Verhandeling over den Rijn en zijn stroomgebied, in betrekking tot de vaste stoffen, die hij naar beneden voert

DISSERTATIO GEOLOGICA

DE

RHENI FLUMINIS

CUM TERRIS, QUAS PERFLUIT SEDIMENTORUM COMMERCIO

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

BARTHOLDI JACOBI LINTELO DE GEER,

PHIL. THEOR. MAG. LITT. HUM. ET JUR. UTR. DOCT. ET PROF. EXTRAORD.

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MATHESEOS ET PHILOSOPHIAE NATURALIS DECRETO,

PRO GRADU DOCTORATUS

SUMMISQUE IN

MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI

HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA RHENO - TRAJECTINA

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

JOANNES RENATUS EUGENIUS VAN LAER,

E PAGO ZEYST.

AD DIEM XXVIII M. JUNII A. MDCCCL, HORA XI.

TRAJECTI AD RHENUM,

APUD KEMINK ET FILIUM, TYPOGR.

MDCCCL.

DISSERTATIO GEOLOGICA

DE

RHENI FLUMINIS

CUM TERRIS, QUAS PERFLUIT SEDIMENTORUM COMMERCIO

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

BARTHOLDI JACOBI LINTELO DE GEER,

PHIL. THEOR. MAG. LITT. HUM. ET JUR. UTR. DOCT. ET PROF. EXTRAORD.

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MATHESEOS ET PHILOSOPHIAE NATURALIS DECRETO,

PRO GRADU DOCTORATUS

SUMMISQUE IN

MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI

HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA RHENO - TRAJECTINA

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

JOANNES RENATUS EUGENIUS VAN LAER,

E PAGO ZEYST.

AD DIEM XXVIII M. JUNII A. MDCCCL, HORA XI.

TRAJECTI AD RHENUM,

APUD KEMINK ET FILIUM, TYPOGR.

MDCCCL.

INLEIDING.

Vóór de vorming van de vruchtbare kleigronden, welke thans de boorden der Nederlandsche rivieren omzoomen, strekten zich ten noordwesten van het Neder-Rijnsche leigebergte tot aan de Noordzee, met uitzondering van eenige secundaire en tertiaire vormingen aan den voet van dat gebergte, slechts diluviale lagen uit. Deze werden voornamelijk besproeid door de wateren des Rijns, die het leigebergte doorbroken hadden en zich nu door de vlakte van den Neder-Rijn in de Noordzee gingen uitstorten.

Zonder twijfel was de loop van den Rijn, in dat gedeelte, toen hoogst onregelmatig en onbestendig; zijne wateren zochten eenen weg door de lagere gedeelten van dit terrein; vaak moesten zij, waar zij tegenstand ontmoetten, uitwijken, of zich in verschillende rigtingen een onregelmatig en ondiep

bed in het losse zand uitwoelen. Zij bedekten, welligt voortdurend of althans bij hoogere waterstanden, eene groote uitgestrektheid lands, en voerden dan tevens een gedeelte der vaste stoffen, die zij om hunne snelheid van verre landen hadden kunnen medebrengen, er over. Vooral het kleiaardig slijk, dat om zijne geringe soortelijke zwaarte gemakkelijk kon medegevoerd worden, werd ver verspreid en op de overstroomde landen afgezet, wanneer de stroom ten gevolge van de vermindering of geringheid van den waterstand in snelheid afnam.

Zoo ontstond op de onvruchtbare zandbeddingen van het *Diluvium* door aanslibbing uit het rivierwater het eerste dunne laagje van vruchtbare *alluviale* klei, hetwelk, door het dikwijls terugkeeren van dezelfde omstandigheden, meer en meer in dikte toenam, en daardoor werd eindelijk de meer of minder dikke kleilaag gevormd, welke wij thans vooral in Gelderland en Utrecht aan de boorden onzer rivieren waarnemen.

Het zand kon om zijne grootere zwaarte niet zoo gemakkelijk medegevoerd worden als de ligtere klei, het werd daarom meestal slechts in het bed der rivier of waar de stroom het sterkst was voortgestuwd, terwijl het slechts in buitengewone omstandigheden verder verspreid en op de oeverlanden afgezet werd. Van daar de alluviale zandheuvels en heibanen, die men tusschen de *alluviale* kleivormingen dikwijls aantreft.

Daar echter de boorden, die aan overstrooming blootgesteld waren, door de afzetting van kleilagen meer en meer in hoogte toenamen, moesten ook de rivieren langzamerhand in haren loop beperkt, en tusschen bepaalde oevers ingesloten worden, waardoor zij slechts bij buitengewoon hoogen waterstand buiten hunne oevers konden treden. Maar juist dan was ook de stroom het sterkst en kon buitengewone verschijnselen te weeg brengen. Het water spoelde dan dikwijls de vaste stoffen weder weg, die het vroeger had afgezet, en liet ze op andere plaatsen nedervallen. Hierdoor werd het bed der rivier verplaatst, zoodat de rivier na de vermindering van den waterstand zich dikwijls in meerdere armen gesplitst vertoonde, of indien het oude bed tevens geheel verzand was, van rigting veranderde.

Het sterkst moesten zich die verschijnselen aan den mond der rivieren vertoonen: het zand toch, dat tot hiertoe nog door de kracht van den stroom had kunnen medegevoerd worden, moest zich hier noodwendig afzetten; want ten tijde van den vloed, en vooral bij weste winden, werd het water der zee in den mond der rivier opgestuwd, de kracht van den stroom werd verlamd, zijne snelheid verminderde, daar het verval in die tijden afnam wegens de verhooging van het rivierbed door het zeewater. En ook wanneer het getij of weste winden niet, tot in den riviermond, nedersloegen wat in suspensie gehouden werd, zoo moest toch een gedeelte daarvan nedervallen, buiten de lijn der kusten, waar de rivier

niet in zand voor eens, maar in water onophoudelijk, een bed moest uitwoelen, tot waar zij geheel van kracht beroofd geene beweging meer aan het zeewater kon mededeelen, maar dan ook weinig of geene vaste bestanddeelen anders dan opgelost konde bevatten. Zoo werden en worden nu nog in en vóór den mond der rivieren ondiepten en zandbanken gevormd. Deze eenmaal gevormd, werkten nu voortdurend terug op den stroom, veranderden zijne rigting, deden op ondiepe plaatsen zijne snelheid door wrijving afnemen en veroorzaakten dan ook zelfs het neerploffen van de ligte kleideelen, tot dat zij hierdoor meer en meer verhoogd, zich eindelijk als eilanden of vast land boven den waterspiegel verhieven.

Wat van den Rijn gezegd is geldt ook van de Maas en de Schelde, en zoo werd dan, door aanslibbing van vaste stoffen, die de rivieren hadden aangevoerd, maar die in brak of zeewater bezonken, de kust verbreed en de monden der rivier meer en meer in westelijke rigting verplaatst. Wij hebben daaraan het ontstaan der vruchtbare kleistreken, voornamelijk van Zuid-Holland en Zeeland te danken [1]).

Men stelle zich echter niet voor, dat deze vorming zoo rustig hebbe plaats gegrepen, als het hier mag schijnen. De zee verslond dikwijls weder, wat zij vroeger had doen ontstaan, en niet dan door lang-

---

1) Zie hierover Burmeister, Geschichte der Schöpfung, 3de editie, Leipzig 1848, pag. 16.

durige sterke aanslibbing voortdurend afgewisseld door plotselinge vernielende inbraken der zee zijn onze kusten tot dien staat gekomen, waarin zij zich bevonden, ten tijde dat onze voorvaderen als eerste bewoners dier streken zijn opgetreden. Na dien tijd bleef het vormen, vernietigen of veranderen van onzen bodem niet alléén aan de natuur overgelaten: vooral aan onze kusten heeft kunst en wetenschap des menschen hand geleid, om de natuur, waar zij met vernieling dreigde, te beperken, om integendeel overal het bestaande te beveiligen en nieuwen aanwas te bevorderen [1]).

Dat de vorming van dat gedeelte van Nederland, hetwelk langs onze rivieren en vooral langs de armen van den Rijn gelegen is, in het algemeen genomen, op deze wijze heeft plaats gehad, is aan geen redelijken twijfel onderhevig. Zoowel de ligging en grondgesteldheid van de oeverlanden onzer groote rivieren, als de verschijnselen, die men nog steeds aan de boorden en monden van andere groote stroomen ziet plaats hebben [2]), leveren bewijzen voor de algemeene waarheid van het vermelde. Ook

---

1) Men vergelijke G. Acker Stratingh, aloude staat en geschiedenis des vaderlands, Deel I.

2) Men vergelijke daarover: v. Hoff, Gesch. d. Nat. Veränderung. d. Erdoberfläche, Bd. I. Cap. IV.

Lyell, *Elements of Geol.* duitsche vert. van Hartman, Deel II, Cap. I enz.

Burmeister, Geschichte d. Schöpfung, 3de ed. pag. 8—16.

wordt het bevestigd door geschiedkundige overleveringen, die én op zich zelven én in verband met de oudheidkundige beschrijving van sommige overblijfselen, ons vele bijzonderheden leeren kennen aangaande veranderingen in den loop van onze rivieren en daarmede te zamen hangende vervorming van onzen bodem, gedurende de laatste negentien eeuwen. Desniettemin is onze geologische kennis van de vruchtbaarste streken van ons vaderland nog zeer gebrekkig; veel is er nog te onderzoeken en te verzamelen, alvorens de mogelijkheid bestaat, om eene volledige Geologie van die streken en van Nederland in het algemeen te ontwerpen. Daaraan kunnen wij ons althans nog niet wagen. Eene geologische beschrijving: eene ontwikkelings-geschiedenis van onzen bodem, zoude toch in de eerste plaats eene volledige geognostische beschrijving moeten bevatten van de lagen, die hem zamenstellen; en een uitvoerig onderzoek dier lagen zoude daarvoor een hoofdvereischte zijn. Evenzeer en allereerst echter moet men ook de rotssoorten kennen, welke de Rijn van zijnen oorsprong tot aan onze grenzen doorstroomt, en waarvan hij de bestanddeelen als zand en slijk medevoert. Inderdaad, de kennis van den aard dier rotsen mag uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd voor de Geologie van ons land onmisbaar genoemd worden, zij kan in zekeren zin de kennis omtrent de zamenstelling der lagen, welke de Rijn gevormd heeft of nog vormt, voorbereiden en ons bepaaldelijk den

oorsprong van hare bestanddeelen doen duidelijk worden. Wie er iets toe bijbrengt, brengt ons nader aan het doel.

Een onderzoek daarnaar, door waarnemingen in de natuur zelve in het werk te stellen zoude jaren tijds vereischen; daaraan viel dus voor mij thans niet te denken; buitendien zijn verscheidene feiten, die op het een en ander van het opgenoemde betrekking hebben, reeds bekend. Zij zijn echter zeer verspreid en zooveel ik weet bezitten wij nog geen werk, waarin men de rotssoorten van de boorden van den Rijn en van zijne neven-rivieren volledig vindt bijeengesteld, zoodat reeds eene korte verzameling van alles, wat ons kan brengen tot de volledige kennis der vaste stoffen, die de Rijn medevoert, een nuttig werk te achten is. Ofschoon ik dan op het oogenblik niet in de gelegenheid was eigen waarnemingen te doen; ofschoon er alzoo weinig hoop bestond veel licht daarover te verspreiden, heb ik niet geaarzeld dit onderzoek tot onderwerp mijner dissertatie te kiezen.

Ten einde in de behandeling van mijn onderwerp geregeld te werk te gaan, moest ik in de eerste plaats den oorsprong en den loop van den Rijn en zijne voornaamste neven-wateren beschrijven; vervolgens zijn stroomgebied onderzoeken, om te geraken tot de kennis dier rotssoorten, welke bepaaldelijk aan zijne oevers voorkomen, en eindelijk eenig-

zins naauwkeuriger trachten na te sporen, welke de afkomst en de aard zijn van de vaste stoffen, die door zijne wateren naar lager gelegen streken worden heengebragt.

Mijne verhandeling is ten gevolge daarvan in drie gedeelten gescheiden; ik zal daarin achter elkander de volgende punten behandelen, namelijk:

1°. *Het rivierstelsel van den Rijn.*

2°. *Het stroomgebied van den Rijn.*

3°. *De afkomst en aard der vaste stoffen, welke de Rijn naar beneden voert.*

I.

RIVIERSTELSEL VAN DEN RIJN.

Daar wij in dit eerste gedeelte over het rivierstelsel van den Rijn moeten handelen: bepaaldelijk zijn *oorsprong* en *loop* moeten nagaan, zoo zullen wij tot regt verstand van sommige uitdrukkingen, die daarbij gebezigd moeten worden, eenige opmerkingen omtrent de rivieren in het algemeen doen voorafgaan; dan de meer naauwkeurige beschrijving geven van den tegenwoordigen loop des Rijns, waarbij wij tevens zoo veel mogelijk zullen invlechten, wat wij van zijnen vroegeren loop weten.

A. OORSPRONG EN LOOP DER RIVIEREN IN HET ALGEMEEN.

Het water, dat aan de oppervlakte der aarde verdampt, keert langzamerhand weder in verdigten staat, als water, sneeuw of ijs tot haar terug. Een gedeelte daarvan verdampt op nieuw, een ander gedeelte dringt

als water langs verschillende wegen in den bodem, om op gunstige plaatsen bronnen te vormen. Het zakt door de doordringbare aard- of rotslagen, of door spleten en kloven naar beneden tot dat het wordt opgehouden door ondoordringbare lagen. Deze kunnen bestaan uit poreuse zand of rotslagen, welke door vroeger aangevoerd water verzadigd zijn, en in dit geval kan het water eerst dan naar buiten te voorschijn treden, wanneer de oppervlakte van het water in de diepte, door nieuwen aanvoer zooveel verhoogd is, dat zij ergens de buitenste oppervlakte snijdt. Dikwijls echter belet eene ondoordringbare klei of rotslaag het atmosphaerisch water om dieper door te dringen, het vloeit dan langs de helling dezer lagen af, tot dat het naar buiten kan treden.

In beide gevallen vormt het atmosphaerisch water, nadat het door verschillende grond en rotslagen getogen is, en oplosbare zouten daaruit heeft opgenomen, *wellen* of *bronnen*, die nu eens aan de hellingen der bergen, waar de ondoordringbare lagen eindigen, ontspringen, dan weder in vlakke streken te voorschijn treden, en hun water ten gevolge der drukking van hooger gelegen lagen in loodregte rigting doen opstijgen.

In de hooggebergten zijn de bergtoppen voortdurend met sneeuw en ijs bedekt, en daar leveren deze eenen aanhoudenden toevoer van water. De gletschers of ijsmeeren b. v. geven, meest natuurlijk in den zomer, wanneer de warmte der zon het ijs aan hunne oppervlakte vooral in hun laagste eindgedeelte doet smelten, maar ook zelfs in den winter, daar zij

door de eigenwarmte der aarde aanhoudend aan hunne benedenvlakte afsmelten, voortdurend eene aanzienlijke hoeveelheid water [1]).

Zoowel als dit gletscher-water, stroomt ook het water der eigenlijke bronnen in de kloven en dalen, die zich op de hellingen der bergen benedenwaarts uitstrekken, voort en vormt *beken* en *spranken*. Uit de vereeniging van verscheidene beken ontstaan verder *bergstroomen* en *rivieren*, die in een eigen *stroombed* hunne wateren voortstuwende, andere *nevenbeken* en *nevenrivieren* opnemen en zich eindelijk tot eene grootere *rivier* vereenigen. Deze neemt op hare beurt nog kleinere toevloeden en grootere nevenrivieren op en spoedt zich daardoor versterkt, als een aanzienlijke *stroom* naar den Oceaan, waarin hij zich eindelijk uitstort, nadat hij zich meestal weder in verscheidene *armen* heeft gesplitst.

Elke rivier of stroom vertoont daarom, indien men hem van zijnen *mond* af tot aan den *oorsprong* van alle zijne toevloeden vervolgt, eene boomvormige vertakking waaraan men den naam van *rivierstelsel* gegeven heeft. De oppervlakte waarin het geheele rivierstelsel gelegen is heet *stroomgebied*, de omtrek waarin de meeste bronnen gelegen zijn wordt *brongebied*, en de grenslijn tusschen twee aangrenzende stroomgebieden wordt *waterscheiding* genoemd. Men onderscheidt verder bij elk rivierstelsel een *boven-*,

1) Zie H. Berghaus, Allgem. Länder- u. Völkerk. etc. Bd. II. Pag. 228.

middel- en *benedengedeelte.* Het gedeelte, hetwelk het naast bij het brongebied ligt, wordt het *bovengedeelte* of de *bovenloop* der rivier genoemd; *middelgedeelte* of *middelloop* heet men het gedeelte, waar de meeste toevloeden zich tot eenen grooteren onverdeelden hoofdstroom vereenigd hebben; terwijl men het *benedengedeelte* of den *benedenloop* begint te rekenen van de plaats af waar de hoofdstroom zich in verscheiden armen gaat splitsen tot aan den mond der rivier.

Het bovengedeelte vertoont de meeste verscheidenheid. De *wildbeken* of zoogenaamde *torrents*, welke voornamelijk door het afsmelten van sneeuw en ijs van de hoogste bergkammen ontstaan, woelen zich naar gelang van den bodem meer of minder snel, een diep bed in de hellingen der bergen, en storten nu eens als *stuif-* en *stortbeken* en *watervallen* over vaste rotsblokken heen, vloeijen dan weder door minder hellende dalen en verhoogen hunnen bodem door steengruis en slijk.

De *Bergstroom* door de vereeniging van vele zulke beken gevormd, onderscheidt zich alleen door zijne grootere watermassa, en omdat hij in een ruimer dal voortstroomt, van de beek. Waar de bodem van het dal veel verval heeft, snelt hij van terras tot terras voort, en dringt schuimende tusschen de rotsblokken heen. In meer vlakke dalen daarentegen verplaatst hij zich herhaalde malen van de eene naar de andere zijde en bedekt den bodem van het dal met zand en gruis; of hij neemt het geheele dal in en vormt

indien de afloop van het dal belemmeringen ondervond een *meer*. Deze onregelmatige strooming houdt eindelijk op, de meeste toevloeden vereenigen zich tot eenen grooten hoofdtak; het is dan hier dat de middelloop der rivier begint. Bij de alpenstroomen rekent men dien gewoonlijk van de plaats, waar de rivieren uittreden uit de meren, die aan den voet van het gebergte gelegen zijn. Nu is de rivier tusschen bepaalde oevers besloten, en meestal bevaarbaar. Zij heeft eene meer gelijkmatige snelheid van stroom en kan het berggruis, dat de beken en bergstroomen haar aanbrengen, verder voeren en door wrijving in zand en slijk veranderen. Bij laag water wordt dit voor een gedeelte op ondiepe plaatsen afgezet, maar toch is de rivier hier nog sterk genoeg om bij hoogeren waterstand het weder weg te schuren.

Heeft de rivier echter eindelijk het vlakke land bereikt, waar gewoonlijk haar benedengedeelte begint, zoo wordt haar verval al minder en minder, hare snelheid en voortstuwende kracht nemen in gelijke mate af en zijn spoedig ontoereikende geworden om de gevormde ophoopingen van slijk te verwijderen. Zoo ontstaan dan in den benedenloop, gelijk wij reeds vermeldden, door de afzetting van zand en slijk, ondiepten en eilanden, de rivier moet ter zijde soms ter weerszijde uitwijken voor hetgeen zij zelve vormde, zij moet haren loop veranderen en wordt in talrijke armen gesplitst.

Naar de werking op de vaste bestanddeelen van het bed kan men den boven- middel- en benedenloop

der rivier alzoo eeniger mate kenschetsen als de plaatsen waar zij neemt, wisselt en geeft.

De vermelde bijzonderheden omtrent den oorsprong en den loop der rivieren, kunnen bij allen in meerdere of mindere mate waargenomen worden. Bij voorkeur echter worden zij aangetroffen bij alle groote rivieren of stroomen, die op hooge bergen hunnen oorsprong nemen en door vele toevloeden versterkt tot krachtige ontwikkeling komen. Deze zijn niet alleen rijk aan prachtige en indrukwekkende natuurtooneelen, maar oefenen ook den meesten invloed uit op het gebied, dat zij doorstroomen.

Met nadruk geldt dit van den *Rijn*, op de Zwitsersche hoog-alpen ontspringende 1200 t boven den spiegel der zee. Hij wordt in zijnen bovenloop gevoed niet alleen door het afvloeijende water van 370 gletschers en door de beken en rivieren die op de noordelijke helling der Alpen van den Dent de Morcles af tot aan de grenzen van Tyrol ontspringen, maar ook door bijna alle de beken en rivieren, welke van het Jura gebergte afkomen [1]). Hij levert daarom in zijnen bovenloop ontelbare voorbeelden van de opgenoemde verschijnselen en is bepaaldelijk rijk aan stroomsnelten, watervallen, stuif- en stortbeken en meren, waarvan velen beroemdheid verworven hebben.

Aan de grenzen van Zwitserland, waar hij zich reeds tot een krachtige stroom ontwikkeld heeft, eindigt het bovengedeelte van zijnen loop. Hij ver-

---

1) Men vergelijke Ritter's Geogr. Lexicon bij het woord: Rhein.

toond zich nu gedurende zijnen geheelen middelloop als een prachtige stroom, waarop onze naburen trotsch zijn om de natuurlijke schoonheid zijner oevers, maar die tevens, als hoofd-handelsverbinding tusschen het Zuiden en Noorden, belangrijk is voor handel en nijverheid, dubbel belangrijk voor Nederland, omdat hij hier welvaart en gevaar beiden in ruime mate aanbrengt.

Op den Nederduitschen bodem vangt hij zijnen benedenloop aan en splitst hij zich in verschillende armen, die de vruchtbaarste eilanden omsluiten, en de weligste landouwen besproeijen. Hier heeft hij, zoo als wij later zien zullen, de meeste verandering ondergaan; maar niet zonder wederkeerig den meesten invloed uit te oefenen op de landen, die hij vormde en nu nog vervormt en drenkt. Hieruit vooral kan men zijne magt leeren kennen.

B. OORSPRONG EN LOOP VAN DEN RIJN.

In onze meer uitvoerige beschrijving van den loop van den Rijn, meenden wij voornamelijk Hoffmann[1]) te moeten volgen, die dit onderwerp uitvoerig en zoo als het schijnt met de meeste naauwkeurigheid heeft behandeld. Wij moeten echter vermelden, dat desniettegenstaande eene naauwkeurige vergelijking met de beste kaarten, heeft plaats ge-

---

1) K. F. Vollrath Hoffmann, Deutschland und seine Bewohner, Stuttgart 1835, I. deel.

had, waaronder wij, behalve de kaarten van Platt[1], de geologische kaarten van v. Dechen[2], Studer[3], Oeyenhausen[4], Bach[5], Stifft[6], G. Leonhard[7] moeten noemen. Het is ons daardoor gebleken, dat er omtrent den loop vooral der kleinere riviertakken nog veel onzekerheid of onjuistheid heerscht, en dat vooral de benamingen zeer verschillend worden opgegeven. Wij hebben overal, waar dit het geval scheen te zijn, gekozen wat ons het meest met de waarheid scheen overeen te komen, en zullen daarvan, waar het te pas komt, rekenschap geven.

In het algemeen hebben wij ons alleen tot de voornaamste neven-rivieren en hunne hoofdtoevloeden bepaald; al de kleinere beken en toevloeden, waarvan de meesten zelfs op de uitvoerigste kaarten niet door bijzondere namen onderscheiden worden, meenden wij geheel en al met stilzwijgen te kunnen

---

1) Platt, Grosser Physisch-Politischer Atlas ter Erde nach Arrowsmith, Berghaus u. Ritter entworfen, Magdeburg 1845.

2) H. v. Dechen, Geogn. Uebersichts-Karte von Deutschland u. d. angrenzenden Ländern, Berlin 1839.

3) Studer, Geol. Karte d. Westl. Schweitzer-Alpen; behoorende bij zijne Geol. d. Westl. Schweitzer-Alpen, Heidelberg u. Leipzig 1834.

4) C. v. Oeyenhausen, H. v. La Roche u. H. v. Dechen, Geogn. Karte der Rheinländer zwisschen Basel u. Mainz, Berlin 1825.

5) Bach, Geognostische Karte von Würtemberg, Baden u. Hohenzollern, Stuttgart (1845?)

6) C. E. Stifft, Gebirgskarte v. d. Herzogthum Nassau; behoorende bij deszelfs Geogn. Beschreib. d. Herzogth. Nassau, Wiesbaden 1831.

7) G. Leonhard, die Rheinlande nach ihren Geol. Beziehungen, Stuttgart 1844.

voorbijgaan. Voor den tegenwoordigen, vroegeren loop der rivieren op Nederlandsch grondgebied, zijn wij voornamelijk Storm Buysing[1]) en Acker Stratingh[2]) gevolgd, maar hebben tevens gebruik gemaakt van de kaarten van Kraaijenhoff[3]), de Nieuwe kaart van Nederland[4]), de rivierkaart van van Rechteren[5]), de kaart van van Asch van Wijck[6]) en van Acker Stratingh[7]).

1). *Bovenloop van den Rijn.*

De *Rijn* neemt in Zwitserland zijnen oorsprong uit drie bronnen, die op de noordoostelijke helling der Central-Alpen ontspringen en tot aan hunne vereeniging Graubunderland doorstroomen. Deze drie takken worden meestal met de namen van *Voor-*,

---

1) D. J. Storm Buysing, Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde voor de Kadetten van den Waterstaat en de Genie, Breda 1844, met de daarbij behoorende kaarten.

2) Dr. G. Acker Stratingh, aloude staat en geschied. der Nederlanden, Groningen 1847, met de kaart van Nederland, voorstellende den bodem en de wateren in hunnen alouden of natuurl. staat.

3) Kraaijenhoff, Choro-Topographische Kaart der Noordel. Provinciën van het koninkrijk der Nederlanden, laatste uitgave.

4) Nieuwe Etappe Kaart van het koningrijk der Nederlanden, vervaardigd op het Topog. bureau van het Dep. van Oorlog, 1848.

5) Kaart van den loop der Rivieren de Rijn, de Lek, de Waal enz., behoorende bij de verhandeling over den staat van den Rijn, de Waal, de Maas en den IJssel.

6) Kaart van de Geldersche Vallei, behoorende bij het werkje van v. Asch van Wijck: de verbetering der waterafleiding in de Geldersche Vallei.

7) Zie noot 2 hierboven.

Middel- en *Achter-Rijn* bestempeld, maar bij de bewoners hunner boorden zijn zij onder andere straks te noemen namen bekend.

De *Voor-Rijn*, of westelijke tak, ontvangt zijn water oorspronkelijk uit drie beken, waarvan de eerste, door de bewoners der omstreken *Rein de Toma* [1]) geheeten, uit het meer van Toma en Palidulca komt, dat aan de oostzijde van het St. Gotthard gebergte, aan den voet van den Mainthaler Stock gelegen is. Deze ontvangt ook toevoer van water door de Badus gletchers, en wordt van de linkerzijde bij Chiamut (of Tschamot) door de kristalheldere beek *Rein d'Ursera* versterkt. — De tweede beek ontspringt aan den Monte de la Scëina de la Reveca, en doorstroomt het dal van Cornera, terwijl de derde beek door het Kemerdal vloeit. De vereeniging dezer drie beken heeft plaats bij Chiamut en van hier af tot Sedrum heet de zoogenaamde Voor-Rijn eigenlijk *Rein de Tschamot* [2]), terwijl hij van Sedrum tot aan de vereeniging met den Middel-Rijn, *Rein de Tuvetsch* of *Tovetsch* genoemd wordt [3]).

