OVER FOSSIELEN,

BESCHOUWD

ALS MIDDELEN TER BEPALING VAN DE NATUURKUNDIGE GESTELDHEID ONZER PLANEET IN VROEGERE TIJDEN.

DOOR

Dr. H. VAN CAPPELLE Jr.

Niet lang geleden hebben wij er in dit tijdschrift op gewezen [1], dat een physisch-geographisch onderzoek eerst dan als geëindigd mag beschouwd worden, als men ook getracht heeft zich van den tegenwoordigen toestand rekenschap te geven.

Sedert deze wijze van opvatting der physische geographie door al hare beoefenaren als de juiste erkend is geworden, is er tusschen geographen en geologen meer dan vroeger eene nauwe aaneensluiting tot stand gekomen en heeft zich eene belangstelling in elkanders studiën geopenbaard, die niet anders dan gunstig op de vorderingen dezer beide wetenschappen werken kan; geographen, die wetenschappelijke reizen gaan ondernemen, trachten zich meer en meer van den tegenwoordigen stand van en met de methode van onderzoek in de geologie op de hoogte te stellen, en zijn daardoor beter in staat, op hunne onderzoekingstochten voorwerpen en aanteekeningen te verzamelen, die al de vereischten bezitten, welke voor eene geologische beschrijving en voor eene verklaring van de physisch-geographische gesteldheid der doorreisde landstreek noodzakelijk zijn. In tijdschriften, aan geographie gewijd, nemen opstellen en mededeelingen over geologische onderwerpen een hoe langer hoe grooter plaatsruimte in

[1] »Over den oorsprong der continenten" (*Album der Natuur* Mei 1887).

en niet minder duidelijk blijkt de verbroedering tusschen de beoefenaren dezer beide wetenschappen uit de bijeenkomsten, die zij van tijd tot tijd houden en waarin zij elkander hunne waarnemingen en onderzoekingen mededeelen.

Ook in *ons* land, dat uit den aard der zaak slechts een gering aantal geologen en geographen telt, heeft men deze behoefte gevoeld en nog onlangs heeft de gunstige uitslag, waarmede de werkzaamheden der afdeeling voor geologie en physische geographie van het, eenige maanden geleden te Amsterdam gehouden, eerste Nederlandsch natuur- en geneeskundig Congres bekroond zijn geworden, het bewijs geleverd, dat men slechts door samenwerking naar het doel — eene nauwkeurige kennis van de physische gesteldheid onzer planeet in den tegenwoordigen en in vroegeren tijd — kan streven. Een buitengewoon uitgebreid veld van onderzoek staat hier den natuuronderzoeker open; hij moet nu immers niet alleen trachten, de verdeeling van land en water in de verschillende tijdperken der aardgeschiedenis te vinden, doch ook de temperatuurtoestanden bepalen, die tijdens de vorming der verschillende sedimentgesteenten op de aardoppervlakte heerschten — vraagstukken, bij wier oplossing de overblijfselen van planten en dieren, welke in de aardlagen begraven liggen, hem den weg zullen wijzen.

Uit deze overblijfselen toch kan men niet alleen de langzame ontwikkeling der fauna en flora van een zeker gebied afleiden en de verschillende phasen leeren kennen, die deze doorloopen hebben, doch in iedere fauna en flora aanschouwen wij tevens het meer of minder getrouw beeld van de physische omstandigheden, waaronder zij geleefd heeft.

Het is nu in betrekking tot de physische geographie der verschillende geologische tijdperken, dat wij deze organische overblijfselen, bekend onder den naam van *fossielen*, onzen lezers wenschen voor te stellen [1]; eenige grepen uit het zoo rijke onderwerp mogen hen, naar wij hopen, eenigzins op de hoogte brengen.

In de eerste plaats zal het onze taak zijn, na te gaan, in hoever de versteeningen ons de tegenwoordigheid van land, rivieren, meren en zeeën kunnen aantoonen op plaatsen, waar deze tegenwoordig niet meer bestaan. [2]

[1] Wij hebben hier voornamelijk het oog op dierlijke overblijfselen.

[2] In een volgend opstel hopen wij de vraag te beantwoorden, in hoever de fossielen ons met vroegere temperatuurtoestanden bekend kunnen maken.

Van algemeene bekendheid is het dan, dat het lichaam der dieren dadelijk het medium verraadt, waarin zij leven, en dat, om dit laatste te leeren kennen, het onderzoek der bewegingsorganen meestal reeds voldoende is; een dier, dat in het water leeft, is van ledematen voorzien, die tot eene voortbeweging in dit medium zijn ingericht; landdieren hebben bewegingsorganen, welke tot loopen, klimmen, springen of graven geschikt zijn, en niet minder duidelijk spreekt de levenswijze uit den vorm dezer organen bij vliegende dieren.

De ruimte laat ons niet toe, hier over dit rijke en interessante onderwerp verder uit te wijden. Eén enkel voorbeeld is ook voldoende, om aan te toonen, dat, waar het er op aankomt, de vroegere levenswijze van in den aardbodem begraven diersoorten te leeren kennen, een nauwkeurig onderzoek der bewegingsorganen niet verzuimd mag worden.

De eerste natuuronderzoeker, die de ledemaat van de bekende Maas-hagedis (*Mosasaurus*) uit het tufkrijt van den St. Pietersberg te Maastricht beschreven heeft, was de beroemde CUVIER. Deze geleerde, die een voorwerp onderzocht, dat langen tijd in het cabinet voor natuurlijke historie te Groningen bewaard werd, doch zich thans in Teyler's museum te Haarlem bevindt, verklaarde de ledemaat in zijn beroemd werk: *Recherches sur les ossements fossiles* voor een orgaan, dat tot loopen was ingericht.

Ditzelfde voorwerp kwam echter later in handen van SCHLEGEL, den voormaligen directeur van het Leidsche Museum, die toen lid was van de Commissie voor de geologische kaart van Nederland, in welke hoedanigheid hij een nauwkeurig onderzoek instelde [1]. Hij bezag het aan alle kanten en het bleek hem al spoedig, dat een menschenhand hier aan het werk was geweest, die de beenderen zoodanig in de omringende stof [2] had ingesloten, dat zij slechts op hunne kanten konden gezien worden. Door middel van een beitel waren zij spoedig uit hunne omgeving bevrijd, en in plaats van de gedaante te vertoonen, die aan beenderen van dieren eigen is, welke zich op het land voortbewegen, hadden zij eenen vorm, die men gewoon is, bij waterdieren aan te treffen: de ledemaat bleek nl. geheel volgens het type der vischachtige zoogdieren (walvisschen, dolfijnen) gebouwd te zijn.

---

[1] *Comptes rendus* 1854, XXXIX, p. 799.

[2] Of deze stof tufkrijt of gips was, is mij onbekend.

De vijf sterk uitgespreide vingers en de platte kootjes, waarvan zij voorzien waren, toonden ten duidelijkste aan, dat het lichaam van de *Mosasaurus* tot het leven in het water ingericht was — eene uitspraak, wier juistheid de bekende palaeontologen MARSH [1] en COPE [2], door het onderzoek van in het krijt van Amerika gevonden overblijfselen van Mosasauriers, hebben kunnen aantoonen.

