

# OVER VERSTEENINGEN ;

DOOR

Dr. T. C. WINKLER.

---

Er zijn in de natuur dingen en verschijnselen, die, hetzij door hunne grootheid en schittering, hetzij door de ontzaggelijke verwoestingen en omkeeringen, die zij veroorzaken, ten allen tijde de verbeelding van den mensch hebben getroffen en zijne verbazing of vrees hebben opgewekt. Uitbarstingen van vulkanen, aardbevingen, overstromingen, sneeuwvallen en dergelijke verschijnselen zijn het, die wij bedoelen. Maar er zijn ook integendeel anderen die, niet minder belangrijk voor den waarnemenden geest des natuuronderzoekers, langen tijd onopgemerkt gebleven zijn, omdat zij niets bezitten wat de aandacht der groote menigte kan trekken. Daartoe behooren voorzeker in de eerste plaats de lichamen, die men gewoon is fossilen, versteeningen of petrefakten te noemen, lichamen, die gedurende eeuwen bijna volkomen aan het wetenschappelijke onderzoek der natuurkundigen ontsnapt zijn. En inderdaad, op het eerste gezicht schijnen de fossilen ook geenszins geschikt om de belangstelling op te wekken. In de diepten der aarde begraven, zonder kleuren en dikwijls zelfs bijna onkenbaar van vorm, treffen zij het oog niet zoo als de kleurige bloemen des velds, het heerleger der vogels, de schitterende schelpen en hoornen der tropische zeeën en andere prachtige voortbrengselen der levende natuur. Maar anders wordt het, als wij nadenken over de oorzaken, waardoor die fossile lichamen zijn ontstaan; als wij vragen wat de geheimzinnige magt is, die zeeschelpen gebragt heeft verre van de zee in soms zeer harde gesteenten, diep in de aardkorst gelegen of op den top der hoogste gebergten; en als wij trachten na te gaan, hoe de schepselen van gedaante geweest

moeten zijn, welker overblijfselen aantoonen, dat zij zoo grootelijks verschillen van de wezens, die tegenwoordig de aarde bewonen.

Het woord „fossiel” heeft niet altijd in de wetenschap de beteekenis gehad, die wij er thans aan geven. Oudtijds noemde men fossilen alle lichamen, die in de aarde bedolven waren, en derhalve zoowel de kristallen en delfstoffen als de overblijfselen van georganiseerde lichamen. Echter onderscheidde men de laatsten min of meer door hen *fossilia heteromorpha* of *fossilia petrificata* te heeten, terwijl men de eigenlijke mineralen *fossilia nativa* noemde. Tegenwoordig is het gebruik algemeen aangenomen om den naam van fossilen te geven aan de overblijfselen van bewerkte ligchamen alleen. Men noemt thans fossilen brokken van dieren of van planten, die in de aardlagen bedolven en bewaard gebleven zijn, terwijl men de onbewerkte ligchamen mineralen of delfstoffen noemt.

Doch die bepaling van het woord fossiel is nog niet naauwkeurig genoeg. Er zijn natuurkundigen, die dat woord willen toepassen op zulke organische overblijfselen alleen, die eene volledige omzetting ondergaan hebben en steenachtig geworden zijn, en dus slechts op de eigenlijke versteeningen. Doch ten onregte, de versteening is slechts eene bijkomende omstandigheid, want in dezelfde terreinen kan men overblijfselen vinden, die volkomen in steen veranderd zijn, en tevens anderen, die hunne oorspronkelijke scheikundige kenmerken behouden hebben. Het woord versteening of petrificatie mag gemakkelijk zijn om het steenachtige voorkomen van een uit de aardlagen opgedolven ligchaam uit te drukken, maar nooit moet het verward worden met het woord fossiel, want het geeft slechts een toestand te kennen, die, wel is waar, dikwijls voorkomt, maar geenszins noodwendig is om een georganiseerd overblijfsel tot een fossiel te maken. Fossilen moet men noemen alle in de aarde bedolvene overblijfselen van bewerkte wezens, zij mogen versteend zijn of niet, omdat het feit der versteening zoowel zoologisch als geologisch van uiterst weinig belang is. Dat feit heeft geen den minsten invloed op de bepaling der soort, en het staat in geen verband met den ouderdom van het voorwerp. Desniettemin is het waar, dat het voor ons, Nederlanders, iets voor heeft fossilen versteeningen te noemen, immers een goed Hollandsch woord

voor fossilen bezitten wij niet, hoe rijk onze taal ook is, naar het zeggen van sommigen.

