelige knorhanen (*Trigla*) op. Zeekreeften (*Homarus marinus*) en krabben (*Cancer Pagurus*) houden den grond schoon en worden dikwijls de slachtoffers van inktvisschen, aan wier talrijke armen zij moeielijk ontkomen: de snijder (*Pagurus Bernhardus*) verbergt zijn weeke achterlijf in ledige schelpen der kinkhorens.

3°. In de gordel der korallijnen of kalkwieren, die zich tot 50 vademen (92 meters) uitstrekt, is het zonlicht te zeer verzwakt, om het bestaan van groene plantendeelen mogelijk te maken; de hevigste golfbeweging is hier bijna onmerkbaar (vergelijk pag. 125). In dezen gordel komen koraaldieren, zeeveders (*Pennatuliden*) en sponzen voor, die, aan eene vaste plaats gebonden, afwachten wat de zee hun toewerpt. Hier komen, ook, zelfs op hoogere breedten, zeeklitten (*Spatangus*) voor, met borstelvormige stekels en slangsterren (*Ophiura*), met talrijke, om zich heen grijpende armen, benevens zeekomkommers (*Holothuriën*), die langzaam, door het slib, kruipen, even als hartschelpen (*Cardium*), oesters (*Ostrea edulis*) en steenboorders (*Pholaden*). Op den zandigen zeebodem liggen de schol, tong en bot, met scheeve oogen, terwijl rog en haai hun buit belooeren.

4°. Beneden 50 vademen (92 meters) strekt zich de gordel der diep-zee-koralen uit. Bijna geheel in de duisternis, is hier slechts weinig van de dagelijksche wisselingen der temperatuur te bemerken. Sponzen, koralen, kokerwormen en mosdieren (*bryozoën*) komen hier, in koloniën bijeen, voor; hiertusschen leven kamschelpen (*Pecten*). Stekelhuidigen (*Echinodermen*) ontbreken, maar alle klassen van weekdieren, wormen en schaaldieren zijn, in kleinen getale, vertegenwoordigd.

De denkbeelden van FORBES omtrent de beperkte verspreiding der dieren in de diepte, werden weersproken door verschillende waarnemingen, die, sinds dien tijd, werden gedaan: GOODSIR, een tochtgenoot van FRANKLIN, bracht, in 1845, uit de *Davis-sstraat*, uit eene diepte van 300 vademen (549 meters), kreeften, weekdieren en stekelhuidigen naar boven. -- In 1858 werd, door onzen landgenoot, den kapitein-luitenant ter zee A. F. SIEDENBURG, bij eene looding in de *Banda-zee*, uit eene diepte van omstreeks 5000 meters, eene onbekende soort van polyp naar boven gebracht, behoorende tot de zeeveders (*Pennatuliden*) waaraan, door den Hoogleraar HARTING, den naam van *Crinillum Siedenburgii* werd gege-

ven. — Ook de *Middellandsche Zee* leverde diervormen op, die aan FORBES onbekend gebleven waren: in 1858 brak de telegraafkabel tusschen *Cagliari* en *Bona* en moest opgehaald worden, om herstelling te ondergaan. Aan een gedeelte, hetwelk tusschen 1100 en 1500 vademen (2196 en 2745 meters) diepte had gelegen, vond men verschillende dieren hangen; sommigen waren zelfs daaraan vastgegroeid. Daaronder behoorden: eenige koralen, die fossiel in *Sicilië* en *Piemont* gevonden worden; eene soort van oester (*Ostrea cochlear*), de wijde mantelschelp (*Pecten opercularis*), die ook op onze kusten gevonden wordt, en levendige kleuren bezat; verder: kokerwormen, mosdieren, enz. — In 1860 bracht de »*Bulldog*», van eene diepte van 1260 vademen (2306 meters), 13 slangsterren (*Ophiura*) naar boven, die hare magen gevuld hadden met het slib van den bodem. — Eindelijk vond de Portugeesche Hoogleraar BARBOZA DE BOCAGE, in 1864, eene glasdraadspans, in de diepten nabij *St. Ubes* (pag. 444), waaraan men den naam van *Hyalonema lusitanica* heeft gegeven.

Tegenover zoovele feiten, kon de meening van FORBES geen stand houden; maar nu begon men ook de diepten der zee, in verschillende richtingen, te onderzoeken en het waren vooral de Scandinaviërs, Engelschen en Amerikanen, die zich, te dien opzichte, verdienstelijk maakten, waaronder M. en G. O. SARS, LOVÉN, NORDENSKIÖLD, CARPENTER, WYVILLE-THOMSON, GWYN-JEFFRIES, POURTALÈS, FITZGERALD en AGASSIZ. Daardoor is men tot de overtuiging gekomen, dat, op diepten, waarin geene zonnestrallen meer doordringen en eene lage temperatuur en aanzienlijke drukking heerscht, in de zee nog tal van levende schepselen voorkomen, wier bestaan men vroeger niet vermoedde, waaronder sommige, die men reeds lang uitgestorven waande en levende fossielen genoemd heeft; benevens andere, die verschillende diergroepen met elkander verbinden.

Aan de kusten van *Noorwegen* werden, uit diepten van 250 tot 330 vademen (457 tot 594 meters), verschillende soorten van visschen naar boven gebracht, waaronder haaien, platvisschen (o. a. eene schol, *Platessa borealis* en eene heilbot, *Hippoglossus pinguis*), kabeljauwachtige visschen (zoals *Molva abyssorum*, *Brosmius brosme*) en eene groote soort van baars (*Sebastes norvegicus*), die rood gekleurd is; deze worden thans te *Bergen* aan de markt gebracht. Uit diepten tusschen 200 en 500 vademen (366 en 915 meters) werden niet minder dan 427 verschillende diersoorten naar boven gebracht. Op nog grootere diepten werden tal van schaaldieren, wormen, zeesterren, zeeleliën en zeeëgels aangetroffen. — In de *Golf van Biskaye* werd, uit eene diepte van 1207

vademen (2209 meters), eene spilhorenslak (*Fusus*) opgehaald en, uit 3445 vad. (6304 met.) diepte, werd, in dezelfde golf, eene levende tandhorenslak (*Dentalium candidum*) opgebracht; ook in *Straat-Davis* werd een levend exemplaar dier zelfde soort uit 1100 vad. (2013 met.) naar boven gehaald. Wel verre dus dat, in de diepte, alle leven is uitgedoofd, bleek juist dat de zee daar wemelt van dieren, van zeer verschillende vormen. Onder de merkwaardigste daarvan behoort: de *Brisanga endecacmenos*, een dier van 6 decimeters middellijn, met 11 vangarmen, dat de zeesterren en de slangsterren met elkander verbindt. Ten noorden van *Schotland* werd de *Pourtalesia* gevonden, een dier dat met de zee-eegels en de zeekomkommers verwant is; benevens, in de nabijheid der *Lofoten*, eene zeelelie, die den naam van *Rhizocrinus lofotensis* heeft gekregen. Ten N. O. van de *Bank van Yucatan*, in de omstreken van *Tortugas*, werd een reusachtig schaaldier (*Isopode*), uit eene diepte van 955 vad. (1748 met.), opgehaald, waaraan den naam van *Bathynomus giganteus* is gegeven; dit dier is 23 centim. lang en 10 c.m. breed en verschilt, in zijne organisatie, aanmerkelijk van alle bekende schaaldieren.

De dieren, die de grootste diepten van den oceaan bewonen, zijn bijna overal dezelfde, omdat de omstandigheden, waaronder zij leven, bijna gelijk zijn. In den *Atlantischen Oceaan* zijn zij, tot eene diepte van 2000 vad. (3660 met.) nog vrij verschillend, doch het aantal soorten en individuen verschilt, met de diepte. De sponzen komen op alle diepten voor, maar bereiken hare grootste ontwikkeling tusschen 500 en 1000 vad. (915 en 1830 met.) Van de stekelhuidigen, zijn de zeesterren, in de gemiddelde diepten, zeer verspreid: het geslacht *Brisanga* werd, van *Labrador*, tot het zuidelijk poolijs gevonden, tusschen 700 en 3000 vad. (1281 en 5490 met.). Ringwormen en weekdieren gaan, over het algemeen, niet diep. Eenige soorten van dieren, die op aanzienlijke diepte leven, phosphoresceeren sterk; vele zijn doorschijnend.

Zooals reeds pag. 114 is vermeld, is de *bodem der zee*, op de meeste plaatsen, bedekt met slib of klei, waarin de overblijfselen van verschillende wezens gevonden worden, die zich daar boven ophouden. In de eerste plaats vindt men daarin: sponsnaalden, vervolgens de pantsers van diatomeën; verder de schalen van polythalamiën, radiolariën, foraminiferen, en andere lagere organismen, die alle microscopisch klein zijn en waarvan sommige eene zeer regelmatige gedaante bezitten.