Kunnen dus ten opzichte van fossielen, wier bewegingsorganen bewaard zijn gebleven, deze lichaamsdeelen in de meeste gevallen op de vraag naar het medium, waarin het dier geleefd heeft, een voldoend antwoord geven, minder gemakkelijk valt het, om in al die gevallen, waarin de genoemde organen niet tot een onderzoek voorhanden zijn, onmiddellijk land- van waterdieren te onderscheiden.

Een vergelijking met tegenwoordig levende vormen zal dan echter omtrent deze vraag inlichting moeten verschaffen en op dezelfde wijze zullen wij ook te werk moeten gaan als wij willen weten of fossielen de overblijfselen van zoetwater- dan wel van zeebewoners zijn.

Genoegzaam bekend is het, dat een aantal diergroepen, zooals de Stekelhuidigen (*Echinodermen*), de Sterwormen (*Gephyreën*), eene onderafdeeling der Borstelwormen (*Polychaeten*), de Huidzakdieren (*Tunicaten*), de Armpootigen (*Brachiopoden*) en de koppootige weekdieren (*Cephalopoden*) tegenwoordig in zoetwater geheel ontbreken en dat, hoewel het aantal klassen en orden, die slechts zoetwatervormen onder hare leden tellen, zeer zeldzaam en tot één enkele, nl. tot die der Tweeslachtige dieren (*Amphibien*), beperkt is, het getal der kleinere diergroepen, nl. der familiën en geslachten, welke slechts in zoetwater vertegenwoordigd zijn, niet gering kan genoemd worden. De *Melaniën* en de *Neritinen* onder de weekdieren, de *Astaciden* en de *Aselliden* onder de schaaldieren en de *Cypriniden* onder de vischen mogen als voorbeelden van zulke kleinere afdeelingen genoemd worden.

Wij mogen hierbij echter niet uit het oog verliezen, dat de waarde onzer gevolgtrekking, op een zoodanige overeenkomst met levende vormen gegrond, met den geologischen ouderdom van het fossiel vermindert; want, evenals er in den laatsten tijd zeedieren bekend zijn geworden, die zich aan eene levenswijze in zoetwater gewend hebben en het omgekeerde geval in de hedendaagsche periode eveneens voorgekomen is, kan

[1] *American Journal of Science*, Vol. XIX, p. 83.
[2] *Vertebrata of the Cretaceous*, 1878.

dit verschijnsel zich ook in de voorwereld hebben voorgedaan. Alleen dan, wanneer meer dan één fossiele diersoort in een oude geologische formatie het karakter van zoetwater-organismen draagt, mag dus met zekerheid tot hare voormalige levenswijze in dit medium besloten worden; wij zouden die palaeontologen dan ook niet willen navolgen, die gewoon zijn reeds uit het voorkomen van één enkel fossiel zoodanige besluiten te trekken.

Zelfs met het aantoonen eener verwantschapsbetrekking tusschen fossielen en tegenwoordig levende (recente) vormen, moet met de grootste voorzichtigheid te werk gegaan worden. Vooral schelpen, die in de wetenschap der uitgestorven dieren — de palaeontologie — juist zulk een groote rol spelen, geven, gelijk in den laatsten tijd gebleken is, niet *altijd* een zeker kenmerk aan de hand, waaruit men tot de verwantschap der dieren mag besluiten, waaraan zij hebben toebehoord. Zoo heeft bijv. het onderzoek van de op het land levende longslakken geleerd, dat soorten van een zelfde geslacht dikwijls geheel verschillende schelpen bezitten, terwijl omgekeerd de schelpen van soorten, die tot verschillende geslachten, ja zelfs tot verschillende familien behooren, veelal zóóveel op elkander gelijken, dat zij door de kenners van schelpen — conchyliologen — langen tijd als soorten van een zelfde geslacht werden beschouwd.

Nadat wij nu de beteekenis der fossielen voor de kennis der physische geographie van vroegere geologische tijdperken in korte trekken geschetst hebben en het ons gebleken is, dat eene vergelijking met levende vormen ons in de meeste gevallen het medium kan leeren kennen, waarin de voorwereldlijke wezens geleefd hebben, willen wij meer in bijzonderheden de omstandigheden trachten na te gaan, waaronder organismen in den aardbodem kunnen worden ingesloten en voor later onderzoek bewaard blijven en daartoe in de eerste plaats de verschillende gevallen bespreken, waarin overblijfsels van landbewoners in den grond kunnen geraken.

Wanneer wij dan met opmerkzaamheid het lot gadeslaan, dat de planten en dieren van eene landstreek na hunnen dood ondergaan, zien wij, dat de meesten hunner verdwijnen, zonder eenig spoor van hun vroeger bestaan achter te laten: de doode plantendeelen veranderen in teelaarde, het lichaam der dieren gaat tot rotting over en zelfs van hunne harde deelen is na een zeker tijdsverloop weinig meer te bespeuren.

Slechts op die plaatsen kunnen wij goed bewaarde overblijfselen van

landorganismen verwachten, waar hunne lichamen na den dood van de lucht werden afgesloten — eene voorwaarde, die in meren en rivieren, in delta's, aan de uitmondingen der rivieren, in veengronden, in holen en eindelijk in bronnen vervuld is. Om dus voor het ontstaan eener *terrestrische* [1] vorming uit eene vroegere geologische periode eene juiste verklaring te kunnen geven, is het noodzakelijk op zoodanige plaatsen een oogenblik in gedachte te vertoeven, waar nog tegenwoordig de bewoners van het land onder deze omstandigheid hun graf kunnen vinden. Vergun mij, waarde lezer, dat ik u daarom uitnoodig mij daarheen te willen vergezellen.

Men behoeft geen geoloog te zijn, om in den grond, die den bodem van een meer uitmaakt, onmiddellijk een bezinksel uit het water te herkennen; de lagen, waaruit hij is samengesteld, zien wij nl. voor onze oogen door afzetting van het fijnere of grovere gruis van verschillende gesteenten, dat het water bevat, ontstaan. Een bezoek aan een aantal meren leert echter, dat de bodem niet altijd uit dezelfde grondsoort bestaat: hier wordt hij uit een fijn slijk, ginds uit zand of grint gevormd; op andere plaatsen vinden wij een licht gekleurde mergel, waarvan de kalk van de gezonken schelpen van zoetwaterweekdieren of van de kalkachtige huid van schaaldieren afkomstig is; op weer andere plaatsen zien wij door opeenhooping van doode plantendeelen veengrond zich vormen.

Onderzoeken wij nu dit bezinksel nauwkeuriger, dan blijkt het veelal een kleinere of grootere hoeveelheid overblijfsels van planten en dieren te bevatten. Hoe deze daarin geraken, ligt voor de hand; meren bezitten immers een eigenaardige flora of fauna; de in het water groeiende planten sterven, vallen op den bodem en kunnen in de daar zich vormende afzettingen begraven worden; schelpdieren, visschen en andere diervormen, welke het meer bewonen, kunnen in het slib geraken en hunne overblijfselen zullen wij daarin later in beter of slechter bewaarden toestand terug vinden.