Men heeft niet zelden de vraag besproken, of men als fossilen zou moeten beschouwen de sporen en indruksele of afdruksels, die een dier in de lagen der aardkorst kan hebben achtergelaten, dan wel of daartoe de aanwezigheid van een gedeelte van het dierlijke of plantaardige ligchaam noodig is. Tegenwoordig is men het vrij algemeen eens om het woord fossiel in zijne ruimste beteekenis op te nemen, dat is om als fossilen te beschouwen alle sporen, die aantoonen, dat eene soort in zeker tijdperk geleefd heeft. Zoo zijn dus de voetsporen van kruipende dieren en vogels, de holen en gaten door boorwormen gemaakt, de versteende drekstoffen of kopolithen van kruipende dieren en visschen wel degelijk fossilen. En immers, het bestaan van de soort is de hoofdzaak, die aangetoond moet worden, en alles wat dat feit duidelijk bewijzen kan, vervult dat doel. Het is onverschillig, of dat bewijs steunt op de aanwezigheid van een gedeelte van het dier, of wel op een spoor of een indruksele, dat het in een gesteente heeft achtergelaten, voor dat het laatste verhardde.

Eene der beste definitiën, die er van het woord fossiel gegeven zijn, is voorzeker die van den geleerden concholoog DESHAYES. Zij luidt aldus: „Een bewerktuigd fossiel ligchaam is een zoodanig, dat op een onbekend tijdstip in de aarde bedolven geworden is, dat er in bewaard gebleven is of dat er ondubbelzinnige bewijzen van zijn bestaan in heeft achtergelaten.” Het is waar, dat men dan ook fossilen moet noemen bij voorbeeld beenderen en schelpen, die dagelijks door rivieren en de zee op het strand worden geworpen en met slijk overdekt, maar waarvan het tijdstip, waãrop zij bedolven geworden zijn, ook onbekend is. Doch het is hoogst moeilijk eene grens te trekken tussehen zulke voorwerpen, die men voorgeslagen heeft subfossilen of moderne fossilen of humatilen te noemen, en de echte fossilen. De bekende Zwitsersche geleerde PICTET wil, dat men het onderscheid bepalen zal naar het geologische tijdvak, waarin de lagen, die de fossilen bevatten, zijn gevormd. Indien de laag niet ontstaan kan zijn dan onder den invloed van oorzaken, die in den tegenwoordigen toestand van den omtrek niet meer werken, als zij bij voorbeeld in

zee- of rivierwater gevormd is, op plaatsen, die thans altijd en volkomen boven water liggen, dan zijn de bewerktuigde lichamen, die zij bevat, echte fossilen. Als in tegendeel het terrein zijn oorsprong te danken heeft aan omstandigheden, die nog heden ten dage bestaan, verdienen de organische overblijfselen, die het bevat, geen anderen naam dan dien van subfossilen of humatilen, althans niet dien van fossilen. Laat ons nu kortelijk onderzoeken, hoe de fossilen ontstaan en hoe zij zich voordoen.

Wij weten, dat wij aan CONSTANT PRÉVOST het schrandere denkbeeld te danken hebben om uit de kennis van hedendaags werkende oorzaken af te leiden, hoe de voormalige toestanden der aarde geweest zijn. LYELL vooral is de man, die door zijn grooten invloed veel bijgedragen heeft om dat denkbeeld algemeen ingang te doen vinden. En zoo als het dus mogelijk is om uit feiten, die wij dagelijks kunnen waarnemen, veel te kunnen verklaren wat in vorige tijden gebeurd is, zoo kunnen wij ook daardoor verklaren, hoe de fossilen zijn ontstaan.