De *Middel-Rijn* of zuidelijke tak, ontspringt uit het meer van Skur in het dal van Dim, ten westen van Lukmanier. Hij doorstroomt het Medelserdal, en heet daarom bij de bewoners der omstreken, tot

---

1) Zie K. F. V. Hoffman, Deutschl. u. s. Bewohner, Bd. I, pag. 290.

2) Zie Hoffman l. c.

3) Ibidem.

aan zijne vereeniging met den Voor-Rijn bij Dissentis, *Rein de Medels* [1]).

De heldere, rijke beek, welke door de vereeniging van den Voor- en Middel-Rijn ontstaat, wordt gewoonlijk met den naam van den eersten aangeduid, ofschoon de omwonenden haar *Rein Surselva* noemen [2]). Zij stroomt van Dissentis af in O. N. Oostelijke rigting naar Reichenau en neemt op dien afstand, welke nagenoeg 15 uren bedraagt, ongeveer 60 beken op [3]), waaronder de *Skavrin* aan de linkerzijde, en de *Lugnetzer* of *Lognäzer Rein* [4]), ook wel *Glenner* genoemd, aan de regter zijde, de voornaamste zijn. Bij Reichenau verbindt zij zich met den Achter-Rijn.

De Achter-Rijn, eigenlijk *Domleschger Rein* [5]), ontspringt uit den Paradies of Reinwald Gletscher aan de benedenste helling van het schwarze Muschelhorn, en wordt terstond door den afvloed van 13 watervallen versterkt. De voornaamste punten in zijnen loop zijn de Rofflen, het verlorne Loch Thusis en Reichenau zelf. Tot aan de eerste plaats, eene naauwe kloof tusschen de dorpen Sufèrs en Andèr gelegen, werwaarts hij in O. N. Oostelijke rigting heenstroomt, neemt hij nog verscheidene beken van beide hellingen van het Rijndal op. Nadat

1) Zie Hoffman l. c. pag. 290.
2) Zie Hoffman l. c.
3) Zie Ritter's Geogr. Lexicon, pag. 1068.
4) Hoffman l. c. pag. 298.
5) Zie Hoffman l. c. pag. 299.

hij door de *Roffien* heengestort is en een fraaijen waterval gevormd heeft, stroomt hij vervolgens, versterkt door den *Averser-bach*, in noordelijke rigting naar de *Via mala* en het *Verlorne Loch;* en stort in deze ijzingwekkende kloven over rotsblokken heen. Van de linkerzijde neemt hij daar eene kleine vuile beek op, *Nolla* genaamd, merkwaardig om het vele slijk dat zij medevoert, en de verwoestingen die zij aanrigt [1]). Zoo komt hij door dezen woesten loop tot Thusis.

Beneden Thusis ontvangt hij nog van de regterzijde de *Albula* en spoedt hij zich, na zijne vereeniging met deze, in noordelijke rigting voort tot Reichenau, om daar met zijne door slijk bijna zwart gekleurde wateren den helderen Voor-Rijn te bezoedelen, nadat hij op een afstand van 15 uren 30 hoofdbeken opgenomen heeft [2]).

Van Reichenau af wordt de Rijn, dus uit de vereeniging van de drie genoemde takken gevormd, met houtvlotten bevaarbaar. Van Chiamut tot Chur is het bed naauw en rotsachtig en hoofdzakelijk

---

1) Zie Hoffman l. c. pag. 299.

2) Ritter's Lexicon, pag. 1068. De Albula moet als de voornaamste toevloed van den Achter-Rijn beschouwd worden, niet omdat die in haren oorsprong reeds groot zou zijn: zij is slechts uit een meertje op de Albula ontstaan; maar voornamelijk omdat een veel sterker tak, het *Davoser Landwasser* zich daarin uitstort. Deze komt uit het Davoser meer, ontvangt de meeste toevloeden van de linkerzijde uit de Fluela in het Dischma- en het Stertigdal, en gaat met verlies van zijnen naam de Albula beneden Filisur zoo aanmerkelijk versterken.

naar het O. N. O. gerigt, ofschoon noodwendig met vele kleine bogten.

Van Chur af echter wendt hij zich in eene noordelijke rigting en gaat daarin voort tot aan het meer van Constanz. Eerst, tot aan den Fläschenberg, vloeit hij voort door een ruim dal: hij heeft zich daar een breed ondiep bed uitgekozen, waarin hij veel zand en kleinere steenen voortrolt; vervolgens, tusschen den Schollberg en den Fläschenberg, in een eng bed: want daar had hij weder rotsen te doorbreken, en heeft hij vroeger stellig eene andere rigting gehad [1]). Eindelijk, beneden den Fläschenberg, waar hij Graubunderland verlaat en nu de grens tusschen het kanton St. Gallen aan de linkerzijde en Lichtenstein en Vorarlberg aan de regterzijde vormt, stroomt hij weder door het breede dal onbelemmerd voort en vormt inmiddels vele eilanden, tot hij zich op ruim een halve mijl afstands beneden Reineck in het *meer van Constanz* uitstort.

Op dezen weg hebben zich weder verscheiden beken in hem ontlast, even beneden Chur de sterk stroomende *Plessur* van de regterzijde, dan evenzoo de *Landquart*. Deze beek, uit den afvloed van gletschers in het Sardaskadal aan de noordelijke helling van den Selvretta ontstaan, is zeven mijlen lang en heeft eenen zeer sterken stroom, waardoor hij zeer dikwijls verwoestingen te weeg brengt.

Pas is de Rijn bij den Fläschenberg op nieuw in een

---

1) Zie Hoffman I. pag. 292.

breed bed gekomen, of de toevloed van 150 gletschers [1]) vermeerderen zijne watermassa. Meer nog dan de *Tamina*, die bij Ragatz van de linkerzijde komt, brengt hier de Ill het zijne aan toe, die een weinig later van de regter zijde invalt [2]). Eindelijk voegen zich nog bij den Rijn van de regterzijde beneden Meiningen de *Trutzbach*, en van de linkerzijde bij Au de *Aubach*.

Het meer van Constanz met eenen omtrek van 26¼ mijlen en bij gemiddelden waterstand eene oppervlakte van 8½ □ mijlen [3]), wordt niet alleen door den Rijn doorstroomd, zoo als men gewoonlijk zegt, maar is geheel en al door hem en door verscheidene andere riviertjes [4]), die er van verschillende zijden invallen, gevormd.

De Rijn verlaat spoedig in westelijke rigting dit meer bij de stad Constance, die er haren naam aan gaf, vormt nu terstond den *Zeller* of *Untersee*, treedt bij het dorp Mameren daar weder uit en stroomt, geheel op Zwitsersch grondgebied, naar

---

1) Zie Ritters Geogr. Lexicon, pag. 1068.

2) De Ill ontspringt aan de noordelijke helling van den Jamthaler Ferner en ontvangt, gedurende zijnen loop van 12 mijlen, van beide zijden verscheiden nevenbeken, doch aan de noordzijde de grootste.

3) Zie Hoffman l. c. pag. 302.

4) De voornaamste van deze zijn: De *Dornbirner Achen* en de *Bregenzer Ach*, welke laatste voornamelijk door de *Argenbach* en *Mellenbach* aan de linkerzijde en door de *Sibersbach* en de *weisse* en *rothe Ach* van de regterzijde gevoed wordt. Vervolgens de *Arge*, en de *Schüssen*, de *Urnauer Aach*, de *Seefelder Aach*, de *Stockach*, de *Goldach* en *Steinach*.

Schafhausen, waar hij zich meer zuidwaarts wendt tot aan Eglisau, om verder met een paar bogten maar hoofdzakelijk westwaarts tot Basel voort te spoeden, als grensscheiding tusschen Duitschland en Zwitserland. Op dezen weg vormt hij zijnen beroemden *waterval van Schafhausen*, daar hij een half uur beneden de stad, bij het slot Laufen, een rotswand van aanmerkelijke breedte dwars in zijn bed ontmoet en zijne wateren daarover in eene diepte van 60 à 65 voet [1]) nederploft.

Tot hiertoe heeft de Rijn naauwelijks zoo veel toevloed verkregen als door inzakken in den bodem en vooral door verdamping voor hem verloren ging, maar weldra komt de *Thur*, daarop de *Töss*, dan de *Glatt*, de *Wutach* [2]), eindelijk tusschen de dorpen Coblenz en Waldshut de krachtigste nevenrivier tot hiertoe, de *Aar*, zich in hem ontlasten. Wederom wordt hij door rotsen van beide zijden ingesloten. Bij Laufenburg nog door de *Alb* van de regterzijde gevoed, perst hij zijne nu aanzienlijke watermassa door de naauwe kloof, die de rotswan-

---

1) Zie Hoffman l. c. volgens Ritter is hij 70 voeten hoog; zie Lexic. p. 1068.

2) De *Thur* neemt haren oorsprong in een vochtig dal, beneden het dorp Wildhaus, en ontvangt van de regterzijde eerst *de Necker*, dan *de Sitter*, volgens Berghaus (Land u. Völkerk. V. 903) ook nog *de Murg*. Zij geeft haren naam aan de Thurgau. De *Töss* ontspringt in den Tössstock; en neemt de *Kempt* op: de *Glatt* aan de westelijke helling van den Allman; de *Wutach*, welke alleen van de regterzijde invalt, ten zuiden van Thengen, ontstaat door de vereeniging van de *Gutach*, *Haslach* en *Rotenbach* en neemt nog de *Steinenbach* en de *Schlücht* op.

den hem laten, en vormt hij iets meer benedenwaarts, na de *Wehr* ook van de regterzijde te hebben opgenomen, in de rotsengte bij Rheinfelden, den zoo gevaarlijken draaikolk *Höllenhaken*. Zijn woest karakter blijft hem alzoo tot digt bij Basel bij, alwaar hij plotseling noordwaarts zijnen middelloop begint. Ten oosten van deze stad neemt hij nog van de linkerzijde de *Birs* op, welke aan de noordwestelijke helling van de Zwitsersche Juraketen bij de rotspoort Pierre Pertuis ontspringt, en onder meer andere toevloeden vooral de *Tramebach* en de *Sorne* ontvangt. Maar wij moeten ook nog den loop van de Aar nasporen.

Uit de twee gletschers van den Grimsel ontsprongen, vliet zij als een sterke, door aardachtige deelen troebele beek met O. N. Oostelijke strekking voort, en vormt verscheidene watervallen. Van het noordeinde der Grimsel tot aan het dorp Hasli in Grund, snelt zij bruischende door een diep, door rotsen gevormd bed en heeft N. N. W. rigting; bij Handeck vormt zij den beroemden 150 voet hoogen *Aarval* [1]). Door den grooten toevloed van beide zijden nu reeds magtig geworden, stroomt zij van Hasligrund tot aan het meer van Brienza, dat zij grootendeels vormt, in W. N. Westelijke rigting. Bij Interlaken verlaat zij dit meer weder, als een heldere, breede, diepe en snelvlietende stroom en treedt ¼ mijl ten Z. Westen

1) Zie Ritter's Geogr. Lexicon pag. 2.

van Unterseen in het meer van Thun. Als zij dit meer weder ongeveer ¼ mijl boven Thun verlaat, behoudt zij tot aan haren mond eene breedte van 100 tot 1100 voet, stroomt, nu ten tweedenmale gezuiverd, in N. Westelijke rigting door het stadje Thun tot Bern. Beneden deze stad maakt zij eene groote kronkeling, maar neemt dan weder eene westelijke rigting aan, tot aan de plaats waar de *Saane* haar van de linkerzijde toestroomt; dan gaat zij nagenoeg met N. N. Oostelijke strekking voort. Van Meienried af, tot aan haren mond in den Rijn, loopt de Aar nagenoeg parallel met de Alpen en het Juragebergte.

De Aar ontvangt, behalve zeer vele kleine wateren, nog de volgende grootere neven-rivieren.

Van de linkerzijde de *Urbach*, uit de Gauligletchers, dan de *Reichenbach*, die zijne bronnen aan het Schwarzhorn heeft en den bekenden waterval van denzelfden naam vormt. In het meer van Brienza storten zich de *kleine Giesbach* en de *Lutchinenbach* of de *Lutchine*, welke door de Tschingel- en Grindelwaldgletchers gevoed wordt. In het meer van Thun vallen de *Lombach*, *Grünbach* en de *Kander*, welke laatste vooral door de *Simme* versterkt wordt. In de Aar zelve valt beneden Aarberg de *Saane* of *Sarine*, welke uit den afloop der gletchers van het Oldenhorn ontstaat, maar van beide zijden nog door verscheidene beken gevoed wordt; dan de *Zihl* of *Thiele*, welke bij Meienried in de Aar valt; deze komt uit het Bieler meer, dat door de *Broye* met

het meer van Neufchatel en het Murter meer verbonden is [1]).

Van de regter zijde ontvangt de Aar van haren oorsprong af voornamelijk den *Gadmenbach*, welke van den Steinengletcher komt en bij Hof in de Aar valt; beneden Thun de *Zulgbach*; dan bij Solothurn de *Emme* of *groote Emme*, die haren oorsprong neemt aan de noordelijke helling van het Angsmatthorn en door verscheidene beken versterkt wordt; vervolgens komt de *Oenzbach*, de *Langetenbach*, de *Wigger;* dan de *Suren*, die de *Wijna* [2]) opneemt, de *Aa*, de *Bintz*, en eindelijk de *Reuss* en de *Limmat*.

De Reuss ontstaat uit de beken, die uit het Lutzendorfer meer, op de hoogte van den St. Gotthard, uit het Oberalp meer en uit dat van de noordelijke helling der Furka komen. Zij vereenigen zich alle drie in het Urseren dal, en hebben tot Amsteg een sterk verval [3]) waardoor verscheiden watervallen gevormd worden. Bij Lucern verlaat de Reuss het Vierwaldstädter meer dat haar bij Seedorf opnam en waarin zich ook de *Muttabach* de *Engelberger Aa*

---

1) Zie hydrogr. kaart van Zwitserland en den grooten Atlas van Platt. Daar de *Broye*, de *Orbe*, de *Reuse*, *Seyon*, en de *Süss* allen in deze meren vloeijen, kan men deze beken als de voornaamste toevloeden der Zihl beschouwen. Zij ontvangt echter ook van de oostelijke helling van het Juragebergte verscheidene beken, waaronder de *Durrenbach* de voornaamste is.

2) Zie de kaart van Zwitserland, N°. 29 van Platt's Atlas.

3) Op een afstand van 6 uren is het verval 4500 voet; zie Ritters Geogr. Lexicon, pag. 1066.

en de *Sarner Aa* uitstorten, zij neemt nog de *Waldemme* of *Kleine Emme* en dan de *Lorze* of *Lorez*, die uit het meer van Zug komt op, en stort zich eindelijk bij Windisch in de Aar. — De Limmat komt uit het meer van Zurich en schijnt haren oorsprong te nemen uit den *Seezbach* [1]), die in het Weisstannenthal ontspringt en zich in het meer van Wallenstadt uitstort. De verbinding van dit meer met het meer van Zurich droeg vroeger den naam van *Maag* nu *Linth* [2]) naar het riviertje, dat uit de vereeniging van den *Limmernbach* en de *Staffelbach* ontstaan; onder anderen nog den *Fetschbach* van de linkerzijde opneemt, terwijl van de regterzijde de *Sernft* zijn voornaamste toevloed is. De breede reine Limmat verlaat het meer van Zurich pas aan zijn ondergedeelte, en neemt dadelijk aan de linkerzijde de *wilde Sihl* op, welker oorsprong ten oosten van Schwiz aan den Pragel ligt, en weldra ook de *Reppisch*, die uit het Turler meer ontstaat.

2). *Middelloop van den Rijn.*

Men behoort den middelloop van den Rijn te rekenen van Basel tot Bonn [3]). Politisch beschouwt

---

1) Zie Hoffm. l. c. pag. 318.

2) De Linth stortte zich toen in de *Maag* uit, maar is later in het beneden gedeelte van het meer van Wallenstadt geleid en verlaat het weder bij Wesen.

3) In het dagelijksch leven worden deze benamingen dikwijls anders gebruikt. De Duitschers verstaan in betrekking tot de scheep-

vormt hij van Basel tot onder den parallel van Karlsruhe de grens van Duitschland en Frankrijk, maar dan gaat hij geheel op duitsch grondgebied over. Verdeelt men den middelloop van den Rijn in drie gelijke deelen, zoo bespeurt men: dat hij ongeveer in de twee eerste derde gedeelten, van Basel tot Mainz, werwaarts hij in het algemeen noordelijk heenstroomt, in een ruim dal tusschen lage oevers vloeit; terwijl hij in het laatste derde gedeelte van zijnen middelloop, tusschen Mainz tot boven Bonn, in een kronkelend dal van het Neder-Rijnsche Leigebergte, tusschen hooge, steile rotsoevers heen stroomt. In dit gedeelte, juister van Bieberich tot Bingen heeft hij dan eene zuidwestelijke, van Bingen tot Bonn en verder in het algemeen eene noordwestelijke rigting. Vervolgens ziet men, dat hij van beneden Hüningen af tot aan Schliengen, langs het Schwarzwald heenloopende, zich op dezen afstand dikwijls in zijdelingsche armen verdeelt, maar om zich later weder te vereenigen, waardoor een groot aantal van eilanden (*Werder*) gevormd worden. Het aantal en de vorm dezer eilanden wisselt jaarlijks eenigzins af. Boven Alt Breisach is het

---

vaart: onder Boven-Rijn (Ober-Rhein), het gedeelte tusschen Basel en Mainz: onder Middel-Rijn (Mittel-Rhein), het gedeelte tusschen Mainz en Keulen: en onder Beneden-Rijn (Nieder-Rhein), het gedeelte van Keulen tot aan zijne monden. (Zie Hoffman pag. 292). In Nederland noemt men Boven-Rijn, in betrekking tot den Neder-Rijn, de geheele uitgestrektheid gelegen boven zijne splitsing bij het Pannerdensche kanaal. Zie D. J. Storm Buising, Handleiding tot de Waterbouwkunde, Breda 1845. II. Deel, pag. 25.

stroombed rotsachtig en bij die stad is het vernaauwd, doch spoedig wordt het weder ruimer en dan beneden Karlsruhe weder bijzonder rijk aan begroeide stroomeilanden.

Van hier af tot aan den mond van den Neckar, beneden Manheim, maakt de meestal onverdeelde stroom groote kronkelingen, zoodat zijn loop daardoor verlengd en zijne snelheid van stroom aanmerkelijk verminderd wordt. Van Manheim tot Opperheim kronkelt de Rijn door lage weilanden, maar omsluit weinig en slechts kleine eilanden; van hier af tot Mainz maakt hij slechts eene groote bogt.

Van Bieberich tot Bingen is de stroom zeer breed, stroomt niet snel en vormt verscheidene zeer lange stroomeilanden; daarentegen is in de zoo hoogst schilderachtige streek van Bingen tot Bonn, waar steile bergen als aan den oever zelven oprijzen, het stroomdal over het algemeen eng en de snelheid zeer groot. Het sterkst is dit het geval in het *Binger-Loch*, even beneden Bingen. Hier lag vroeger een rotswand dwars in den stroom en bragt een grooten val van het water te weeg. Sints is hij langzamerhand van zelf aanmerkelijk afgesleten en eindelijk ten behoeve der scheepvaart geheel verwijderd. Tusschen Boppart en Braubach, waar het stroomdal zich eenigzins verbreedt, is eene aanzienlijke kromming, zoodat het water eerst noordwaarts, dan noordoostelijk, en eindelijk tot Braubach weder noordelijk stroomt. Beneden Koblenz wordt de stroom van de linkerzijde door de Moesel aanzienlijk versterkt. Bij

Unkel liggen basaltrotsen, de *Unkelstein* genaamd, in den Rijn. Van Königswinter af wordt het Rijndal weder breeder.

De voornaamste nevenrivieren en toevloeden, die de Rijn in zijnen middenloop ontvangt, zijn de volgende:

Van de regterzijde neemt de Rijn beneden Basel de *Wiese* op, welke van de zuidelijke helling van den Feldberg komt en tusschen Bazel en Hüningen in den Rijn mondt. Nog ontvangt hij vele kleine beken en dan de *Elz*, die uit het Schwarzwald voortgekomen, nadat zij een tijdlang in noord-oostelijke rigting gestroomd heeft, hare kracht ontleent van de veel sterkere *Elzach*, welke zuidoostelijk van Triberg ontsprong. De vereenigde beken vloeijen onder den naam *Elz* eerst in N. W. dan in Z. W. rigting tot Riegel, versterken zich van de linkerzijde door *de Dreisam* en eenige kleinere beken, en vallen beneden Kinzingen in den Rijn.

Bij Kehl neemt de Rijn van de regterzijde de *Kinzig* op, welke op het Schwarzwald ontspringt, de *Schiltach*, de *Wolfach* en de *Gutach* opneemt en zich eindelijk nog nabij haren mond met de *Schütter* vereenigt.

Beneden Strassburg stort zich van de linkerzijde in den Rijn de 28 mijlen lange *Ill*, welke op de N. westelijke helling van het Juragebergte bij het dorp Winkel ontspringt. Zij heeft tot Kolmar eene noordelijke rigting, en verdeelt zich een weinig beneden Kolmar, terwijl zij door een laag dal stroomt in

vele armen, waardoor vele eilanden gevormd worden. Nadat zij nog versterkt is door verscheiden toevloeden van de linkerzijde, waaronder de *Dollerenbach*, de *Thurn*, de *Fechtbach* en de *Breusch*, welke allen van de Vogezen komen, stort zij zich eindelijk met verscheidene armen in den Rijn. Aan de regterzijde ontvangt de Rijn vervolgens boven Helmlingen de *Rench*, die uit de vereeniging van verscheidene kleine beken, aan de Zuidelijke helling van den Kniebes ontstaat en van Oberkirch tot aan den Rijn door lage weiden vloeit, zeer breed is, vele met woud begroeide weerden omsluit en hare omstreken dikwijls overstroomt. Aan de linkerzijde ontvangt de Rijn nagenoeg op gelijke hoogte de *Zorn*, en meer benedenwaarts bij Drusenhein de *Moder* of *Motter*, welke van de oost helling van het Wasgau afkomt. Ook de *Biebersbach* en *Selzbach*, die meer benedenwaarts in den Rijn komen, hebben haren oorsprong in het Wasgau en monden bij Selz in den Rijn.

Aan de regterzijde ontvangt de Rijn ten N. W. van Rastadt de *Murg*. Zij ontspringt aan de oostelijke helling van den Kniebis en wordt bij hare bron *Vorbach* genaamd tot Baiersbronn, waar zij van de linkerzijde de beek opneemt, die het Baierbronsche dal doorvloeit, en uit de vereeniging der *Weisse* en *Rothe Murg* ontstaat. Zij stroomt in noordelijke rigting door het naauwere Murgdal en trekt van beide zijden nog vele kleine beken tot zich.

De *Lauterbach*, in het *Wasgau* ontspringende, stort

zich ten Oosten van Lauterburg van de linkerzijde in den Rijn, en even zoo nog verscheidene andere beken, die allen op het Hardtgebergte ontspringen.

Aan de regterzijde neemt hij bij Graben de *Pfinz* op, welke bij *Pfinzweiler*, westelijk van Neuenbürg ontspringt en bij Grötzingen ten oosten van Karlsruhe in het Rijndal treedt, nog verscheidene kleine beken opneemt en zich herhaardelijk in verschillende armen splitst, die zich vóór de monding in den Rijn weder vereenigen. Bij Germersheim ontvangt de Rijn van de linkerzijde de *Queich*, welke westelijk van Landau, nabij de Falkenburg ontspringt.

Bij Spiers ontvangt de Rijn de *Speyerbach* welke op het Hardtgebergte uit den zamenloop van verscheidene beken ontstaat en bij Neustadt onder den naam van *Rehbach* eene beek afzendt, die beneden Mannheim zich in den Rijn uitstort, en, nadat zij zich met de *Heimbach* vereenigd heeft, boven en beneden Spiers met twee armen in den Rijn valt. Aan de regterzijde daarentegen vloeit den Rijn op deze breedte de *Kreich* toe, welke ten noorden van den Tiefenbach bij Sternenfels ontspringt. Ten Westen van Schwetzingen neemt de Rijn de *Leimbach* op.

Terstond beneden Manheim stort zich de *Neckar*, een bevaarbare rivier van 52$\frac{2}{10}$ m. lengte, in den Rijn. Deze ontspringt boven het dorp Schwenningen ten O. Z. O. van het stadje Villingen en wordt spoedig door den toevloed van nevenbeken versterkt. Hij stroomt in zijn bovengedeelte, van zijnen oor-

sprong af tot Horb, in een naauw dal door een smal bed en heeft vele kleine kronkelingen, doch in het algemeen noordwaarts. Van Horb loopt hij parallel met de noordelijke helling der Alp in N. Oostelijke rigting voort tot Plochingen, en van hier tot Eberbach, waar zijn middelgedeelte eindigt, met N. N. W. rigting. In zijn benedengedeelte van Eberbach tot aan zijnen mond heeft hij een westelijke strekking.

De voornaamste nevenbeken van den Neckar zijn de volgende: de *Eschach*, die haren oorsprong heeft aan de oostelijke helling van het Schwarzwald ten oosten van het dorp Vorder Aichhalden en zich bij Bühlingen van de linkerzijde met den Neckar vereenigt, dien zij in waterrijkdom ver overtreft; de *Prim*, welke in den zuidelijken voet van den Dreifaltigkeitsberg ontspringt, van de regterzijde ten oosten van Rotweil mondt; de *Glatt*, welke van de oostelijke helling van het Schwartzwald, ten noorden van Freudenstadt, komt en van de linkerzijde bij Neckarhausen toestroomt.

Verscheidene nevenbeken, aan de Alp ontspringende, vallen in den Neckar, bij de volgende plaatsen:

De *Eiach* uit eene kloof bij Pfäffingen ontspringende, ten Oosten van Horb; de *Starzel*, ten Z. Z. W. van Hausen ontstaande, bij Obernau; de *Steinlach*, welke zuidoostelijk van Thalheim ontspringt, zeer snel stroomt en bij hoog water zeer vernielende is, aan het oostelijke einde der stad Tübingen; de *Echatz*, die in het Honauer dal ontstaat,

en de *Aierbach*, de *Arbach*, de *Breitenbach*, *Fürstbach*, *Hebbach* opneemt, bij Kirchestellinsfurt; de *Erms*, welke ten zuiden van Hengen ontspringt, nadat zij verscheiden neven-beken opgenomen heeft, bij Neckartenzlingen; de *Lauter*, die in eene kloof der Alp ten zuiden van Gutenberg ontspringt en de *Lindach* opneemt; bij Köngen; de *Fils* van de Alp ten zuidwesten van Wiesensteeg komende, en 9½ mijl lang, bij Plochingen, na hoofdbeken opgenomen te hebben.

De *Ammer*, welker oorsprong bij Haslach is, valt bij Lustnau; de *Ach*, welke ten oosten van Böhlingen ontspringt en de *Schaichbach* opneemt, beneden Nürtingen, van de linkerzijde in den Neckar.

De *Rems*, welke ter regterzijde in den Neckar bij Neckarems mondt, ontspringt ten Zuiden van Essingen en wordt door verscheidene nevenbeken gevoed. Haar gebied is smal, haar val gering, maar zij zet hare oevers dikwijls onder water. De *Murr* ontspringt ten westen van Kaisersbach en stort zich van de regterzijde beneden Marbach in den Neckar.

Een der belangrijkste nevenrivieren van den Neckar is de *Enz*, welke op het Schwarzwald, ten Noorden van Göttelfingen, ontspringt. Zij wordt eerst *Rothwasser*, dan *Popelbach* of *Mühlbach* genaamd; neemt daar de *dürre Enz* op en heet dan *grosse Enz*. Zij neemt vervolgens de *kleine Enz*, de *Eiach* en de *Nagold* op, welke weder door verscheidene andere beken versterkt worden.