Doch niet alleen de bewoners van het meer, ook die van het omringende land hebben kans in zijne afzettingen bedolven te worden; vliegende dieren, zooals vogels en insecten kunnen in het water den dood vinden of er na hunnen dood in geraken; door rivieren of beken, die haar water in het meer ontlasten, kunnen allerlei doode

[1] Onder eene terrestrische vorming verstaan wij eene vorming, die op de oppervlakte van land — dus in meren en rivieren — ontstaan is.

planten en dieren uit grootere afstanden aangevoerd worden, terwijl eindelijk ook door hevige windvlagen plantaardige of dierlijke producten in het water terecht kunnen komen.

Hoe belangrijk de studie dezer verschijnselen voor de kennis van de physische geographie van vroegere geologische tijdperken is, behoeft geen betoog; al deze overblijfselen toch, die op de genoemde wijze voor verrotting bewaard werden, zullen, wanneer alle sporen van het meer verdwenen zijn, van den toestand, die in lang vervlogen tijden ten opzichte van de verdeeling van land en water geheerscht heeft, getuigenis kunnen afleggen.

Naar voorbeelden van in meren gevormde afzettingen op onze tegenwoordige vastelanden behoeven wij niet lang te zoeken. In oostelijk Europa o. a. worden de bovenste miocene [1] (maritieme) lagen door een grijze, taaie klei bedekt, die door sommige geologen nog tot het mioceen, door anderen daarentegen reeds tot het plioceen [2] gerekend wordt en die, te oordeelen naar de talrijke, daarin voorkomende organische overblijfselen, in groote meren ontstaan moet zijn. Kenschetsend voor deze zoetwatervormingen is, behalve de aanwezigheid van zoetwaterschildpadden, vooral de buitengewone ontwikkeling harer weekdieren, waarvan men niet minder dan 500 verschillende soorten onderscheiden heeft; doch ook planten en dieren van het omringende land zijn in deze kleilagen begraven en kunnen ons van zijne fauna en flora een denkbeeld geven. Uitgestrekte wouden, voor het grootste deel uit dennen, berken, elzen, eiken, beuken, kastanjeboomen, platanen, wilgen, populieren en laurierboomen samengesteld, hebben in dat deel van Europa het pliocene land over groote uitgestrektheden bedekt; reusachtige *Mastodonten* en andere olifantachtige dieren (*Deinotherium*), hoornlooze Rhinocerossen (*Acerotherium*) en drieteenige paarden (*Hipparion*) zwierven daarin rond, talrijke hyena's loerden er op haren buit en de *Machairodes*, een katachtig roofdier, dat de leeuw in grootte nog ver overtroffen heeft, deed er zijne strooptochten, alles vermorzelend, wat onder het bereik zijner vervaarlijke hoektanden kwam.

Belangrijke geologische veranderingen hebben dus aan het einde der miocene-periode in dit gebied plaats gegrepen: het groote sar-

[1] De *miocene*-formatie vormt de middelste afdeeling van het tertiaire tijdvak, eene periode der aardgeschiedenis, die aan het diluviale tijdperk voorafging.

[2] De jongste afdeeling van het tertiaire tijdvak.

matische zeebekken, dat zich toenmaals van Weenen af in oostelijke richting langs de Donau en de Karpathen, over de Zwarte Zee door zuidelijk Rusland heen, tot aan het, ten oosten van de Kaspische Zee gelegen, Aralmeer uitstrekte en ergens (men weet nog niet met zekerheid te zeggen waar) met de open zee in verbinding stond, werd nl. bij den aanvang van het pliocene tijdvak van den oceaan afgescheiden. De niveauveranderingen, die reeds in het mioceen begonnen waren, bleven voortduren, het land nam in deze streken meer en meer in omvang toe en van het geheele zeebekken bleven ten slotte slechts eenige groote binnenmeren over, wier zoutgehalte door de er in uitmondende rivieren voortdurend kleiner werd en die tot het ontstaan van de merkwaardige zoetwaterafzettingen aanleiding gaven, waarvan wij hier het een en ander mededeelden.

Gelijksoortige verschijnselen, zelfs op een nog veel grootere schaal, hebben zich in de eerste helft der tertiaire periode (eoceen en oligoceen) in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika voorgedaan. Hier treffen wij nl. over groote uitgestrektheden eocene en oligocene zoetwaterafzettingen aan, wier gezamenlijke dikte niet minder dan 10,000 voet bedraagt, en die niet alleen wegens haren grooten rijkdom aan zoogdieren, doch ook wegens de merkwaardige veranderingen, die zij na hare vorming ondergaan hebben, beroemd zijn geworden. Een onafzienbaar dor tafelland, hier en daar door eenige heuvelreeksen en diepe kloven afgebroken, spreidt zich hier voor het oog des reizigers uit en vooral in Wyoming en omliggende landstreken — in de zoogenaamde Mauvaises Terres of Bad Lands — houdt deze laatste zich bij voorkeur op, om vol bewondering een landschap gade te slaan, dat zijn fantastisch voorkomen slechts aan de erodeerende werking van het water te danken heeft; overal heeft dit nl. de geelgrijze, hier en daar aschgrauwe, volkomen horizontale, zandsteenen en mergellagen op zoodanige wijze uitgespoeld, dat de pilaren, die tusschen de hierdoor gevormde kloven zijn blijven staan, de grilligste vormen te aanschouwen geven.

Het is nu aan deze merkwaardige vorming, dat wij een belangrijk deel onzer kennis van de oudste tertiaire zoogdierfauna te danken hebben; men vond er toch eene zóó ontzaglijke hoeveelheid beenderen, met zoetwaterschelpen vermengd, dat LEYDY en COPE meer dan 100 verschillende soorten van gewervelde dieren machtig konden worden en dat MARSH er zelfs verscheidene expeditiën heen zond om al die schatten voor de wetenschap te redden. De namen dezer beroemde

geleerden zijn dus onafscheidelijk met deze fossiele fauna verbonden; hunne onvermoeide nasporingen, dikwijls met levensgevaar volbracht [1], hebben ons een dierenwereld leeren kennen, zóó rijk aan merkwaardige vormen, dat geen andere fossiele zoogdierfauna daarmede vergeleken kan worden. Wij noemen hier slechts de voor de afstammingsleer zoo gewichtige geslachten *Eohippus* — een eoceen paard met vier, van hoeven voorziene, teenen en het overblijfsel der vijfde teen — en *Orohippus* — een paard, dat van het voorafgaande geslacht door zijne grootere afmetingen en door het ontbreken van den rudimentairen vijfden teen afweek.