§ 113.

De mensch heeft op de verspreiding der dieren, over de oppervlakte der aarde, aanzienlijken invloed uitgeoefend en wel in twee opzichten: vooreerst, door het uitroeien of verminderen daarvan, door jacht, visscherij, het droogmaken van moerassen, het uitroeien der bosschen, het oprichten van fabrieken, enz.; ten tweede: door het beschermen van dieren, in den strijd om het bestaan, en het, willekeurig of onwillekeurig, overbrengen daarvan, naar streken, waar zij oorspronkelijk niet voorkwamen.

In vroegere tijden waren de wolven, in alle bosschen van *Europa*, algemeen; zij zijn echter, sedert lang, door het vernietigen hunner schuilhoeken, in *Engeland* geheel, en, in de dichtst bevolkte gedeelten van ons werelddeel, grootendeels uitgeroeid. Met de beren is dit mede het geval. De leeuw, die het leger der Perzen, onder XERXES, in *Macedonië* aanviel, is sedert lang in *Europa* geheel uitgeroeid.

Door de jacht en visscherij zijn sommige diersoorten aanmerkelijk verminderd, b. v., bij ons te lande, de herten, reeën, hazen, enz., die alleen onder hen beschermende wetten blijven voortbestaan. — Ook de bever, waaraan verschillende plaatsen in ons land hunne namen ontleenen (*Beverwijk*, *Bevervoorde*, *Bevermeer*, enz.), is thans, in westelijk *Europa* geheel, in oostelijk *Europa* en *Siberië* grootendeels, uitgeroeid; door den Markies BUTE zijn Amerikaansche bevers naar *Schotland* overgebracht waar zij zich, in de buurt van *Rothsay*, een eiland in de *Golf van Clyde*, zeer hebben vermenigvuldigd. In *Canada* worden deze dieren voortdurend zeldzamer: zoodat, in plaats van 500.000 bevervellen, die vroeger jaarlijks naar *Europa* verzonden werden, nu ter nauwernood 10.000 van daar worden uitgevoerd. — De auer-ossen (*Bos Bison*) zijn, in *Europa*, geheel uitgeroeid, behalve in een plekje, in *Lithauwen*, waar zij, door de zorg der Russische regeering, voor ondergang worden behoed. — Ook de bisons (*Bos americanus*) verminderen, in *Noord-Amerika*, zeer (zie pag. 439). — De walvisschen hebben zich, door de menigvuldige jacht, binnen de poolcirkels teruggetrokken en hun aantal is zeer verminderd. — De Afrikaansche olifanten, die, door de Karthagers in den oorlog werden gebruikt, worden thans alleen, diep in de binnenlanden, aan gene zijde van de *Sahara*, gevonden. Voor 27 jaren waren zij, bij *Durban*, in de *Kaapkolonie*, nog talrijk, maar thans zijn zij, door de sterke jacht van inlandsche en vreemde jagers, daar geheel verdwenen, met uitzondering van enkelen, welke, door de regeering, in het *Krynsna-bosch* worden onderhouden. — De zalmen, die vroeger op onze rivieren zoo talrijk waren,

dat zij tot de goedkoopste voedsels behoorden, zijn thans, hoewel zij kunstmatig worden aangekweekt, zoozeer verminderd dat zij alleen op de tafels der goeuden verschijnen.

Een aantal vogels, die vroeger algemeen in ons land werden gevonden, hebben thans, na het droogmaken van polders en moerassen, het leggen van dijken, enz., geen gelegenheid om te broeden, zoodat zij bijna niet meer voorkomen. Hieronder behooren de reigers, die vroeger, op onze weiden, in zulk eene menigte voorkwamen, dat deze, soms, als met schapen, overdekt schenen; terwijl thans, nauwelijks om de tien jaren, één geschoten wordt; verder zijn o. a. de trapganzen en kraanvogels bijna geheel verdwenen. Alleen het eiland *Rottum* en het *Schollevaars-eiland*, bij *Nieuwerkerk aan den IJssel* geven ons nog een flauw denkbeeld, van de oorspronkelijke huishouding der vogels in waterrijke streken. — De meerval, die vroeger het *Haarlemmermeer* bewoonde, is thans beperkt tot de ringvaart en de naburige plassen en dreigt weldra uit ons land te verdwijnen. — Met het uitroeien der bosschen, zijn in ons land niet alleen de grootere roofdieren, maar ook de wilde zwijnen verdwenen, terwijl vossen en dassen voortdurend zeldzamer worden.

De *uitwasemingen van sommige fabrieken*, en die welke bij het roosten van ertsen en andere bewerkingen ontstaan, zijn mede, voor vele dieren, schadelijk, even als de vloeistoffen, die uit ververijen, huidenzouterijen, aardappelstroop-fabrieken en dergelijke in het water ontlast worden. — Voor de bereiding van jodium, worden jaarlijks millioenen kilogrammen zeewier verbrand, waardoor voedsel aan vele plantenetende zeedieren wordt onttrokken. — Door de *beweging*, die door de stoomschepen *in het water* der rivieren wordt gebracht, worden de eieren der visschen van den oever gesleept en komen niet uit. — De *hei- en boschbranden* (pag. 278) veroorzaken mede den dood van talrijke dieren.

Wanneer een dier onder de hoede van den mensch staat, verschaft hij daaraan alles, waaraan het behoefte heeft; daarom zullen andere dieren, die in het wild leven en niet onder zijne bescherming staan, in den strijd om het bestaan, het onderspit delven, daardoor in getal verminderen, of wellicht uitsterven. Sinds de Engelschen, naar hunne koloniën in *Australië*, koeien, schapen en andere huisdieren hebben ingevoerd, die zich daar, tot millioenen, hebben vermenigvuldigd, daar zij in de onafzienbare grasvlakten overvloedig voedsel vinden, is het getal der kangeroes, wombats, echidna's, vogelbekdieren en andere inlandsche zoogdieren aanmerkelijk afgenomen.

Door den mensch zijn zelfs eenige dieren volkomen uitgeroeid, voornamelijk zulke, die in afgelegen streken woonden en, in den strijd om

het bestaan, niet bestand waren, tegen hem of zijne huisdieren. De urus (*Bos primigenius*), die, door CAESAR, nog vermeld wordt, als een bewoner van de bosschen van *Germanië*, is geheel verdwenen. — De Stellersche zeekoe (*Rhytina Stelleri*), die, in 1741 bij het *Behring-eiland* ontdekt werd en in de zeeën rondom *Kamtschatka* en in de *Behring-straat* werd gevonden, is, door de sterke jacht, die daarop gemaakt is, reeds in 1768, geheel uitgeroeid. — Hetzelfde is geschied met eene menigte van vogels, die niet konden vliegen en vroeger verschillende eilanden bewoonden, waar zij ongestoord leefden. De meest bekende hieronder is de dodo, dodaars of walgvogel, een plomp dier, van de grootte eener zwaan, dat het eiland *Mauritius* en wellicht ook *Bourbon* bewoonde. Toen eene Nederlandsche vloot, onder JAKOB VAN NECK, in 1598, op het eerste eiland landde, waren deze vogels aldaar zeer talrijk, doch, door de veelvuldige jacht, die daarop door Hollandsche matrozen gemaakt werd, verminderden zij aanmerkelijk. Zij stierven geheel uit, toen varkens naar dit eiland werden overgebracht, die zich met de eieren en jonge vogels voedden. Zij schijnen vóór 1679 van de aarde verdwenen te zijn. — Op *Rodriguez*, kwam een verwante vogel voor: de kluzenaar of solitaire (*Pezophaps solitaria*), waarvan men onlangs een geraamte gevonden heeft. Deze is, in de 18^e eeuw, insgelijks uitgeroeid. Beide vogels waren aan de duiven verwant. — Nog verschillende andere vogels, die op onze meerkoeten en reigers geleken en de *Mascarenen* bewoonden zijn, in historische tijden, uitgeroeid. — Op *Nieuw-Zeeland* kwamen vroeger mede verschillende vogels voor, die veel met de kiwi's en struizen overeen kwamen, waaronder sommige soorten eene reusachtige grootte bereikten, o. a. de *Dinornis giganteus*, die meer dan drie meters hoog was. Zij werden, door de Maori's, die, in de 14^e eeuw, op deze eilanden landden, en aan deze vogels den naam *Moa's* gaven, volkomen uitgeroeid, zoodat alleen enkele beenderen en eieren zijn overgebleven. — Daaraan verwant was de *Aepyornis giganteus*, een reuzenvogel van *Madagascar*, wiens eieren zoo groot zijn, dat de inhoud daarvan 8 liters bedraagt, gelijk staande met dien van 6 struizen- of 148 hoender-eieren. Dit dier was zeer plomp gebouwd en omstreeks 2 meters hoog. Tegelijk met dezen vogel leefden nog 2 soorten van hetzelfde geslacht waarvan de eene de grootte van eene casuaris, de andere die eener gans bezat. Deze zijn mede, vóór omstreeks 2 eeuwen, uitgeroeid. — De groote alk (*Alca impennis*), een zeer vette vogel, die, nog vóór 2 tot 3 eeuwen, de kusten van *Noorwegen* en vooral de *Faröer*, in grooten getale, bevolkte, is, door de jacht, van de aarde verdwenen.