De Neckar neemt dan beneden Heilbronn aan de linkerzijde den *Leinbach* op, welke ten Z. W. van klein Gartach ontspringt; van de regterzijde bij Neckarsulm de *Sulm*; beneden Neckarsulm de *Kocher*. Deze ontspringt ten noorden van Königsbronn, neemt bij Abtsgemünd de *Lein*, bij Gaildorf de *Roth*, bij Westheim de *Biber*, dan bij Geislingen de *Bühler* op.

Bij Jaxtfeld neemt de Neckar van de regterzijde de *Jaxt* op, welke uit een moeras ten Oosten van Ellwangen ontstaat. Zij ontvangt hare grootste nevenbeken van de regterzijde, waaronder de *Kessach*, de *Sekach* en de *Scheftenbach* te noemen zijn.

De *Elzbach* stort zich bij Neckarelz in den Neckar; de *Itterbach*, een aanzienlijke beek, die uit den Odenwald komt en van beide zijden door verscheiden beken versterkt wordt, stroomt hem een weinig beneden Eberbach toe; de *Elsenz* eindelijk, welke haar oorsprong heeft bij het dorp van gelijken naam, 2 m. noordwestelijk van Bruchsal, stort zich aan de linkerzijde, ten westen van Neckargemünd in den Neckar.

De Rijn ontvangt vervolgens van de linkerzijde beneden Manheim nog de *Isenbach*, en daarop bij Worms den *Imsbach*, welke beide op het Hardtgebergte ontspringen; dan beneden Worms de *Primm* of *Pfriem*, ten Zuiden van den Donnersberg ontstaan; dan aan de regterzijde ten noorden van Nordheim de *Weschnitz*, die in het Odenwald bij

stein en neemt onder anderen de *Wetter* en de *Nidder* op.

In den Rijn stroomt verder van de regterzijde ten noordwesten van Nieder Ingelheim de *Selzbach*, die bij Alzey ontspringt, en vervolgens bij Bingen de *Nahe*. Zij ontspringt bij Selbach ten noorden van Tholei en neemt aan hare linkerzijde verscheidene beken op, welke alle van de zuidoostelijke helling van den Hundsrück afkomen [1]). Van de regterzijde ontvangt zij, behalve andere beken, ten oosten van Staudenheim de *Glan*, welke op het Hardtgebergte ontspringt en verscheidene kleinere beken opneemt; dan bij Alt Baumberg de *Alsenz*, die door de *Moschel* versterkt wordt; vervolgens beneden Laubenheim de *Appel*, welke op den Donnersberg ontspringt.

De Rijn ontvangt daarop van de regterzijde bij Lorch de *Wisper* en dan bij Nieder Lahnstein boven Koblenz de *Lahn*, welke bij den Lähnhof ten zuiden van den Erdkopf, ten W. Z. W. van Laasphe, ontspringt [2]).

---

1) Men vergelijke over de toevloeden der Nahe Oeyenhausen, Geogn. Karte der Rheinländer zw. Basel und Mainz.

2) Zij is $32^1/_{40}$ mijlen lang en heeft een sterk verval; hare toevloeden zijn: van de linkerzijde tusschen Bernsdorf en Kolbe de *Ohm*, welke van het Vogelsgebergte komt en door de *Wöhr* versterkt wordt; dan de *Lumbda*, *Solms*, *Weil*, *Ems*, *Aar* en *Mühlbach*. De Aar ontspringt uit den Aarbrunnen ten Z. W. van Idstein en komt beneden Weilburg in de Lahn. Van de regterzijde ontvangt de

Bij Koblenz wordt de Rijn aanzienlijk versterkt door de 80½ mijlen lange *Moezel*. Deze hoofdnevenrivier ontspringt aan de westelijke helling van het Wasgau, aan den berg Drumont ten O. Z. O. van Remiremont; kronkelt vooral tusschen Trier en Treis sterk en heeft vele toevloeden, waaronder de volgende nevenrivieren. Van de regterzijde ontvangt zij bij Nancij de *Meurthe*, welke aan de westelijke helling van het Wasgau ontspruit en 21 mijlen lang is. Bij Metz de *Seille*, welke ten Z. O. van Dieuze uit het Lindermeer ontstaat. Bij Konz de *Saar*, welke op het Wasgau ontspringt [1]). Van de linkerzijde neemt de Moezel op: bij Thionville de *Orne*, welke bij Ornes ten N. van Verdun ontspringt; bij Wasserbillig ten W. van Trier de *Sauer*, die uit de Ardennen komt, bij haren oorsprong ook wel *Our* genoemd wordt [2]) en de *Prüm* opneemt; eindelijk nog de *Kill*, *Salm*, *Lieser* en *Elz*, welke op het Eifelgebergte ontspringen.

Bij Neuwied neemt nu de Rijn nog de *Wied* op, welke op den Westerwald ontspringt, met vele kronkels door een naauw dal stroomt, en aan beide zijden door vele takken versterkt wordt. Tegenover

---

Lahn vooral, bij Wetzlar, de *Dille*, welke van den Westerwald komt en door vele beken aan beide zijden versterkt wordt.

1) Zij is 33¼ mijlen lang en neemt bij Saaralben de *Alb*, even beneden Saargemund de *Blies* en vervolgens de *Brens* van de regterzijde op; terwijl de *Rossel* en de *Nied* haar ten Z. O. van Merzig van de linkerzijde toestroomen.

2) Zie Platt's Atlas Kaart, N°. 19.

Linz eindelijk ontvangt hij van de linkerzijde *de Ahr*, die van de Eifel afkomt en met vele kronkelingen door het beroemde Ahrdal stroomt.

Even boven Bonn verlaat de Rijn, aan den voet van het Zevengebergte, het voorterras van den Neder-Rijn, en heeft hier zijnen middelloop geeindigd.

3). *Benedenloop van den Rijn.*

In het begin van zijnen benedenloop volgt de Rijn nog N. W. rigting, maar van Wesel af maakt hij eene aanzienlijke bogt en verkrijgt daardoor langzamerhand westelijke hoofdrigting. Bij Lobith op den zuidoostelijken hoek van Gelderland treedt de Rijn van het Duitsche op het Nederlandsche grondgebied over, en stroomt tusschen den Elter en Kleefschen berg door.

Beneden Rees maakte de Rijn eertijds twee aanzienlijke bogten, de eene boven de andere beneden Emmerik, waardoor hij Kleef veel meer naderde dan nu. Volgens van Spaan[1]) zoude de splitsing van Rijn en Waal hier reeds plaats gehad hebben, door Acker Stratingh wordt dit echter betwijfeld[2]). Bij Schenkenschans verdeelde zich de Rijn vroeger in twee armen; in het begin der 18e eeuw werd echter het Kanaal bekend onder den naam van het *Pannerdsche Kanaal* ter bevordering van den afloop des

1) Zie v. Spaan, Oordeelk. Inleind. tot de Hist. van Gelderland, I. Deel, bl. 10 enz.

2) Acker Stratingh l. c. pag. 179.

waters gegraven, waardoor de splitsing meer benedenwaarts verlegd en aan den regter arm een korter weg gegeven werd [1]). De Rijn loopt daardoor nu, van het Lobith af, in N. W. rigting door het zoogenaamde *Bylandsche Kanaal* voort, en verdeelt zich even boven het dorp Pannerden in twee armen, waarvan de eene zich ten N. Westen door het Pannerdsche Kanaal naar Arnhem, en de andere meer zuidwaarts naar Nijmegen rigt; terwijl zij verder, de eerste onder den naam van *Neder-Rijn*, de andere onder den naam van *Waal*, in nagenoeg evenwijdige rigtingen op eenen gemiddelden afstand van 2 à 3 uren, van het Oosten naar het Westen ons land doorsnijden. Van Bonn tot Rees is de Rijn nog meestal door hooge oevers ingesloten, maar van daar af en door ons geheele land vindt men, met uitzondering van enkele korte gedeelten, langs zijne armen geene hooge oevers meer. Men is daarom reeds vroeg tot het leggen van dijken overgegaan, ten einde de oeverlanden tegen overstrooming te beveiligen [2]).

In het onverdeelde gedeelte van zijne benedenloop neemt de Rijn nog de volgende neven rivieren op. Van de Regterzijde beneden Bonn de *Sieg*, welke op de westelijke helling van den Ederkopf, ten N. van Siegen, ontspringt en, nadat zij, behalve verscheidene andere beken van beide zijden, de *Agger* van de regter zijde opgenomen heeft, met verschei-

1) Zie Storm Buysing, Handleid. tot de Waterb. Deel II. pag. 21.

2) Zie Storm Buysing l. c. pag. 11.

Linz eindelijk ontvangt hij van de linkerzijde *de Ahr*, die van de Eifel afkomt en met vele kronkelingen door het beroemde Ahrdal stroomt.

Even boven Bonn verlaat de Rijn, aan den voet van het Zevengebergte, het voorterras van den Neder-Rijn, en heeft hier zijnen middelloop geeindigd.

3). *Benedenloop van den Rijn.*

In het begin van zijnen benedenloop volgt de Rijn nog N. W. rigting, maar van Wesel af maakt hij eene aanzienlijke bogt en verkrijgt daardoor langzamerhand westelijke hoofdrigting. Bij Lobith op den zuidoostelijken hoek van Gelderland treedt de Rijn van het Duitsche op het Nederlandsche grondgebied over, en stroomt tusschen den Elter en Kleefschen berg door.

Beneden Rees maakte de Rijn eertijds twee aanzienlijke bogten, de eene boven de andere beneden Emmerik, waardoor hij Kleef veel meer naderde dan nu. Volgens van Spaan[1]) zoude de splitsing van Rijn en Waal hier reeds plaats gehad hebben, door Acker Stratingh wordt dit echter betwijfeld[2]). Bij Schenkenschans verdeelde zich de Rijn vroeger in twee armen; in het begin der 18e eeuw werd echter het Kanaal bekend onder den naam van het *Pannerdsche Kanaal* ter bevordering van den afloop des

1) Zie v. Spaan, Oordeelk. Inleind. tot de Hist. van Gelderland, I. Deel, bl. 10 enz.

2) Acker Stratingh l. c. pag. 179.

waters gegraven, waardoor de splitsing meer benedenwaarts verlegd en aan den regter arm een korter weg gegeven werd [1]). De Rijn loopt daardoor nu, van het Lobith af, in N. W. rigting door het zoogenaamde *Bylandsche Kanaal* voort, en verdeelt zich even boven het dorp Pannerden in twee armen, waarvan de eene zich ten N. Westen door het Pannerdsche Kanaal naar Arnhem, en de andere meer zuidwaarts naar Nijmegen rigt; terwijl zij verder, de eerste onder den naam van *Neder-Rijn*, de andere onder den naam van *Waal*, in nagenoeg evenwijdige rigtingen op eenen gemiddelden afstand van 2 à 3 uren, van het Oosten naar het Westen ons land doorsnijden. Van Bonn tot Rees is de Rijn nog meestal door hooge oevers ingesloten, maar van daar af en door ons geheele land vindt men, met uitzondering van enkele korte gedeelten, langs zijne armen geene hooge oevers meer. Men is daarom reeds vroeg tot het leggen van dijken overgegaan, ten einde de oeverlanden tegen overstrooming te beveiligen [2]).

In het onverdeelde gedeelte van zijne benedenloop neemt de Rijn nog de volgende neven rivieren op. Van de Regterzijde beneden Bonn de *Sieg*, welke op de westelijke helling van den Ederkopf, ten N. van Siegen, ontspringt en, nadat zij, behalve verscheidene andere beken van beide zijden, de *Agger* van de regter zijde opgenomen heeft, met verschei-

1) Zie Storm Buysing, Handleid. tot de Waterb. Deel II. pag. 21.

2) Zie Storm Buysing l. c. pag. 11.

dene armen in den Rijn valt; dan ten Zuiden van Hittorf de *Wupper*, welke op de voorbergen van het Sauerland, bij het dorp Müllenbach, ontspringt [1]) en met eene groote bogt over Wipperfurt en Elberfeld den Rijn toevloeit.

Boven Dusseldorp treedt van de linkerzijde de *Erft*, *Erf* of *Erp* in den Rijn. Zij neemt haren oorsprong in een woud bij Tondorf, ten Z. van Münster Eifel, en wordt van beide zijden door verscheidene beken versterkt.

Bij Ruhrort komt de *Ruhr* in den Rijn, welke ten N. O. van Winterberg ontspringt. Zij is 28¾ m. lang en hier en daar 100 voet breed, maar kronkelt vooral in haar benedengedeelte zeer. Zij ontvangt van de linkerzijde bij Hüsten de *Röhre*, en aan de regterzijde bij Neheim de *Möhne*, welke bij de stad Brilon ontspringt; vervolgens van de linker zijde ten W. van Westhofen de *Lenne*, die ten W. der stad Winterberg ontspringt en nog verscheidene beken opneemt; eindelijk ten N. W. van Hagen de *Volme* die de *Enne* opneemt.

De Rijn neemt verder van de regterzijde beneden Ruhrort de *Emscher*, *Embscher* of *Imscher* op, welke ten N. W. van Horde ontspringt. Dan ontvangt hij van dezelfde zijde bij Wezel de *Lippe*, die aan den westelijken voet van het Teutoburgerwald bij het dorp Schlangen zijnen oorsprong neemt en aan de linkerzijde, bij Neuhaus, de *Pader* en

---

1) Zie Berghaus, Allg. Länder- und Völkerkunde, IV. p. 533.

Ume opneemt. De laatste ontspringt bij het dorp Oberalme en heet bij haren aanvang *Alme*. Dan storten zich nog de *Aelst* of *Ahse* en *Seseke* van de linker en de *Stever*, die de *Sten* opneemt, van de regterzijde in de Lippe.

Van de beide hoofdarmen des Rijns is de Neder-Rijn de minder vermogende en verdeelt zich tegenover het stadje Huissen, op ongeveer twee uren afstands van de scheiding van de Waal, op nieuw in twee armen, waarvan de geringste den naam *IJssel* aanneemt, zijnen loop naar het Noorden door Gelderland en Overijssel neemt, en met sterke kronkelingen beneden Kampen de Zuiderzee bereikt. Behalve kleinere beken ontvangt de IJssel van de regterzijde bij Doesburg den *ouden IJssel*, bij Zutphen de *Berkel*, bij Deventer de *Schipbeek*, welke beide laatste in Munsterland hunnen aanvang nemen. Van de linkerzijde neemt hij bij Hattem nog de *Grift* op en verdeelt zich dan even beneden Kampen in twee armen: het *Regte diep* en het *Ganzediep*, welke zich later weder verdeelen en het water met vijf monden op de Zuiderzee brengen.

In vroeger tijd schijnen de Rijn en de IJssel geene gemeenschap gehad te hebben, maar deze eerst later, ongeveer in het 10de jaar vóór onze tijdrekening, daargesteld te zijn door eene doorgraving tusschen den Rijn en een kleinen tak van den IJssel [1]). De

1) Zie Acker Stratingh, alonde staat van Nederland, D. I. pag. 224—227 en verv.

IJssel ontving vóór deze vereeniging met den Rijn, behalve uit den genoemden IJsseltak, die zijnen oorsprong nam uit eenige beken der Geldersche heuvelen, vermoedelijk zijnen voornaamsten toevloed van water uit den Ouden IJssel, die uit verscheiden op Pruissisch grondgebied ontspringende beken ontstaat.

De IJssel heeft ook nog later door regtgravingen, vooral bij Zutphen en Deventer veranderingen ondergaan [1]).

De arm van den Rijn, die den naam *Neder-Rijn* behouden heeft, loopt langs Arnhem, en het terrein langs den regter oever blijft hoog en heuvelachtig tot Amerongen, met uitzondering van een klein gedeelte tusschen Wageningen en Rhenen, alwaar zich de Geldersche vallei opent, die door den zoogenoemden Grebbedijk gesloten is. Volgens sommigen heeft de Rijn hier vroeger eenen arm in N. westelijke rigting afgezonden, die zich in het meer *Flevo*, vroeger in de streek der tegenwoordige Zuiderzee gelegen, uitstortte [2]).

Overblijfselen van den Rijnarm meent men te vinden in de *Kromme Eem*, thans *Grift* of *Grebbe*, welke nu bij Wageningen in den Rijn komt: deze zoude dan met de tegenwoordige *Eem* in verbinding gestaan hebben [3]). Acker Strating wederlegt dit

---

1) Zie Acker Stratingh l. c. 232.

2) Zie hierover D. Zwarts, Geschiedk. en Natuurk. overweging, betrekkelijk de rivieren den Rijn, den Flevus, het kanaal van Corbulo of Lek en Katwijksche Rijn, met eene kaart, 's Grav. 1822.

3) van Asch van Wyck, de verbetering der waterafleiding in de Geldersche vallei enz. met kaart, Utrecht 1842, pag. 48.

gevoelen, zoo als mij toeschijnt te regt, op grond van de helling en aard van den bodem in de Geldersche vallei [1]). De Eem zal hare wateren dus wel altijd, zoo als nu, door de Limbeeksche, Barneveldsche en meer andere beken, uit de Luntersche heuvels verkregen hebben.

Bij het stadje Wijk te Duurstede verwisselt de Rijn zijnen naam met dien van *Lek*, terwijl de naam van Rijn alleen gebleven is aan een anderen, thans onaanzienlijken sterk kronkelenden arm, den zoogenaamden *Kromme Rijn*.

De *Lek* loopt langs Kuilenburg, Vianen en Schoonhoven voort tot beneden Krimpen. Hier valt de zoogenaamde *Hollandsche* of *Goudsche IJssel* in; de rivier neemt nu den naam *Maas* aan en loopt langs Rotterdam, Delfshaven, Schiedam en Vlaardingen heen, vereenigt zich tegenover de laatstgenoemde plaats met de zoogenaamde *Oude Maas*, welke van Dortrecht komt, en stort zich, nadat zij nog het eiland Rosenburg gevormd heeft, beneden Brielle in de Noordzee uit. De rivier is van Amerongen tot in zee geheel bedijkt. — De Lek schijnt vroeger geen arm van den Rijn gevormd te hebben, althans niet zoo aanzienlijk geweest te zijn als nu; misschien was het gedeelte van Leksmond af benedenwaarts, de uitloop der Linge die nu bij Gorkum in de Waal valt. Of het gedeelte tusschen Wijk te Duurstede en Leksmond, door eene doorbraak ontstaan is, of dat hier ten tijde der Romeinen eene doorgraving is

---

1) Zie Acker Stratingh l. c. pag. 216.

geschied, is onzeker. Men weet slechts: dat reeds voor het jaar 860 eene kleinere Vliet de verbinding daarstelde, en dat, ten gevolge van den stormvloed in gemeld jaar, besloten werd om den Rijn bij Wijk te Duurstede af te dammen, waardoor deze van zijn meeste water beroofd en de Lek eene aanzienlijke rivier geworden is [1]).

De *Kromme Rijn*, die van Wijk te Duurstede met noordelijke hoofdrigting naar Utrecht loopt, was vóór dien tijd welligt de hoofdarm van den Rijn. Thans is hij van weinig beteekenis en wordt om geringe diepte niet met groote schepen bevaren. Bij Utrecht is hij zoo vergraven, dat men den juisten loop niet meer kan nagaan; maar van Utrecht af schijnt hij in westelijke rigting over Woerden, Bodegraven en Leyden gestroomd te zijn, en zich bij Katwijk aan Zee in de Noordzee gestort te hebben [2]). Daarvoor pleit onder anderen de gesteldheid van den bodem, die men bij het bouwen der sluizen te Katwijk heeft waargenomen, alsmede de naam Oude Rijn, dien hij nog draagt. In ieder geval is hij echter door vergraving aanzienlijk veranderd [3]).

Ook de zoogenaamde Vaartsche Rijn, welke thans de Lek met de wateren bij Utrecht verbindt, is een gegraven vaart [4]).

---

1) Zie Acker Stratingh l. c. pag. 165 enz.

2) D. Swarts bestrijdt dit gevoelen in zijne Geschiedk. en Natuurk. overwegingen enz. pag. 51.

3) Zie Acker Stratingh, l. c. pag. 186.

4) Zie Acker Stratingh, I. pag. 158—159.

De *Waal* loopt na de scheiding van den Rijn, bij het Pannerdsche Kanaal (het zoogenaamde punt van separatie) langs de steden Nijmegen, Thiel en Bommel heen, stort iets vroeger tusschen Dreumel en Rossem een gedeelte harer wateren door het kanaal van St. Andries [1]) in de Maas en ontvangt ze met de geheele rivier terug tusschen Loevestein en Woudrichem. Dit zijn de eenige plaatsen waar de Waal niet bedijkt is, en bij hoogen waterstand heeft zij wegens de onbedijkte uiterwaarden van Rossem en Brakel, het zoogenaamde Munnikenland, ter lengte van ongeveer een uur gemeenschap met de Maas, hetwelk vroeger nog op twee andere plaatsen het geval geweest is, namelijk ten oosten en westen van het eilandje, waarop de nu vervallen schans Nassau of de Voorn aangelegd werd. De oostelijke van deze verbindingen, tusschen de Merwede en het land van Maas en Waal, was het oude *Vorensche Kanaal* of *Gat*, en schijnt door de natuur gevormd te zijn; de westelijke daarentegen schijnt gegraven te zijn [2]).

Bij Gorinchem verandert de Waal haren naam in dien van *Merwede*, en verdeelt zich ongeveer een uur verder in verscheiden takken, waarvan de noordelijkste den naam van *Merwede* behoudt, langs Dordrecht loopt, en zich grootendeels door de *Dortsche Kil* in het *Hollandsch Diep* ontlast; terwijl de overige takken of killen door het *Bergsche Veld*

---

1) Men vergelijke over den vroegeren staat van dit kanaal Acker Stratingh, Deel I. pag. 141.

2) Ibidem.

iets hooger op het Hollandsch Diep (vroeger het Buttervliet) uitkomen, en zoo hare wateren door de *Zeeuwsche stroomen* naar zee voeren.

De wateren van het *Bergsche Veld* en den *Biesbosch* werden voornamelijk gevormd door de doorbraak van den grooten Zuid-Hollandschen waard in 1421, waarbij van dien waard een groot deel verdronken is.

De *Haringvliet* is thans de diepste der Zeeuwsche stroomen, hoewel hij vroeger zeer ondiep was en oorspronkelijk misschien slechts eene kreek vormde, zoo als er vele Zeeland doorstroomen, zonder bepaaldelijk den mond of arm van een of anderen stroom gevormd te hebben. Hij heeft zich ook ten gevolge der doorbraak in 1421 ten koste van den ouden Maasmond verwijd [1]).

Ook de *Grevelingen*, die nu met de Merwede verbonden is kan voor eene latere uitwatering van de Maas gehouden worden, die door den stormvloed van 1421 gevormd werd. Zij stortte zich eertijds wel niet onmiddellijk, maar toch door de oude *Stryne*, die tusschen Zeeland en Noordbraband doorliep, in de oude Maas, en hing ook vermoedelijk met de Schelde te zamen [2]).

---

1) Zie Acker Stratingh, I. pag. 133.
2) Ibidem.

II.

STROOMGEBIED DES RIJNS.

Stroomgebied noemt men zeer eigenaardig de uitgebreidheid lands, die aan eenen zelfden stroom cijnsbaar is: dien stroom en geenen anderen wordt elke druppel water die er valt en niet verdampt, toegevoerd. De grenzen waardoor het ingesloten is heeten waterscheidingen.

Wij zullen hier de òf onjuiste òf niets beteekenende bewering niet herhalen, dat de waterscheidingen niet in de hoogste gedeelten van het gebergte gelegen zijn; ook willen wij het onmogelijke en nutteloze niet beproeven om angstvallig de waterscheidingen van het stroomgebied des Rijns in al hare noodwendige kronkelingen te vervolgen, maar ze slechts in algemeene trekken schetsen. Dit zal ons de uitgebreidheid van het stroomgebied des Rijns, met deze ook zijne orographische gesteldheid, zoo veel voor ons doel noodig is, doen kennen, terwijl

het ons tevens voor de geognostische beschrijving daarvan van nut zal zijn.

A. GRENZEN EN OROGRAPHIE VAN HET STROOMGEBIED.

Het Rijnland ligt, volgens Hoffman[1]), tusschen 19° 14′ en 29° 33′ lengte, en tusschen 46° 18′ 14″ en 53° 29′ 10″ breedte.

De westelijke grens loopt, (indien men de Maas en de Schelde er bij rekent) van de *Noordzee* over de westelijke helling van de *Ardennen* en over het *Plateau van Lotharingen*, waar de waterscheiding tusschen de wateren der *Saone* en van den *Rijn* gevonden wordt, naar het *Zwitsersche Juragebergte*. De zuidelijke grens van zijn stroomgebied strekt zich van het *Juragebergte* af door de *vlakte van Genève* heen, waar de waterscheiding van *Rijn* en *Rhone* ligt, over den *Alpenforst* tot aan den *Septimer*.

De oostelijke grens wordt gevormd, ten eerste: door de waterscheiding tusschen den *Rijn* en de *Donau*, loopende van den *Septimer* in noordelijke rigting naar het *Plateau van Beijeren*, van daar in westelijke rigting tot aan de oostelijke helling van het *Schwarzwald* en van hier eindelijk in noordoostelijke rigting tot aan het *Fichtelgebergte;* ten tweede: door de scheiding van den *Rijn* en de *Elve*, loopende van het *Fichtelgebergte* tot aan den oorsprong der *Werra;*

---

1) Hoffmann, Deutschl. etc. D. I. pag. 298

ten derde: door de scheiding tusschen de wateren van den *Rijn* en de *Weser*, loopende van den oorsprong der *Werra* tot dien der *Ems*; en eindelijk door de scheiding tusschen den *Rijn* en de *Ems*, loopende van haren oorsprong tot aan de *Noordzee*.

De noordelijke grens wordt door de *Noordzee* bepaald.

De vlakte-inhoud van de genoemde streek wordt door Hoffmann[1]) opgegeven te zijn, 4,548 vierk. mijlen, waarvan 660 □ mijlen in het boven, 2,168 □ m. in het middel en 1,720 □ m. in het beneden gedeelte gelegen zijn.

Het is noodig, de ligging der afzonderlijke gebergten in het stroomgebied des Rijns, in verband met zijnen loop en dien van zijne toevloeden te beschouwen. Daarbij is het echter klaarblijkelijk voldoende alleen op de voornaamste rivieren te letten.

De noordelijke helling der *Centralalpen* en bijna alle bergketens der *Graubunderalpen* vormen voornamelijk het stroomgebied van de drie takken des *Rijns*. Vervolgens ligt het noordelijk gedeelte der *Berneralpen*, de *Alpen* van *Urn*, *Unterwalden*, *Schwytz*, *Glarus*, *St. Gallen* en *Appenzell*, alsmede het *Zwitsersche Hoogplateau* in het stroomgebied *der Aar* en

1) Hoffmann l. c. Aan deze getallen, meenden wij het meeste vertrouwen te mogen schenken; men houde echter in het oog, dat zij altijd slechts als benaderde waarden moeten aangezien worden; omdat zij waarschijnlijk steunen op eene berekening, met behulp van eene kaart in het werk gesteld, terwijl die kaart zelve vele onnaauwkeurigheden kan bevatten, daar in vele landen geene voldoende trigonometrische metingen gedaan zijn.

des *Rijns* tot aan den mond der Aar. Daaraan sluiten zich ten oosten de *Vorarlbergsche* en het westelijke gedeelte der *Beijersche Alpen* en een gedeelte van het *Plateau van Beijeren*, waarin voornamelijk de noordoostelijke toevloeden van het *meer van Constance* gelegen zijn. Ten westen vormt de zuidoostelijke helling van het *Zwitser-Juragebergte* met een gedeelte van het *Plateau van Zwitserland* het stroomgebied der *Birs*.