Doch niet alleen uitgestrekte meren bedekten in een niet lang vervlogen geologische periode onze vastelanden op plaatsen, die tegenwoordig buitengewoon arm aan water zijn; ook rivieren hebben in vroeger tijden somtijds door nu zeer drooge streken gestroomd en er haar vruchtbaar slib over het land uitgestort. Zulke door rivieren gevormde afzettingen (*fluviatiele afzettingen*) kunnen echter door hare, er in begraven liggende, organische overblijfselen uit den aard der zaak niet van in meren gevormde gronden onderscheiden worden; ook hier kunnen wij immers zoowel overblijfselen van zoetwaterdieren als van landorganismen verwachten. De wijze waarop het materiaal is afgezet en de verdeeling der vorming over de aardoppervlakte zullen dan echter meestal omtrent deze vraag kunnen beslissen.

Uit verschillende deelen der aarde zijn zulke rivierafzettingen uit vroegere perioden bekend en op vele plaatsen hebben zij ons eene landfauna leeren kennen, die in rijkdom aan vormen voor de zooeven in het kort besproken faunen niet veel onderdoet. In hetzelfde (pliocene) tijdvak bijv., waarin de bovengenoemde zoetwatervormingen van Oost-Europa ontstonden, werden door rivieren hier en daar zand-, rolsteen- en leemlagen afgezet, die dikwijls over verre afstanden vervolgd kunnen worden en op sommige plaatsen eene groote hoeveelheid zoogdierbeenderen bevatten. De rijkste afzettingen van dien aard worden in de omstreken van Pikermi, ten noorden van Athene, aangetroffen. Van het midden van zuidelijk Attika strekt zich hier een zacht hellende, ten noorden en ten zuiden door bergen ingesloten vlakte oostwaarts naar de zee uit. In deze vlakte, die uit verscheidene meters dikke en door een pliocene rivier gevormde lagen rood leem en conglomeraat bestaat en door diluvialen grond

[1] Wegens de vijandelijke gezindheid der, in den omtrek wonende, indianenstammen.

bedekt wordt, heeft de rivier of beek van Pikermi zich later een bedding gegraven en daardoor de pliocene lagen op verscheidene plaatsen blootgelegd.

De hoeveelheid beenderen, die op deze wijze, doch vooral door opgravingen, voor den dag zijn gekomen, is ontzaglijk groot, zóó groot zelfs, dat eene opsomming der voornaamste vormen hier nog te veel ruimte zou beslaan. Wij wijzen onze lezers dan ook slechts op het belangrijke verschijnsel, dat deze fossiele fauna een aantal vormen met de zooeven genoemde pliocene zoogdierfauna van Oost-Europa gemeen heeft (*Deinotherium*, *Hipparion*, *Acerotherium* enz.) doch tevens een groote verwantschap met de tegenwoordige Afrikaansche fauna vertoont (*Camelopardalis*, *Gazellen* en *Antilopen*), van welker overblijfsels het roode leem van Pikermi als het ware opgevuld was.

Ook in den bodem van ons vaderland bevinden zich hier en daar zoetwaterafzettingen, die in vroegere tijdperken der aardgeschiedenis gevormd zijn. Merkwaardig in dit opzicht is eene vorming, die onlangs door DR. J. LORIÉ [1], Privaatdocent te Utrecht, en door den schrijver van dit opstel [2] beschreven is; ik bedoel nl. de klei- en zandmergel, welke te Sneek, te beginnen bij eene diepte van ± 61 M., onder het diluviale zand ligt en door twee in de nabijheid dezer stad verrichte putboringen aan het licht is gebracht.

DR. LORIÉ, die de grondproeven van de boring nabij het station alhier onderzocht, vond in deze formatie geen organische overblijfselen, doch bepaalde haar naar aanleiding van de steenbrokjes, die zij bevat, als eene diluviale vorming en wel als eene vorming, die vóór de aankomst der gletschers [3] door de Rijn en hare zijrivieren is afgezet. *Wij* onderzochten de grondsoorten, die de putboring op het terrein der boterfabriek had opgeleverd en vonden in de klei en het dieper liggende zand eenige merkwaardige organische overblijfselen, die ons eveneens een diluvialen ouderdom deden aannemen.

Wij kunnen niet nalaten hier in het kort de redenen te vermelden, die tot een zoodanige ouderdomsbepaling aanleiding gaven,

---

[1] Contributions à la géologie des Pays-bas. (*Archives du Musée Teyler*, Série II, T. III p. 94 en 95.

[2] Bijdrage tot de kennis van Frieslands bodem. (*Tijdschr. v. h. Aardrijksk. Genootsch.* Jaargang 1888 afl. I.)

[3] De wijze, waarop tegenwoordig de vorming der Noord-duitsche en Nederlandsche diluviale gronden verklaard wordt (nl. door gletschers en niet door ijsbergen), zal het meerendeel onzer lezers wel bekend zijn.

omdat wij er nogmaals door kunnen aantoonen, hoe belangrijk de fossielen voor de kennis der physische geographie van vroegere tijdperken zijn.

De overblijfselen van planten en dieren, die wij in de verschillende grondproeven dezer, op een diepte van 61—126—? M. liggende vorming konden ontdekken, waren allen van landorganismen[1] afkomstig; een feit, dat op zich zelf reeds eerder voor eenen diluvialen dan voor een tertiairen[2] ouderdom pleit, daar, in de laatstgenoemde periode gevormde, zoetwaterafzettingen in Noordelijk Europa zeer zeldzaam, in het diluvium van dit gebied daarentegen algemeen zijn (zie blz. 335 tweede noot). Een nauwkeurig onderzoek dezer fossielen echter zou hieromtrent weder moeten beslissen. De overblijfselen, die deze vraag voornamelijk hebben helpen oplossen, zijn de houtstukjes, welke vooral in de onderste lagen dezer formatie in groote menigte bedolven liggen. Dit hout bezat toch niet alleen een zóó frisch uiterlijk, dat het niet van, zooeven uit den boom genomen, hout te onderscheiden was en vertoonde geen spoor van verkiezeling, zooals gewoonlijk bij tertiair hout wordt waargenomen, doch het microscopisch onderzoek leerde tevens, dat bijna al het hout van dennen afkomstig was — een plantengroep, die in het diluviale tijdvak een hoofdrol heeft gespeeld —, en in structuur volkomen met het hout, dat wij in de boven de mergelformatie liggende, diluviale zand- en grintvorming konden ontdekken, overeenstemt.

De zoetwaterafzettingen nu, die wij hier tot voorbeeld kozen, behooren allen tot jongere formaties; het zou echter niet moeielijk vallen, ook uit oudere perioden der aardgeschiedenis vormingen te vermelden, die door bezinking in meren of door aanslibbing van rivieren ontstaan zijn. Wij zouden echter vreezen teveel van het geduld onzer lezers te vergen, wanneer wij ons nog langer met dit voor de physische geographie zóó belangrijke onderwerp bezighielden en willen ons er dus slechts toe bepalen, hier nogmaals op het gewichtig

[1] Wij vonden in de klei- en zandmergelformatie onder Sneek een aantal stukjes hout, eenige door een korst van ijzeroxyd omgeven beenderen, waarvan er één zóó goed bewaard was gebleven, dat wij het als het opperarmbeen van een vogeltje van de grootte eener musch konden herkennen en eindelijk eenige schubben van vlinders, die ons in een volgend opstel nog een oogenblik zullen bezighouden.