Vele dieren, die als ongedierte beschouwd worden, zijn, door den mensch, onwillekeurig naar elders overgebracht. Ratten en muizen zijn, door de scheepvaart, over den geheelen aardbol verbreid. Met de Maori's kwam de Polynesische rat op *Nieuw-Zeeland*; deze wordt echter thans verdrongen door de bruine rat (pag. 403), die aldaar, met de Europeanen, aankwam. — De tapijtmot (*Anthrenus scrophulariæ*) is, uit *Europa*, naar *Nieuw-York* overgebracht, waar zij veel schade aanricht. — De Europesche huisvlieg is, als eene ongenooide gast, op *Nieuw-Zeeland* verschenen; thans wordt zij, door de kolonisten, ter verdere verspreiding, in doozen en flesschen verzonden, daar men bemerkt heeft, dat de veel lastiger blauwe inlandsche vlieg haar vermijdt en verdwijnt, op de plaatsen, waar de Europesche haar intocht houdt. — De zoo lastige kakkerlakken (*Blatta orientalis* en *americana*) zijn, met de scheepvaart, uit *Indië* en *Amerika*, over de geheele aarde verbreid. — Volgens de onderzoekingen van PLANCHON, is de wijngaardluis (*Phylloxera vastatrix*), omstreeks het jaar 1862, uit den omtrek van *Panama*, waar zij oorspronkelijk te huis behoorde, in *Europa* gebracht: een wijnbouwer te *Rocque-Maure* nl., had, uit *Amerika*, wijnstokken doen komen, waarop deze dieren toevallig aanwezig waren. Zij hebben zich snel over een deel van *Frankrijk* en de aangrenzende landen verspreid en veroorzaken aan den wijnbouw zeer groot nadeel. Ook in *Italië*, op *Chios* en *Madera* richten zij belangrijke schade aan. In *Amerika* komt het insect op de bladeren van den wijnstok voor en doet daarop een soort galappels ontstaan doch, in *Europa*, schijnt het aan de wortels de voorkeur te geven. — Eene *Noord-Amerikaansche* schijfhorenslak (*Planorbis dilatatus*) werd, in 1869, het eerst gevonden in de grachten van *Pendleton* en *Gerton* in *Lancastershire*. In deze grachten werd de afval van het katoen van twee spinnerijen gestort en de slakken waren dus waarschijnlijk, met het katoen, uit *Amerika*, overgebracht. Zij hebben zich hier zeer vermenigvuldigd, even als in verschillende kanalen in dit deel van *Engeland*. Eene fraaie zoetwaterpolyp (*Plumatella repens*) is mede uit *Amerika*, in dezelfde wateren, overgebracht. Gedurende den burgeroorlog, werden, in *Amerika*, dikwijls katoenbalen gebruikt, om daarmede wateren af te dammen, of schepen tegen kogels te beveiligen, zoodat zoetwaterdieren in de gelegenheid waren, daarop hunne eieren te leggen. Dit katoen werd later gedroogd en in den handel gebracht.

De mensch heeft vele dieren, opzettelijk, over de aarde verbreid; sommige daarvan zijn ware huisdieren geworden. De honigbijen worden over een groot deel der Oude Wereld aangekweekt. In 1675 is dit zoo nuttige insect ook naar *Noord-Amerika* overgebracht en verspreidde zich langzaam naar

het Westen. In 1797 trokken de eerste verwilderde zwermen over den *Mississippi*; 14 jaren later waren zij echter reeds 1000 kilometers verder getrokken en thans zijn zij over geheel *Noord-Amerika* verbreid. Eerst in 1853 werden zij, uit het Westen, in *Californië*, ingevoerd. Ook op *van Diemensland* en *Nieuw-Zeeland* hebben zij het burgerrecht verkregen. Waar zij worden aangekweekt, vermindert het getal der in het wild levende bijen aanzienlijk. — De gewone zijdewormen of zijderupsen werden, in de zesde eeuw, door twee monniken, uit *China*, naar *Constantinopel*, overgebracht en worden in het Zuiden van *Europa* aangekweekt. — Het cochenielje-insect werd, met de *Opuntia*, waarop het leeft (pag. 412), uit *Mexico*, naar *Zuid-Europa*, de *Kanarische eilanden* en *Noord-Afrika* overgebracht.

Toen, in 1419, korten tijd na de ontdekking van *Porto-Santo* bij *Madera* door den zeevaarder PERISTRELLO, een ander zeeman der zelfde natie, ZARCO, op dit verlaten eilandje landde, vond hij daar geen enkel zoogdier. Hij liet er een konijn met zes jongen achter en deze dieren vonden de omstandigheden om zich te vermenigvuldigen zoo gunstig, dat toen 37 jaren later een derde bezoeker CADA-MASTA naar dit eiland ging, hij deze knaagdieren in ontelbare menigte in het wild vond en thans zijn zij daar nog zeer talrijk.

De *Falklands-eilanden* (in den zuidelijken *Atlantischen Oceaen*) waar zeelieden van *St. Malo* in 1769 eene kleine kolonie stichtten, waren toen, door geen van onze huisdieren, bevolkt. Toen, korten tijd daarna, de bewoners door de Spanjaarden genoodzaakt waren te vertrekken, lieten zij er hunne huisdieren achter, die, zich intusschen zoozeer hebben vermenigvuldigd, dat zij, tot den tegenwoordigen tijd, daar in grooten getale voorkomen en een kostbaren schat voor de zeelieden uitmaken.

Het eilandje *Tristan-d'Acunha*, dat eenzaam, in het midden van den *Atlantischen Oceaen*, halfweg tusschen *Zuid-Amerika* en de *Kaap de Goede Hoop* is gelegen, had geene geiten, voordat de zeevaarders enkele dezer dieren daarheen hadden overgebracht; maar zij zijn, sinds dien tijd, verwilderd en komen daar in grooten getale voor.

In 1835 liet een Engelsch zeeman, DAIRES genoemd, op het *Crozet-eiland*, hetwelk ver ten Z.O. van de *Kaap de Goede Hoop* is gelegen, enkele varkens achter; sedert dien tijd hebben deze dieren zich daar zoozeer vermenigvuldigd, dat zij voor de zeevaarders een kostbaren buit opleveren. De walvischvaarders die deze streken bezoeken, noemen dan ook dit eiland het *Varkens-eiland* (*Pig-island*) en slachten hier van tijd tot tijd vele dezer dieren, om hunne schepen te proviandeeren. Reeds in 1840 waren zij zoo talrijk, dat het, soms moeielijk was daar te landen.

Nieuw-Zeeland levert ons nog een der merkwaardigste voorbeelden op van de acclimatisatie van onze huisdieren, in verwijderde streken. Toen, in 1769, de beroemde zeevaarder COOK deze eilanden bezocht, vond hij er geene zoogdieren, behalve de hond en de rat, die, door de Maoris, waren ingevoerd: hij liet er enkele huisdieren achter, o. a. varkens, die aldaar verwilderden en zich zoo bijzonder snel vermenigvuldigden, dat zij niet alleen thans een der voornaamste rijkdommen dezer eilanden uitmaken, maar zelfs op het *Zuider-eiland* gevaarlijk voor den landbouw zijn geworden, zoodat men dikwijls jacht op deze dieren maakt, enkel met het doel om hen te vernietigen. Hoezeer de varkens zich hebben vermenigvuldigd blijkt, doordien HOCHSTETTER mededeelt, dat door drie menschen, die zich, gedurende nog geen twee jaren, met de varkensjacht bezig hielden, minstens 25000 dezer dieren werden gedood.

Zooals bekend is, worden vele visschen kunstmatig aangekweekt, en, naar verwijderde streken, overgebracht. De zalmen zijn in 1869 naar de rivieren van *Nieuw-Holland* en van *Diemensland* overgevoerd, alsmede naar het *meer van Genève* en dat van *Joux*, in de *Jura*. -- De goudvisch werd, voor ruim ééne eeuw, uit *China*, in de Europeesche vijvers overgeplant. -- De karper, die in de rivieren van westelijk *Europa* leefde, werd, naar *Engeland* en *Zweden* overgebracht. PETER de Groote voerde hem naar *Rusland* en, in 1729, werd hij naar *Oost-Pruisen* overgeplant.