De meeste stroomende wateren stuwen steenen, zand en slijk voort en brengen die stoffen op plaatsen waar zij kunnen bezinken. De zwaarste voorwerpen, keijen, bezinken het eerst; daarna het fijnere grind; dan het zand; en eindelijk een ontastbaar fijn slijk. Zodoende ontstaan er lagen van verschillende stoffen. Iets dergelijks gebeurt er ook in de zee en in meren: de beweging van het water door stroomen, winden en het getij knaagt de kusten af, houdt de afgeknaagde stoffen eenigen tijd zwevende en zet die eindelijk, als het water rustiger wordt, in lagen af. Gaat dat proces langen tijd voort, dan ontstaan er dikke lagen. De studie der aardlagen nu heeft geleerd, dat de meeste lagen, die de aardkorst zamenstellen, duidelijk aantoonen, dat ook zij op dezelfde wijze bezonken zijn. Alle geologen zijn het tegenwoordig eens, dat de gestratificeerde formatiën zonder den minsten twijfel eens uit het water bezonken of afgezet zijn.

Doch met zandkorrels en slijkdeeltjes verspreiden de wateren ook bewerktuigde lichamen en doen ze daarmee bezinken. Die bewerktuigde lichamen zijn niet slechts dieren en planten, die in het water leven, maar ook zulken, die op het drooge behooren, doch door overstromingen of andere oorzaken in het water geraakt zijn. De doode

ligchamen der dieren verrotten als zij eenigen tijd in het water gelegen hebben; weldra gaan de zachte deelen verloren en slechts het geraamte alleen blijft er over. Gewoonlijk zijn die harde deelen zwaarder dan water: zij zinken, en weldra worden zij met eene min of meer dikke laag zand of slijk bedekt. Op die wijze worden ook de doode schelpdieren, die in het zand van den bodem des waters leefden, in sliblagen bedolven. Zoo gaat het ook met alles wat in het water zinkt, rottende bladeren, tanden van dieren enz.

Zoo in het zand of slijk begraven blijven die ligchamen, fossilen mogen zij nu reeds heeten, niet lang bestaan, als de deeltjes van het zand namelijk geheel los van elkander blijven. Maar somtijds worden zulke bezinksels tot vaste, zamenhangende massa's. Om dat vast worden te verklaren, onderscheiden de geologen twee soorten van afzetsels, chemische en mechanische. De eersten zijn zulken, waarvan het water een scheikundig ligchaam in oplossing bevatte. Als eene bijzondere oorzaak het nederploffen van de vaste gedeelten dier oplossing bewerkt, wordt het afzetsel veelal in eens vast. Zoo bij voorbeeld zet de koolzure kalk, die in oplossing bleef door eene overmaat van koolzuur of door een hoogen warmtegraad, zich af, zoodra die oorzaken ophouden, en vormt min of meer vaste gesteenten op den bodem der wateren, zooals b. v. de travertino in Italië. Mechanische afzetsels integendeel noemt men zulken, waarvan de deeltjes niet meer in het water drijvende kunnen blijven en door hunne eigene zwaarte zinken en vast opeen pakken. In deze gevallen worden de lagen slechts vast als het water tevens stoffen bevat, die haar doordringen en aaneenlijmen. Hoogst waarschijnlijk echter zijn bij de meeste lagen der aardkorst beide genoemde oorzaken, doordringing van een water, dat een mineraal in oplossing houdt, en werktuigelijke drukking, vereenigd werkzaam geweest om uit de losse bezinksels harde gesteenten te vormen.

Zoo als het nu met de stoffen gaat, waaruit de bezinksels bestaan, gaat het ook met de bewerktuigde overblijfselen, die er in bedolven geraken: met het afzetsel worden zij tot steen omgezet en blijven zodoende bewaard. De lagen, die hen bevatten, zijn vast geworden en de overblijfselen, nu echte fossilen geworden, vertoonen zich daarin

op onderscheidene wijzen, die men kennen moet om dwalingen in hunne determinatie te voorkomen.