Het stroomgebied van den *Boven-Rijn* wordt dus door een gedeelte der *Centralalpen* de *Zwitsersche*, de *Vorarlbergsche*, een gedeelte der *Beijersche Alpen*, door het *Zwitsersche* en een gedeelte van het *Beijersche Plateau* en eindelijk door het *Zwitsersche Juragebergte* gevormd.

De *Vogezen* met de *Hardt*, het *Schwarzwald* met den *Kaisersthul*, een gedeelte van het *Neckargebergte*, het *Odenwald* en het tusschenliggende *Rijndal* vormen het stroomgebied van *den Rijn* tusschen Basel en Mentz. Het *Juragebergte van Zwabenland*, het noordelijk gedeelte van het *Schwarzwald*, het *terras van Schwaben* en het *Neckargebergte* vormen het stroomgebied van den *Neckar*.

De *Jura van Frankenland*, de zuidwestelijke helling van het *Fichtelgebergte* en het *Frankenwald*, het *Plateau van Frankenland*, de *Rhön*, de *Spessart*, het *Odenwald* en het *Vogelsgebergte* vormen het stroomgebied des *Mains*.

Het noordelijke gedeelte der *Hardt*, het *Saar-*

brucksche en *Paltzer gebergte* en de *Hundsrück* vormen het stroomgebied der *Nahe*.

De noordwestelijke helling van het *Vogelsgebergte*, de *Taunus* en het zuidoostelijk gedeelte van het *Westerwald*, vormen het stroomgebied der *Lahn*.

De westelijke helft der *Vogezen*, het *plateau van Lotharingen*, het *Saarbrücksche gebergte*, de *Hundsrück*, een gedeelte van het *Ardennerwald* en de *Eifel*, vormen het stroomgebied der *Moezel*.

In het *Eifelgebergte* ligt ook nog het stroomgebied der *Aar*.

De noordoostelijke hellingen van den *Hundsrück* en de *Eifel* en de zuidwestelijke hellingen van den *Taunus* en het *Westerwald* met het *Zevengebergte*, vormen het *Rijndal* van Maintz tot Bonn.

Het stroomgebied van den *Middel-Rijn* wordt dus door al de genoemde gebergten van het *Plateau van Duitschland*, behalve het *Zwitsersche Juragebergte* en het *Zwitsersche* en *Beijersche plateau*, door een gedeelte der *Hercynsche ketens* en door het *Leigebergte van den Neder-Rijn* gevormd.

Aan de noordelijke helling van het *Westerwald* en in het *Sauerland* ligt vervolgens het stroomgebied der *Sieg*. Het *gebergte van het Sauerland*, *het plateau van Wintersberg* met de zuidelijke helling van den *Hardstrang* vormen het stroomgebied der *Ruhr*. De *heuvels van Munsterland* liggen voornamelijk in het stroomgebied der *Lippe*.

De *Rijn* zelve loopt van Bonn af ten westen van

de *Sauerlandsche bergen* en *den Hardstrang* door de *vlakte van den Neder-Rijn.*

Tot het stroomgebied van den Neder-Rijn behoort dus bepaaldelijk *het Sauerland*, *de Hardstrang* en *de vlakte van den Neder-Rijn.*

B. GEOGNOSTISCHE BESCHRIJVING VAN HET STROOMGEBIED DES RIJNS.

Eene volledige beschrijving te geven van de vormingen, welke bepaaldelijk aan de oevers van den Rijn en van elk zijner nevenrivieren en toevloeden voorkomen, zoude niet alleen te omslagtig zijn, maar moet daarenboven, zonder de gelegenheid om op de plaats zelve waarnemingen te doen, voor onmogelijk gehouden worden. Ik zal echter trachten tot de algemeene kennis dier vormingen iets bij te dragen, althans er een gemakkelijk overzigt van te geven.

Ten einde daarbij zoo geregeld mogelijk te werk te kunnen gaan, heb ik gemeend, de daarin voorkomende gebergten, plateau's en vlakten, in verscheidene hoofdgroepen te moeten verdeelen, naarmate van hun geognostisch karakter.

Deze groepen nu zijn de volgende:

1. *Het Alpinische gebergte* benevens *de Plateau's van Zwitzerland en Beijeren.*

2. *Het Juragebergte.*

3. *De ketens van de Vogezen en de Hardt*, *van het Schwarzwald*, *Neckargebergte*, *Odenwald*, *Spessart*

en Röhn, alsmede *het plateau van Lotharingen* en dat *van Zwaben en Frankenland.*

4. *Het Fichtelgebergte* en *het Frankenwald.*

5. *Het Leigebergte van den Neder-Rijn.*

6. *De Kaiserstuhl*, de vulkanische vormingen van de *Röhn*, *het Vogelsgebergte*, *de Westerwald*, *het Zevengebergte*, en eindelijk die van *de Eifel.*

7. *De vlakten van den Middel- en den Neder-Rijn.*

1). *Alpinische gebergten.*

De Alpen kan men volgens Studer [1]) het best beschouwen als eene reeks van groepen, die uit centralkernen van kristallijne gesteenten bestaan en door neptunische lagen van elkander gescheiden zijn.

De aard dezer kristallijne gesteenten is gewoonlijk zeer verschillende. De meest voorkomende steensoort is de zoogenoemde *gneisgraniet*, een gesteente hetwelk zeer nabij den waren graniet komt, maar, ten minste in het groot, eene verdeeling in lagen vertoont. Indien men de rotsen op een afstand beschouwt, ziet men dat de lagen in het midden loodregt staan en dat daar bepaaldelijk het gesteente meer en meer den vorm van graniet aanneemt; aan de zijden daarentegen zijn de lagen minder sterk opgerigt, de gneissoorten wisselen daar met *glimmerschiefer* en *gneisachtige kwartsieten* af [2]).

---

1) Zie Agassiz u. s. Freunde Alpenreisen, Frankfort 1847.

2) Zie het profil van Studer in Agassiz u. s. Freunde Alpenreisen.

De eigenaardige lagen, welke zich in de tusschenruimte van de afzonderlijke centraalmassa's bevinden, zijn in het algemeen zeer eenvormig. Het heerschende gesteente is de *flysch*, een graauwe of zwarte mergelschiefer die in *glimmer-* en *talkschiefer* overgaat, maar ook dikwijls kieselachtig is en dan allengskens in dikschilferigen zandsteen overgaat. De genoemde variëteiten van flysch wisselen met elkander af en bevatten somtijds magtige beddingen van *kalk* en *dolomiet*, die weder dikwijls van *gips* vergezeld zijn. Waar de centraalmassa's ver van elkander verwijderd zijn, zoo als in Graubunderland, bereikt hij groote uitgebreidheid en gaat hij dikwijls ongemerkt in *talk-* en *chlorietschiefer* in *dioriet*, *serpentijnsteen* en *gabbro* over; daarentegen, waar de centralmassa's nader bij elkander liggen, zoo als b. v. die van den St. Gotthard, is de flysch op een smalle strook te zamen gedrukt, of vormt slechts enkele streepen in den glimmerschiefer en het gneis. In dit geval is de kalk gewoonlijk in wit of gekleurd marmer of zelfs in *dolomiet* veranderd, terwijl de mergelschiefers glanzig zijn, zich zeer zuiver in alle schakeringen der roode, bruine en groene kleur vertoonen.

Op de geheele noordzijde der Alpen worden de beschreven centralmassa's door magtige beddingen van kalkaardige en leivormige gesteenten omgeven, van welke de ouderdom moeijelijk te bepalen is, ofschoon in het algemeen erkend wordt dat zij tot de jura- en krijtvorming, en wel tot de jongste lagen van deze,

behooren. De kristallijne massa's bestaan in de nabijheid van deze lagen gewoonlijk niet uit glimmerschiefer, maar uit een onduidelijk schieferig, somtijds veldspaat bevattend, *kwartsiet*, dat in waar gneis en gneisachtigen graniet overgaat. Op de uiteinden dezer kwartsietlagen rusten de sedimentgesteenten, zij zijn echter door een diep scheurvormig dal van de centralmassa gescheiden [1]). Men kan daaronder verscheidene lagen onderscheiden.

Onmiddellijk boven het gneisachtige kwartsiet vindt men in het algemeen eene reeks van bijzondere beddingen, van meer of mindere dikte, welke Studer *tusschenvormingen* noemt. Men vindt ze te zamen gesteld uit *kwartsieten*, die soms slechts moeijelijk van de gneisachtige kwartsieten te onderscheiden zijn; dan heeft men digte of poreuse dolomietaardige kalksteenen, welke zeer gelijken op *Rauchwacke*. Verder komt roode *leisteen* voor, waarmede dikwijls kleiaardige of kalkaardige *conglomeraten* van magtige ontwikkeling verbonden zijn. Boven deze laatsten treft men eindelijk ijzerhoudende roode of zwartachtig groene *oölithen* aan, welke magneetijzer, ijzerglans en pyriten bevatten. In het algemeen is de geheele tusschenvorming zeer ijzerhoudend, vooral ook de conglomeraten.

Deze tusschenvorming wordt vervolgens bedekt door eene zeer magtige kalkvorming, den zoogenaamden *kalk der hoog Alpen* (*Hochgebirgskalk*): een brooze,

---

1) Zie het profil van Studer.

graauwe of zwarte kalksteen, die behalve eenige Belemniten geene versteeningen bevat. Hij vormt in het algemeen steile rotswanden, die tegen de gneismassa's gekeerd zijn, maar is ook wel wigvormig daar tusschen ingeschoven. In den Hasli is deze kalkvorming door eene magtige reeks van glanzigen, zwarten *leisteen* bedekt, welke op enkele plaatsen aanzienlijke beddingen van roodijzeroxyde en boonerts bevat; en in de nabijheid van deze ijzerbeddingen bevat de leisteen dikwijls Ammoniten, die tot den koraalkalk en Oxfordklei behooren; Belemniten zijn veel zeldzamer.

Op dezen zwarten leisteen of indien hij niet aanwezig is, op den kalk der hoogalpen volgt nu in die streken, waar de krijtvorming minder ontwikkeld is, onmiddellijk eene laag van *Nummulitenkalk.* Zij vormt bepaaldelijk de bovenste massa's van de Dents de Morcles en de Diablerets, en kan aan de noordzijde van de keten, welke de zadels van de Sanetsch-, Rawijl- en Gemmipassen draagt, tot aan het bovenste gedeelte van het meer van Thun vervolgd worden. Ook in de bergen van Schwytz en Glarus en in de keten, die het kanton Glarus van het dal des Voor-Rijns scheidt, is de Nummulitenkalk zeer ontwikkeld.

Boven den Nummuliten-kalk ligt in vele streken een graauwe leisteen, die dikwijls groote dikte bereikt. Studer noemt hem *Alpinische Macigno* [1]). Eene bedding van dezen leisteen is op eene breedte van

1) Zie Studer's verhandeling pag 21.

verscheidene uren achter de keten van Brienza langs den westelijken oever van het Sarner meer uitgebreid, en beslaat ook in het Entlibuch en Obwalden eene groote ruimte; verder treft men deze vorming aan in de omstreken van Beckenried, en ten zuiden van Einsiedler; ook in het midden van het Canton St. Gallen, en in het Prättigau is zij sterk ontwikkeld. Het duidelijkst vertoonen zich echter de Nummuliten-kalk en de Macigno in de noordelijkste keten der Alpen, welke de kantons Appenzell, Schwytz en Unterwalden doortrekt, en den Pilatusberg, de Schratten en den Hohgant vormt. Het is dezelfde keten, welke zich ten westen van het meer van Thun door de Gemmi, Diablerets en de Dents de Morcles tot over de grenzen van Zwitserland in de Dauphiné uitstrekt.

In het oostelijk gedeelte van Zwitserland is de krijtvorming over eene groote uitgestrektheid ontwikkeld, maar zij vormt daar eigene ketens, welke naar het Noorden heen opgeheven zijn, en onder den kalk der hoogalpen schijnen heen te schieten[1]). Hier vindt men onder den Nummuliten kalk eene magtige kalkvorming, welke ook dikwijls de bovenste lagen van de bergketens vormt. Het is de *Severkalk* van Escher, in het algemeen een digte graauw of rood gekleurde kalksteen, welke gebogen kleischilfers insluit, maar zelden versteeningen bevat. Hij komt vooral in het Kanton Appenzell voor.

---

1) Zie het profil van Studer.

Onder dezen kalk ligt in het kanton Appenzell eene dunne laag van een zwartachtigen, kieselhoudenden kalk met groene korrels gemengd, de *Glauconie* der Alpen, welke Inoceramen bevat. In het middel- en westelijke gedeelte van Zwitserland daarentegen heeft men deze laag niet kunnen vervolgen, ofschoon er sporen van aangetroffen zijn. Eerst op de grens van het Westelijke Zwitserland vertoont zij zich weder duidelijker, en kan van daar langs de Fransche Alpen tot in zee vervolgd worden.

Onder deze glauconie, of indien deze ontbreekt, onmiddelijk onder den Nummulitenkalk, volgt eindelijk op verscheiden plaatsen van Middel-Zwitserland het *Neocomien* als onderste bedding van de krijtvorming der Alpen. Deszelfs bovenlagen bestaan uit eenen kalksteen van graauwe kleur, welke gewoonlijk eene aanzienlijke dikte bereikt en zeer naakte rotsen vormt. Het onderste gedeelte van dit necomien wordt door eenen mergelachtigen of zandigen zwarten kalk gevormd, die in dunne lagen met mergelschiefer afwisselt en kenmerkende versteeningen van den blaauwen mergel van Neufchatel bevat.

De thans opgenoemde vormingen treft men ook in de Vorarlbergsche en Beijersche Alpen aan, welke zich uit een geologisch oogpunt geheel aan de Zwitsersche Alpen aansluiten. Slechts moet opgemerkt worden dat de beddingen der krijtvorming hier voornamelijk vertegenwoordigd worden door eenen zandsteen, welke veel overeenkomst heeft met den *zandsteen der Karpathen.*

Ten westen van het Thunermeer wordt het Alpinisch karakter der vormingen op eene opmerkenswaardige wijze met dat der Juravorming vermengt. De breede tak namelijk, die zich in het dal van Chamberry van het Juragebergte afscheidt en in de rigting der Alpen voortloopt, sluit zich hier aan de Alpinische krijtvorming aan. Nu kan men nog de *lias-*, *onderoölith-*, *koraalkalk-* en *Portlandkalk-lagen* aan hunne organische overblijfselen herkennen; en vooral zijn de bovenste lagen van de Juravorming, welke in de oostelijke en de Central-Alpen niet schijnen voor te komen, hier sterk ontwikkeld; maar de kalksteen neemt des te meer de zwarte kleur van den Alpenkalk aan, hoe nader dezelve bij den eigenlijken Alpenkalk voorkomt. Nog meer vertoont zich het gemengd karakter bij de krijtvorming. De Nummulitenkalk, welke in de Alpen eene zoo groote uitgestrektheid vertoont, treedt in het Alpinische Juragebergte nergens meer op; ook de Severkalk, de glauconie en het neocomien, dringen niet tot de buitenste keten van den Chablais door en zijn aan het middelste gedeelte van den Alpinische Jura in het Oberland, het Saane- en Simmen-dal geheel vreemd; zij worden echter vervangen door den Macigno, die hier zeer ontwikkeld is, ofschoon hij in het eigenlijk Juragebergte volstrekt niet voorkomt. Hij neemt niet alleen den bodem der ruimere dalen in, maar verheft zich ook aan de zijdehellingen der kalkketens tot groote hoogten, en vormt zelfs afzonderlijke bergreeksen. De keten van den Niesen, de berggroepen van het Sim-

men-dal en het Saane-dal, worden voor het grootste gedeelte door Macigno gevormd, terwijl de kalkmassa's dezer dalen weder tot de bovenste Jura-lagen behooren. Het Stockhorn en de Moleson, de Dent d'Oche en de Mole bestaan uit de middelste en onderste Juravormingen, en ook aan de noordelijke helling van de Alpinische Macigno-keten op den Gurnigel, de Beira, den Mont-Pleyau en de Voirons treden de middelste Jura en Liasvormingen op.

De buitenste gordel van het Alpinisch gebergte wordt door tertiaire vormingen, door de *Molasse* en *Nagelflue* gevormd. Zij zijn het heerschende gesteente van het Plateau van Zwitserland van dat gedeelte van het Plateau van Beijeren, waarmede wij bepaaldelijk te doen hebben. In het oostelijk en middelgedeelte van Zwitserland liggen zij tegen de buitenste ketens der Alpinische krijtvorming van den Pilatus en de Ralligstocken aan, en komen daar met het neocomien en den Nummulitenkalk in aanraking. In het westelijke gedeelte daarentegen ligt de molassevorming tegen de Alpinische Macigno en de middelste Juralagen aan.

De molassevorming bestaat voornamelijk uit een mergelachtige zandsteen, de *Molasse*, die in vastheid afneemt, hoe meer men van de Alpen naar de Jura voortgaat. In de omstreken van het meer van Genève, in de kantons Aargau en Zurich, vindt men in de benedenste lagen der molasse, beddingen van ligniten die vergezeld zijn van een bituminieusen mergelkalk, die dikwijls eene groote hoeveelheid zoetwater con-

chylien bevat. De bovenste lagen der molassevorming schijnen daarentegen van marinen oorsprong te zijn; zij worden door een kalkachtig gesteente gevormd, hetwelk bijna geheel uit steenkernen en schelpstukken bestaat, die voor de subappenijnsche vorming karakteristiek zijn. Aan den zandsteen der molasse sluiten zich in de nabijheid der Alpen dikwijls conglomeraten van afgeronde rolsteenen aan, welke onder de naam van *Nagelflue* of *Gompholit* bekend zijn. De verspreiding en dikte dezer rotsoort, is even als hare zamenstelling zeer verschillende. Daar waar de krijtketens onmiddellijk de molasse raken, zoo als in het oostelijke en middelste gedeelte van Zwitserland, komt de nagelflue in veel aanzienlijkere massa's voor dan in het westelijk gedeelte van Zwitserland aan den voet van den Alpischen Jura. De rolsteenen, waardoor zij gevormd wordt, bestaan op den Rigi en in het oostelijk gedeelte van Zwitserland voornamelijk uit kalk en zandsteen, welke met de rotssoorten der naastbijliggende Alpen overeenstemt, evenwel zijn er ook granieten en andere steensoorten onder gemengd, waarvan de oorsprong onbekend is.

In de Nagelflue van het kanton Bern, welke daar verscheiden heuvelketens vormt, zijn daarentegen rolsteenen voorheerschend, welke aan de Alpen volkomen vreemd zijn. In de nagelflue der omstreken van Thun, vindt men bijzonder roode porphieren en granieten van allerlei aard, gelijkende op die, welke in het Schwarzwald en aan den zuidelijken voet der

Alpen voorkomen. Met deze rotssoorten is bij Thun een andere soort van rolsteenen vermengd, en in de nagelflue van den Belpberg en van het Emmendal, vormen zij zelfs de hoofdmassa. Het zijn serpentijnsteen en groene leisteenen, gelijk, zoo veel bekend is, slechts in het middelste gedeelte van Graubunderland en in Wallis voorkomen. De nagelflue van het Emmen-dal bevat daarenboven nog spiliet-, amandelsteen- en varioliet-rolstukken; terwijl in een klein district van het noordelijke Emmendal vooral kwartsrolsteenen en brokken van eene amphibolhoudende steensoort heerschen. Hier voeren ook de stortbeken zand mede, dat kleine goudblaadjes, veel magneetijzer, granaten en andere mineralen bevat.

Eindelijk is de bodem der molasse dalen en der Zwitsersche vlakte met eene in lagen verdeelde bedding van keijen en zand bedekt, welke dikwijls eene dikte van meer dan 100 voet bereikt. Deze *Diluviale vorming* stemt in aard volkomen overeen met de rolssteenen (Geschiebe), welke de stortbeken van de Alpen afvoeren. De heerschende steensoorten zijn de Alpinische kalk- en zandsteenen gemengd met rolssteenen der nagelflue. De steenen zijn altijd afgerond, bereiken echter zelden de grootte van een menschenhoofd. In dat Diluvium en zelfs nog dieper hebben de tegenwoordige rivieren hun bed uitgegroefd.

Deze magtige zandmassa's zijn door eene nieuwere diluviale vorming bedekt, die meestal niet in lagen verdeeld is, en groote en kleine, ronde en hoekige

steentjes en blokken van verscheidene vademen in doorsnede, in eene zandige klei bevat. De grootere blokken komen nu eens enkel dan weder in groepen vereenigd voor, terwijl sommige, niettegenstaande hunne grootte, aan de kanten en hoeken afgerond zijn, andere wederom meer of minder hoekig zijn.

Dit nieuwer diluvium ligt nu eens tegen de molasse heuvels aan, dan weder vormt het wallen en heuvelreeksen van 20 tot 100 voet hoogte, daar het gewoonlijk langs den voet der hellingen voortloopt, maar ook wel het dal dwars door snijdt. De vorming van deze bedding schijnt in naauw verband te staan met de gletschers.

2). *Juragebergte.*

Het *Juragebergte* vormt eene doorloopende bergreeks, welke het Alpengebergte ten noorden omgeeft en moet zoowel wegens zijne ligging als om de zamenstelling in den Jura van Zwitserland, dien van Zwabenland en van Frankenland onderscheiden worden. Daarenboven scheidt zich ten zuiden van het Vogezen gebergte nog een tak af; loopt, om den zuidelijken voet der Vogezen heen, in N. westelijke rigting voort en vormt de keten van Langrès over Metz tot Sedan en Mezières. Naar het Rijndal heen is deze keten stijl afgesneden; aan de tegenovergestelde helling daalt zij langzaam met zachte glooijingen af.

Door den steilen rand, naar de Vogezen, naar het

Schwarzwald en den Spessart gekeerd, wordt als het ware eene ketelvormige uitholling daargesteld. Eene andere eigendommelijkheid is, dat de hoogste bergrug van den Duitschen Jura geenszins de waterscheiding vormt, maar door vier à vijf diepe kloven, met loodregte wanden en vlakken bodem, den doorgang verleent aan de rivieren, welke ver buiten of in deze keten ontspringen. Vele andere zulke kloven vindt men, welke niet door de geheele breedte van het gebergte heen loopen, maar al deze kanalen verdeelen de keten geenszins in eigenlijke bergen.

Men kan moeijelijk aannemen: dat de binnenste ketelvormige ruimte der Juravorming vroeger geheel met Jurabeddingen gevuld is geweest, die door latere opheffingen verstoord zouden zijn. Leopold van Buch [1]) neemt liever aan, dat men hier met een bijna rugvormig koraalrif te doen heeft, overeenkomende met dat, hetwelk Nieuw-Holland langs zijne geheele uitgestrektheid vergezelt. Hij besluit dit: uit dezen, door het oude vaste land gezamenlijk omsloten ketelvorm, welke aan het Jurameer niet veroorloofde in te dringen, waarmede ook de geheele afwezigheid van Juravormingen in het binnenste van den ketel te zamen hangt; uit de diepe en smalle dwarskloven van de keten; uit de geregeld voortdurende vorming overal waar zij op de oppervlakte van den Lias begint; en eindelijk uit

---

1) Leop. van Buch, Ueber den Jura in Deutschland, in de Ann. d. Academie d. Wissensch. v. Berlin, Jahrg. 1837.

de onzaggelijke koraalmassa's in het bovenste gedeelte van den ketelmond.

De Zwitsersche Juraketen bestaat uit lange en scherpe, parallele bergketens, met gewelfde en gescheurde lagen, die onder hoeken 30—40° en meer opgerigt zijn, en dikwijls door schelpenkalk bedekt worden. Ten gevolge daarvan kan men de volgorde der lagen beter in de dalen dan aan de steile rotswanden waarnemen.

Het Juragebergte van Zwabenland, van Schafhausen af, vertoont de lagenreeksen van het Juratijdperk volkomen ongestoord en in geregelde volgorde; het is een doorloopend plateau, hetwelk niet door langs dalen in afzonderlijke ketens of bergen verdeeld is. De Jura van Frankenland daarentegen wordt door het optreden van *dolomiet* gekenmerkt; waarbij alle lagen in oorspronkelijke horizontale ligging en volgorde gebleven zijn, maar de bovenste lagen in bank- en muurvormige massa's met vele kloven en holen veranderd zijn. De dolomiet strekt zich gewoonlijk niet nader bij dan op een uur afstands van het bergplateau uit en is scherp afgescheiden van de onderliggende kalklagen. Bij Hemmau wordt hij door den Solenhofenschen leisteen of *lithographischen steen* bedekt, en verder naar de Donau, door de lagen van den nog jongeren *Nirinëen* en *Diceraskalk*. Een van Neubürg naar Manheim afdalend dal, vormt de grens van den Jura van Frankenland, en tevens van den dolomiet.

In het algemeen maken de magtige kalkbeddin-

gen der jongste vorming de bovenste lagen van het gebergte uit, de oudere beddingen vertoonen zich in de diepte en langs dwarsscheuren van het gebergte, de zoogenaamde *Ruz* [1]). Hoe dieper het gebergte ingescheurd is, des te meer treden ook natuurlijk de oudere lagen te voorschijn, te eer dus in de noordelijke ketens, die zich daardoor wezenlijk van de meer zuidelijke onderscheiden; de jongere lagen nemen daarentegen te meer in ontwikkeling toe in de laatsten.

Men kan verder in de hoofdmassa van het gebergte gemakkelijk de volgende vormingen onderscheiden: *a.* Een zwart gedeelte, uit kalk en leisteen bestaande, dat voornamelijk aan de noordelijke grens van het gebergte ontwikkeld is; *b.* een bruin en geel gekleurd gedeelte, dat vooral uit zandsteen bestaat en aan de steile hellingen zigtbaar is, en eindelijk *c.* een bovenst gedeelte, dat wit gekleurd is en dat muurvormige kalkrotsen vol koralen vormt.

De benedenste of *zwarte Juravorming* behoort tot den lias en bestaat van onderen uit *liaskalk* en *liasmergel* lagen. De eerste is een vrij donker gekleurde, blaauwachtig graauwe, zeer fijnkorrelige of zelfs kristallijn korrelige kalksteen, in het digte overgaande. Hij is zeer taai en zijn breuk korrelig splinterende; hij geeft bij de beademing kleireuk, is bijna altijd kleihoudende en bitumineus. De lias-mergels schijnen een mengsel van klei

---

1) Zie Vogt, Lehrb. d. Geologie, Deel I. pag. 283.

met koolzuren kalk te zijn, dat met aardhars doordrongen is. De hoeveelheid kalk is zeer verschillende, somtijds bevat hij slechts 20—30 pCt, dan bruischt hij weder met zuren zeer sterk op. Sommige varieteiten branden met vlam [1]).

De middelste of *bruine Juravorming*, bestaat uit banken van kalk, tusschen twee magtige lagen van blaauwe klei ingesloten, en waarin eene bruine ijzerhoudende *zandsteen* ligt; vooral in de benedenste lagen komen geheele beddingen van linsenvormigen, korreligen *kleiijzersteen* voor, terwijl zuivere kalksteenen daarentegen zeldzaam zijn. Deze vorming staat gelijk met de oölithvorming van Engeland.

De bovenste of *witte juravorming* begint met eene reeks van witte *kalk* en *mergelschiefer* lagen. Daarop volgt digte, *witte kalksteen* met koralen, dan *lithographische steen* en eindelijk *Nerinëenkalk*. De witte jurakalk en lithographische steen zijn met den engelschen coralrag gelijk oud, de andere lagen schijnen daar gemist te worden.