De kikvorschen werden, in 1696 opzettelijk, uit *Engeland* naar *Ierland* overgebracht.

De tamme *eend* is afkomstig van de wilde, die in geheel *Europa*, tot *Japan*, *Noord-Amerika* en *Afrika*, in plassen en moerassen, voorkomt. De Turksche eend is, uit *Noord-Amerika*, naar *Europa*, overgebracht. -- Ook de tamme *gans*, die reeds in de Oudheid als huisvogel werd aangekweekt, is afkomstig van de wilde, die, in oostelijk *Europa* en *Siberië*, broedt. -- De *duif* wordt, in den wilden staat, langs de kusten der *Middellandsche Zee*, *Klein-Azië* en *Voor-Indië* aangetroffen. -- De *pauwen* zijn uit *Bengalen* afkomstig; zij werden reeds, door de vloeten van SALOMO, naar *Palestina* overgebracht en later, door ALEXANDER DEN GROOTE, uit *Indië*, naar *Griekenland*, overgevoerd. Thans zijn zij, in *Europa*, als siervogels, algemeen verspreid. -- De *kalkoen* behoort oorspronkelijk in *Mexico* te huis en werd, door de Spanjaarden, naar *Europa* overgebracht. -- De *parelhoenders*, veelal *poules pintades* genoemd, komen in het Westen van *Afrika* voor en waren, reeds aan de Romeinen, in tamen staat, bekend. In de middeleeuwen werd de teelt daarvan verwaarloosd en verdwenen zij als huisvogels. Door de Portugeezen, werden zij

opnieuw, in *Europa*, ingevoerd. — De talrijke verscheidenheden onzer *huishoenders* zijn afkomstig van den *Gallus Bankiva*, die, in de wouden van den *Himalaya* (pag. 432), *Voor- en Achter-Indië* en den *Indischen Archipel*, in het wild, leeft. Reeds zeer vroeg zijn deze nuttige vogels in *Midden- en Oost-Azië* aangekweekt en kwamen reeds in voorhistorische tijden, in *Europa* voor; want: in de paalwoningen uit het bronstijdvak, vindt men de overblijfselen daarvan. — De *fazanten* behooren in *Azië* te huis; door de Grieken werd eene soort van *Colchis*, naar *Griekenland*, overgebracht (van daar den naam der soort: *Phasianus colchicus*) en verder, door het zuiden en midden van *Europa* verspreid. Bij ons te lande komen zij ook, half verwilderd, voor. — De *huismusch* is naar *Noord-Amerika* overgebracht en heeft zich daar buitengewoon vermenigvuldigd, zoodat zij de overige vogels terugdringt en, hier en daar, eene ware plaag is geworden, even als in *Algerië* (pag. 407). — De *kanarievogels* behooren, zooals de naam aanduidt, op de *Kanarische eilanden* te huis. In de tweede helft der 15^e eeuw werden zij, door de Portugeezen, in *Europa*, als kamervogels, ingevoerd, doch waren, in het midden der 16^e eeuw, nog zeldzaam. Later werden zij meer algemeen en worden thans, in den *Harts*, *Tyrol*, *Thüringen* en *Zwitserland*, in het groot, aangekweekt en door geheel *Europa* verzonden. Men verhaalt dat, in het midden der 17^e eeuw, een schip, dat naar *Livorno* bestemd was, en vele dezer vogels aan boord had, op de kusten van het eiland *Elba* strandde, dat zij, bij die gelegenheid, in vrijheid kwamen, naar het land vlogen en zich aldaar vermenigvuldigden. Later werden zij aldaar weder opgevangen.

Het tamme *varken* is afkomstig van het wilde zwijn, hetwelk in *Midden- en Zuid-Europa*, *Klein-Azië* en de moerassen om de *Zwarte en Kaspische Zee* wordt aangetroffen. Reeds sedert de vroegste tijden, is het als huisdier in *Europa* bekend, van waar het naar verschillende oorden der wereld werd overgebracht, o. a. naar *Noord-Amerika*, waar het, vooral in de omstreken van *Chicago*, in het groot wordt aangekweekt. Dat het hier en daar verwilderd is en groote verwoestingen aanricht, is reeds pag. 453 en 454 vermeld. — Het *paard* behoort, zooals reeds pag. 437 is medegedeeld, in de steppen van *Midden-Azië* te huis. In dezelfde streken leefden twee volken, die reeds vroeg dit dier leerden temmen en wier bestaan nog grootendeels aan dat van het paard gebonden is: in het Oosten de *Mongolen*, in het Westen de *Turken*. Door deze werd het paard, in verschillende richtingen, verspreid: de *Babyloniërs* en *Assyriërs* hadden, sinds de oudste tijden, strijd-wagens, die, door paarden werden getrokken. In *Indië* werden paarden en olifanten,

sints vroege tijden, in den oorlog gebruikt. Reeds gedurende de 18^e dynastie, omstreeks 1800 jaren v. C., vindt men, in *Egypte*, afbeeldingen van het paard en, nog ten tijde van XERXES en ANTIOCHUS DE GROOTE was het, aan de Arabieren, onbekend. In de 4^e eeuw n. C. wordt, bij de Saracenen, het eerst van paarden gewag gemaakt. De bosschen van *Midden-Europa* werden vroeger door verwilderde paarden bevolkt. Nog in de middeleeuwen leefden deze dieren in *Duitschland*, de *Ardennen* en de *Vogezen*; in dit laatste gebergte kwamen zij, nog in de 16^e eeuw, voor, even als in de bosschen van *Polen*, *Pruïssen*, *Pommeren* en *Rusland*. In *Amerika* waren, toen dit werelddeel ontdekt werd, geene paarden; zij werden, in 1535, door de Spanjaarden, daarheen overgebracht en thans bezitten de bewoners van dit werelddeel, van de *Hudsons-baai* tot het *Vuurland*, paarden in overvloed. Tallooze troepen van verwilderde paarden bewonen de *Llanos* van *Zuid-Amerika* (pag. 97) en worden, om hunne huiden, gevangen. Ook in *Zuid-Afrika* kwamen vroeger geene paarden voor; zij zijn daar, door de Nederlandsche kolonisten, in de 17^e eeuw ingevoerd. — In het begin der Middeleeuwen werd de *kameel* naar het Noorden van *Afrika* overgebracht, waar hij den mensch dient bij het doortrekken der woestijnen. Deze gebeurtenis was voor die streken en tijden even gewichtig als de invoering der spoorwegen voor onze eeuw. Ook in *Australië* is dit dier, met goed gevolg, op ontdekkings-tochten gebruikt. — De afstamming onzer tamme *runderen* heeft de dierkundigen veelvuldig bezig gehouden. Sommigen beschouwen den *Urus* (*Bos primigenius* pag. 451), waarvan de overblijfselen, hier en daar, uit het veen, worden opgedolven, als den stamvader daarvan, anderen daarentegen, het rund, dat op het vaste land van *Indië* gevonden wordt (*Bos sylhetanus*). Door den mensch is het, sints de oudste tijden, heinde en ver verspreid. Kort na de ontdekking van *Amerika*, werd het rund naar dit werelddeel overgebracht en heeft zich over een groot deel daarvan uitgebreid. In *Zuid-Amerika* zijn vele, door gebrek aan toezicht, weder verwilderd en hebben zich, in de *Llanos* van dit werelddeel, zoozeer vermenigvuldigd, dat men daarop vroeger, vooral om de huiden, maar thans ook om het vleesch, jacht maakt. De veestapel van *Buenos-Ayres* alleen telt meer dan 10 millioen en die van *Uruguay* meer dan 6 millioen stuks. Ook naar *Australië* zijn runderen overgevoerd en vinden, in de uitgebreide, grasrijke vlakten, ruimschoots voedsel, zoodat zij zich buitengewoon hebben vermenigvuldigd en hun getal meer dan 6 millioen bedraagt. Onder de zonderlingste rassen behoort de *Zebu* van *Indië*, met een vetbult op den rug. — Twee soorten van wilde *schapen* worden als stamouders van het tamme beschouwd: nl. de *Argali*, die den *Altai* en