Sommige overblijfselen zijn bewaard gebleven met al hunne kenmerken, en de eenige verandering die zij vertoonen is, dat hunne organische moleculen verdwenen zijn. Zoo b.v. vindt men beenderen, die slechts hunne dierlijke gelei verloren hebben en gelijk geworden zijn aan beenderen, die gedurende eenige jaren in de aarde begraven of aan den invloed van lucht en regen zijn blootgesteld geweest. Ook ziet men schelpen, die slechts uitgebleekt zijn en, daar zij de bewerktuigde deeltjes verloren hebben, die hun primitief weefsel vormden, broozer zijn dan levenden. En somtijds zelfs is de verandering nog minder merkbaar, want men vindt beenderen van den holenbeer, die nog een weinig gelei bevatten, alsmede fossile schelpen, die weinig minder kleurig zijn dan levenden. De scheikundige zamenstelling der lichamen heeft een zeer grooten invloed op de fossilisatie en op hun bewaard blijven. Zoo duren de tanden langer dan de beenderen, deze langer dan de hoornen en schilden; de beenderen van zoogdieren zijn vaster dan die van visschen, het harde bekleedsel der schaaldieren vergaat minder spoedig dan de dekschilden van insekten enz.

Doch mogen wij in betrekkelijk jonge lagen zulke uitnemend bewaard geblevene fossilen vinden, in de oudere lagen hebben de fossilen gewoonlijk een geheel ander voorkomen dan de levende wezens. Niet zelden versteenen de voorwerpen volkomen, dat is delfstoffelijke vloeistoffen doordringen ze zoodanig, dat de organische moleculen vervangen worden door anorganische, die den vorm van het weefsel behouden, terwijl zij hun uitzigt en voorkomen geheel veranderen. Men heeft nog geen volkomen voldoende verklaring van zulk eene versteening gegeven, in weerwil van de schrandere proeven van GÖPPERT, die er in geslaagd is om versteend hout te maken, door het in oplossingen van kwarts, kalk en metaalachtige zelfstandigheden te dompelen.

De meeste versteeningen zijn van kleur veranderd en zijn zwaarder geworden. Koolzure kalk en kwarts, hetzij in amorphen, hetzij in gekristalliseerden toestand, zijn de meest voorkomende versteenende stoffen.

Kalk- of kwartshoudende bronwateren zijn de grootste oorzaken van

het ontstaan van versteeningen: zij veranderen mossen, stroo, struiken en takken in kalk- en kwartsmassa's. Kalk en kwarts zijn de best bekende en meest aanwezige stoffen, waardoor andere dingen versteend worden. Doch ook zijn vele in de aardlagen begraven beenderen en schelpen in metaalmassa's en vele plantendeelen in aardpikhoudende massa's, gelijk steenkool, veranderd, en niet zelden zijn de vormen van boomstammen zeer volkomen in zandsteenlagen bewaard gebleven. Wij kunnen hier niet uitvoerig spreken over de vele wijzen, waarop bewerkte overblijfselen in de aardkorst bewaard blijven, maar willen toch met een enkel woord melden, hoe de meest gewone omstandigheden zijn, waaronder dat bewaard blijven plaats heeft. Eene schelp bij voorbeeld wordt begraven in eene kalkhoudende slijklaag, en bestaat op dien oogenblik uit koolzuren kalk en een weinig dierlijke stof. Blijft zij daarin begraven, dan hebben er weldra scheikundige veranderingen plaats, de dierlijke stof wordt ontleed, zij verdwijnt in den toestand van gas, en hare plaats wordt door kalk ingenomen. Als er eene ijzeroplossing in het slijk aanwezig is, zal de zwavelwaterstof, die door de verrotting der dierlijke stof ontstaat, zich vereenigen met het ijzer, en de schelp zal omkorst worden met glinsterende pyrietten of kristallen van zwavelijzer. Wordt de geheele kalkachtige slijkmasa in een kalkgesteente veranderd, dan zal ook de schelp mede hard en steenachtig worden, maar zal toch tevens hare gedaante behouden, ja zelfs de fijnste groefjes en verhevenheden harer oppervlakte blijven vertoonen. Nu kan het gebeuren, dat er koolzuurhoudend water in het kalkgesteente dringt: de schelp zal geheel en al opgelost worden en er zal slechts eene holte overblijven van vorm volkomen gelijk aan de schelp. Dan kan er weder iets anders geschieden, kwartshoudend water kan door de poriën van het gesteente dringen en de holte zal geheel gevuld worden met kwarts. En zoo als zij met kwarts gevuld kan worden, kan het ook gebeuren met gekristalliseerden koolzuren kalk, met zwavelijzer, ja zelfs met een zacht kleiachtig bezinksel, dat tot poeder gewreven kan worden. Al die veranderingen nu zijn mogelijk en komen zelfs zoo dagelijks voor, dat zij bij alle palaeontologen bekende dingen zijn; en gelijk het met eene schelp gaat, gebeurt het eveneens met eene tand, een been, een