3). *Vogezen*, *Hardt*, *Schwarzwald*, *Neckargebergte*, *Odenwald*, *Spessart*, *Rhön enz.*

Wij komen nu tot de ketens van de Vogezen en de Hardt. van het Schwarzwald, het Neckargebergte en het Odenwald, het Spessart en Rhöngebergte, alsmede de plateau's van Lotharingen, Zwaben en Frankenland.

---

1) Zie Oeyenh. Geogn. Umrisse der Rheinl. D. II. pag. 193.

De opgenoemde gebergten vormen twee symmetrische reeksen, welke, nagenoeg parallel aan elkander en aan den Rijn, van Basel tot bij Ments voortloopen. In de zuidelijke gedeelten van beide reeksen, in de Vogezen aan de linker- en in het Schwarzwald aan de regterzijde van den Rijn, vindt men aanzienlijke massa's van *kristallijne gesteenten*. In het noordelijke gedeelte verheffen zij zich aan de regterzijde in het Odenwald en het noordwestelijke gedeelte van den Spessart in de omstreken van Aschaffenburg; aan de linkerzijde komen zij daarentegen slechts op weinige, lager gelegen punten, aan den dag. Aan deze kristallijne kernen sluiten zich *neptunische vormingen* aan, waaronder de Vogezen- en bonte zandsteen de eerste plaats bekleeden. Zij zijn in het westen en oosten, maar vooral ten noorden der centralmassa's het meest ontwikkeld.

De centralmassa's nemen de hoogste punten van deze bergketens in; echter bespeurt men in het algemeen eene langzame vermindering van hoogte, hoe meer men van het Zuiden naar het Noorden voortgaat [1]). Vervolgens bezitten de genoemde gebergten, zoowel aan hunne randen als in hunne middelste gedeelten veel, meer of minder uitgebreide. Plateau's, welke aan hunne uiteinden regt afgesneden zijn en daarom eene menigte van steile rotswanden vormen, die, allen aan elkander parallel zijn.

---

1) Zie de profilen N°. 5 en 6 van de kaart van Oeyenhausen, behoorende bij de Geogn. Umrisse der Rheinländer z. Basel u. Mainz.

Deze eigenaardige vormen schijnen het gevolg te zijn van regtlijnige scheuren, waardoor de Vogezenzandsteen en de onderliggende lagen in lange strooken verdeeld werden, terwijl zij tevens tot verschillend niveau opgeligt werden of nedergedaald zijn. Aan de oevers van den Rijn eindigen beide reeksen tegenover elkander met vrij steile, eenigzins gewelfde hellingen, welke ook gevormd schijnen te zijn door een aantal scheuren, in nagenoeg dezelfde rigting van Z. Z. W. naar N. N. O. Daartusschen loopt het dal van den Rijn, hetwelk dus zijne vorming aan dezelfde oorzaak schijnt verschuldigd te zijn, waardoor de opheffing der aangrenzende gebergten te weeg gebragt is; het is dus geenszins door de vernielende kracht der wateren van den Rijn uitgegroefd [1]).

Ten opzigte van den aard der kristallijne rotssoorten, welke de centralkernen daarstellen, valt het volgende op te merken. Ofschoon men de meeste kristallijne gesteenten aantreft, kan men in het algemeen zeggen, dat de kristallijn-korrelige of eigenlijk Plutonische steensoorten de overhand hebben boven de kristallijne schilfer-gesteenten, en dat men bij de eersten eene bijzondere neiging tot porphierstructuur waarneemt. *Gneis*, *graniet*, *porphier* en *syeniet* wisselen overal met elkanderen af, en zijn zoo innig met elkander verbonden, dat het

---

1) Zie hierover Oeyenh. Geogn. Umrisse der Rheinländer etc. D. I. pag. 24.

moeijelijk is er naauwkeurig eene grenslijn tusschen te trekken, doch gneis en graniet, dikwijls van porphierachtige structuur schijnen de hoofdmassa te vormen. In de Vogezen komt ook veel *dioriet* voor, vooral in het dal der Reuss en der Thurn. In het Schwarzwald schijnt hij daarentegen bijna geheel te ontbreken. In het Odenwald komt aan den Katzenkopf *dolerit* voor[1]), *syeniet*, *leptiniet*, *porphier*, *glimmerschiefer*, enz. zijn zeldzaam, doch, van deze komen syeniet en leptiniet nog het meest in het Odenwald en de Vogezen voor, waar de laatste zich aan de gneisvorming aansluit.

Wat de neptunische vormingen betreft, welke zich om de centralkernen heen door de genoemde gebergten uitstrekken, daaronder vindt men in de Vogezen zelfs de oudste lagen, zoo als *Thonschiefer*, *Grauwacke* en *Grauwacke kalksteen*, terwijl deze in het Schwartzwald zeldzaam en in den Odenwald en den Spessart geheel niet aanwezig zijn.

De *steenkolenvorming* treedt in de Vogezen en het Schwartzwald op geheel overeenkomstige wijze op. Zij rust gedeeltelijk op primitive, gedeeltelijk op overgangsvormingen, is slechts op kleine bassins bepaald en bereikt nergens groote ontwikkeling. Zij komt voornamelijk bij St. Hippolithe in de Vogezen en op eenige andere plaatsen voor; men vindt daar voornamelijk koolschiefer met lagen van steenkool afwisselende en daarop rusten conglomeraten.

---

1) Zie H. G. Bronn, Goea Heidelbergensis, Heidelberg 1830, pag. 64.

De *kopermergelvorming* is slechts op de N. oostelijke helling der primitive rotsen van den Spessart, in de streek van den Bibergrund, ontwikkeld en zij heeft ook daar nog zeer geringe uitbreiding[1]). Het liggende is een min of meer leverbruine of door ijzer bruinrood gekleurde glimmerschiefer. Daarop rust een *conglomeraat*, hetwelk bestaat uit kwartsrolstukken, die door een graauw kleiachtig cement verbonden zijn. Dan volgt zwart graauwe *kopermergel*, die somtijds het aanzien van stinksteen verkrijgt, in zijne bovenste lagen dolomietisch is en ook hier en daar door ijzersteenbeddingen vergezeld wordt. Eindelijk volgt een geelachtige of licht aschgraauwe *mergelkalksteen* van dolomietischen aard, die dikwijls zoo los is, dat hij gemakkelijk kan fijn gewreven worden. Hierop rust de bonte zandsteen. Op andere plaatsen in het Schwarzwald en de Vogezen vindt men slechts conglomeraat en mergellagen, die tot dezelfde vorming schijnen te behooren.

De *triasvorming* neemt in de genoemde bergstreken, zoo als reeds gezegd is, de grootste uitgebreidheid in. Zij omgeeft de primitive gebergten mantelvormig en ligt er meestal ommiddelijk tegen aan. Vooral is de *Vogezen-* en de *bonte zandsteen*, dien wij gezamelijk met den naam van rooden zandsteen kunnen bestempelen, zeer algemeen verbreid. In de Vogezen treft men hem vooral op de westelijke hel-

---

1) Zie Oeyenh. ein Geogn. Umrisse d. Rheinl. D. II. pag. 1 seq.

ling aan, die er bijna geheel uit bestaat; ook strekt hij zich nog in het zuidelijk gedeelte van het plateau van Lotharingen uit. Op de zuidelijke helling vormt hij slechts de eerste hooge voorbergen en dringt niet diep in de centralmassa in; op de oostelijk helling der Vogezen is hij nog wel aanwezig, maar komt niet meer in zamenhangende massa's aan den dag; aan de noordzijde daarentegen naderen de zandsteenmassa's van het Westen en Oosten meer en meer, naarmate dat het primitive gebergte lager wordt, en ten noorden van het Breuschdal bestaan de Vogezen en vervolgens de geheele Hardt enkel uit rooden zandsteen.

Op den regter oever van den Rijn is deze vorming in twee groote hoofdmassa's gescheiden. De eerste of zuidelijke massa omzoomt het Schwarzwald: voornamelijk wordt de roode zandsteen op deszelfs westelijke en N. oostelijke helling gevonden; het Pfinzdal bij Durlach is het noordelijkste punt waar hij aan den dag komt [1]); dan schiet hij tegenover het Hardtgebergte onder jongere lagen van het Neckargebergte vooral onder schelpenkalk heen, verheft zich echter weder ten noorden van Wiesloch, en treedt terstond in magtige massa's aan den dag, die dikwijls door rooden porphier en graniet doorbroken zijn.

Hij vormt nu de tweede zandsteenmassa van den regter oever des Rijns, die veel aanzienlijker is dan de eerste. Hij stelt den geheelen oostelijken afval

---

1) Zie Oeyenh. Geogn. Umrisse d. Rheinl. etc. D. II. pag. 16.

van den Odenwald daar, scheidt diens primitive massa's van die van den Spessart, vormt verreweg het grootste gedeelte van het Spessartsche woud, en breidt zich eindelijk ten noorden, om de trapvormingen van het Rhöngebergte en het Vogelsgebergte heen, tusschen den Thuringerwald en het Leigebergte van den Rijn, uit. Somtijds wordt de zandsteen, voornamelijk daar waar hij een minder hoog niveau bereikt en onder den schelpenkalk verborgen ligt, door mergellagen bedekt, welke ook wel gips bevatten. In het Odenwald, in den Spessart komen bepaaldelijk als dekkende lagen van den rooden zandsteen, roode schilferige kleilagen voor, welke dikwijls ijzerertsen bevatten, maar geen gips.

Nu volgt de *schelpenkalk*, die ook zeer magtig ontwikkeld is en meestal op den bonten zandsteen, zelden onmiddellijk op de kristallijne gesteenten, rust. Hij komt voor langs de westelijke helling der Vogezen, in het plateau van Lotharingen; dan aan de oostelijke helling van het Schwarzwald; in het Neckargebergte; ten oosten van den Spessart en het Rhöngebergte, tot aan het Thüringerwald-gebergte, en in het plateau van Zwaben en Frankenland. Vooral in het Neckar en Maindal ten Z. W. van den Spessart treedt hij op.

Het mineralogisch karakter van deze kalkvorming is over het algemeen zeer eenvormig. De kleur is zonder onderscheid donkergraauw, en in het algemeen is met den koolzuren kalk eene meerdere of mindere hoeveelheid klei gemengt, waar-

door den kalksteen dikwijls in mergel overgaat; het meest voorkomende gesteente is evenwel de rookgraauwe kalksteen. Deze is duidelijk in lagen verdeeld, zeer digt, aan de kanten doorschijnende en van eene vlak schilferige breuk in het groot, en eene splinterige breuk in het klein. Hij bevat dikwijls knolvormige kalkmassa's. Eene andere, ook zeer dikwijls voorkomende variëteit, is van eene licht witgraauwe kleur, en schijnt meestal zeer mergelachtig te zijn, maar bevat vooral ook magnesia. Zij komt onder anderen bij Basel voor en is bekend onder den naam van *Rauchwacke* [1]).

Op den schelpenkalk volgt de *keuper*, welke in de genoemde streken uit zeer verschillend, maar bij voorkeur rood gekleurde mergel- en kleiachtige zandsteen-lagen bestaat; waarvan de eersten ook gipsbeddingen, en steenzout [2]) bevatten. Deze vorming is op beide oevers van den Rijn zeer uitgebreid en vormt de jongste laag in de genoemde streken. Op den linkeroever komt zij voornamelijk in het plateau van Lotharingen tusschen de straksgenoemde keuperbeddingen en de liasvormingen van het Fransche Juragebergte voor. Aan de zuidelijke helling der Vogezen en in het Rijndal is zij slechts op enkele plaatsen bepaald of wordt door het Juragebergte bedekt. Zij komt daar onder anderen voor in een boezem der roode zandsteenvorming bij Buxweiler en Ingweiler. Ook

1) Zie hierover Oeyenhausen, Geogn. Um. der Rheinl. II. p. 73.

2) Zie Oeyenhausen, Geogn. Umrisse der Rheinländer, etc. Deel II. pag. 117 et seq.

in het Rijndal van Basel tot Schafhausen treedt zij slechts zelden op en verkrijgt eerst weder op de oostelijke helling van het Schwarzwald eene grootere uitbreiding. Vooral komt zij voor op het plateau van Zwaben en Frankenland.

Bij Durheim, Schwenningen en Rothweil verheft deze vorming zich tot een buitengewoon hoog niveau; van Tübingen af breiden de bonte mergels zich over eene groote uitgestrektheid boven den schelpenkalk uit en vullen met dezen het groote bekken tusschen het Schwarzwald en het Odenwald; zij strekken zich van hier af verder langs de geheele N. westelijke helling van den Jura van Zwaben en Frankenland uit, loopen om zijnen noordelijken voet heen en vullen het dal tusschen de Z. oostelijke helling van het gebergte, den Z. westelijken voet van het Fichtelgebergte, en den westelijken voet van het Böhmerwald.

Deze vorming schiet verder onder de onderste lagen van het Juragebergte (de reeds beschrevene Liaskalk en mergels) heen, zoodat die hier op rusten.

4). *Fichtelgebergte en Frankenwald.*

Ten oosten van het noordelijke gedeelte van het Juragebergte ligt het *Fichtelgebergte* en vervolgens het *Frankenwald*, op welker westelijke helling de Main ontspringt. Daar zij maar voor een klein gedeelte in het stroomgebied van den Rijn gelegen zijn, zal een korte beschrijving voldoende zijn.

De hoofdmassa van het Fichtelgebergte bestaat uit *gneis* en *glimmerschiefer*, waarin wèl begrensde massa's van *graniet* te voorschijn treden. Deze centralmassa's van het Fichtelgebergte zijn ten zuiden door leisteen lagen omgeven; ten oosten en N. O. sluiten zij zich aan de gneis- en glimmerschiefer-massa's van het Ertsgebergte; ten noorden en N. W. zijn zij weder met *Thonschiefer* in aanraking, die aanzienlijke uitgebreidheid verkrijgt en de hoofdmassa van het Frankenwald vormt. Langs de Z. westelijke helling, zoowel van het Fichtelgebergte als van het Frankenwald, loopen *bonte zandsteen*, *schelpenkalk* en *keuper* vormingen heen, het zijn dezelfde vormen, die zich tusschen de centralmassa's van het Schwarzwald het Odenwald en den Spessart bevinden, die zich van den regten Rijnoever tot aan den Jura van Frankenland uitstrekken en om deszelfs noordelijken voet heenloopen. Onder de kristallijne gesteenten komt de gneis het meest voor. De N. westelijke massa van het gebergte bestaat bijna geheel uit gneis, die volkomen kristallijn, veldspaatrijk en grofschilferig is. Dikwijls vindt men er beddingen in van *eklogiet* een grofkorrelig kristallijn mengsel van grasgroenen straalsteen en bloedrooden granaat, en aan den Weisenstein nabij Gefrees vindt men gneis met zoisit.

Ten noordwesten is deze massa, zoo als wij gezegd hebben, met leisteen, grauwacke en overgangskalk in aanraking, maar ook ten zuidoosten is zij door eene smalle strook van overgangsgesteenten ge-

scheiden. Overal ziet men de kristallijne schilfer-gesteenten tegen de overgangsrotsen aanliggen en daar, waar beiden in aanraking zijn, tevens nog talrijke variëteiten van graniet en dergelijke gesteenten optreden. In het algemeen zijn het fijnkorrelige, duidelijk gemengde *diorieten* met albitkorrels, *variolieten* met dichte, soms volkomen kleiachtige, graauwgroene aphaniet-massa, waarin hoornblende kristallen liggen. Dan vindt men nog een middelgesteente tusschen *groensteen* en *gabbro*, (de basaltische groensteen van Goldfuss en Bischoff), eene massa, waarin altijd duidelijke diallage-blaadjes voorkomen en die dikwijls in een gesteente overgaat, dat ook op den gemeenen serpentijn gelijkt. Alle deze gesteenten, welke nog een groot aantal van overgangen vertoonen, liggen onregelmatig door elkander. Merkwaardig zijn ook de *kogelvormige diorieten* en de *granietische conglomeraten*, die men vooral in eenige zijdalen der Rodach en van den Main aantreft. Hunne grondmassa bestaat dikwijls uit vasten groensteen, maar meestal uit eene kleiachtige massa, innig doordrongen door hoornblendestof. In deze grondmassa liggen brokstukken van verschillende gesteenten, zoo als: veldspaat, serpentijn, groensteen, graniet, leisteen, kieselschiefer, kwarts, veldspaat porphier.

De leisteenvorming bestaat voornamelijk uit *thonschiefer;* bij Gefrees komt *aluinschiefer;* bij Lichtenberg en Kupferberg *wetsteen* voor. Naar het Frankenwald heen, neemt de *grauwacke* meer de overhand, en

de kalksteen vormt slechts ondergeschikte beddingen welke daarbij meestal van geringe magtigheid zijn. Hij is verschillende van kleuren: aschgraauw, roodachtig, geel, bruin, zwart of gevlakt.

De bonte zandsteen, schelpenkalk en keupervormingen zijn uit de vroegere beschrijving reeds bekend. Aan de Z. oostelijke en oostelijke grens van het gebergte komt *basalt* voor, doch dit is voor ons thans niet van belang.

5). *Leigebergte van den Neder-Rijn.*

De Geognostische zamenstelling van het Neder-Rijnsche Leigebergte heeft een zeer eenvormig karakter, zoo als wij dit ook van zijne uitwendige gedaante opmerkten. Plutonische gesteenten worden, met uitzondering van porphier en eenige hoornblende gesteenten op enkele plaatsen, in het Leigebergte van den Neder-Rijn niet aangetroffen. De hoofdmassa van het gebergte bestaat uit zoogenaamde *Overgangsvormingen; Thonchiefer*, *Grauwacke-schiefer* en *Grauwacke*, welke gewoonlijk zeer duidelijk in lagen verdeeld zijn. De strekking dezer lagen is in het algemeen gelijk aan die van het gebergte, namelijk van W. Z. W. naar O. N. O., hunne helling verschilt op verschillende plaatsen en bedraagt tusschen de 60 en 80 graden. Op deze leigesteenten rusten hier en daar kalkvormingen, terwijl vooral aan de grenzen van het gebergte de steenkoolvorming ontwikkeld is. De secundaire vormingen komen

slechts in het bekken tusschen de Ardennen, de Eifel en den Hundsrück, alsmede aan de grenzen van het gebergte voor. De tertiaire slechts in sommige dalen en bekkens.

De vulkanische vormingen zijn voornamelijk in het Zevengebergte, in het Westerwald, in de Eifel en in het Zweibrücksche gebergte zeer ontwikkeld; wij zullen ze later afzonderlijk in verband met andere vulkanische vormingen leeren kennen.

Wij hebben de kennis omtrent den waren ouderdom der oudste in lagen liggende vormingen van het Neder-Rijnsche Leigebergte te danken aan onderzoekingen, die eerst in den laatsten tijd ondernomen zijn. Vooral hebben de nasporingen van Sedgwick en Murchison[1]) daartoe veel bijgedragen, terwijl later de werken van Roemer[2]) en Sandberger[3]) zich daar aangesloten hebben.

Het algemeene resultaat uit hunne onderzoekingen is: dat in het Neder-Rijnsche Leigebergte tusschen de oudste grauwacke- en leilagen, die vermoedelijk met het Silurische system van Engeland overeenkomen en de steenkoolvormingen, nog eene

1) A. Sedgwick and R. J. Murchison on the distribution and classification of the older or palaeozoïc deposits of the North of Germany and Belgium; fallowed by a description of the fossils by d'Archiac and De Verneuil, Geol. Trans. II. VI vol. p. 221 and plates XXIII—XXXVIII. (In het Hoogduitsch vertaald door Dr. G. Leonhard, Stuttgart 1844, met eene Geogn. kaart.)

2) C. F. Roemer, Das Rheinische Uebergangs-Gebirge, eine Geognostisch-palaeontologische Darstellung, Hannover 1844.

3) F. Sandberger, Uebersicht der Geol. Verhältnisse des Herzogthums Nassau, Wiesbaden 1847, mit Karte.

uitgestrekte reeks van lagen voorkomt, die door hare versteeningen genoegzaam als een zelfstandige vorming gekenmerkt is. Dezelve schijnt parallel te zijn met de Devonische lagen van Engeland, maar werd later, om hare uitgebreidheid op beide oevers van den Rijn, het System van den Rijn (*Rheinisches System*) genoemd.

Men kan dus voor het tegenwoordige de Neptunische vormingen, welke het genoemde gebergte zamenstellen aldus onderscheiden: *Oudste Grauwacke* en *Thonschiefer van den Rijn* of *Silurische vorming; System van den Rijn* of *Devonische vorming; Steenkolen-vorming: Permische vorming; Trias-vorming; Jura-vorming; Krijtvorming* en *tertiaire vorming*. Wij zullen thans de verspreiding dezer verschillende vormingen en derzelver zamenstelling meer in het bijzonder nagaan, behalve de laatste, welke beter later behandeld kan worden.

De Silurische vorming strekt zich voor het grootste gedeelte: over de Ardennen, de Eifel en den Hundsrück, den Taunus, een gedeelte van het Westerwald, het Rothaargebergte, door het Sauerland en het Plateau van Wintersberg uit. Zij vormt overal het liggende van het gebergte.

In de Ardennen bestaat zij uit magtige beddingen van leisteenlagen, waaraan d'Omalius d'Halloy den naam van *terrain ardoisier* gegeven heeft. De volgorde der lagen is zeer moeijelijk te bepalen, daar

de lagen plooivormig gebogen en dikwijls verplaatst zijn. In het algemeen schijnt men twee afdeelingen te kunnen aannemen, waarvan de diepste uit meer of minder vasten, kleiachtigen *leisteen*, van blaauwe of graauwe kleur, gevormd wordt, welke somtijds ijzerkies en ijzernieren bevat en ook wel in zuiveren korreligen *kwartsrots* en in *wetsteen* overgaat; de bovenste laag bestaat voornamelijk uit kwartsrots en grauwackesoorten (zoogenaamde *Ardennesteen*). De grauwacke bevat dikwijls anthracit en eenige plantenindrukselen.

In de overige gedeelten van het Neder-Rijnsche gebergte vindt men de lagen dezer vorming ook uit leisteen en grauwacke zamen gesteld, welke die van de Ardennes nabij komen. Bepaaldelijk treft men in den Hundsrück en de Eifel dikwijls afwisselende lagen van *zandigen leisteen*, eigenlijken *thonschiefer*, *daklei*, *grauwacke* met *kwartsrots* en *chloritischen leisteen*, welke volkomen met de leivormingen der Ardennen schijnen overeen te komen, en welker ligging even zoo zonderling als daar gestoord is [1]). Vooral in den Hundsrück komen de chloritische leisteenen en kwartsrotsen voor, en liggen overal aan den dag, in de Eifel zijn zij daarentegen dikwijls door devonische lagen bedekt.

Op den regter Rijnoever in de bergmassa's van den Taunus, het Rothhaargebergte enz. vertoonen

---

1) Zie het profil in de duitsche vertaling van het werk van Sedgwick en Murchison, N°. 14.

zich, overeenkomstig met hetgeen in de Ardennen en den Hundsrück plaats heeft, als onderste vormingen eene menigte leivormige gesteenten, welke dikwijls uitnemende *daklei* zijn en langzamerhand in *gemeenen leisteen* en *grauwacke*, dan in *zandsteen* en onzuiveren *kalksteen* overgaan.

Op de Silurische vorming rust nu de *Devonische vorming*, welke zich voornamelijk langs de noordwestelijke helling der Ardennen, in de Eifel, aan de oostzijde van het Westerwald en aan den noordelijken rand van het Neder-Rijnsche Leigebergte bevinden.

In de Ardennen vindt men, dat zij, van beneden af aan, uit de volgende lagen bestaat. Op de silurische leisteenen liggen eerst roode grove podding- en zandsteenen, die men *poddingsteenen van Burnot* genoemd heeft; dan komen zwarte kristallijne kalksteenen met Enkriniten, die onder den naam van *marmer van Givet* bekend zijn; de bovenste laag wordt door den ligt verweerbaren *leisteen van Famenne* en de *zandsteenen van Condros* gevormd, waarop verder onmiddellijk de *kolenkalksteen* ligt. Ook hier vindt men anthracit in de bovenste lagen en daarom heeft Dumont de geheele reeks dezer gesteenten (*terrain anthraxifère*) genoemd.

In de overige gebergten rusten de Devonische lagen zoo als het schijnt in komvormige bekkens in de Silurische ingesloten. Bepaaldelijk vindt men op den linker oever van den Rijn, en de Eifel, deze lagen in vlakke

kommen afgezet [1]); zij bestaan daar beneden uit *kalkaardige leisteenen*, die deels in waren leisteen, deels in kalklagen overgaan, en daarboven uit *rooden zandsteen*, die zich meest in dunne platen laat scheiden. Op deze zandsteenplaten liggen magtige beddingen van *kalksteen*, die op eenige plaatsen rotswanden van 100 voet hoogte vormen; vooral in de omstreken van Cronenburg is deze kalksteen sterk ontwikkeld. De vier afzonderlijke beddingen van den nabijgelegen *kalksteen der Eifel* vormen, zoo ver het schijnt, slechts stukken van één groot bekken, dat door de gebogen lagen van de onderliggende grauwacke in afzonderlijke afdeelingen gescheiden is [2]). Op dezen kalksteen, en dus meestal in het midden der afzonderlijke bekkens, rusten harde kristallijne *dolomieten*, die zelden duidelijk in lagen verdeeld zijn; maar zich soms broksteenachtig of aardachtig, en meestal vol holligheden vertoonen. Het voornaamste gedeelte van dezen kalk der Eifel wordt door een lichtgraauwen kalksteen gevormd, die geheele beddingen van Stringocephalus Burtini bevat en daarom *Stringocephalus-kalk* genoemd is [3]).

Op den regter oever van den Rijn vooral aan den

---

1) Zie de profilen van Sedgwick en Murchison, N°. 12 en VIII.

2) Zie de kaart van G. Leonhard. Die Rheinlande nach ihren Geologischen Beziehungen, Stuttgart 1844, behoorende ook bij de vertaling van het werk van Sedgwick en Murchison.

3) Zie Sandberger, Uebersicht der Geologischen Verhältnisse des Herzogthums Nassau, Wiesbaden 1847, pag. 26.

zuidelijken rand van het Westerwald, op beide oevers der Lahn in de omstreken van Weilburg, komen magtige beddingen van een meestal donker graauwen, compacten, maar in dunne lagen gescheiden *kalksteen* voor, tusschen welke zich hier en daar *kalkmergel* of *spiliet* lagen bevinden [1]). Op andere plaatsen, zoo als bijv. aan den bovenrand van het Westerwald vindt men, in plaats van dezen kalksteen, *zand-* en *leisteen*. Aan den noordelijken rand van het Leigebergte des Neder-Rijns eindelijk vindt men, even als aan de oevers der Lahn, de Devonische lagen voornamelijk uit verschillende *kalksteenen* te zamen gesteld, waaraan zich de steenkoolvorming van Westphalen onmiddelijk aansluit.

De *Steenkoolvorming* is vooreerst ontwikkeld in het steenkoolbekken van den Palts, dat tusschen Saarbrück en Kreutznach aan den zuidelijken hoek van den Hundsrück ligt. De lagen, welke deze vorming zamen stellen, schijnen hier een aanzienlijke dikte te bereiken; zij rusten op de Silurische lagen van den Hundsrück, maar hebben ongelijke ligging met dezen, en worden door den rooden (Vogezen zandsteen) overdekt. Talrijke doorbrekingen van uitgebreide *porphier* en *melaphier* massa's, hebben de ligging dezer lagen op sommige plaatsen zeer verstoord, zoo bijv. ten oosten van Oberstein en bij Kreutznach. Men vindt hier veelvuldige afwisselingen van meestal

1) Zie F. Sandberger, l. c. pag. 26.

leivormigen *kolenzandsteen*, *conglomeraten* en *kolenschiefer*, waar tusschen slechts hier en daar *steenkool* ingevoegd is.