Himálaya bewoont, en de Moeflon, welke voornamelijk in *Zuid-Europa* en op de eilanden der *Middellandsche Zee* gevonden wordt. Door den mensch is het schaap over vele streken der aarde verspreid; zelfs op *IJsland* wordt het aangekweekt. Op *Nieuw-Holland* is het, in 1795, ingevoerd en heeft zich buitengemeen vermenigvuldigd, zoodat daar thans meer dan 60 millioen dezer dieren worden aangetroffen. — Voor *Zuid-Afrika*, is de schapenteelt een der belangrijkste bedrijven; men vindt aldaar meer dan 20 millioen dezer dieren. Ook in *Zuid-Amerika* zijn zij zeer talrijk: in *Buenos-Ayres* wordt hun getal op 50 en in *Uruguay* op meer dan 18 millioen stuks geschat. — De tamme *geiten* stammen af van de wilde (*Capra aegragus*), die thans nog in den *Kaukasus*, *Klein-Azië*, *Perzië* en op eenige Grieksche eilanden wordt aangetroffen. Hier en daar zijn zij verwilderd, o. a. op *St. Helena*, en richten groote verwoestingen aan (pag. 398). — De Laplanders zijn de eenige volkstam, die het *rendier* getemd hebben. In het jaar 1770, werden deze dieren naar *IJsland*, waar zij oorspronkelijk niet voorkwamen, overgebracht. — De tamme *kat* schijnt afkomstig te zijn van de wilde kat (*Felis maniculata*), die thans nog, in *Nubië* in de bosschen wordt gevonden. De Egyptenaars hebben dit dier zeer vroeg als huisdier gehad, ten minste men vindt in *Egypte* zeer oude afbeeldingen en mumiën van katten. Aan de Grieken en Romeinen waren deze dieren waarschijnlijk onbekend en men neemt aan dat zij eerst, door de kruistochten, meer algemeen verbreid werden. In hooge streken kunnen zij niet leven (zie pag. 442). — De oorspronkelijke soorten van *honden* zijn ons even onbekend, als hun eigenlijk vaderland. Het minst verbasterde ras gelijkt op den wolf; de verscheidenheden echter, die van deze dieren voorkomen, zijn ontelbaar. De hond is den mensch, als een getrouw medgezel, over de geheele aarde gevolgd.

Wij zagen, hoe aanzienlijk de wijzigingen zijn, die door den mensch, zoowel in de planten-, als in de dierenwereld zijn te weeg gebracht; die veranderingen zijn des te grooter, naarmate de mensch hooger staat in beschaving. Toen de Maori's op *Nieuw-Zeeland* landden, voerden zij de polynesische rat, ééne papegaai en de sultanhoenders (*Porphyrio*) in, benevens enkele aangekweekte planten. Zij roeiden daarentegen de Moa's uit; doch overigens onderging de *Nieuw-Zeelandsche* planten- en dierenwereld geene wijziging. De groote verandering kwam eerst toen de Europeanen voor goed den voet op *Nieuw-Zeeland's* bodem zetteden: hunne aangebouwde gewassen en onkruiden namen de plaats in der oorspronkelijke planten, hunne huisdieren en ongedierten vernietigden de inland-

sche dieren en ook de Maori's kwamen, in langdurige en bloedige oorlogen grootendeels om het leven en lang zal het niet meer duren of zij zijn geheel en al uitgestorven.

§ 114.

De mensch heeft zich over de geheele aarde verbreid en zich in alle klimaten gevestigd: zoowel onder de gloeiende zonnestrallen der tropenlanden, als op de eeuwig bevroren grond van het Aziatische en Amerikaansche Noorden; zoowel aan de lage stranden en in streken, die onder de oppervlakte van den oceaan zijn gelegen, als tot een hoogte, van meer dan 4600 meters, wordt hij aangetroffen. Alleen de omstreken der beide polen zijn, om hare onherbergzaamheid, niet door hem ingenomen ¹⁾, doch ook deze oorden worden door hem bezocht, hetzij uit zucht tot uitbreiding zijner kennis, hetzij om voorwerpen te zoeken, die aan handel of nijverheid van dienst kunnen zijn.

Indien men de volken, die ver van elkander verwijderde deelen der aarde bewonen, met elkander vergelijkt, dan blijkt terstond, dat tusschen menschen en menschen een groot verschil bestaat, zoodat men, als van zelf, in de verzoeking komt, om zekere verdeelingen aan te nemen. Beproeft men dit werkelijk, dan stuit men op groote hinderpalen: want de overgangen zijn, van de eene streek tot de naastvolgende, zoo zacht, dat het moeielijk valt, scherpe grenzen te trekken. Van daar: dat de indeelingen, die men heeft voorgeslagen, verre van volkomen zijn, en sommige natuuronderzoekers, zooals *Blumenbach*, vijf, andere, zooals *Burke*, zelfs tot drie en zestig rassen aannemen. De verdeeling in rassen berust voornamelijk op den vorm van den schedel, de kleur der huid, den aard der haren en de verhouding van het gelaat tot den schedel. Sommige dezer verschillen zijn wellicht uit het onderscheiden klimaat, voedsel, levenswijze, gewoonten, enz. ontstaan, doch niet alle kunnen daaruit worden verklaard. De groote volksverhuizingen, die, in den loop der eeuwen, nu en dan, hebben plaats gehad en die thans nog op groote schaal voortgaan, hebben, in sommige streken, bijgedragen om, door de vermenging van verschillende rassen, nieuwe verscheidenheden te doen ontstaan. Voor zoover deze in historische tijden hebben plaats gehad en bepaaldelijk in de laatste eeuwen, is de invloed daarvan nog aan te wijzen, maar zeer veel is nog onverklaard. De volgende verdeeling in

¹⁾ Van 76 tot 79° N.Br. komen, op de westkust van *Groenland*, nog woningen van Eskimo's voor.

zes hoofdgroepen of rassen kan dienen, om een overzicht van de hoofdverschillen tusschen de volkeren der aarde te geven:

1. Het *Kaukasische* of *Iranische* ras, waartoe omstreeks 550 millioen menschen behooren, dat de, met betrekking tot den geest, meest ontwikkelde en, naar ons oordeel, schoonste menschen omvat, bewoont geheel *Europa*, behalve *Lapland* en *Finland*; voorts het Noorden van *Afrika*, tot den zuidelijken rand der *Sahara*, *Abyssinië*, *Arabië*, *Perzië*, *Klein-Azië*, benevens geheel *Voor-Indië*, van den *Himalaya* en den *Brahmapoetra*, tot den *Oceaan*. Een aanzienlijk gedeelte van *Noord-Amerika* is, in de laatste eeuwen, insgelijks door dit ras ingenomen, terwijl de oorspronkelijke bevolking zich òf allengs westwaarts heeft teruggetrokken, òf uitgeroeid is. Een groot getal menschen van dit ras, dat, na de ontdekking van *Amerika*, naar dit werelddeel trok, heeft zich, op vele plaatsen, met de oorspronkelijke bevolking vermengd (wanneer deze slechts eenigszins beschaafd was, of niet voortdurend vijandig tegenover hen stond) zooals: in *Brazilië*, *Peru*, *Mexico* en thans nog in *Californië*, waardoor verschillende soorten van kleurlingen, zooals Creolen, Mestiezen, enz. zijn ontstaan. Aan de zuidkust van *Afrika* hebben zij zich, sedert het midden der 17^e en, aan verschillende punten der zuidoostelijke kust van *Nieuw-Holland*, sedert het begin der 19^e eeuw, gevestigd, en breiden zich van daar meer en meer uit. Overal waar het kaukasische ras zich vestigt, wordt de oorspronkelijke bevolking daardoor verdrongen. De meeste volken, die tot dit ras behooren, bezitten eene blanke huid.

2. Het *Mongoolsche* of *Turanische* ras vormt eene andere groep van volken, die insgelijks omstreeks 550 millioen menschen telt. Zij onderscheiden zich door een breeden schedel, hooge jukbeenderen, kleine, zwarte, schuin liggende oogen, lang, zwart, hoofdhaar en eene gele geaatskleur, die, bij eenige, vaal of olijfkleurig is. Zij bewonen *Azië*, van den *Brahmapoetra*, tot aan de *Behringstraat*, de noordelijke kusten van *Labrador*, benevens *Lapland* en *Finland*. Deze groote afdeeling bevat: de Turkomannen, Mongolen, en de Tartaren-stammen, de Chineezers, Japanners, de Eskimo's, Lappen en Finnen. Een gedeelte dezer volken is beschaafd, bepaaldelijk de Japanners en Chineezers, ofschoon zij, ten gevolge van de eeuwenlange afsluiting, van hunne rijken, niet de hoogte van de meeste Kaukasische volkeren hebben bereikt. Eenige volken van dit ras leiden nog eene nomadische of zwerfende herders-levenswijze, zoo als die ons, in de boeken van *MOZES*, van de aartsvaders wordt geschilderd.

3. Het *Ethiopische* of *Neger-ras*, waartoe ook de Kaffers behooren, en dat omstreeks 130 millioen menschen telt, neemt geheel *Afrika*, ten

zuiden van de groote woestijn, in, met uitzondering van een deel van *Madagascar*; een groot aantal is vroeger, als slaven, naar *Amerika* overgebracht. De negers onderscheiden zich door eene zwarte kleur, lange armen, groote voeten en handen, kort, zwart, wollig, gekroesd haar, een breeden neus, dikke lippen, vooruitstekende kaken, hooge jukbeenderen en groote oogen. — De Hottentotten en Boschjesmannen bewonen het zuidelijk deel van *Afrika*. Zij onderscheiden zich door eene kleine gestalte, eene vuil oranjegele kleur en spiraalvormig gewonden haarlokjes.