vischschub, een brok koraal, het netwerk van een boomblad of de houtachtige vezels van een boomstam. De structuur, het weefsel van het bewerktuigde voorwerp blijft altijd min of meer bewaard en vormt den grondslag of de basis van de versteenende oplossing, die er indringt en er doordringt en haar vervangt, deeltje voor deeltje, zonder de schikking te verstoren van de deeltjes, die haren kenmerkenden vorm bepalen. Het is die vorm of dat uiterlijke karakter, dat den natuurkundige in staat stelt om versteende wezens te vergelijken en te rangschikken met de hedendaags levende planten en dieren, en het is die innerlijke schikking van cellen en vezels, die door het vergrootglas wordt aangetoond en hem in staat stelt beenderen te onderscheiden van schelpen, vogelbeenderen van zoogdierbeenderen, het weefsel van varens van dat van tweezaadlobbige planten enz.

In al die verschillende gevallen heeft het voorwerp zijne normale gedaante behouden, doch er zijn ook wijzen van fossilisatie, die het oorspronkelijke uitzigt van het voorwerp wijzigen en veranderen en het soms onkenbaar maken. Somtijds dringt de min of meer vloeibare stof, waarin een hol ligchaam, bij voorbeeld eene schelp of een zeeklit ligt, in de holte en vult die geheel op. Na het vastworden dier stof kan het gebeuren, dat het voorwerp zelf vernietigd wordt, er blijft dan niets over om aan te toonen, dat het eenmaal bestaan heeft, als de vaste klonter, die in zijn binnenste is gevormd en die op zijne oppervlakte de inwendige vormen van de schelp vertoont. Zulke lichamen heet men kernen, *moules*. Als de schelp zeer dun is, verschilt de vorm van de kern gewoonlijk weinig van dien der schelp zelve, maar als hij dik is, wordt het verschil des te grooter en bij de determinatie wordt het niet zelden zeer moeilijk geen fouten te begaan. Men kan zich van die verschillen het best overtuigen door eene hedendaagsche schelp met was te vullen en die vervolgens in een zuur op te lossen: de overblijvende klomp was is een echte kern.

Het kan ook gebeuren, dat het fossiel verloren gegaan is na het vastworden van de aardlaag, en dat men geen andere blijken vindt, dat het eenmaal bestaan heeft, dan door het gedeelte van het gesteente, dat er onmiddellijk mede in aanraking geweest is en er den vorm van heeft aangenomen. Zoo iets noemt men een afdruksel, *empreinte*:



het beantwoordt wel aan de buitenste oppervlakte der schelp, doch vertoont hol wat bij deze bol was en omgekeerd.

Met gips of was of getah-pertsja kan men, als de empreinte stevig genoeg is, de ware gedaante van het voorwerp namaken.