[2] Daar de mergelformatie onder het diluviale zand ligt en het diluvium in ons vaderland, slechts enkele plaatsen uitgezonderd, die veel zuidelijker gelegen zijn, op tertiairen grond rust, hadden wij slechts uit te maken of deze merkwaardige vorming òf nog tot het diluvium behoort òf reeds tertiair is.

feit de aandacht te vestigen, dat in alle tijdperken der aardgeschiedenis gevormde afzettingen over onze tegenwoordige vastelanden verspreid zijn, welke land- en zoetwaterorganismen bevatten en dus op of in de nabijheid van toenmaals aanwezig land gevormd moeten zijn.[1]

Reeds te lang hebben wij ons hier bij de voornaamste omstandigheid opgehouden, waaronder bewoners van het land in den bodem kunnen geraken en voor later onderzoek bewaard kunnen blijven, om nog uitvoerig bij de overige zooeven reeds door ons genoemde gevallen, waarin dit geschieden kan, stil te staan. Slechts naar één belangrijke begraafplaats van landorganismen willen wij den lezer nog in gedachte heenleiden, n.l. naar de onderaardsche holen, welke de wetenschap reeds met zoo menige kostbare vondst verrijkt hebben.

Wij zullen hem daartoe moeten uitnoodigen ons naar een kalksteengebergte te volgen, waar het onder den grond circuleerend water, èn door mechanischen arbeid èn door chemische werking, zulke ruimten dikwijls in groote menigte heeft doen ontstaan.[2] Wij bevinden ons in een door hooge rotswanden ingesloten dal; nadat wij geruimen tijd hebben voortgewandeld, ons oog steeds op den blauwen kalksteen gevestigd houdende, bespeuren wij toevallig aan den voet van den bergwand, tusschen laag kreupelhout verscholen, een nauwe spleet; overal liggen hier grootere en kleinere steenbrokken verstrooid, die klaarblijkelijk langs de helling van den berg zijn afgegleden en onze veronderstelling, dat deze spleet den ingang van een onderaardsch hol vormt, zal spoedig bevestigd worden. Na het puin voor een deel te hebben weggeruimd, staan wij nl. voor eene opening, welke groot genoeg is om ons tot het binnenste der aarde toegang te verleenen. Een kaars, die wij in een nabijgelegen woning hebben weten machtig te worden, zal ons de geheimen der onderwereld ontsluieren. Wij treden binnen: een nauwe gang voert ons in een hol, welks wanden met prachtige druipsteenvormingen (stalactieten) bekleed zijn en waarvan de bodem gedeeltelijk met geel leem, gedeeltelijk met druipsteen (stalagmieten) bedekt is. Een nauwkeuriger onderzoek van den grond leert ons, dat het leem eene afzetting van waterstroomen is, welke in vroegere tijden door het hol moeten gevloeid hebben en dat de druip-

[1] In ons vorig opstel hebben wij dit feit als een van de bewijzen voor den enormen ouderdom der continenten aangevoerd.

[2] De volgende beschrijving is ontleend aan een, door ons eenige jaren geleden ondernomen, tochtje door het dal der Vesdre (België). De kleine grot, die wij bezochten, was niet ver van Pepinster, ten zuiden van Verviers gelegen.

steen uit koolzure kalk bestaat, die zich langzamerhand uit van de zoldering druppelend water heeft afgescheiden.

Blijkt ons reeds uit deze waarneming, dat de ruimte, waarin wij ons bevinden, in vroeger tijden met de buitenlucht in verbinding moet gestaan hebben, de ontdekking van de woning eener landslak in een op den grond liggend stuk druipsteen en van eenige beenderen in het geele leem laat ons hieromtrent geen twijfel meer over.

De verschijnselen nu, welke wij hier op kleine schaal hebben leeren kennen, doen zich elders op veel grooter schaal voor. Verscheidene kalksteengebergten zijn wegens hunne talrijke onderaardsche holen beroemd geworden, en velen hunner munten door buitengewone schoonheid en reusachtige afmetingen uit; wij noemen hier slechts de grot van Adelsberg in Krain, het Bielshol en de Baumannshöhle in den Harz, de grot van Gailenreuth in de Frankische Jura en het hol van Kirkdale in Yorkshire. Uit hunnen leem- en kleibodem heeft men dikwijls beenderen in zulk eene groote hoeveelheid te voorschijn gehaald, dat men terecht den naam van beenderenholen in de wetenschap heeft ingevoerd. Veelal zijn deze beenderen de overblijfselen van roofdieren (holentijger, holenbeer, holenhyena, wolf, vos), die in de spelonken geleefd hebben of van dieren, welke door de eersten buitgemaakt en in hunne wijkplaatsen gesleept zijn. Doch ook door instorting van het gewelf of door waterstroomen konden verschillende landdieren in onderaardsche holen terecht komen; vooral beken en rivieren hebben dikwijls een aantal landorganismen naar binnen gedreven en in de klei of het grint, dat het water meevoerde, begraven. Den tijd, waarin de opvulling dezer holen heeft plaats gehad, leert ons weder het nauwkeurig onderzoek dezer overblijfselen kennen. Hieruit is het gebleken, dat de meeste overblijfselen van planten en dieren, die men uit den bodem van grotten heeft opgedolven, uit het diluviale tijdperk dagteekenen; slechts voor enkele holen heeft men het bewijs kunnen leveren, dat zij reeds in de tertiaire periode moeten bestaan hebben.

Niet alleen voor de studie der ontwikkeling van het dierlijk leven op aarde, doch vooral ook voor de kennis der physische geographie van vroegere tijdperken is een nauwkeurig onderzoek dezer overblijfselen van het grootste gewicht; want vooral fossiele zoogdieren zijn het, welke ons met vroegere landverbindingen bekend kunnen maken. Een kleine toelichting achten wij hier niet overbodig.