Deze drie rassen, die verreweg het talrijkst zijn, hebben zich het zuiverst bewaard; de drie volgende zijn min of meer gemengd.

4. Het *Maleische* of *Indo-Polynesische* ras. Dit bevat de bewoners van een gedeelte van *Madagascar*, van de eilanden van den *Indischen Archipel* en der *Stille Zuidzee*. Zij onderscheiden zich, door een lang, vlak voorhoofd, een grooten, breeden neus, die van boven plat is; de neusgaten staan ver van elkander; de mond is breed, met dikke lippen; de bovenkaak sterk vooruitstekend; het haar dik, gekruld, lang, zacht en zwart, even als de oogen; de kleur der huid is geel, mahoniekleurig of chocolaadbruin; de lichaamsbouw slank en mager. De Maori's, of de inlandsche bevolking van *Nieuw-Zeeland*, waren oorspronkelijk op de *Samoa-eilanden* te huis en zijn, omstreeks het jaar 1300, van daar verhuisd.

5. Het *Australische* ras, waartoe men de inboorlingen van *Nieuw-Holland*, van enkele aangrenzende eilanden en van *van Diemensland* rekent, verschilt niet veel van het voorgaande ras en wordt, door sommigen, gerekend daartoe te behooren. Hun voorhoofd wijkt sterk naar achter, het haar is zwart en niet gekruld; zij zijn deels donkerbruin, deels zwart. De Nieuw-Hollanders staan wellicht op den laagsten trap van menschelijke ontwikkeling. Hun aantal is, in den laatsten tijd, zeer afgenomen en vele volksstammen, die tot dit ras behooren, zullen, na korter of langer tijd, van de aarde verdwenen zijn. De laatste der oorspronkelijke bewoners van *van Diemensland* stierf in 1869.

6. Het *Amerikaansche* of *koperkleurige* ras bewoonde oorspronkelijk geheel *Amerika* (met uitzondering van de noordelijkste streken, die door Mongoolsche volken worden ingenomen), van den 62sten graad noorderbreedte, tot aan de *Straat van Magelhaen*. Zij hebben eene roodbruine of koperkleur, lang, zwart haar, diep liggende, zwarte oogen, gekromden neus en velen zijn welgemaakt. De onderscheiden volksstammen van dit werelddeel leveren onderling groote verschillen op. Zij staan op zeer verschillenden trap van ontwikkeling en, vóór de ontdekking van *Amerika*, hadden enkele stammen in *Mexico* en *Peru*, reeds een aanmerkelijken trap van beschaving bereikt, waarvoor vele overblijfselen van

kunst pleiten. Door de bloedige oorlogen, die de eerste, naar *Amerika* overgestoken, Europeanen tegen enkele stammen hebben gevoerd, zijn sommige verdeld, of hebben zich, in ontoegankelijke wouden, teruggetrokken, waarbij zij tevens in beschaving zijn achteruitgegaan. Hun aantal is, ten gevolge van de uitbreiding van het kaukasische ras, zeer verminderd.

Onder de bovengenoemde zes hoofdgroepen, komen nog tal van wijzigingen voor: de Arabieren behooren tot het kaukasische ras, maar toch is hun hoofd minder regelmatig gevormd, dan dat van de meeste Iranische volken, terwijl de kleur hunner huid, naar gelang van het klimaat, van licht tot donkerbruin verschilt. --- De Abyssiniërs en Nubiërs bezitten regelmatige gelaatstreken, maar eene zwarte, of zelfs blauwzwarte huid en gekruld haar, waardoor zij eenigszins op negers gelijkken. — De vrij donkergekleurde, doch regelmatig gevormde Hindoes maken een overgang tot de bijna zwarte, kroesharige Dravida's van zuidelijk *Dekan*.

Onder het Iranische ras, vinden wij, door de Kirgiezen, Turkomannen en Tartaren, allerlei overgangen tot de echte Turanische volken, waarvan de Chineezers het best de type hebben bewaard. De Japanners wijken reeds eenigszins hiervan af, doch, in nog hooger mate, de Kamtschadalen, Eskimo's, Lappen en Finnen.

De Kaffers, die kroeshaar, vooruitstekende jukbeenderen en dikke lippen bezitten, verschillen reeds eenigermate van de echte Negers, maar, nog veel meer de bovengenoemde Hottentotten en Boschjesmannen, die op een zeer lagen trap van ontwikkeling staan.

De eigenlijke Maleiers, die den *Indischen Archipel* bewonen, zijn de beste vertegenwoordigers van hun ras; de Polynesiërs, met regelmatige gelaatstreken, kroeshaar en eene lichtere huidkleur, vormen een overgang tot het Australische ras, boven hetwelk zij echter, door hunne meerdere kunstvaardigheid en werkzaamheid, verheven zijn.

De Indianen van het oostelijk deel der *Vereenigde Staten*, waartoe de Sioux, Pawnies, Chippeways en andere stammen behooren, vertoonen ons de type van het Amerikaansche ras het duidelijkst. De bewoners van *Zuid-Amerika*, zooals de Botokoeden, de Pampa-Indianen enz., wijken verder daarvan af, terwijl de Patagoniërs en Vuurlanders de minst ontwikkelde en wanstaltigste bewoners der Nieuwe Wereld zijn.

Belangrijker dan de bovenstaande kunstmatige verdeeling der menschen in rassen, is die in volksstammen, naar de talen, die, door de verschillende volkeren, worden gesproken. Indien zulk eene verdeeling,

zonder op de eenigszins afwijkende tongvallen acht te geven, wordt opgemaakt, dan verkrijgt men omstreeks 85 verschillende taalstammen, die zich weder in verschillende takken verdeelen. De bijzonderheden hiervan liggen echter buiten de grenzen van dit werk.

Ten slotte willen wij nog de hoogten opgeven van eenige plaatsen, die voortdurend door menschen bewoond worden:

	Hoogte in meters.
Klooster <i>Hanlé</i> , in <i>Thibet</i> ¹⁾	4611
Posthuis <i>Apo</i> , in <i>Peru</i>	4382
Mijnstad <i>Cerro-di-Pasco</i> , in <i>Peru</i>	4302
Dorp <i>Tacora</i> , in <i>Bolivia</i>	4173
Stad <i>Calamarca</i> , in <i>Bolivia</i>	4161
Stad <i>Potosi</i> , in <i>Bolivia</i>	4061
Stad <i>La Paz</i> , in <i>Bolivia</i>	3726
Hoofdstad <i>Quito</i> , in <i>Ecuador</i>	2908
Stad <i>Treasure-city</i> , in <i>Nevada</i> , <i>Vereenigde Staten</i>	2795
Stad <i>Cuenca</i> , in <i>Ecuador</i>	2650
Mijnstad <i>Silver-city</i> , in <i>Idaho</i> , <i>V. S.</i>	2531
Spoorweg-station <i>Sherman</i> , in <i>Wyoming</i> , <i>V. S.</i> (pag. 60).	2510
Klooster op den <i>Grooten St. Bernard</i> (pag. 61)	2474
Stad <i>Arequipa</i> , in <i>Peru</i>	2393
Hoofdstad <i>Mexico</i>	2277
Klooster op den <i>St. Gothard</i> , in de <i>Alpen</i>	2075
Vesting <i>Kars</i> , in <i>Klein-Azië</i>	1905

R. VON SCHLAGINTWEIT, waaraan wij enkele der bovenstaande opgaven ontleenen, merkt hierbij op, dat, in de Oude Wereld, zoowel in *Europa*, als in *Azië*, de hoogste plaatsen, die het geheele jaar door bewoond worden, eenzaam gelegen kloosters zijn: in het eerstgenoemde werelddeel is het dat van den *Grooten St. Bernard*; in het laatste het Boedhisten-klooster *Hanlé*. — In *Amerika*, vooral in de *Vereenigde Staten*, daarentegen, zijn de hoogste, blijvend bewoonde nederzettingen, mijnsteden, spoorweg-stations, post- en telegraaf-kantoren, waar voortdurend het bedrijvigste leven heerscht.

Wij zouden de grenzen van dit werk overschrijden, indien hier te

¹⁾ De gemiddelde temperatuur bedraagt hier slechts + 2,02 en de gemiddelde barometerstand niet meer dan 472,7 m.m..

vens werd aangetoond, hoe de voedsels, der onderscheidene volken, van de voortbrengselen der landen, die zij bewonen, afhangen; hoe de bewoners der zuidelijkste en noordelijkste streken voornamelijk van dierlijk, die tusschen de keerkringen van plantaardig en die der gematigde streken van beiderlei voedsels leven; hoe ook de ruwe stoffen, waaruit de mensch zijne kleeding, zijne woningen en zijn huisraad vervaardigt, in de onderscheidene deelen der aarde, aan het dieren- of plantenrijk of wel aan beide, zijn ontleend; hoe de voornaamste heerschende ziekten over de verschillende deelen der aarde voorkomen, sommige zelfs aan kleine plekken gronds eigen zijn. Breedvoeriger werken, die uitsluitend over den mensch handelen, geven daarvan meerdere bijzonderheden.