In het algemeen is het bekken arm aan steenkool; slechts op twee plaatsen kan die gewonnen worden, namelijk ten noorden van het kleine riviertje de Glan, dat zich in de Nahe uitstort en ten zuiden van Saarbrück. Op de eerste plaats vindt men slechts weinig en slechte steenkolen, maar aan de Saar zijn zij veel overvloediger voorhanden; men kent daar niet minder dan 103 ontginbare beddingen, waarvan 30 ontgonnen zijn. De hoofdmassa van het Saarbrücksche koolterrein, wordt door een *rooden zandsteen* gevormd, die met *kohlenschiefer* en *dolomieten* afwisselt. Zoowel de zandsteen als de kleischiefer bevat soms beddingen van niervormigen kleijzersteen, en vooral de laatste omsluit bij Lebuch uitgestrekte beddingen daarvan [1]).

Het Belgische steenkoolbekken, na de Engelsche, het rijkste van Europa, volgt den noordwestelijken voet der Ardennen; het strekt zich uit langs een kromme lijn van Aken af over Luik, Namen, Charleroi tot voorbij Valenciennes. Zijne lagen rusten ten zuiden op de andere lagen van de Ardennen en de Hohe Veen en worden ten westen door Juralagen en dan even als in het noorden door krijtlagen overdekt. De benedenste laag van dit bek-

1) Aan de ontleding van het zwavelijzer, hetwelk hier in deze lagen voorkomt, schrijft men het ontstaan der kolenbranden toe, waarvan men bij Dutweiler een voorbeeld heeft.

ken bestaat uit blaauwen of zwartachtigen *kalksteen*, dikwijls met witte aderen van kalkspaat doorzet, die bij het breken een stinkenden reuk ontwikkelt. Deze kalksteen is meestal zeer digt en kristallijnkorrelig en wordt als marmer verwerkt [1]); somtijds bevat hij *dolomiet*. Hij komt als een smalle strook aan den omtrek van het bekken voor den dag, maar is overigens aan het oog onttrokken door hangende lagen van *kolenschiefer*, *leisteen* en *zandsteen*, waar tusschen de eigenlijke *steenkolen* voorkomen.

De kolenschiefer is graauw of zwart van kleur, fijnkorrelig en zacht, doch in de diepte der groeven dikwijls van groote vastheid. Hij bevat dikwijls micaplaatjes. De thonschiefer gaat hier en daar in den zandsteen over, die uit fijne kwartskorrels bestaat, door weinig cement verbonden; grofkorrelige zandsteenen en conglomeraten zijn hier slechts zeldzaam. Dikwijls echter vindt men lagen van ijzernieren, en nog meer ijzerkies tusschen de leisteen lagen. De steenkolen zijn des te vetter hoe nader zij bij de oppervlakte gevonden worden, terwijl zij magerder en meer anthracitachtig worden, hoe dieper zij ten opzigte der overige lagen voorkomen.

De steenkoolvorming van de oevers der Ruhr, tusschen Westphalen, het Sauerlandsche en het Rothhaar gebergte en het Plateau van Wintersberg gelegen, is waarschijnlijk niets anders dan het vervolg

---

1) Onze Namursche en Luiksche *Hardsteen* behoort tot dezen kolenkalksteen.

van de aanzienlijke koolvorming van Belgien. Van Herdieke af, ontwikkelt zich de steenkoolvorming op beide zijden der Ruhr, en schijnt door verscheiden van Z. W. naar N. O. loopende takken van de koolvrije zandsteen, in afzonderlijke bekkens verdeeld te zijn, welke door de Ruhr doorsneden worden. Evenwel is zij hier bepaaldelijk uit drie verschillende vormingen te zamen gesteld, te weten: uit *kolenkalksteen*, uit *kolenzandsteen* (*Flözleerer Sandstein*, *Millstone grit*) en eigenlijke *steenkool* beddingen.

De kolenkalksteen vormt een smalle strook, die ongeveer evenwijdig met de Ruhr, in de nabijheid van Dusseldorp of tot aan Stadberg aan de Diemel zich uitstrekt en vooral in de nabijheid van Arensberg aanzienlijk ontwikkeld is. Hij ligt onmiddelijk op de lagen van den devonischen kalk, welke den noordrand der grauwacke vormingen inneemt. Hij bevat hier en daar nieren van kleijzersteen, is meestal lei of plaatvormig verdeeld, en wisselt somtijds met lagen van thonschiefer, aluinschiefer of kieselschiefer af.

Op dezen kalksteen rusten de magtige beddingen van zandsteen, die *Flözleerer Zandsteen* genoemd wordt, omdat hij geene steenkolenlagen bevat. Hij is fijnkorrelig en vast, somtijds echter zeer week en kleiachtig. Vooral in het oostelijk gedeelte bereiken deze zandsteenbeddingen groote dikte en verdringen langzamerhand de koolvoerende lagen geheel en al.

Op dezen zandsteen volgen thonschiefer lagen van

zwartgraauwe tot gitzwarte kleur, die in zeer dunne lagen gespleten kunnen worden. Zij bevatten hoofdzakelijk de koollagen, die aan de oevers der Ruhr gewonnen worden. Tusschen de verschillende koolhoudende lagen komen dikwijls nog meer of minder dikke lagen van fijnkorreligen, meest blaauwgraauwen zandsteen voor, die somtijds in zeer groote conglomeraten overgaan.

Behalve deze drie voorname koolbekkens vertoont zich de koolvorming in het Neder-Rhijnsche leigebergte nog aan de zuidoostelijke en noordoostelijke helling van het Westerwald, doch is daar minder ontwikkeld; men vindt daar eerst geelgraauwen kleiachtigen *zandsteen;* dan zandachtige, in vrij regelmatige lagen verdeelde *schiefergesteenten;* vervolgens zeer dunschilferige *koolhoudende schiefers*, die door ijzeroxyde rood gekleurd zijn, en eindelijk *kiezelschiefer* van verschillende kleur [1]).

De *Permische vorming* is in het gebergte, wat wij thans beschrijven, zeer weinig ontwikkeld. Men vindt ze voornamelijk in de bergen van den Palts en van Zweibrücken, langs de Z. oostelijke helling van den Hundsrück, en hier worden ze zelfs nog alleen door de oudste laag, het *roode doodliggende*, vertegenwoordigd; men ziet namelijk overal, waar de porphier de steenkoolvorming doorbroken heeft, eene bed-

1) Sandberger rekent deze lagen nog tot de bovenste van het System van den Rijn. Zie daarover, deszelfs: Uebersicht der Geol. Verhältn. des Herzogthums Nassau, pag. 41.

ding van een conglomeraat optreden, dat voornamelijk uit porphierbrokken is zamengesteld, maar somtijds ook stukken van oudere neptunische lagen bevat.

Ook aan de oostelijke helling van den Taunus, ten zuiden van het Vogelsgebergte, treedt deze vorming op, doch heeft daar zeer geringe ontwikkeling. Eindelijk wordt ten oosten van het Plateau van Wintersberg, de uiterste rand van het Leigebergte door eene smalle strook der Permische vorming omzoomd, die ook voornamelijk uit roode conglomeraaten zandsteenlagen bestaat.

De *Triasvorming* en *Juravorming* wordt slechts aangetroffen in het bekken, dat zich ten N. O. van Luxemburg, tusschen de Ardennen en den Hundsrück bevindt en zich verder door de Eifel heen tot aan het Rijndal ten N. O. van de Hohe Veen uitstrekt [1]).

De hoofdmassa vormt de *bonte zandsteen*, welke onmiddellijk op de Silurische en Devonische vormingen rust. In de boezemvormige ruimte tusschen de Ardennen en den Hundsrück, waar de triasvorming de meeste uitbreiding heeft, wordt het middelste gedeelte der bonte zandsteenvorming door schelpenkalk en nog meer naar het midden door keupervormingen bedekt. Op de keupervorming volgen, in het midden der bedoelde komvormige ruimte eindelijk liaslagen. De *bonte zandsteen* bestaat uit fijne kwartskorrels, door een kleiaardig cement verbonden; waar

1) Zie de kaart van G. Leonhard, die Rheinlande etc.

deze vorming weinig ontwikkeling heeft, soms uit een grof conglomerat, dat van graauwe mergels vergezeld is [1]).

De *schelpen kalk* verschilt in aard in de onderste en bovenste lagen. Zijne kleur is in het algemeen lichtgraauw, maar de onderste lagen vertoonen het meeste verschil; zij zijn dikwijls oölitisch. De middelste laag is meer gelijkaardig; de bovenste is zeer gemakkelijk fijn te wrijven en gewoonlijk geelachtiggraauw van kleur.

De *keupervorming* bestaat hier voornamelijk uit gipshoudende, bonte mergels, die ook wel door zandsteenlagen gescheiden worden.

De *liasvorming* bestaat hier uit den gewonen liaskalk en mergels.

Wat de *plutonische vormingen* van het Neder-Rijnsche gebergte betreft, moeten wij opmerken dat de *kwartsporphier* alleen in het Westerwald, in den Taunus en aan de oevers der Nahe voorkomt, maar op de laatste plaats bijzonder ontwikkeld is. Het is een roode porphier van aardachtige breuk met vele veldspath-, maar ook glimmer- en kwartskristallen. Op sommige plaatsen is hij gedeeltelijk in kleiporphier overgegaan. In de nabijheid dezer porphierbergen komen ook enkele *groensteen* kegels voor, maar de *hoornblendegesteenten* en daaronder ook de

---

1) Zie A. Engelspach — Larivière, description géognostique du Grand-Duché de Luxembourg, Bruxelles 1828, pag. 62 etc.

spilieten treden het meest in het Westerwald en den Taunus op[1]).

6). *Kaiserstuhl, en overige Vulkansche vormingen.*

Wij gaan nu over tot de *vulkanische vormingen* welke zich in het stroomgebied des Rijns bevinden en komen in de eerste plaats aan die van den *Kaiserthuhl* en het *Högau*.

De Kaiserstuhl bestaat uit eene groep van kegelvormige *dolerietbergen*, die zich uit den bonten zandsteen verheffen. Het petrographisch karakter van dezen doleriet is zeer onbestendig. Door het toenemen of verminderen van een zijner bestanddeelen, of door het optreden van toevallige mineralen ontstaan gesteenten, welke nu eens aan melaphier, dan weder aan phonolith of zelfs aan trachiet herinneren. De fijnkorrelige doleriet, die dikwijls zoo digt is, dat hij deels op basalt deels op phonolith gelijkt, komt niet veel voor. Onder de porphierachtige dolerieten vindt men eene variëteit, waarin talrijke Augit-kristallen in de grondmassa verspreid liggen, en eene andere, welke kristallen van glasachtigen veldspaat bevat. De eerste soort van porphierachtigen doleriet komt zeer veel voor, en heeft dikwijls amandelstructuur. Het Kaiserstuhlgebergte is ook buitengewoon rijk aan verschillende mineralen, en onder deze bekleeden de Zeolithen eene eerste plaats.

---

1) Zie Sandberger, Uebersicht der Geolog. Verhältnisse des Herzogth. Nassau, pag. 61.

In het Högau ten noorden van Schaffhausen vindt men eenige kegels van *phonolith*, die gedeeltelijk de molasse, gedeeltelijk de juravorming doorbroken hebben [1]).

De *Hohe Rhön*, het *Vogelsgebergte*, het *Westerwald* alsmede het *Zevengebergte* liggen op eene lijn en kunnen beschouwd worden tot een systeem te behooren. De voornaamste rotssoort in allen is de *basalt* in alle zijne ondersoorten; in den *Rhön* treft men daarbij vooral ook *phonolith* aan. De basalt- en phonolithmassa's zijn daar door den bonten zandsteen en den schelpenkalk doorgebroken, maar de basalten hebben de bovenhand. De phonolithen zijn overal door basalt omringd, en stijgen als afgescheiden koppen en gangen, uit dezen in de hoogte; daarbij is de rigting waarin zij liggen naauwkeurig van zuidwest naar noordoost, zoodat men ze als uitbarstingen van eene groote spleet kan beschouwen [2]).

Het *Vogelsgebergte* bestaat voornamelijk uit eene groote zamenhangende basaltmassa, die tot de grootste van Europa behoort; echter vindt men ook nog in den omtrek verscheiden geisoleerde kegels [3]).

---

1) Zie hierover G. Leonhard, in Leonh. Jahrb. f. Mineral. etc. 1846, pag. 43.

2) Zie hierover onder anderen K. C. v. Leonhard, Zeitschrift für Mineralogie, Jahrg. 1827, I. B. s. 97 etc.

3) Zie de kaart van A. Klipstein, Geogn. Karte des Vogelsgebirges, der Wetterau und einiger angrenzenden Gegenden. Darmstadt 1826, alsmede de kaart van G. Leonhard: Das Rheinland in seinen Geolog. Beziehungen, Stuttgart 1844.

Het voorheerschende gesteente is weder *basalt*. *Phonolith* vindt men aan den Schieferberg bij Oberwidersheim; *basalttuf* vindt men in het Horloffthal.

Het eigenlijke *Hohe Westerwald* bestaat, voornamelijk uit basaltische vormingen, welke het leigebergte doorbroken hebben. Op het verhevene plateau van dit gebergte ziet men den basalt hoofdzakelijk, in twee, door kegelvormige koppen wèl gekenmerkte hoofdreeksen verdeeld, die hier en daar door *trachiet* massa's afgebroken zijn. De eene dezer reeksen heeft een zuidwestelijke strekking, de andere wendt zich noordwestelijk naar het Zevengebergte heen; zij omsluiten eene komvormige ruimte, die met plastische klei en bruinkool, waarvan wij later zullen spreken is opgevuld, maar waarin zich nog afgezonderde kleinere kegels verheffen.

Stifft noemt het Hohe Westerwald een enkelen geweldigen kegel, die vele, daar weder uit opstijgende, kleinere konische bergen draagt. De basaltische kegels en heuvelruggen zijn ringvormig en omsluiten ketelvormige ruimten, welker bodem moerassig of ook wel droog is [1]). De basalt komt behalve in de hoofdmassa van het Westerwald nog in enkele geïsoleerde kegels voor, die ver verbreid zijn: zoo b. v. in de omstreken der Lahn bij Weilburg, Runkel Limburg, bij Hadamar, Diez en bij Gutenacker bij Nassau; dan aan den regteroever der Dill bij Hirsch-

1) Zie Stifft, Geogn. Beschreibung des Herzogthums Nassau, p. 145 en 509 en de daarbij behoorende kaarten.

stein in de Kalteiche enz. Minder ontwikkeld en met eenigzins andere karakters vindt men hem daarentegen in de Taunusketen, door het noordoostelijke en noordwestelijke gedeelte van het gebergte, tot aan het zevengebergte. Hier worden zeer vele verscheidenheden aangetroffen onder de basaltische gesteenten, welke door Sandberger[1]) in *compacte*, *korrelige* en *poreuse basalten* afgescheiden worden. De compacte variëteiten omvatten den eigenlijken basalt, de anamesieten en de dolerieten, en zijn het menigvuldigst voorhanden; de korrelige soorten zijn zeldzaam; de poreuse basalten zijn weder meer ontwikkeld. Deze laatsten bestaan wel uit dezelfde hoofdmassa als de eigenlijke basalt, maar zij zijn poreus en zeer aan verweering blootgesteld en desniettemin zeer vast.

De *trachieten* behooren vooral in het westelijke en zuidwestelijke gedeelte van het Westerwald te huis; zijne petrographische kenmerken zijn zeer uiteenloopend, en leveren hier meer verschil op dan in het Zevengebergte. Bij Montabaur vindt men eene variëteit, die uiteene parelgraauwe, kristallijne veldspaatmassa bestaat, waarin fraaije kristallen van glasachtigen veldspaat- en hoornblende liggen. In de omstreken van Helferskirchen en Weidenshahn vindt men een groot aantal varieteiten, die van het volkomen kristallijne tot het aardachtige overgaan; de laatste hebben veel overeenkomst met Domit, ook door hunne

1) F. Sandberger, Uebersicht der Geol. Verhältnisse des Herzogth. Nassau, Wiesbaden 1847, pag. 75.

verdeeling in lagen. Eindelijk vindt men op sommige plaatsen poreuse trachieten.

De *phonolith* heeft weinig uitbreiding; hij komt slechts, met trachieten voor in de reeks van kegels, die zich in het noordwestelijke gedeelte van het Westerwald bevinden. Hij heeft de gewone lichtbruine of aschgraauwe kleur, en zijne bestanddeelen, labrador en mesotyp, zijn zeer gelijkmatig gemengd [1]).

Ten slotte moeten wij opmerken dat in het Westerwald met uitzondering van zijne noordoostelijke helling, overal hier en daar puimsteen-zand voorkomt; hetwelk uit puimsteen gruis of zand met titanyzer-korrels bestaat. In sommige streken, vooral ten Z. W., in de omstreken van Ems en Lahnstein, waar anders geene vulkanische vormingen voorkomen, is deze bedding zeer ontwikkeld.

Het *Zevengebergte* bestaat uit meer dan dertig kegelvormige bergen, welke door het leigebergte heen opgestuwd schijnen te zijn. Niet verre van de steile rotswanden van den Drachenfels kon men vroeger de aanraking van trachiet met de overgangsvormingen waarnemen. Indien men de Wolkenburg beklimt, kan men uit de diepte van het dal tot ongeveer, op een derde van de hoogte des bergs, de neptunische vormingen vervolgen, doch de grens tusschen den tra-

1) Zie over de mineralen, die in de basaltische, trachietische en phonolitische gesteenten voorkomen, F. Sandberger, Geolog. Verhältnisse d. Herz. Nassau, pag. 70, 72 en 76.

chiet en de grauwacke is moeijelijk te bepalen [1]. De hoofdgroep dezer kegelbergen ligt aan den regter oever bij Königswinter, in het eigenlijk Zevengebergte, doch enkele kegels strekken zich ten noorden tot Klooster-Putzchen, tegenover Bonn en tot Siegburg uit; ten zuiden tot Linz en Rönnefield; ten oosten tot Pleiss; ten westen tot Godesberg en Fornach.

Trachiet is hier het heerschende gesteente, evenwel treft men er ook veel basaltgangen aan; terwijl aan den voet van het gebergte conglomeraten ontwikkeld zijn.

De *trachiet* vooral verheft zich in steile massa's en komt voornamelijk voor: aan de Wolkenburg, den Drachenfels, den Stenzelberg, boven aan den Hirschberg en in de vlakte tusschen de Wolkenburg en den Petersberg. Op deze verschillende plaatsen, zoo nabij een gelegen, is hij echter zeer verschillend van aard: aan de Wolkenburg is hij graauwachtig van kleur en bijzonder gekarakteriseerd door kristallen van hoornblende, en hij onderscheidt zich hier vooral ook door de verdeeling in fraaije prismatische kolommen; de trachiet van den Drachenfels doet zich ligt onderkennen aan de groote kristallen van glasachtigen veldspaat, welke in de grondmassa verspreid liggen; in geen anderen trachiet van het Zevengebergte zijn ze zoo uitstekend ontwikkeld; die van den Stenzelberg is bijzonder gekenmerkt door zijne blaas-

---

1) Zie K. C. von Leonhard, die Basaltgebilde, etc. Stuttgart 1832, D. II. pag. 80.

vormige holligheden. In de diepte wordt de trachiet dikwijls geheel kleiachtig, de grondmassa met alle inmengselen is dan dikwijls geheel week en aardachtig; deze steen onder den naam van *Bakofenstein* bekend, wordt vooral aan de Ofenkule veel gewonnen en tot vuurvaste muren gebezigd.

De *basalt*, welke meestal zeer kleiachtig is, doortrekt het binnenste van het gebergte; bij Rheinbreitbach, en ook bij Siegburg, Rolandseck, Unkel, Linz enz. zijn er magtige massa's van aanwezig. Vooral de Minderer basaltmassa ten noorden van Linz, onderscheidt zich door zijne lange, regelmatige, meestal loodregtstaande, doch ook wel gebogene en horizontaal liggende basaltkolommen.

Aan den voet van den Drachenfels vindt men eene menigte van *trachiet-conglomeraten*, welke schijnen ontstaan te zijn, toen de trachiet den grauwackeschiefer, die hem tot basis dient, doorboord heeft; doch ook door verweering hoopen zich nog aanhoudend geweldige massa's van trachiet-brokstukken aan den voet op en ook daardoor zijn langzamerhand conglomeraten ontstaan [1]).

De vulkanische vormingen der *Eifel* bevatten ook vele basaltgangen, zij bezitten echter in het algemeen een eenigzins ander karakter dan die van de Rhön, het Vogelsgebergte en Zevengebergte; men vindt daar ook werkelijk kraters, sintelkegels met

---

1) Zie K. C. v. Leonhard, die Basaltgebilde, Stuttgart 1832, II. pag. 79.

lavastroomen en wijd verspreide vulkanische uitwerpselen. Kenmerkend zijn ook voor de vulkanen der Eifel de meer of minder cirkelvormige meren of waterbekkens, die waarschijnlijk oude kraters geweest zijn en in de Eifel met den naam van *Maare* bestempeld worden.

Men kan in het algemeen de vulkanische vormingen van het Eifelgebergte, die zich ook in het bekken van Neuwied tot aan de andere zijde van den Rijn uitstrekken, onder twee afdeelingen brengen; die der *Hohe Eifel* en die der *Niedere Eifel*. De eerste strekken zich uit in de streek tusschen Bertrich en Stadtkyll, en bestaan voornamelijk uit vasten *basalt*, welke slechts in geïsoleerde gangen met kopvormige uitbreidingen optreedt en van weinig lava-achtige stoffen vergezeld is. Bij de uitgebluschte vulkanen der Hohe Eifel ziet men echter de eigenlijke kraters uit sintelachtige bruinroode *basaltische lava* bestaan, welke naar den voet van den kegel langzamerhand in vasten, kolomvormigen basalt overgaat. De vulkanische vormingen der Niedere Eifel, bevinden zich in het bekken van Neuwied ten noorden van eene lijn, die men van Koblenz tot Maijen kan trekken, tot Andernach of zelfs tot Brohl, meest aan den linkeroever van den Rijn, maar gedeeltelijk ook aan zijnen regteroever. Ook deze bezitten zeer weinige eigenlijke lavastroomen, maar daarentegen vindt men nu hier fijner verdeelde basaltische uitwerpselen, Rapilli, puimsteen en vulkanisch zand in groote hoeveelheid.

In de Niedere Eifel [1]) kan men den *Laachersee* als het middelpunt der vulkanische werking beschouwen. De *basaltische* massa's vormen den buitensten ring, welke de jongere vulkanische vormingen van den Laachersee omgeeft, en dezen vulkanischen haard als het ware met dien der Hohe Eifel en van het Westerwald verbindt. Een tweede ring van ongeveer 2 mijlen middellijn om den Laachersee, bestaat uit *Augietische lava's*, en in het midden daarvan treden op eene kleinere uitgestrektheid, de *slijklava's*, *tras* en *duifsteen* op; terwijl de *puimsteen*-beddingen zich ten noorden en zuidoosten van den Laachersee over eene groote uitgestrektheid tot Koblenz en Engers uitbreiden. Onder puimsteenbeddingen moet hier verstaan worden: vooreerst de zoogenaamde *Wiesenheimer zandsteen*, een puimsteenhoudende vulkanische asch, welke tot een trasachtigen vasten steen zamengebakken is; dan het veel puimsteen bevattende *vulkanische zand;* en eindelijk de *zandsteen van Engers*, een conglomeraat van puimsteen-fragmenten [2]).

Het medegedeelde omtrent de vulkanische vormingen zal voor ons doel genoegzaam zijn.

7.) *De vlakten van den Middel- en Neder-Rijn.*

In de vlakke streken, die zich langs de oevers

---

1) Zie Oeyenhausen, Geogn. Orogr. Karte des Laacher Sees Berlin 1847.

2) Zie C. v. Oeyenhausen, Erläuterungen zu d. Geog. Orographischen Karte v. d. Umgeb. d. Laacher Sees, Berlin 1847.

van den Rijn tusschen Basel en Bonn en daar beneden uitstrekken, vindt men slechts *Tertiaire*, *Diluviale en Alluviale vormingen.*

De Tertiaire lagen zijn vooral in het zuidelijk gedeelte der vlakte van den Middel-Rijn bij Basel, dan in het bekken van Mainz, in het bekken van Neuwied en in de vlakte van den Neder-Rijn aan den voet van het Leigebergte ontwikkeld.

In het noordelijke gedeelte van de vlakte van den Middel-Rijn, in een boezem van het Juragebergte, die zich aan den zuidelijken voet der Vogezen van Basel af, ten westen naar Delle en ten noorden naar Cernay uitstrekt, komt vooral *molasse* voor. In het Rijndal zelve treft men haar slechts op enkele punten van den linkeroever aan, b. v. in de omstreken van Ruffach, bij Rosheim, ten noorden van Hagenau. Tusschen hare beddingen vindt men *bruinkool* en *molasse-zandsteen.* De laatste is dikwijls met *asphalt* doordrongen en komt vooral voor bij Basel: in de omstreken van Nieder-Ransbach, Folgensburg, Steinsulz en Bettendorf, alsmede ten noorden van Cernay [1]). Ten zuiden van Mühlhausen komen vervolgens nog *zoetwaterkalk* lagen voor. Zij bestaan uit mergel en kalksteen, die meest een bitumineusen reuk van zich geven.

In het Mainzer bekken, aan den noordoostelijken voet van de Hardt, maar ook op den regteroever,

---

1) Zie Oeyenh. la Roche u. v. Dechen, Geogn. Karte d. Rheinl. zw. Basel u. Mainz.

in de omstreken van Frankfurt, zijn vooral de middelste tertiaire lagen ontwikkeld. De diepste van deze lagen komt slechts bij Alzey aan de oevers van den Selzbach, en ten oosten van Flonheim aan den dag; zij bestaat uit *fijnkorrelig zand*, dat vele schelpstukken bevat, en met banken van *keijen*, *conglomeraten* en *zandigen kalksteen* afwisselt. Boven dit tertiaire zand vindt men *plastische klei*, die vooral naar boven mergelachtig is, en somtijds banken van kalksteen en zandmergels bevat; zij komt vooral in het middelste gedeelte van het bekken aan de oevers van den Selzbach voor. Daarop volgen kalkbeddingen, waarvan de benedenste lagen zeer digt en geelachtig rood van kleur zijn, somtijds met tusschenbeddingen van kalkmergels en oolithen; terwijl de bovenste lagen meer zandaardig, soms ook mergel- en kleiaardig zijn. Deze zoogenaamde jongere *grofkalk* neemt de grootste uitgestrektheid van het bekken in en is vooral in de omstreken van Alzey en ten westen van Mainz en Weissenau, alsmede op den regteroever bij Hochheim, zeer ontwikkeld. Bij Eppelsheim en Oppenheim vindt men nu nog op dezen kalk eerst lagen van *blaauwe klei* en dan het zoogenaamde bovenste *beenderzand* liggen, bekend door de overblijfselen van Dinotherium giganteum, daarin gevonden. Het is eene bedding van rolsteenen, somtijds door een kalkachtig cement tot conglomeraten verbonden. Langs de randen van het bekken volgen dan lagen van löss, welke door het geheele Rijndal is verspreid. In de omstreken van Eppelsheim heeft

men ook nog *bruinkool* gevonden, echter geenszins in die hoeveelheid als op den regter oever van den Rijn; zij is daar aan den zuidwestelijken voet van het Vogelsgebergte en door de geheele Wetterau heen verbreid. De bruinkool zelve ligt hier tusschen twee lagen van *plastische klei* in. In het bekken van Neuwied vindt men deze jongere tertiaire vorming insgelijks, op niet zeer groote hoogte langs de hellingen der omringende bergen. Zij bestaat hier uit *plastische klei*, *fijn zand* en *witte keijen*, terwijl op verscheiden plaatsen bruinkoollagen voorkomen. De plastische klei is door verweering van leisteen ontstaan en door het water naar de dieper gelegene en zacht glooijende plaatsen, waar zij nu voorkomt, vervoerd. De keijen welke op hoogere plaatsen bleven liggen, en alleen uit witten kwarts bestaan, zijn van de kwartsaderen van den leisteen overgebleven; de stukken werden door de beweging van het ondiepe water afgerond, en daar de kwarts nagenoeg gelijke hardheid in alle rigting bezit, namen zij grootendeels eene bolvormige gedaante aan.