Den grooten invloed van niveauveranderingen op de landbewoners

zal niemand meer willen betwisten [1]; die, welke de landbevolking er van ondervindt, is zelfs zóó groot gebleken, dat de vele wisselingen in de verdeeling van land- en water, die van de oudste perioden af op de oppervlakte der continenten hebben plaats gegrepen, als een der voornaamste oorzaken van de vele veranderingen, welke zij in den loop der tijden ondergaan heeft, moeten beschouwd worden. Stellen wij ons bijv. voor dat eene landstreek, die door eene groote zoogdiersoort bewoond wordt, een zóó aanzienlijke daling ondergaat, dat een gedeelte er van als een eiland wordt afgescheiden, dan zou het mogelijk kunnen zijn, dat het afgescheiden gebied te klein is om zulk een groot dier in ruime mate van het noodige voedsel te voorzien en dat de diersoort dientengevolge uitsterft. Omgekeerd echter kan eene opheffing eene verbinding van twee landstreken tot stand brengen, en het overloopen van diervormen in het hun vreemde gebied mogelijk maken,

Dat nu in de jongste geologische perioden zulke niveauveranderingen hebben plaats gegrepen, daarvan hebben ons ook de overblijfselen, die de landbewoners in den bodem hebben achtergelaten, kunnen overtuigen. Zoo is o. a. uit de ontdekking van *Hippopotamus*- en *Olifants*beenderen op de eilanden Kreta, Malta en Sicilië de vroegere verbinding dezer eilanden met het vasteland gebleken, terwijl de palaeontologische onderzoekingen in Amerika bijv. het bewijs hebben geleverd, dat aan het einde der tertiaire periode eene verbinding tusschen Noord- en Zuid-Amerika moet tot stand gekomen zijn en eene — wel is waar slechts tijdelijke [2] — uitwisseling hunner faunenelementen ten gevolge moet hebben gehad. In het Noord-Amerikaansche diluvium zijn nl. eenige diergroepen vertegenwoordigd, die in het daaraan voorafgaande pliocene tijdvak en in de daarop volgende hedendaagsche periode slechts Zuid-Amerika bewoonden — reusachtige luiaards (*Megatherium*, *Mylodon* en *Megalonyx*), en een waterzwijn of *Capybara* hebben de diluviale vormingen in het zuidelijk deel van Noord-Amerika o. a. opgeleverd — en uit het diluvium van Zuid-Amerika zijn dieren te voorschijn gekomen — *Mastodonten* (olifantachtige dieren), herten, paarden (*Anchitherium*), eenige kattensoorten, beeren en honden —, die er in

[1] Hen, die iets meer over dit belangrijk onderwerp wenschen te weten, verwijzen wij naar ons opstel, getiteld: *Over den invloed van niveauveranderingen op de dierenwereld* (*Tijdschr. v. h. Aardrijksk. Gen.* Tweede Serie, Deel IV, blz. 111—130).

[2] Bij den aanvang der hedendaagsche periode hebben zij zich weder in hun oorspronkelijk gebied teruggetrokken.

dien tijd van uit Noord-Amerika moeten binnen gedrongen zijn.

Niet minder duidelijk blijken deze herhaalde veranderingen in de verdeeling van land en water op de oppervlakte onzer continenten uit de veelvuldige afwisseling van maritieme (in zee gevormde) afzettingen met terrestrische vormingen — een verschijnsel, dat wij zooeven reeds bij de bespreking der tertiaire afzettingen van oostelijk Europa leerden kennen. Wanneer eene landstreek toch eene zóó groote daling ondergaat, dat de zee zich van een deel van het gebied meester maakt, dan kunnen de in zoetwater gevormde lagen, welke de bodem bevat, door zeeslib bedekt worden en de overblijfselen van planten en dieren, die hierin begraven werden, zullen later niet alleen voor de plaats gehad hebbende niveauverandering het bewijs kunnen leveren, doch zelfs somwijlen eene bepaling der periode, waarin deze een aanvang nam, mogelijk maken.

In het zuidelijk deel van Engeland bijv. liggen tusschen de bovenste *Jura*-afzettingen en de, onder den naam van het *Gault* bekende, krijtlagen uiterst belangrijke vormingen, welke men naar de stad Neufchatel (Neocomum) in Zwitserland, waar deze afdeeling van het krijt zeer sterk ontwikkeld is, de *Neocomische groep* heeft genoemd. Hare bovenste maritieme lagen (zie onderstaande tabel), ter gezamenlijke dikte van 250—600 voet, komen nl. in een palaeontologisch opzicht met de bovenste Neocomische afzettingen van het vasteland van Europa overeen en voor hare onderste, niet minder dan 1800 voet dikke en in zoetwater gevormde afdeeling volgt dus eveneens een Neocomische ouderdom. Deze bestaat hier uit zand- en kleilagen, die volkomen op de afzettingen gelijken, welke gewoonlijk in een delta gevormd worden: behalve een groot aantal landplanten, zoetwaterschelpen en de overblijfselen van reusachtige landreptielen, omsluiten zij ook eenige maritieme of brakwatervormen.

De veranderingen, die aan het einde van het Juratijdvak en in het begin der Krijtperiode ten opzichte van de verdeeling van land en water in het zuiden van Engeland hebben plaats gegrepen, kan ons de volgende tabel met één oogopslag leeren kennen:

Onderste krijtvorm. (Neocomische en wealdenformatie.)	*Lower Greensand* (zand, klei en zandsteen), *maritiem* *Wealden* (Hastings zand en Wealdenklei), *zoetwater- en deltaformatie.*	Daling.
Bovenste Jura-vorming.	*Purbeckian* (kalksteen, klei enz.), *brak en zoetwatervorming.* *Portlandian* (zand, kalksteen enz), *maritiem.* *Kimmeridgian* (klei van Kimmeridge), *maritiem.*	Opheffing.

Eene vergelijking dezer sedimentaire vormingen met in andere streken ontwikkelde formatiën heeft ons dus met den ouderdom der hier genoemde merkwaardige zoetwaterafzettingen bekend gemaakt en ons tevens geleerd, dat de belangrijke niveauverandering, die aan het einde van het Jura-tijdvak in Engeland heeft plaats gehad, slechts een locaal verschijnsel is geweest en zich bijv. in het gebied der Alpen niet heeft voorgedaan, daar hier de maritieme Jura-vormingen zonder scherpe grens in de maritieme krijtlagen over gaan.

Niet altijd is het den geoloog echter zóó gemakkelijk gemaakt; wanneer wij ons bijv. het geval stellen, dat de wealden-lagen door een maritieme vorming bedekt waren, die zich, naar de er in begraven liggende overblijfselen als een veel jongere, bijv. als eene tertiaire afzetting deed kennen, dan zou eene bepaling der periode, waarin de daling begonnen is, veel grootere moeielijkheden opleveren. Wij zouden echter van ons onderwerp afdwalen, als wij ons hier in dit, voor den geoloog zoo uiterst moeielijk vraagstuk: de ouderdomsbepaling van sedimentaire gesteenten, gingen verdiepen.

Eén vraag, die bij de beschouwing van bovenstaande tabel wellicht ook bij onze lezers is opgekomen, willen wij ten slotte nog trachten te beantwoorden; voor de kennis van de physische geographie van vroegere geologische perioden is het nl. van groot belang, den graad der daling te kunnen bepalen, welke een gebied in een vroeger tijdvak heeft ondergaan. Kunnen de organische overblijfselen ons hieromtrent ook weder op de hoogte brengen?

Om dit vraagstuk op te lossen, zullen wij ons weder hedendaagsche toestanden voor den geest moeten roepen en trachten na te gaan, welke physische omstandigheden, buiten het klimaat, op de verspreiding van zeedieren van invloed zijn.