BESLUIT.

Eenige algemeene opmerkingen kunnen wij, ten slotte niet terughouden:

Wij hebben, in de vorige hoofdstukken, velerlei verschijnselen leeren kennen, die de vaste aardkorst, de zee en de dampkring aanbieden. Wij beschouwden den daaruit voortvloeienden rijkdom en de verscheidenheid in de planten- en dierenwereld, die, op hare beurt, weder de oorzaak zijn, van de gemeenschap, het handelsverkeer en de nijverheid der verschillende volken. Indien wij nu de diepere oorzaken daarvan trachten op te sporen, dan blijkt, dat zij hoofdzakelijk tot vier hunner worden teruggebracht:

Vooreerst: de uitstraling van licht en warmte door de zon (§ 44), die, in verband met de bolvormige gedaante der aarde, de oorzaak is van de verschillende klimaten, op onderscheiden breedten.

Ten tweede: de schuine plaatsing van de omwentelings-as der aarde, op hare loopbaan, waardoor de jaargetijden ontstaan (§ 43).

Ten derde: de ongelijke verdeling, van land en water, over de aardoppervlakte (§ 15), waardoor de lucht- en zeestroomen eene groote verscheidenheid en afwisseling in richting en snelheid verkrijgen.

Ten vierde: de verschillende hoogte van vele deelen der vaste landen, boven de oppervlakte der zee (§ 17), waaruit, zelfs in de heetste gewesten der aarde, eene verscheidenheid van klimaat, op verschillende hoogte, wordt geboren, die met een aanzienlijk verschil in geographische breedte overeenkomt, doch tevens zeer eigenaardig is.

Aldus leidt ons eene nauwkeurige natuurbeschouwing, tot het opsporen van steeds hooger en hooger liggende en meer algemeene denkbeelden, zoodat wij een juister inzicht verkrijgen in de eenvoudigheid der oorzaken, waardoor, in de natuur, een oneindigen rijkdom van gevolgen wordt voortgebracht.

BIJVOEGSELS EN VERBETERINGEN.

- § 8 bladz. 22. In den nacht van den 11^{den} Augustus 1877 werd, door professor ASAPH HALL, op het observatorium te *Washington*, eene satelliet van de planeet *Mars* ontdekt. In den nacht van den 17^{den} dier maand ontdekte hij eene tweede maan dezer planeet, waarvan de baan binnen die der eerste ligt. Beide satellieten zijn zeer klein. Men zal zich wellicht verwonderen dat deze hemellichamen niet vroeger zijn waargenomen; doch de kijker van het observatorium te *Washington* is thans de grootste der wereld: het objectiefglas daarvan heeft niet minder dan 65 centimeters middellijn. Beide satellieten loopen zeer snel rondom de planeet. De binnenste zelfs in omstreeks $\frac{1}{3}$ van den tijd, waarin *Mars* zich om zijne as wentelt.
- § 8 bladz. 25. Na een nauwkeurig onderzoek der groote *ijzermassa's*, die door NORDENSKIÖLD in *Groenland* zijn gevonden, is door J. LAWRENCE SMITH twijfel geopperd aangaande den meteorischen oorsprong daarvan. Genoemde geleerde meent, dat zij moeten worden beschouwd als een der bestanddeelen van het basalt, een gesteente, dat in die streken, o. a. bij *Ovifak* en *Disco*, zeer veel voorkomt.
- § 60 bladz. 233. De verklaring van het ontstaan van den *dauw*, zooals die hier is gegeven, is volkomen juist, doch geldt slechts voor droge voorwerpen. Voor vochtige voorwerpen, zooals gras en kruiden, moet zij echter, volgens onderzoekingen, onlangs door JAMIN gedaan, eenigszins worden gewijzigd: behalve de uitstraling, is de uitdamping van water, van vochtige voorwerpen, eene voorname oorzaak van afkoeling, zoodat deze, door de beide vereenigde werkingen, zeer sterk wordt. De warmte, die vereischt wordt om één gram water in damp te veranderen, is toereikend om de temperatuur van bijna twee kubieke meters lucht, één graad te doen stijgen. Daalt dus de tem-

peratuur van den grond en van vochtige voorwerpen, door uitstraling naar den helderen hemel, dan voegt zich bij die afkoeling nog die, welke door verdamping ontstaat van het water, dat zij bevatten. De verdamping wordt echter minder en minder, naar gelang de lucht meer waterdamp heeft opgenomen en, wanneer zij verzadigd is, houdt de uitdamping geheel op, en daarmede ook de afkoeling die zij veroorzaakt. Wordt dan de temperatuur nog lager, door de uitstraling van warmte, dan begint het omgekeerde van de verdamping, dat is: condensatie, of verdichting van waterdamp tot water. Hierbij geven de waterdampen echter de gebonden warmte weder af, die zij, tot hunne vorming, hebben noodig gehad en de verdichting tot water gaat met ontwikkeling van warmte gepaard. De temperatuur kan nu nog eenigszins dalen, alvorens de aldus gevormde dauw kan bevriezen en tot ijzel overgaan. De vorming van dauw is dus, binnen zekere grenzen, een voorbehoedmiddel tegen de afkoeling en het bevrozen der planten.

§ 60 bladz. 235. Er schijnt nog eene andere wijze te zijn, waarop de ijzel kan ontstaan. In de maand Januari 1879, kwam in *Frankrijk*, op verschillende plaatsen ijzel voor, die bijzonder de aandacht trok. Dit was vooral op den 23 en 24^{sten} dier maand het geval. In de omstreken van *Fontainebleau*, waren boomen, die bladeren hadden, geheel in eene doorschijnende ijsmassa gehuld. Vele boomen, die in zandgrond stonden, vielen, onder den last der ijsmassa's, om; andere werden, onder dit gewicht, zoo gekromd, dat hunne toppen den grond raakten; velen werden doorgebroken. In sommige bosschen waren de takken zoo zwaar met ijs beladen, dat zij afbraken, zoodat het bosch er later uitzag, alsof het eene verzameling van scheepmasten was.

Om een voorbeeld te geven van de verbazende ijsmassa's, die zich op sommige voorwerpen hadden afgezet, kan onder anderen het volgende dienen:

1 decim. lengte van een lindentakje woog: met ijs	60 gr.,	zonder ijs	0,5 gr.
Een berkentak	» » » 200 »	» » » 7 »	
Een dennentak	» » » 660 »	» » » 30 »	
Een berkentak	» » » 700 »	» » » 50 »	

Een laurierblad had eene ijskorst van 70 grammen zwaarte, enz..

Vele telegraafdraden, van 4 mm. dikte, hadden een omhulsel van ijs, zoodat zij 38 mm. dikte hadden, en onder den last braken. Het opmerkelijkste was, dat het op die dagen zeer veel regende, ofschoon de temperatuur van 2 tot 5° beneden het vriespunt bleef, en dat de

regen, zoodra zij de voorwerpen aanraakte, terstond in ijs veranderde, ook zelfs dan, wanneer die voorwerpen eene temperatuur boven 0° hadden. De lage temperatuur der voorwerpen was dus niet de eenige oorzaak van het bevrozen der regendroppels. — Zoodanige buitengewone ijzel, is niet zonder voorbeeld: in de Hollandsche Mercurius van het jaar 1664, komt reeds eene beschrijving voor van de »Beijseling der boomen.” Dit had in geheel *Noord-Holland, Hamburg, Holstein* en *Jutland* plaats. Volgens mondelinge overlevering, zou zoo iets ook 90 jaren vroeger, zijn voorgevallen. — DE SAUSSURE maakt ook van zoodanigen ijsregen melding, die in het jaar 1789 viel. Voor omstreeks twintig jaren, viel te *Genève* insgelijks een ijsregen, waarbij de grond, de boomen en zelfs de regenschermen, ter dikte van 3 centimeters, met ijs werden overdekt. Ook bij *Coblentz* kwam, kort daarna, een ijsregen voor, die groote schade aan de bosschen veroorzaakte.