Ook in de kleinere bekkens op de hoogte van het leigebergte treft men de bruinkoolvorming aan, en bij voorkeur is zij ook ontwikkeld binnen de ringvormig geplaatste basaltkegels van het Westerwald [1].

---

1) Wij meenden deze vorming, ofschoon zij eigenlijk ten gevolge van hare ligging bij het Leigebergte behoort, hier te moeten beschrijven, omdat zij zich in geognostisch opzigt geheel aan de vormingen van het Rijndal aansluit. De bruinkoolvorming van het

Hier rust zij meestal onmiddellijk op basalt en vertoont het opmerkenswaardig verschijnsel van eene verandering harer lagen door de inwerking van den basalt. De bruinkool zelve is soms verkoold, en de kleilagen, die haar insluiten, bestaan dikwijls uit eene soort van *Wacke*, dat is: uit eene kleisoort, welke men als het ontledingsproduct van basalt kan beschouwen. In de omstreken van Bonn en verder binnen den inham, dien de vlakte van den Neder-Rijn daar in het leigebergte vormt, tot Keulen toe en ook in het Zevengebergte vindt men soortgelijke tertiaire vormingen; daar zijn vooral de kleilagen zeer ontwikkeld.

Tot de *diluviale vormingen* van het Rijndal behooren de *rolsteenen*, die men daar overal in *zand-* en *leem*-lagen aantreft. In het Rijndal van Schafhausen tot Basel vindt men rolsteenen, uit kristallijne rotssoorten en Jurakalk gemengd, en somtijds door een kalkachtig cement verbonden. In het Nahedal, maar vooral in het Rijndal tusschen Bingen en Bonn, in het dal van de Moezel en van de meeste kleinere nevenrivieren, vindt men beddingen van rolsteenen, die in vroegeren tijd door de rivieren schijnen aangevoerd te zijn. In het dal van den Rijn en van de Moezel liggen zij op een niveau

---

Westerwald is in den laatsten tijd nog bijzonder merkwaardig geworden door de fossiele beenderen, die men er in gevonden heeft. Zie hierover H. van Mayer, Jahrb. f. Mineral. etc. v. Leonhard un Bronn, 1843, pag. 581.

van 500 voet boven den tegenwoordigen waterspiegel dezer rivieren langs de hellingen der gebergten en strekken zich tot in den bodem van het dal uit. In het gebied der Moezel verbreiden zich deze beddingen soms in banken van 10 voet dikte, over eene aanzienlijke uitgestrektheid van de terrassen van het leigebergte. Voorts ligt over het geheele plateau tusschen de Moezel en de Laubach, ten zuiden van het fort Alexander bij Koblentz, 355 voet boven het nulpunt van het Andernachsche peil, eene rolsteenbank van meer dan 3 voet dikte op de opvolgende terrassen der berghellingen van het Rijndal. Tusschen Lahnstein tot Sayn, vindt men evenzoo verscheidene, evenwel slechts smalle rolsteenbanken. Meer uitbreiding erlangden zij bij Nieder-Biber en Kreutzkirch; zij liggen op het terras van Irlich op eene hoogte van 182 voet; ook treft men ze aan op het terras bij Hellenberg dat zich tot 478 voet verheft. Bij Fhär zetten zich van boven af magtige beddingen daarvan voort tot in het niveau van den Rijn. Bij Brohl en Alkerhof vindt men uitgebreide beddingen van rolsteenen op eene hoogte van 544 voet boven het nulpunt van het Andernachsche peil. Eindelijk vertoonen zij zich in geringere hoogte boven den Rijn, bij Weissenthurm en aan al de hellingen van het bekken van Neuwied bij Kettig, Karlich en tot naar Bassenheim heen [1]).

---

1) Zie hierover Oeyenhausen, Erläut. d. Geog. Karte des Laacher Sees, Berlin 1847.

Bij voorkeur bestaan deze rolsteenen uit grauwacke en thonschiefer, daarom zijn zij echter nog in elk dal niet dezelfde; de beddingen van de Lahn de Moezel en den Rijn onderscheiden zich nog door de rotssoorten, die aan de oevers van elk eigen zijn, en alzoo in de rolsteenen weer gevonden worden. Onder die der Lahn vindt men b. v. kalksteen, spieliet en dioriet, rotssoorten die bij en boven Dillenburg voorkomen. De rolsteenbeddingen der Moezel zijn door de veel voorkomende stukken van bonten zandsteen gekenmerkt. De beddingen van den Rijn zelven bevatten buiten den bonten zandsteen, die veel voorkomt, veel porphier-rolsteenen uit de omstreken der Nahe bij Kreuznach, en worden daardoor vooral gekenmerkt; men vindt daarenboven ook dikwijls stukjes van amandelsteen, jaspis, hoornsteen daaronder, en zelfs van kwikertsen, welke gesteenten alle alleen in den Palts voorkomen. Andere kristallijne gesteenten, bepaaldelijk graniet en gneis, schijnen daarentegen niet voor te komen.

Even oud of nog iets jonger dan deze rolsteenbeddingen schijnt de *Löss* te zijn. Hij komt in het Rijndal veelvuldig voor, maar schijnt voornamelijk daar afgezet te zijn, waar de kracht van den stroom door hooger op liggende heuvels en bergen verzwakt was. Het is een uiterst fijnkorrelige leem van lichtgeele of somtijds graauwachtig geele kleur, welke gemakkelijk fijn te wrijven is, dus niet de taaiheid van gewone klei bezit. Gewoonlijk vindt men er knol- of niervormige zamen-

baksels van graauwen of witten kalk, zoogenaamde *Löss-Kindchen* in besloten [1]).

De Alluviale vormingen kunnen wij hier stilzwijgend voorbijgaan.

---

1) De bestanddeelen van Loess zijn voornamelijk: kiezelzuur, aluinaarde, ijzeroxyde, koolzure kalk en magnesia. Zie hierover onder anderen, Bronn, Goea Heidelbergensis pag. 170.

III.

AFKOMST EN AARD DER VASTE STOFFEN, DIE DE RIJN NAAR BENEDEN VOERT.

Wij zijn thans tot ons laatste hoofdstuk gekomen, waarin de afkomst en de aard der vaste stoffen welke de Rijn naar beneden voert, nader ter sprake moet komen. Het spreekt van zelf, dat deze beide onderafdeelingen niet volkomen scherp van elkander afgescheiden zijn. Terwijl wij den naam moeten noemen van de stoffen, die van hier of van daar afkomen, is tevens de aard meer of minder bekend. Toch zijn zij genoeg verschillend, want als wij in het eerste gedeelte voornamelijk letten op de plaatsen, die ons de stoffen leveren, sporen wij in ons tweede gedeelte na wat zij aanvankelijk waren en waaraan wij te danken hebben wat wij nu vinden. Zoo hopen wij, dat zoowel ons eerste als ons tweede gedeelte ons in staat zal stellen om eenige opmerkingen in het midden te brengen, welke niet geheel van belangrijkheid ontbloot zijn.

A. AFKOMST DER MEDEGEVOERDE VASTE STOFFEN.

In dit gedeelte zal het niet slechts noodig zijn, aan te geven op welke plaatsen de Rijn vaste stoffen weg spoelt of ook losrukt en hoe dit vroeger in sterker mate heeft plaats gehad, maar ook daarop acht te geven of misschien het losgerukte spoedig weder neêrgelegd worde. In dit opzigt zagen wij vroeger, dat de bovenloop, middelloop en benedenloop van ieder rivier kenschetsend onderscheiden zijn. Wij moeten dus de werking van den Rijn op zijne oevers in ieder van deze gedeelten van zijnen loop afzonderlijk gadeslaan.

Het is ons gebleken dat de Rijn in zijnen bovenloop een zeer woest karakter vertoont; dat hij in een hoogst onregelmatig bed en met ongelijk verval zich naar den voet van het Alpinische gebergte spoedt; daarvan moeten twee verschijnselen het gevolg zijn: vooreerst de voortdurende verruiming en vormsverandering van zijn bed, door het afslijten en vergruisen der rotsen waaruit het bestaat; ten andere het afzetten van de opgenomene stoffen op andere daartoe geschikte plaatsen.

Ten opzigte van het eerste behoeven wij niet veel te zeggen: het is van zelve duidelijk dat de bergstroomen, die vooral in den zomer bij het afsmelten der gletschers grooten toevloed van water bekomen [1])

---

1) Hoe aanzienlijk die hoeveelheid is, kan men nagaan, indien

en tevens een sterk verval hebben [1]), vernielend moeten inwerken op de rotsmassa's, die in hunnen weg gelegen zijn, zij zullen de vooruitstekende gedeelten daarvan verbrijzelen, loodregte wanden onderaan uitschuren en ondermijnen, tot dat zij neerstorten. Misschien zal daardoor de woedende stroom eene poos gestremd zijn, maar toch zal hij er niet door bedwongen zijn; het zal hem in kracht doen toenemen, zoo hij plotseling den dam verbrekende de rotsblokken met snelheid voortdraagt, te pletteren stoot en vergruist en ook later, als zijne kracht uitgeput is, toch nog onder het voortstuwen afslijt. De doorbraak van den Achter-Rijn bij de Rofflen, de Via Mala en het Verlorne Loch, de watervallen van de Aar, van den Reichenbach en van den Rijn bij Schaffhausen, de rotsengte bij Laufenburg, en in het algemeen alle plaatsen waar het stroombed eng en onregelmatig is, kunnen genoemd worden als punten waar de vernielende kracht het grootst is.

Ten opzigte van het afzetten van vaste stoffen, herhalen wij, dat dit bepaaldelijk daar plaats heeft waar het stroombed ruim en ondiep en dus de snelheid van stroom gering is. Dit is het geval in de ruimere dalen maar ook in de meren. Zij ontstaan daar, waar het aangevoerde water geen uitweg heeft

---

men bedenkt, dat de Rijn ieder uur 4,301,769 cub. voet water bij Basel voorbijvoert. Zie Ritter's Geogr. Lexicon, pag. 1068.

1) De Rijn heeft van zijne bronnen tot aan Basel een verval van 6488 voet. Zie Hoffmann I, pag. 293.

maar overal perken gesteld vindt, hooger dan zijn niveau. Zijn die perken volkomen aaneensluitende, zoo heeft geen afvloed plaats; laten zij kleinere tusschenruimten over, die iets lager zijn, zoo kan een gedeelte ontlast worden. In het eerste geval zal de limiet van hoogte deze zijn, dat over de gansche daarmede overeenkomstige uitgebreidheid der watervlakte door verdamping evenveel verloren gaat als van boven wordt aangebragt; dan blijven *alle* vaste stoffen op den bodem der ingenomen vlakte liggen. Heeft het andere plaats, dan zullen op die lagere plaatsen zeer ligt watervallen, zeker stroomsnelten, ontstaan, die in betrekking tot hun profiel veel vaste stoffen naar beneden mede voeren: in het algemeen, als de grenzen niet juist door zeer harde rotsen gevormd zijn, daar brokken zullen uitscheuren, anders toch zullen afschuren, den doorgang langzamerhand zullen verwijden en zoo de oppervlakte van het meer lager doen worden. Steeds moet toch ook dan nog, onder de watervlakte, vóór den wand het grootste gedeelte worden nedergelegd van hetgeen in het meer gebragt werd, want in dit geval vloeit het water wel af, zelfs voortdurend indien ook de toevloed van boven aanhoudt; maar desniettemin is de snelheid van den stroom, om het geringe verval en de verbreeding van het stroomprofiel, in het meer, veel minder dan in den voedenden stroom. Bij de meeste meren is die vermindering van stroomsnelheid zelfs zoo sterk, dat men de rigting van den stroom in het midden van het meer naauwelijks kan waarnemen, en dat zij zelfs

aan de oevers of op ondiepe plaatsen geheel nul gesteld kan worden.

Wij zien hierin de reden waarom men dikwijls het water troebel van slijk in de meren ziet in stroomen, maar er weder helder van afvloeijen. Evenzoo hangt ook de omstandigheid, dat de wateren in den bovenloop der rivieren zich wel eens verschillend gekleurd, dan weder geheel helder vertoonen, geheel af van de rotsen door welke zij gestroomd zijn, en of zij gelegenheid hadden hun slijk achter te laten, al dan niet.

Wij knnnen daaruit het voor ons gewigtige gevolg afleiden, dat de Rijn, om de gesteldheid van zijnen bovenloop, weinig of geene vaste stoffen (althans geene grovere deelen) beneden het meer van Constance zal voeren, die hij hooger heeft opgenomen. Dit wordt daarenboven door de ondervinding bevestigd [1]).

Hetzelfde geldt omtrent de Aar en de meeste harer nevenrivieren, want behalve de Saane hebben zij allen op daartoe geschikte plaatsen meren gevormd.

De bronnen van den Rijn en de Aar liggen op

---

1) Zoo lezen wij onder anderen bij Vollrath Hoffman: „Der Bodensee verliert an Umfang, Flächeninhalt und Tiefe alljährlich etwas, denn die in demselben sich ergiessenden Flüsse, besonders der Rhein zur Frühlings und Sommerzeit, führen viele erdige Theile mit, die in dem See zu Boden sinken. So hat sich im Süden der Morast zwischen Reineck und Füssach, und im Nordwest der Morast zwischen Wahlwiesen und dem überlinger See gebildet. Einst stand der Bodensee viel höher als jetzt." Zie V. Hoffman, Deutschland und seine Bew. I. pag. 302.

de centralmassa's der Alpen, hunne meren liggen meestal aan den voet der kalkalpen; dus zullen Rijn en Aar weinig hiervan medevoeren. Daarentegen zal alleen de *Saane* koraalkalk, Portlandkalk en macigno uit het Saanendal afbrengen. De Aar vloeit verder door de molasse-Alpen en kan daar molasse en nagelflue opnemen, te meer daar deze gesteenten geene groote vastheid bezitten. Verder heeft de Rijn maar ook de Aar met de Reuss en de Limnat, kort voor hare vereeniging [1]) de Juraketen bijna dwars doorbroken en een diep bed in deze bergketen in gesneden, waaruit volgt, dat ook hier, vooral in vroeger tijd Juragesteenten weggescheurd, en, voor zoo verre zij niet weder vóór Basel zijn afgezet, aan den middelloop overgegeven zijn.

Eindelijk zal de Birs, die het Juragebergte doorstroomt en geene meren bezit, van dáár vaste stoffen in den Rijn voeren. Dat ook hare wateren vooral veel vaste stoffen hebben losgescheurd, bewijzen onder anderen de rolsteenen van Jurakalk, die men in haar dal aantreft [2]).

---

1) Welligt stroomde de Rijn vroeger ook wel door deze doorbraak der Aar. Hij zoude dan van Fäsch noordw. naar Wallenstadt, door het meer van gelijken naam naar Wesen geloopen zijn. Ontving daar de Linth, trad in het meer van Zurich, verliet het aan zijn noordeinde en stortte zich dan tegenover Rein in de Aar. De bergen in de streken van Sargans en ten noorden van het meer van Wallenstadt bewijzen nog, dat het water hier vroeger ongeveer 900 voeten hooger stond dan nu, en bevestigen het gezegde ook door hunnen vorm. Zie hierover ook Ebel, über den Bau der Erde in d. Alpen-Gebirge, Bd. II, pag. 122.

2) Zie Oeyenh. Geogn. Umrisse des Reinlandes, II. pag. 409.

Werpen wij een blik op den middelloop van den Rijn, zoo valt ons terstond in het oog, dat hij zelf tot op twee derde deelen daarvan in een ruim dal met tertiaire, diluviale en alluviale vormingen blijft voort stroomen, dat hij derhalve alsdan voornamelijk tertiaire kalk- en zandsteenen, maar ook kristallijne gesteenten van het diluvium opnemen moet. Meer zullen hem intusschen zijne toevloeden leveren, niet alleen omdat zij velen in getal zijn [1]), maar ook omdat er eenige zeer belangrijke onder voorkomen.

De Neckar is de algemeene waterafleiding van het terras van Wurtemberg en doorstroomt alzoo de Jura en triasvormingen van die landen; hij moet dus nu nog vaste stoffen tot deze vormingen behoorende, van zijne boorden afschuren, en wel in aanzienlijke hoeveelheid, daar zijn verval vrij aanzienlijk is [2]); maar er is meer, want letten wij slechts op de hellingen zijner dalen, zoo treffen wij daar kalkconglomeraten en rolsteenen der Alp aan [3]), en wij besluiten: dat hij, vooral vroeger, zeer vernielend op de omgelegen rotsen heeft ingewerkt. Daarenboven, en dit is voor ons voor het oogenblik van veel belang, is het blijkbaar, dat hij aan den zuidelijken voet van het Odenwald, kort voor dat hij in de vlakte van den Rijn treedt, de bonte zandsteenlagen doorbroken heeft;

---

1) Volgens Hoffmann ontvangt de Rijn in zijnen bovenloop 2715 en in zijnen middelloop 5807 toevloeden. Zie Hoffmann, I. pag. 295.

2) Zie Hoffmann l. c. pag. 326.

3) Zie Oeyenhausen, Geogn. Umr. d. Rheinl. II. p. 408.

hij zal daarom vroeger voorzeker ook eene groote massa van zandsteen als zand geleverd hebben.

Wat de Neckar is voor Zwabenland, is de Main voor Frankenland. Zijne wateren doorloopen, even als die van den Neckar, de Jura en Triasvormingen en zijn in staat den Rijn overvloed van vaste stoffen te leveren; maar zijn verval is wegens zijne groote krommingen veel minder aanzienlijk: eene reden, waarom wij hem niet zoo belangrijk moeten rekenen als den Neckar.

De Nahe heeft als oevers, van haar boven- en middelgedeelte vooral, steile porphierrotsen, zij zelve heeft die steil gemaakt door steeds den voet af te schuren en uit te breken. Niet alleen de groote kracht, die zij nog in het voorjaar ontwikkelt, maar ook de rolsteenen van porphier en dergelijke, die werkelijk in haar dal en zelfs in dat van den Rijn aangetroffen worden, bewijzen het, dat zij daarvan steeds groote hoeveelheden heeft losgerukt. Daarenboven schijnt de geïsoleerde plaatsing van den Rochusberg bij Bingen ook aan te toonen, dat zij daar een vasten rotswand heeft doorbroken, waarvan het materiaal in den Rijn uitgestort moet zijn [1].

De Rijn zelf stroomt vervolgens, zoo als vroeger vermeld is, door het Leigebergte van den Neder-Rijn, en heeft dat klaarblijkelijk doorbroken; zoowel de geringe breedte van het Rijndal en de rotsach-

1) Men vergelijke hierover onder anderen C. v. Oeyenhausen Erläut. z. d. Geogn. Orograph. Karte der Umgeb. d. Laachersees Berlin 1847.

tige aard der oevers daar ter plaatse, als het feit, dat de rigting van den stroom nagenoeg loodregt is op die van het gebergte en dat de overstaande rotsmassa's geheel en al in struktuur en aard overeenkomen, bevestigen dit vermoeden. Doch wij bezitten bovendien in de ligging van rolsteenen, die in het bed der rivier moeten afgerond zijn, het stellige bewijs, dat de Rijn hier vroeger een veel hooger en een geheel ander bed gehad heeft, en eerst later door de kracht zijner wateren het tegenwoordige heeft uitgebroken. Wij zullen dit nader trachten aan te toonen uit een blik op het terrein in het Leigebergte.

Van Andernach tot Coblenz breidt zich nu de ruime en vruchtbare vlakte van het bekken van Neuwied uit, slechts even meer boven het niveau van den Rijn, zelfs niet veel boven dat der Zee verheven [1]), maar vroeger ontegenzeggelijk op grootere hoogte gelegen.

Andere zulke bekkens, maar van minderen omvang, vindt men nog in het Rijndal tusschen Bingen en Bonn en evenzoo vertoonen zij zich in de zijdelingsche dalen; b. v. in dat der Nette bij Mayen.

Deze bekkens nu moeten vroeger meren geweest zijn, waarin dus aanvankelijk stoffen neerzonken, maar welker bodem, toen de wateren een afvloed kregen, met steeds versnellende vaart uitgeschuurd

---

1) Het 0 punt van de peilschaal van Andernach is slechts 152 voet boven het Amsterdamsche verheven.

werd, vooral onder de stroomlijn, terwijl slechts aan de randen de sporen over konden blijven van hetgeen er vroeger òf in afgezet was, òf doorgevoerd werd. Nog zien wij in de veengronden bij Mertloch en Kleeburger Hof, aan den voet der hoogte van Munster Mayfeld, tusschen Mertloch, Polch en Rubern, overblijfselen van een soortgelijk meer, hetwelk later door de Nottenbach eenen afvloed in de Moezel ontving. Ook de rolsteenen, die men overal aan de berghellingen van het Rijndal en de zijdelingsche dalen soms op eene hoogte van 500 voet aantreft, bewijzen genoegzaam, dat het water daar vroeger gestaan heeft en dat er dus nog geene bergkloven aanwezig waren, die met de tegenwoordige rivierdalen overeenkomst hadden.

Dat het verdwijnen dezer meren echter in zeer laten tijd geschied is, kan men opmaken uit de geognostische gesteldheid der dalen. Zij moeten gelijktijdig met de dalvorming van het Leigebergte uitgedroogd zijn. Alle die, welke uit het Leigebergte in de aangrenzende vlotvormingen zich uitstrekken, zijn na de afzetting der krijtvorming ontstaan. Het bekken van Neuwied was zelfs nog na de bruinkoolvorming met water gevuld, want op de Burgerheide en nog duidelijker bij de Kreutzkirche boven Bieber, rusten de beddingen van Rijnkeijen op plastische klei, 400 voet boven de rivier. De vorming der dalen van den Rijn en van andere rivieren in het leigebergte, is dus eerst na de bruinkoolvorming begonnen, en valt ongeveer te zamen met

het tijdperk der Lössvorming en van andere lagen van gelijken ouderdom; vóór dat zij plaats had, stond alzoo het water zooveel hooger dan thans. De wateren van den Rijn hadden of verkregen later gemeenschap met de genoemde meren, en stroomden eerst in een vlak bed, dat door dalen van eenige mijlen breedte gevormd werd, en nog te herkennen is aan de beddingen van Rijnkeijen, die b. v. aan de berghelling van Montrepos en overal in het Rijndal tot beneden Bonn gevonden worden; later scheurden zij de rotsen meer en meer weg, en konden zoo allengs een lager bed innemen.

Indien wij er dus niet aan kunnen twijfelen, dat door de wateren van den Rijn het Rijndal in het Leigebergte tot die diepte, welke het nu heeft, is uitgegroefd, zoo mogen wij ook besluiten, dat juist dit Leigebergte veel materiaal geleverd heeft tot de alluviale vorming, die zich van daar tot aan zee langs de boorden des Rijns en zijne armen uitstrekken.

Na de doorbraak van het Leigebergte verkregen ook de wateren, die zich vroeger over eene groote uitgestrektheid tusschen de gebergten, welke het dal van den Middel-Rijn vormen, hadden uitgebreid eenen afloop, daardoor werden tevens de vaste stoffen, die zij vroeger vóór het Leigebergte hadden afgezet, grootendeels naar de vlakte van den Neder-Rijn vervoerd. Dit schijnt evenwel slechts voor de lossere kalk- en leemlagen te gelden, want het niet voorhanden zijn van granietische rolsteenen in het

Rijndal toont aan, dat van deze althans geene grootere stukken zijn medegevoerd.

In den benedenloop van den Rijn is de Ruhr de hoofd-nevenrivier van den Rijn. Dat ook zij ten allen tijde krachtig medegewerkt zal hebben tot den aanvoer van vaste stoffen, afkomstig van de rotssoorten harer boorden, bewijst onder anderen de rol, die zij nog steeds daarbij vervult. Men onderscheidt bij ons ten tijde van hooge waterstanden, bepaaldelijk *Rijn-was* en *Ruhr-was*, en men kan deze aan de kleur van het water onderkennen; waaruit blijkt, dat de Ruhr dan veel vaste stoffen, en van bijzonderen aard, aanbrengt.

Wij meenen in het voorgaande aangetoond te hebben, dat er genoegzame zekerheid, althans groote waarschijnlijkheid bestaat, van waar de grootste hoeveelheid van de rotsstoffen, die de Rijn ons aanbrengt, afkomstig zijn. Het bovengedeelte van het stroomgebied leverde zeer weinig, het middelgedeelte bijna alles. Vroeger hebben voornamelijk de boorden van den Neckar, de Main, de Nahe en het Neder-Rijnsche Leigebergte, groote hoeveelheden geleverd, ofschoon het niet te ontkennen valt, dat ook de overige lagen, die zich thans in het stroomgebied des Rijns bevinden, daaraan deel genomen hebben. Tegenwoordig moeten alle toevloeden naar evenredigheid van hunne meerdere of mindere ontwikkeling en voortstuwende kracht, als-

mede van den aard der rotssoorten, welke hun stroomgebied vormen, meer gelijkmatig daartoe medewerken.

B. AARD DER MEDEGEVOERDE VASTE STOFFEN.

Over den aard der rotssoorten, welke het stroomgebied des Rijns vormen en zoowel vroeger als nu ter medevoering voorhanden waren, hebben wij in ons tweede gedeelte uitvoerig gehandeld; maar het blijft ons nu nog over, om meer bepaaldelijk aan te toonen: welke daaronder als de voornaamsten te beschouwen zijn, zoowel ten opzigte van de plaats waar zij voorkwamen als naarmate van hunne bestanddeelen.

Wij zagen vroeger, dat in het bovengedeelte van het stroomgebied des Rijns *krystallijne gesteenten*, *secundaire* en *tertiaire vormingen* voorkomen, waarvan de eersten uit *gneisgraniet*, *gneis*, *glimmerschiefer*, *kwartsiet*, *porphier*, *hoornblende-gesteenten*, *kalk* en *dolomiet* bestaan, terwijl de beddingen der anderen bepaaldelijk uit: *flysch*, *macigno*, *Nummulithenkalk*, *Severkalk*, *glauconie*, *Neocomien*, *kalk der hoogalpen*, *molasse* en *nagelflue*, en in den Jura uit *lias*, *oölith*, *koraalkalk* en *Portlandkalk* bestaan.

De kristallijne gesteenten en de flysch treden alleen in de Centralalpen bij de bronnen des Rijns en der Aar op, boven de meren, welke deze rivieren vormen. Weinig of geen materiaal van deze afkomstig zal dus in den beneden loop van den Rijn

komen. De secundaire vormingen omringen de centralkernen en de meren komen bepaaldelijk het meest aan hunne noordelijke grenzen voor, het gezegde geldt dus ook grootendeels van deze vormingen; evenwel kunnen sommige toevloeden der Aar onbelemmerd naar beneden brengen wat zij opnemen. Vooral is dit het geval met de Saane, en zij zal dus de bestanddeelen van *macigno* en van de bovenste lagen der Juravorming: van *koraalkalk* en *Portlandkalk* naar beneden voeren.