Reeds eene oppervlakkige waarneming aan onze zeekusten kan ons dan met het merkwaardige verschijnsel bekend maken, dat de dieren, welke wij er aantreffen, in de hoogste mate van den bodem en van de eigenschappen van het zeewater afhangen: op slijkerigen kleigrond woont een andere zeebevolking, dan op een zandigen bodem; op plaatsen, waar de kust zeer steil is, vinden wij andere dieren, dan daar, waar een vlak strand de grens tusschen land en zee vormt; in helder water leven andere vormen, dan in troebel water; aan kusten, waar steeds een sterke branding heerscht, treffen wij dieren met een dikker, steviger schaal aan, dan aan die, welke door een doorgaans kalme zee bespoeld worden. En niet minder hangt de zeebevolking van

de chemische constitutie van het water af; valt ons niet bij het onderzoek eener kustfauna onmiddellijk een verschil op die plaatsen in het oog, waar rivieren in de zee uitmonden en eene vermindering in het zoutgehalte teweeg brengen?

Doch niet alleen langs de kusten gaande nemen wij herhaaldelijk verandering in de zeebewoners waar; ook wanneer wij ons van het land verwijderen, treft ons meermalen eene afwisseling in de zeefauna. De Engelsche natuuronderzoeker EDWARD FORBES heeft naar deze eigenaardigheid in de verspreiding der zeedieren aan onze kusten vier streken onderscheiden, waarvan ieder door een bepaalde groep van organismen gekenmerkt is. De streek, die de kust onmiddellijk omgeeft, is de *strandstreek*, waaronder men den gordel verstaat, welke tusschen de lijnen van hoog en laag water gelegen is en die zich dus tot op zeer verschillende afstanden van het land ($^1/_2$—12 M.) uitstrekt. Deze streek wordt gevolgd door de *streek der suikerwieren* (Laminarien), zoo genoemd naar de er in levende wieren en die zich van de laag-waterlijn tot op een diepte van 28 M. voortzet. De derde streek is *die der koraallijnen*, welk o. a. door eigenaardige koraalachtige polypen (Milleporidae) bewoond wordt — diertjes, die er de plaats van planten innemen, en die zoo genoemd is naar de er in levende kalkwieren (Nullipora, Corallina); zij strekt zich van 28—72 M. diepte uit en wordt gevolgd door *de koraal-* of *diepzeestreek*, welke tot in de grootste diepten afdaalt. De kansen voor de in deze vier streken levende dieren, om in de er zich vormende afzettingen begraven te worden, verminderen met den afstand van de kust, zoodat het grootste deel der fauna van de open zee verdwijnt zonder een spoor van zijn bestaan achter te laten.

Al de hier genoemde verschijnselen zijn echter niet tot de Europeesche kusten beperkt; integendeel, zij zijn zóó algemeen, dat een dierkundige meestal reeds met één enkelen blik op eene verzameling zeedieren bepalen kan, onder welke physische omstandigheden deze geleefd hebben; uit de aanwezigheid van bepaalde diergeslachten zal hij nl. niet alleen tot den aard van den bodem kunnen besluiten, maar dikwijls ook de betrekkelijke diepte der zee kunnen aangeven. Het kan dus onzen lezers uit het voorafgaande niet vreemd toeschijnen, dat wij bij het onderzoek der hedendaagsche zeebezinkingen slechts zelden afzettingen zullen aantreffen, wier organisch en mineralogisch karakter over aanzienlijke uitgestrektheden hetzelfde blijft — op den bodem der diepzee worden zulke afzettingen, die over een groote oppervlakte een standvastig

karakter dragen, gevonden — doch dat wij in de meeste gevallen, wegens de herhaalde afwisseling der physische omstandigheden, over eene geringe uitgestrektheid de meest verschillende afzettingen nevens elkander zien ontstaan.

Het is nu te verwachten, dat ook in de zeeën der voorwereld zulke verschillen, die men gewoon is met den naam van *facies*-verschillen te bestempelen, voorhanden zijn geweest en het is dan ook reeds sedert lang gebleken, dat het onderzoek van fossiele faunen ons niet alleen met de vroegere aanwezigheid van land, zoetwater en zeeën bekend kan maken, doch dat het ons tevens al de physische verschillen kan leeren kennen, waarop wij hier de aandacht vestigden.

Hoe noodzakelijk een zeer nauwkeurig onderzoek naar de, in de aardlagen begraven liggende, organische overblijfselen voor de kennis van vroegere geographische toestanden is, kan het volgende voorbeeld ons nogmaals leeren. Bij het onderzoek der grondproeven, welke de zooeven reeds genoemde putboring op het terrein der boterfabriek te Sneek heeft opgeleverd, troffen wij op een diepte van 32—61 M. eene zandformatie aan, welke uit een aantal fijnere en grovere zandlagen samengesteld is en door grint wordt afgewisseld. Naar analogie met het in andere streken van ons vaderland aan de oppervlakte liggende, zand en grint zouden wij aan deze, 29 M. dikke, vorming een ontstaan door zoetwaterstroomen moeten toeschrijven. Het vergrootglas bracht echter de onjuistheid dezer onderstelling aan het licht. Het microscoop toch leerde op alle diepten een fraaie, ronde *kristalwier*-soort [1] (*diatomeën*soort) kennen, welke tot een geslacht (*Actinocyclus*) behoort, dat slechts in brak- en zeewater aangetroffen wordt, terwijl een eenvoudige loupe op een diepte van 53 M. de aanwezigheid van eenige exemplaren eener *foraminifeer* (*Nonionina germanica*) [2] aantoonde, welke nog tegenwoordig aan onze kusten leeft, en op een diepte van 59 M. eenige stekeltjes van een *zeeëgel* (*Echinocardium cordatum*) tevoorschijn bracht, welke ook in de hedendaagsche periode in talrijke exemplaren de kusten van noordelijk Europa bewoont.

Bewijst nu reeds het voorkomen van foraminiferen in de zandformatie onder Sneek, dat deze vorming in zeewater is afgezet, de aanwezigheid van overblijfsels der genoemde zeeklit leert ons tevens, dat deze afzet-

[1] *Kristalwieren* zijn cencellige wieren, wier wand door een fraai kiezelpantser gesteund wordt.

[2] Onder *Foraminiferen* verstaat men eencellige diertjes, die een kalkschaal van zeer verschillende gedaante bezitten.

ting niet ver van de kust moet hebben plaats gehad [1] en wij leeren hier dus het, een groot deel van ons vaderland bedekkende, diluviale zand als een formatie kennen, die voor het grootste gedeelte door zoetwaterstroomen afgezet is, doch wier aan de zee grenzend en door jongere vormingen bedekt gedeelte (in Friesland ten minste) als eene zeebezinking beschouwd moet worden. [2]

Door dit voorbeeld worden wij dus gewaarschuwd bij het onderzoek eener geologische formatie niet te veel op eene uitwendige gelijkenis met reeds bekende vormingen te vertrouwen.