Uit het feit, dat de regen zich niet alleen op groote, koude voorwerpen afzette, door welker lage temperatuur zij kon bevrozen, maar ook op dunne takken, bladeren, telegraafdraden, enz., blijkt, dat de bevrozing, in die gevallen, niet plaats had, doordien de vloeibare regendroppels op die koude voorwerpen vielen. De regen bevroor zelfs plotseling, indien zij op voorwerpen viel, waarvan de temperatuur *boven* 0° was. Uit de verschijnselen blijkt, dat de regendroppels, in deze gevallen, in een staat van *oversmelting (surfusion)* waren en, bij de aanraking met andere voorwerpen, plotseling van den vloeibaren in den vasten staat overgingen (zie bladz. 146). De luchttemperatuur was steeds laag, zoodat zij, onder het nedervallen, weinig of niet verwarmd werden.

Deze beschouwing is niet nieuw: zij werd reeds, in het *Annuaire météorologique de France*, in het jaar 1863, door den heer NOUËL uiteengezet. Tot heden is echter te weinig acht geslagen, op den toestand van oversmelting, bij de verklaring van eenige verschijnselen in den dampkring.

Wij moeten, aangaande den toestand der waterdampen in de lucht, het volgende aannemen:

Wanneer waterdampen in de lucht opstijgen, dan zijn zij gewoonlijk onzichtbaar; rijzen zij echter tot eene zekere hoogte op, zoodat zij, door afkoeling, tot hun verzadigingspunt naderen en dit punt overschrijden, dan worden zij zichtbaar, doordien zij tot uiterst kleine waterdruppels, of blaasjes, overgaan. Aldus ontstaan *wolken van dampblaasjes*. Gaat de afkoeling verder voort, bijv. doordien zij hooger

opstijgen, zoodat de temperatuur beneden het vriespunt daalt, dan gaan de waterdeeltjes over in zeer kleine ijskristallen — waarvan de aanwezigheid in de bovenlucht, dikwijls merkbaar is, aan de kringen om zon of maan (pag. 249) — en zij vormen den *wolken van ijskristallen*. Tot de vorming dezer ijskristallen geeft, in de meeste gevallen, de aanwezigheid van zeer fijne stofdeeltjes in de lucht, aanleiding, zooals: fijn zand, kiemen en sporen van planten, enz., die dan de kern der kristallen uitmaken. Zijn deze echter, ten gevolge van voorafgaande regen, of sneeuw, die ze naar de oppervlakte der aarde heeft medegevoerd, niet, of in geringe hoeveelheid aanwezig, dan blijven de waterdampen, als kleine droppels, in den staat van oversmelting, in de lucht zweven en vormen den *waterwolken*. Indien die waterdeeltjes naar de aarde vallen, dan gaan zij, hetzij bij onderlinge aanraking, hetzij wanneer zij op den grond, of op voorwerpen vallen, plotseling tot ijs over.

Het is zeer waarschijnlijk dat de hagelvorming in zoodanige wolken plaats heeft, waarin het water in een staat van oversmelting is en wel bij eene zeer lage temperatuur. Als een voorbeeld daarvan kan onder anderen dienen, dat de temperatuur van hagelsteenen, indien die terstond wordt waargenomen, nadat zij gevallen zijn, eenige graden beneden het vriespunt is.

§ 83 bladz. 301. Tusschen den *Donau* en den *Rijn*, bestaat eene merkwaardige onderaardsche gemeenschap, die eerst voor korten tijd met zekerheid is aangetoond. De *Donau* stroomt, ten noorden van het *meer van Constanz*, vrij nabij, in de richting van West naar Oost, in een bed, dat aldaar omstreeks 650 meters boven de zee ligt. Op een afstand van 28 tot 30 kilometers ten zuiden, stroomt de *Rijn*, in bijna tegenovergestelde richting, in een bed dat omstreeks 250 meters lager ligt. Het bed van den *Donau* bestaat, op bovengemelde plaats, uit een zeer lossen kalksteen, die vele scheuren en kloven heeft. Bij zeer laag water verdwijnt de *Donau* bijna geheel in die kloven. Een riviertje, de *Aach*, ontspringt, bij het dorp van dien naam, boven *Mohringen*, uit eene zeer rijke bron, die gemiddeld 5500 liters water per seconde geeft en omstreeks 150 meters lager ligt dan het bed van den *Donau*, in de nabijheid van die bron. De *Aach* valt in het *meer van Constanz*, dat wij als een gedeelte van den *Rijn* kunnen beschouwen. De eigenaars van de watermolens, die beneden de plaats liggen, waar men vermoedde dat het water van den *Donau* in den grond verdwijnt, hebben, in de kloven van het rivierbed, steenen doen werpen, om het verlies van water te voorkomen. De eigenaars van

de molens, die langs de *Aach* liggen, en door haar water worden gedreven, beweren recht op dat water te hebben. Het Badensche gouvernement droeg daarom aan den ingenieur KNOP op, daaromtrent een onderzoek te doen. Deze liet 10.000 kilogrammen keukenzout in den *Donau* werpen, ter plaatse waar men vermoedde dat het water in den grond verdween, terwijl aan iemand werd opgedragen, om, van uur tot uur, eene flesch met water uit de bron der *Aach* te vullen. Het bleek weldra, dat het bronwater der *Aach* eene groote hoeveelheid keukenzout bevatte. Het bestaan der gemeenschap, tusschen den *Donau* en de *Aach*, was daardoor bewezen. — Later werd deze proef, door den ingenieur TEN BRINCK, nog op eene andere wijze herhaald: door het storten van fluoresceïne, in den *Donau*, tusschen *Immendingen* en *Mohringen*, waar men vermoedde dat de afvoerkanaalen zouden zijn. Genoemde stof bezit een sterk kleurend vermogen, zoodat de kleur nog is te onderscheiden, wanneer zij 200.000 malen, met water is verdund. Na 58 tot 60 uren had de kleurstof de onderaardsche kanaalen doorloopen, die de *Aach* met den *Donau* verbinden en kwam het water gekleurd uit de bron te voorschijn. Men zou dus den *Donau* min of meer als eene zijrivier van den *Rijn* kunnen beschouwen.

Bladz.	2 regel	18 van	boven	staat:	oppervlakte	lees:	oppervlakte
»	8	»	1	»	»	»	bepaald
»	13	»	14	»	onder	»	deelten
»	15	»	17	»	»	»	spiralen
»	26	»	17	»	boven	»	<i>geocentrisch</i>
»	27	»	2	»	»	»	meteorieten
»	53	»	7	»	na:	aantref	toevoegen: zooals <i>Nieuw-Zeeland</i>
»	54	»	16	»	staat:	onmerkbaar	lees: onmerkbaar
»	55	»	19	»	onder	»	<i>Ceylon</i>
»	60	»	3	»	»	»	<i>Thermin</i>
»	64	»	5	»	»	»	sommige
»	65	»	4	»	boven	»	reusachtigen
»	66	»	1	»	onder	»	en
»	69	»	8	»	»	»	weste-wind
»	84	»	12	»	»	»	denkbeeld
»	87	»	8	»	boven	»	<i>Mornede Salazie</i>
»	89	»	18	»	boven	»	deeleen
»	92	»	16	»	»	»	<i>Kolomrats</i>

Bladz.	115	regel	13	van	onder	staat :	83		lees :	85
»	117	»	16	»	boven	»	<i>Hoang-H</i>	»	<i>Hoang-Ho</i>	
»	143	»	18	»	onder	»	SCORESBY	»	JAMES ROSS	
»	150	»	8	»	boven	na :	afgeronden toevoegen:		vorm	
»	150	»	9	»	»	staat :	vorm vorm	lees :	vorm	
»	175	»	13	»	»	»	it	»	Uit	
»	178	»	2	»	onder	»	562	»	56,2	
»	182	»	8	»	»	»	thermoter	»	thermometer	
»	183	»	1	»	»(noot)»	»	ontkwamen	»	omkwamen	
»	212	»	6	»	boven	is	uitgevallen :		het	
»	250	»	17	»	»	staat :	15°—30°	»	15°—30'	
»	252	»	20	»	»	»	120	»	120°	
»	264	»	6	»	»	»	electrimachine	»	electriseer-machine	
»	265	»	4	»	»	»	elcctrischen	»	electrischen	
»	287	»	17	»	»	»	heeft	»	hebben	
»	287	»	19	»	»	»	heeft	»	hebben	
»	292	»	12	»	boven	»	zamenvloeiing	»	samenvloeiing	
»	338	»	4	»	»	»	westefijke	»	westelijke	
»	340	»	8	»	onder	»	alfrond	»	half rond	
»	349	»	3	»	boven	»	n	»	in	
»	354	»	9	»	»	»	<i>Pensylvanië</i>	»	<i>Pennsylvaniaë</i>	
»	368	»	12	»	»	»	alten	»	laten	
»	376	»	12	»	onder	»	275	»	375	
»	384	»	1	»	boven	»	106	»	105	
»	393	»	13	»	»	»	ene	»	eene	
»	416	»	5	»	»	»	algemeee	»	algemeen	
»	436	»	9	»	onder	»	de	»	der	