Op de secundaire vormingen der kalk-alpen volgen de tertiaire der molasse-alpen. Het geheele Zwitsersche plateau, waarin voornamelijk het stroomgebied der Aar ligt, bestaat uit molasse en nagelflue, waarop nog diluviale lagen zijn uitgebreid. Wij besluiten daaruit met eenige waarschijnlijkheid, dat de *molasse* en *nagelflue* het meeste vaste materiaal aan de Aar en bijgevolg ook aan den Rijn in zijnen bovenloop verschaft; te meer daar sommige variëteiten derzelve zeer weinig vastheid bezitten en dus den invloed van het stroomende water het meest ondervinden. Verder hebben de Aar en de Rijn, zoo als wij straks vermelden, de Juraketen boven den mond der Aar doorbroken en namen daar, vroeger het meest, maar nog steeds *liaskalk* en *mergel*, *oölithischen kalksteen*, *koraalkalk* en *Portlandkalk* op, terwijl de Rijn daarna tot Bazel den *schelpenkalk* en de *keupermergels* doorstroomt en voortdurend afslijt. Eindelijk zullen vooral door de Birs uit de Juraketen de meergenoemde rotssoorten, maar ook

de *schelpenkalk*, die in de scheurvormige dalen dezer keten aan den dag komt, aangevoerd worden.

In het middelgedeelte van het stroomgebied des Rijns komen Plutonische en Vulkanische gesteenten voor; dan Neptunische vormingen, waartoe de Silurische, de Devonische-, de steenkolen-, de Permische-, de trias-, de Jura en de- tertiaire vormingen behooren. Zij kunnen alle vaste stoffen leveren; maar volgens het voorgaande is de grootste hoeveelheid vermoedelijk afkomstig: van de Silurische en Devonische vorming van het Neder-Rijnsche Leigebergte, bestaande uit *grauwacke*, *grauwackeschiefer*, *thonschiefer* en *grauwackekalk;* uit de trias- en Juravorming van het Neckargebergte, bestaande uit: *bonten zandsteen*, *schelpenkalk*, *keuperzandsteen* en *keupermergels*, *liaskalk*, *liasmergel*, *oölithischen kalk-* en *zandsteen*, *Jurakalk* en *Juramergels;* dan uit tertiaire vormingen, waaronder vooral *tegelkalk*, *zoetwaterkalk*, *bruinkool*, *zand* en *klei* in aanmerking komen; eindelijk uit diluviale vormingen, waaronder de *rolsteenen* en de *löss* de hoofdrol spelen.

Bij het begin van zijnen benedenloop ontvangt de Rijn nog vaste stoffen van de Silurische en Devonische vormingen van het Leigebergte; maar daar de Ruhr vooral ook de steenkolenvorming doorstroomt, zal zij ook *kolenkalk*, *kolenzandsteen* en *steenkool*, aanbrengen.

Het zoude ons te ver voeren, indien wij van elk der gesteenten tot die vormingen behoorende, welke

in ons tweede gedeelte reeds opgenoemd en beschreven zijn, wilden aantoonen uit welke bestanddeelen het bestaat, en wat het bij de vergruizing en ontleding onder invloed van water en lucht kan en zal opleveren, dit is daarenboven in den laatsten tijd door Bischoff[1]), Suckow[2]), en anderen, beter behandeld, dan wij het hier zouden kunnen doen. Ons doel is alleen om eenige algemeene opmerkingen daaromtrent mede te deelen.

Men kan de Plutonische en Vulkanische gesteenten, waarmede wij hier voornamelijk te doen hebben, in 5 groepen verdeelen, naarmate van de bestanddeelen, die zij bevatten; tot de eerste groep behooren die, welke vooral de bestanddeelen van graniet: *veldspaat*, *glimmer* en *kwarts* bevatten; tot de tweede, die, waarin vooral ook *hoornblende* wordt aangetroffen; tot de derde, die, waarin voornamelijk *augiet* voorkomt; tot de vierde die, welke voornamelijk *kalk* bevatten; terwijl de *puimsteen*-houdende beddingen tot de vijfde groep behooren.

De Neptunische vorming splitst zich even zoo van zelve in drie klassen, namelijk: in *zandsteenen*, *kalksteenen* en *kleiaardige steenen*.

Tot onze eerste groep behooren: de *graniet* en het *gneis*, beiden uit *veldspaat*, *kwarts* en *glimmer* be-

---

1) Zie G. Bischof, Lehrbuch d. chem. u. physik. Geologie, Bonn 1846.

2) Zie G. Suckow, die Verwitterung im Mineralreiche, Leipzig 1848.

staande; dan de *syeniet*, waarin de glimmer door *hoornblende* vervangen is; de *glimmerschiefer*, waaarin men alleen *glimmer* en *kwarts* aantreft; de *kwartsiet*, die voornamelijk uit *kwarts* bestaat; de *porphier*, die eene grondmassa van *veldspaat* (*veldsteen*) bezit, met krystallen van *veldspaat*, *kwarts* en *glimmer*; de *trachiet*, uit eene hoofdmassa van *veldspaat* met krystallen van *glasachtigen veldspaat* en *hoornblende*; de *phonolith*, uit *glasachtigen veldspaat* en *mesotyp* bestaande.

In de tweede groep rangschikken wij den eigenlijken *groensteen*, uit *albit* en *hoornblende* zamengesteld; den *spiliet*, welke aan de inwerking van dioriet op thonschiefer zijne vorming schijnt te danken te hebben, en bestaat: uit *kleiaardige* hoofdmassa met *hoornblende* gemengd.

Tot onze derde groep behoort de *doleriet*, de *anamesiet*, de *basalt* en hunne conglomeraten en tuffen, uit *augiet*, *labrador*, *magneetijzer* bestaande; en de *melaphier*, voornamelijk uit *augiet* en *labrador* gemengd.

Tot de vierde groep rekenen wij: de *krystallijne kalksteen*, uit zuiveren *koolzuren kalk*, en de *dolomiet*, uit *bitterkalk* bestaande.

Tot de vijfde groep behooren de *puimsteen-conglomeraten*, voornamelijk uit puimsteen bestaande, welke uit dezelfde grondstoffen als trachiet zamengesteld is.

De genoemde gesteenten zijn dus behalve de bijzondere inmengselen, die wij hier buiten rekening gesteld hebben, uit slechts weinige mineralen te

zamengesteld, te weten: uit verschillende soorten van *veldspaat*, dan *labrador*, *glimmer hoornblende*, *augiet*, *magneetijzer*, *kwarts*, *koolzuren kalk*, *bitterkalk*, *mesotyp* en *puimsteen*.

Behalve deze vaste bestanddeelen, bevatten de genoemde rotssoorten echter nog andere niet altijd voorkomende, of zoogenaamde toevallige bestanddeelen. Wij hebben dezelve vroeger bijna geheel met stilzwijgen voorbijgegaan, omdat eene bloote mededeeling van de mineralen, die in elk gebergte voorkomen, niets kon baten, en aan den anderen kant de vermelding, of deze of gene mineraalspecies al of niet voorkomt op die plaatsen, waar de wateren van den Rijn bepaaldelijk langs vloeijen, ons onmogelijk scheen. Hier zullen wij om der volledigheid wille de voornaamste dergene, welke in de rotssoorten van het Rijngebied voorkomen, opnoemen. Het zijn de volgende: *anthracit*, *graphit*, *steenzout*, *barijtspaat*, *vloeispaat*, *anhydrit*, *gipsspaat*, *kalkspaat*, *arragonit*, *bitterspaat*, *bruinspaat*, *apatit*, *wavellit*, *bergkristal*, *opaal*, de meeste *zeolithen*, *disthène*, *sausurit*, *leucit*, *nepheline*, *tourmalijn*, *granaat*, *chlorit*, *bronzit*, *diallage*, *grammatit*, *asbest*, *olivine*, *titanit* en dan nog vele metaalverbindingen, vooral oxydes, sulphureten, carbonaten en phosphaten van *ijzer*, *mangaan*, *zink*, *kobalt*, *lood*, *antimon*, *arsenik*, *zilver*, *kwik*, de twee laatsten ook, en zelfs *goud*, in gedegen staat.

De Neptunische lagen moeten uit dezelfde bestanddeelen bestaan als de plutonische rotsen; want zij

zijn niet anders dan het afslijtsel der rotsen van vroegeren tijd. Van daar, dat men er ook hunne hoofdbestanddeelen in aantreft, terwijl zij ook eenige van hunne toevallige bestanddeelen voeren.

De *zandsteenen* bestaan hoofdzakelijk uit korrels van *kwarts*, die nu eens door een kalkaardig, dan weder door een meer kleiaardig, dikwijls ijzerhoudend cement, verbonden zijn; terwijl zij soms ook geen waarneembaar bindmiddel bezitten. Zij bevatten dikwijls *glimmer*.

De *kalksteenen* bestaan uit *koolzuren kalk*, welke dikwijls ook *koolzure magnesia* bevat; zij zijn meestal door *ijzeroxijde*, en vooral door *klei* en *organische stoffen* verontreinigd.

De *kleiaardige steenen* bestaan voornamelijk uit *kiezelzure aluinaarde*, maar meestal met fijn verdeelde mineralen, zooals *veldspaat*, *kwarts*, *glimmer* en *ijzeroxyde* gemengd.

Een gedeelte nu van de opgenoemde gesteenten of van de mineralen welke ze zamenstellen, worden in minder vergruisden staat, als *rivierkeijen*, *grind* en *zand*, naar beneden gevoerd. Meest natuurlijk de hardere en geheel onoplosbare steenen en mineraalsoorten, zoo als, het *kwarts*, de *kiezelschiefer*, de *kiezelachtige grauwacke* en dergelijke; van daar, dat de keijen en het zand onzer rivieren, vooral die van den Lek en nog meer die van de Waal, bijna geheel uit kwarts en kiezelhoudende rolstukken en korrels bestaan. Minder daarentegen die

soorten, welke gemakkelijk tot het fijnste poeder verdeeld of gedeeltelijk opgelost kunnen worden, zoo als de soorten van *veldspaat*, *glimmer*, *hoornblende augiet* et het *magneetijzer*, welke in de meeste plutonische en vulkanische gesteenten aangetroffen, en, ofschoon in een anderen vorm, ook in vele neptunische lagen teruggevonden worden. Deze leveren bepaaldelijk de *klei*, die als slijk wordt medegevoerd en afgezet. Die delfstoffen eindelijk, welke in meerdere of mindere mate in water oplosbaar zijn, zoo als sommige kalk-, en magnesiaverbindingen, en onder de bestanddeelen van andere mineralen de potasch en sodazouten, zullen hoofdzakelijk met het water in opgelosten staat de zee bereiken. Dit geldt vooral van de laatsten, maar zelfs die verbindingen, welke minder oplosbaar zijn: zoo als de zwavelzure kalk, en zelfs de koolzure kalk, zullen langzamerhand, door den steeds nieuwen toevoer van rein water, grootendeels door hetzelve kunnen opgenomen en naar de zee vervoerd worden.

Op de vraag, welke mineralen bepaaldelijk de zamenstellende deelen van de klei geleverd hebben, is het niet moeijelijk een algemeen antwoord te geven. Klei bestaat, zoo als bekend is, hoofdzakelijk uit een mengsel van kieselzure aluinaarde, fijn zand en andere fijn verdeelde delfstoffen; maar zij bevat nog behalve het *kiezelzuur* en de *aluinaarde* in deze, *kalk*, *magnesia*, *ijzer-oxyde* en *oxydul*, (*manganesium oxyde*), *potasch*, *soda*, *phosphorzuur*, *zwavelzuur*, *koolstofzuur* en *chloor*.

Nu bevatten alle veldspaatsoorten, ook de labrador [1]), welke, zoo als wij zagen, in graniet, gneis, syeniet, porphier, trachiet en phonolith voorkomen, *kiezelzure aluinaarde*, en ook niet verbonden *kiezelzuur* komt in de meesten van deze voor. Wat dus de klei van Nederland daarvan bevat, kan vroeger ontstaan zijn en kan nog voortkomen uit de ontleding dezer rotssoorten. Een deel van het kiezelzuur en de potasch en soda worden door het water uitgetrokken, terwijl er kiezelzure aluinaarde en vrij kiezelzuur overblijft, welke met de andere opgenoemde bestanddeelen de klei vormen [2]).

---

1) De *glasachtige* en de *gemeene veldspaat*, *de albit* en *labrador* zijn volgens analysen van Rose, Berthier en Dulk zamengesteld als volgt:

Glasachtige veldspaat van den Drachenfels, naar Berthier.		*Gemeene veldspaat* naar Rose.
Kiezelzuur	66,6	66,75
Aluinaarde	18,5	17,50
Potasch	8,0	12,00
Soda	4,0	—
Kalk	1,0	1,25
IJzeroxyde	0,6	1,75
	98,7	99,25

Albit naar Rose.		*Labrador* naar Dulk.
Kiezelzuur	68,46	54,66
Aluinaarde	19,30	27,87
Soda	9,12	5,46
Kalk	0,68	12,01
IJzeroxyde	0,28	—
	97,84	100,00

Men vergelijke hierover C. F. Rammelsberg, Handwörterbuch d. Chem. Theils der Mineralogie, Berlin 1841.

2) Zie onder anderen hierover G. J. Mulder, Physiol. Scheikunde, Rotterd. 1843, pag. 148.

De koolzure kalk van de verschillende kalkgesteenten, van den labrador en meer andere minelen kan aan het Rijnwater den *kalk* leveren, die gewoonlijk in zijn slijk en dus ook in onze klei bevat is.

Talk, glimmer, hoornblende, augit[1]) bevatten allen magnesia met kiezelzuur verbonden, de bitterkalk, koolzure magnesia; zij kunnen bepaaldelijk de *magnesia* leveren, die de klei meestal bevat. Het kan

---

1) Deze mineralen zijn zamengesteld als volgt:

Talk van den St. Gotthardt naar Klaproth.		*Magnesia-glimmer* naar Rose.
Kiezelzuur	62,00	40
Aluinaarde	—	12,67
Magnesia	30,50	15,70
IJzeroxyde	2,50	19,03
Manganoxyde . . .	—	0,63
Potasch	2,75	5,61
Fluoorwaterstofzuur .	—	2,10
IJzerhoudend titanzuur	—	1,63
Water	0,50	—
	98,25	97,37

Hoornblende van de Wetterau naar Bonsdorf.		*Augit* van het Röhngebergte naar Klaproth.
Kiezelzuur	42,24	52,00
Kalk	12,24	14,00
Aluinaarde	13,92	5,75
Magnesia	13,74	12,75
IJzeroxydul	14,59	0,25
Manganoxydul . . .	0,33	12,25
Water	—	0,25
	97,06	97,25

Zie hierover Rammelsberg, Handwörterbuch des chem. Theils d. Mineral, en voor Augit J. R. Blum, Lehrbuch der Oryktognosie, pag. 367.

ons alleen vreemd schijnen, dat, niettegenstaande de groote voorraad magnesia, die alzoo voorhanden is, de hoeveelheid daarvan in de klei in verhouding tot hare andere bestanddeelen zoo gering genoemd mag worden. Wij meenen dit te kunnen verklaren. ten eerste: uit de betrekkelijk mindere uitbreiding van sommige rotssoorten, welke deze mineralen bevatten; ten andere: uit de betrekkelijk mindere hoeveelheid der magnesia houdende mineralen in verhouding tot de andere bestanddeelen dezer rotssoorten; en ten derde, en wel voornamelijk: uit de oplosbaarheid der meeste magnesiazouten, waarvan het gevolg moet zijn: dat zij voor het grootste gedeelte door het water uitgespoeld wordt en niet onder de onoplosbare stoffen terugblijft.

IJzer-oxyde en *-oxydul* zijn de bestanddeelen van den magneet-ijzersteen [1]), die als mengdeel van basalt optreedt; maar daarenboven komen zij in de meeste der opgenoemde mineralen in grooter of kleiner hoeveelheid voor. Het oxydul dat met zuren meestal oplosbare zouten aangaat, zal wel is waar in opgelosten staat in het water geraken, maar kan evenwel daaruit, nadat het zich hooger geoxydeerd heeft, weder afgescheiden worden. Zoo bestaan er dus genoeg bronnen waaruit de klei regtstreeks of door middel van eene chemische werking ijzer-oxyde kan ontvangen, terwijl het verder aan het desoxy-

1) De magneetijzersteen bestaat in 100 deelen uit:

IJzeroxyde	74,81
IJzeroxydul	25,19

derend vermogen der organische stoffen mag toegeschreven worden, dat een gedeelte daarvan weder in ijzer-oxydul verandert.

Van *mangaan-oxyde*, komen in de klei slechts zeer geringe hoeveelheden en misschien niet eens in alle soorten voor, en dit stemt weder overeen met de zamenstelling der genoemde mineralen, in welke ook slechts eene kleine hoeveelheid daarvan aangetroffen wordt.

Potasch en *soda* zijn in de veldspaatsoorten, in labrador, talk, glimmer en mesotyp [1]) voorhanden. Zij zouden dus voorzeker in de klei in grootere hoeveelheid voorkomen, indien niet juist de afscheiding der kiezelzure aluinaarde uit alkalihoudende dubbelzouten van hunne oplosbaarheid afhing. Nu worden zij bijna geheel met het water weggevoerd en die hoeveelheid, welke daarvan nog in de klei aangetroffen wordt, is waarschijnlijk afkomstig uit de nog niet ontleedde, fijn verdeelde delfstoffen, die met de klei gemengd zijn.

---

1) De *mesotyp*, welke als vast bestanddeel van *phonolith* optreedt, is de meest voorkomende *zeolithsoort*; de daartoe behoorende *natrolith* uit het Högau is, volgens Fuchs, zamengesteld als volgt:

Kizelzuur	47,21
Aluinaarde	25,60
Soda	16,12
IJzeroxyde	1,35
Water	8,88
	99,16

Zie Rammelsberg, Handwörterbuch d. chem. Theils d. Mineral, pag. 418.

Gewigtig vooral in betrekking tot den plantengroei, is het gehalte der klei aan *phosphorzuur*; men mag daarom te eer vragen, hoe de aanwezigheid hiervan met de zamenstelling der rotssoorten, die het materiaal tot de klei geleverd hebben, in verband is te brengen. Deze vraag schijnt minder gemakkelijk te beantwoorden, daar de opgenoemde mineralen, die wij als hoofdbestanddeelen der plutonische en vulkanische rotssoorten van het stroomgebied des Rijns hebben opgenoemd, over het algemeen geen phosphorzuur bevatten. Doch het is uit onderzoekingen, in den laatsten tijd ondernomen, gebleken, dat de meeste plutonische en vulkanische gesteenten, ook van het Rijngebied, de kleine hoeveelheden daarvan bevatten. Volgens Fownes en Bergemann bevat de lava van Niedermendig en de Trachiet van den Drachenfels bepaaldelijk phosphorzuur. Sullivan heeft ook kleine hoeveelheden daarvan gevonden in den graniet, gneis en glimmerschiefer van het Odenwald; in den glimmer van den Spessart, in phonolith, phonolithtuf en in den augiet van het Rhöngebergte; in olivin van het Vogelsgebergte; in dioriet van het Lahndal en in puimsteen van den Laachersee; waaruit blijkt, dat het phosphorzuur meer verspreid is dan vroeger bekend was [1]). Daarenboven dienen wij op de toevallige mineralen te letten en meer bepaaldelijk na te gaan, of daar-

---

1) Zie Bischof, Lehrb. d. chem. und physik. Geologie Bd. 1 Abt. 2 pag. 695.

onder ook gevonden worden, welke phosphorzuur hebben kunnen leveren. Dit is werkelijk het geval. Behalve phosphorzure metaalverbindingen, welke zeldzaam voorkomen, zijn er onder de mineralen, die in het stroomgebied des Rijns voorkomen, nog twee mineraalsoorten, welke uit phosphorzure aarden bestaan; het zijn: de *apatit* en de *wavellit*. De laatste komt in ons stroomgebied slechts op twee plaatsen voor, namelijk bij Bihain in België en bij Diensberg bij Giessen, en kan dus wel buiten rekening gelaten worden; de eerste daarentegen wordt op vele plaatsen, onder anderen in het Kaiserstuhlgebergte, in doleriet, in de omstreken van Heidelberg in graniet, en aan den Laachersee in een vulkanisch gesteente aangetroffen. De apatit, eene verbinding van basisch phosphorzuren kalk met chlorcalcium of fluorcalcium [1]) kan dus insgelijks phorphorzuur geleverd hebben.

Het *zwavelzuur* komt in gips en anhydrit voor en daarenboven in meer andere mineralen. Het *koolstofzuur* is, met kalk en magnesia verbonden, in de kalkgesteenten bevat. Het *chloor* is vooral voor-

---

1) De berekende zamenstelling van den *apatit* is volgens Rammelsberg Handwörterbuch d. chem. Theils d. Mineral pag, 37.

	Chloorapatit	Fluorapatit
Kalk	54,10	55.88
Phosphorzuur . . .	40,69	42,02
Chlorwaterstof . . .	5,21	—
Fluorwaterstofzuur .	—	2,10
	100	100

handen in het steenzout en onder anderen ook in den apatit, welke mineralen allen, zoo als wij zagen, op verscheidene plaatsen in het stroomgebied des Rijns worden aangetroffen.

Zoo kunnen dan de bestanddeelen der lagen, die zich in ons land langs de rivieren uitstrekken, regtstreeks door de plutonische en vulkanische rotsen in het stroomgebied des Rijns afkomstig zijn; maar zij worden ook door de neptunische gesteenten geleverd. Sedert de vroegste tijdperken toch van de vervorming der aardkorst, werkten dezelfde invloeden, als nu nog op de rotsen in; toen reeds en door alle tijden heen werd door de vergruizing van plutonische gesteenten, door de ontleding van veldspaat en andere mineralen, zand, kalk, mergel- en kleilagen gevormd, en zoo als wij zagen over de grootste uitgestrektheid van het stroomgebied des Rijns nedergelegd. Zij moeten dus dezelfde bestanddeelen bezitten als de rotsen, waarvan zij ontstaan zijn, en zullen ze om hunne meestal geringere vastheid des te eerder aan den stroom prijs geven; zoo hebben de bestanddeelen der klei ook middelijk hunnen oorsprong van de plutonische gesteenten ontleend, al werden zij later door neptunische lagen aangeboden.

Hiermede zijn wij aan het einde van de taak gekomen, die wij in onze inleiding opgaven. Wilden wij verder gaan en aan ons derde gedeelte eene

meerdere uitbreididg geven, zoo zouden wij voorzeker een hoogst belangrijk onderwerp gaan behandelen, maar waarvoor nog zeer veel andere nasporingen zouden vereischt worden, die niet in weinige jaren, misschien niet door een persoon in het werk gesteld en volbragt kunnen worden. Tot eene geologie van ons Vaderland zouden wij nu moeten gaan onderzoeken, in welke tijden de Rijn van deze, wanneer hij meer van gene plaats rotsen heeft losgerukt en naar beneden gevoerd, en waar hij elk dier massa's in ons vaderland heeft nedergelegd. Daarvoor zoude ook beoordeeld moeten worden, welke andere omstandighen, van waar en in welke mate inwerkende, die vorming gewijzigd hebben; de Maas en de Schelde zouden dan ook op soortgelijke wijze moeten nagegaan worden, als wij dit in ons eerste en tweede gedeelte voor den Rijn deden, daar men toch ook hunnen invloed op de vorming van een gedeelte van ons Vaderland niet mag voorbij zien. Vooral zoude men eene betere geognosie van onzen bodem moeten bezitten dan tot nu toe het geval is, immers als men eenigzins tot onder de oppervlakte wil doordringen, hetwelk dan noodzakelijk zou zijn.

Wij hebben ons daarom van den beginne af aan voorgesteld, thans alleen eene algemeene aanwijzing te geven, hoe de lagen en mineralen in ons Vaderland voorhanden van de boorden des Rijns hebben kunnen medegebragt worden, en van welke plaatsen dit meest waarschijnlijk geschied is; terwijl een uit-

voerig onderzoek naar de scheikundige zamenstelling van die stoffen, en het onderzoek naar de plaats waar elke aanvoer in het bijzonder is nedergelegd, aan latere onderzoekingen voorbehouden moest blijven. — Wij zullen ons verheugen, zoo wij die door het geleverde gemakkelijk gemaakt hebben.

THESES.

I.

Te regt zegt von Humboldt: De uitwendige wereld wordt niet in hare oorspronkelijke zuiverheid in de wereld der gedachten en gewaarwordingen opgenomen.

II.

Zeer te onregt zegt Krüger-Hansen: „Nicht um Theorie, System oder Hypothese streite ich, diese haben lange genug schmerzlich am Menschenwohl genagt; nur unbefangene Anschauung und besonnene Erfahrungen will ich hinstellen."

III.

De methode ter uitbreiding der wetenschappen kan men door het volgende voorschrift kenschetsen: slechts één stap moet de theorie te gelijk doen, uit de bestaande algemeene uitspraak der waarnemingen; maar dan moet het aanwezig materiaal in het bijzonder er in passen, of zij moet nieuwe waar-

nemingen te voorschijn roepen, die haar aan de werkelijkheid doen aansluiten.

Buys Ballot.

IV.

Wanneer de electrische telegraphen met enkelen draad gesloten worden, werkt de aarde als een zinkput.

V.

De atomgewigten zijn met de grootste juistheid uit eene menigte naauwkeurig ontlede stoffen door berekening vast te stellen.

VI.

De scheikundigen moeten steeds vooronderstellen, dat het aantal grondstoffen veel geringer is, dan men thans aanneemt.

VII.

De verdeeling in organische en anorganische verbindingen heeft in de scheikunde geen zin.

VIII.

De relative zamenstelling der stoffen is boven de procentische te verkiezen.

IX.

Het Chemisch beginsel is de beste gids bij het zamenstellen van een mineraal-system.

X.

Het gevoelen, omtrent het ontstaan van den anhydrit op den zoogenaamden natten weg, heeft de meeste waarschijnlijkheid voor zich.

XI.

Met hetzelfde regt kan men van de planten als van de dieren beweren, dat zij eene eigene temperatuur hebben.

XII.

De opstijging der sappen in de planten geschiedt niet alleen door endosmose.

XIII.

De bloedsomloop tusschen de wanden der luchtvaten van de insekten, zoo als Blanchard beweert, is niet aan te nemen.

XIV.

De stelling eener voortgaande ontwikkeling van planten en dieren, met overgang van eene soort in de andere, hoe aannemelijk ook als hypothese, vindt tot nog toe weinig steun in de waarneming.

XV.

De verdeeling der zoogenaamde tertiaire vormingen in: Eocène, Miocène en Pliocène, is geheel te verwerpen.

XVI.

De meening van Leop. von Buch: dat de dolomiet der Alpen uit koolzuren kalk door inwerking van Plutonische gesteenten, bij hunne opstuwing, zoude ontstaan zijn, is aan weinig bedenking onderhevig.

XVII.

Het inkrimpen der bekoelende aardkorst moet als hoofdoorzaak beschouwd worden van de oprijzing der Plutonische bergmassa's.

XVIII.

De opheffingstheorie van Elie de Beaumont is, in haren oorspronkelijken vorm, meer geniaal dan waar.

XIX.

Er zijn óf sterkere opheffingen van de aardkorst te wachten, dan die hebben plaats gehad, óf geene.

XX.

Wat het voerwiel is voor de werktuigen, zijn de meren voor de stroomen.

XXI.

De regelen voor de bebouwing van den grond enkel uit scheikundige wetten te willen afleiden, is eenzijdig; maar nog eenzijdiger zoude het zijn: de scheikunde daarbij geheel op zijde te stellen.