Om aan te toonen, dat, evenals tegenwoordig, ook in vroegere perioden op den bodem der zee gelijktijdig vormingen van een zeer verschillend karakter geboren worden, is echter eene vergelijking van de genoemde zandformatie met andere diluviale vormingen niet zeer geschikt, daar in dit tijdperk de landen en zeeën reeds in hunne tegenwoordige omtrekken gereed waren en wij dientengevolge slechts zelden zee-afzettingen van diluvialen ouderdom in noordelijk en midden-Europa aantreffen. Daartoe geven andere formatiën betere voorbeelden aan de hand. Hoewel het niet moeielijk is, zelfs uit de oudste perioden, sedimentaire gesteenten aan te wijzen, die, wegens hunne vorming hetzij nabij de kust, hetzij verder van deze verwijderd, hetzij onder andere physische omstandigheden, een totaal verschillend palaeontologisch en petrographisch karakter bezitten, toch meenen wij niet langer bij dit belangrijk onderwerp te mogen stilstaan. Wij achten het voldoende er hier nogmaals op te wijzen, dat de oude meening, volgens welke de fossielen, die in de in een zelfde tijdvak gevormde afzettingen begraven liggen, steeds een gelijksoortig karakter moeten dragen en omgekeerd de sedimentaire gesteenten, die in de op elkander volgende perioden zijn afgezet, in een palaeontologisch opzicht altijd van elkander zullen afwijken, door een nauwkeurig onderzoek der versteeningen bevattende aardlagen niet bevestigd is geworden.

Dat deze facies-verschillen den geoloog bij de ouderdomsbepaling van aardlagen in groote moeielijkheden kunnen brengen, zal onzen

[1] Dr. LORIÉ (l. c. blz. 95) vond in de bovenste lagen der zandformatie onder het station te Sneek eveneens eenige stekeltjes van den genoemden zeëgel en schrijft haar dientengevolge een zelfde vormingswijze toe.

[2] Alle tot nu toe gevonden diluviale zeeafzettingen zijn aan de randen der tegenwoordige kusten gelegen — een verschijnsel voor hetwelk de gletschertheorie ons een verklaring geeft, doch dat bij het aannemen der drift-theorie (door ijsbergen in een ondiepe zee) geheel onverklaarbaar is.

lezers duidelijk zijn. Bij het vergelijken van de fauna eener diepzeeformatie met die eener in dezelfde periode gevormde kustformatie zullen beide fossiele faunen, evenals wij in de hedendaagsche periode waarnemen, meestal geen enkele gemeenschappelijke soort blijken te bezitten; zelfs de geslachten, somtijds ook de familien, zullen doorgaans verschillen — het veelvuldig voorkomen van *Mytiliden*, *Mactriden*, *Soleniden*, *Pholadiden* in eene afzetting wijst o. a. op eene vorming in de nabijheid eener ondiepe kust, terwijl de aanwezigheid van dunschalige *Pholadomyiden* en *Anatiniden* dieper water doet vermoeden —; wanneer men daarentegen twee afzettingen met elkander vergelijkt, die in ouderdom niet al te veel van elkander afwijken en een zelfde facies vertegenwoordigen, dan zal het verschil in fauna dikwijls veel minder groot blijken te zijn. Kan het ons dan verwonderen, dat men in het zelfde tijdvak gevormde gesteenten wel eens tot verschillende formatiën heeft gebracht, en omgekeerd afzettingen van een verschillenden ouderdom en van een zelfde karakter somtijds als vormingen uit een zelfde periode heeft beschouwd?

Men ziet het, de taak van den geoloog, die vroegere physischgeographische toestanden wil opsporen, is oneindig veel moeielijker dan men bij oppervlakkige beschouwing zou denken. Doch zelfs al zijn de sedimentaire vormingen, waaruit de bodem onzer vastelanden en eilanden samengesteld is, nauwkeurig bekend en is er in de rij der geologische formaties een plaats aan gegeven — een ideaal, waarvan wij nog zeer ver verwijderd zijn —, ook dan is de vraag naar de verdeeling van land en water in de verschillende tijdperken der aardgeschiedenis nog niet opgelost. Wanneer wij voor elke periode slechts de verspreiding der daarin gevormde maritieme afzettingen hadden na te gaan, om de grenzen der toenmaals aanwezige zeeën te leeren kennen, dan zou er eenmaal een tijd komen, waarin wij voor elk geologisch tijdvak nauwkeurige kaarten van de verdeeling van land en water zouden bezitten. Dat de wetenschap het echter eenmaal zoover brengen zal, geen geoloog zal het verwachten. Vele vroeger gevormde afzettingen immers zijn later weder weggevoerd geworden en het materiaal, waaruit zij waren samengesteld, werd tot den opbouw van andere sedimentaire vormingen gebezigd. Meer dan ruwe schetsen zullen deze kaarten dus nooit kunnen worden; slechts in enkele gevallen zal de geoloog in de gelegenheid zijn meer in bijzonderheden te treden en de juiste grenzen aan te geven.

Hoe onnauwkeurig zulke kaarten evenwel uit den aard der zaak

in de meeste gevallen zullen zijn, toch zullen zij ons niet alleen in staat stellen, in de ontwikkelingsgeschiedenis onzer continenten een blik te slaan, doch tevens menig belangrijk geologisch vraagstuk, ten opzichte waarvan wij op dit oogenblik nog in het duister rondtasten, helpen oplossen.

Verzamelen van feiten en van voorwerpen, die ons met feiten bekend kunnen maken, ziedaar dus de taak, die den geoloog in de eerste plaats opgelegd is. Doch ook door personen, die, hoewel zij van de geologie geen bepaald studievak hebben gemaakt, toch in deze wetenschap belangstellen, kunnen dikwijls belangrijke bouwstoffen voor zulke kaarten worden bijeengebracht. Reizigers in vreemde landstreken houden zich, gelijk wij in den aanvang van dit opstel reeds opmerkten, dan ook meer dan vroeger met het verzamelen van materialen voor de natuurkunde der verschillende landen bezig en uit hunne gegevens is reeds menig geologisch schetskaartje samengesteld kunnen worden. Maar ook in meer bekende streken blijft nog zóóveel te doen over, dat het waarschijnlijk niet overbodig is tot het verzamelen van voorwerpen en het maken van aanteekeningen aan te sporen. Vooral zij, die er niet tegen opzien zich vooraf de eerste beginselen der geologie eigen te maken, kunnen dikwijls over menig belangrijk vraagstuk licht helpen verspreiden.

In ons land is zulk een opwekking helaas! maar al te zeer op haar plaats; de belangstelling in de kennis van onzen bodem moet over het algemeen zeer gering genoemd worden; gewichtige gegevens, die de wetenschap van groot nut konden zijn, gaan daardoor verloren [1] en instellingen, die zoozeer den steun, niet alleen van de regeering doch ook van particulieren, noodig hebben, zouden daardoor meer aan haar doel kunnen beantwoorden.

Dat hierin spoedig verbetering moge komen en dat ook dit opstel er eenigszins toe moge bijdragen, is de wensch van den schrijver!

---

[1] *Hoe zelden bijv. worden in ons land de grondsoorten bij het boren van putten verzameld, en, al worden zij enkele malen verzameld, hoe zelden wordt dan de diepte, waaruit de grondproeve afkomstig is, nauwkeurig aangeteekend!*

Sneek, Januari 1888.