Eindelijk, nogmaals in de vooronderstelling dat het fossiel vernietigd is na het vastworden van de laag, als de stof niet in zijn binnenste gedrongen is en geen kern heeft gevormd, kan het gebeuren, dat eene vloeistof dringt in de holte, die er door de vernietiging van het dier is gevormd en den algemeenen vorm van die holte aanneemt, van de holte, welker wanden zijn wat wij een empreinte hebben geheeten. Als die nieuwe vloeistof nu vast wordt, zal zij naauwkeurig de uitwendige gedaante van het dier wedergeven en zal dan vertoonen wat men gewoon is een tegenafdruk sel, een *contre-empreinte* te noemen. Die *contre-empreinte* zal in het eerste opzigt op een versteend fossiel gelijken, maar, zooals LYELL te regt opmerkt, zij zal er van verschillen, zooals het bronzen standbeeld verschilt van den man, dien het moet voorstellen: de uitwendige oppervlakte is gelijk, maar van binnen behoeft men naar geen spieren, beenderen of andere organen te zoeken.

Hebben wij dus nu kortelijk beschouwd wat fossilen zijn en hoe zij ontstaan, wij zullen ons nu eenige oogenblikken bepalen bij de wetenschap, die zich uitsluitend met het bestuderen dier lichamen bezig houdt, en die men de palacontologie, de leer der uitgestorvene wezens, noemt. Wij willen een vlugtigen blik werpen op de geschiedenis dier wetenschap.

In de geschriften der wijsgeeren en natuurkundigen der oudheid vinden wij reeds uitdrukkingen, die ons bewijzen, dat de fossilen in het algemeen geenszins aan de opmerkzaamheid van sommigen onder hen ontsnapt zijn. De aardrijkskundige STRABO meldt eenige feiten, waaruit blijkt, dat de oude Wijzen in de fossilen bewijzen zagen van veranderingen en omkeeringen, die er eens in de aardkorst hadden plaats gehad. ERATOSTHENES, die ten tijde der PTOLOMEËN leefde, zag in de aanwezigheid van zeeschelpen op een afstand van twee of drie duizend stadiën van de zee bewijzen van groote veranderingen van de oppervlakte der aarde. XANTHIUS van Lydie zeide, dat men ver

van de zee zooveel steenen in den vorm van schelpen ziet, dat men daardoor overtuigd moet worden, dat de vlakten, waarin zij gevonden worden, eenmaal door de zee overdekt waren geweest. LYELL herinnert in zijne *Principles of Geology* de cosmogonische leer der Egyptenaren, wier priesters met het bestaan van fossilen bekend waren en aan periodieke overstromingen der aarde geloofden. De zelfde schrijver haalt eene oude Arabische overlevering aan, die stelde, dat alle 36425 jaren de geheele dierlijke bevolking op de oppervlakte der aarde vernieuwd werd door een paar dieren, mannetje en wijfje van elke soort. Ook PLATO en PYTHAGORAS en vooral ARISTOTELES, PLINIUS en SENECA kenden fossilen, en zelfs de verbeelding van sommige poëten werd er door getroffen: OVIDIUS spreekt in zijne *Metamorphosen*, Lib. XV, v. 260, van zeeschelpen, die op de toppen der bergen gevonden worden.

Echter heeft geen natuurkundige van dat tijdvak zich ooit ernstig met de studie der fossilen bezig gehouden, en tot in het laatst der XV<sup>e</sup> eeuw der christelijke jaartelling ontmoet men slechts onbepaalde en zeer onvolledige begrippen omtrent die voorwerpen. Maar des niet te min is het opmerkelijk, dat niemand in die oude tijden er aan twijfelde, of de vorming der fossilen stond in verband met veranderingen in de vormen van zee en land, of met veranderingen in de hoogte van het water des oceaans op zekere plaatsen van de aardoppervlakte. Veel later eerst ontstonden er wonderlijke dwaalbegrippen, die tegen die zoo eenvoudige waarheid indruischten.

In het begin der XVI<sup>e</sup> eeuw vooral trok het veelvuldig ontdekken van fossilen de aandacht van sommige geleerden, die zich rekenschap zochten te geven van de aanwezigheid van zeeschelpen op de bergen ver van de zee. Dat feit scheen toen zoo moeilijk te verklaren, en de aanwezigheid dier lichamen op die plaatsen werd als zoo onbestaanbaar met de wetten der natuur beschouwd, dat het eerste denkbeeld, dat zich opdeed, was, te ontkennen, dat die „gefigureerde steenen”, zoo als men ze toen noemde, werkelijk overblijfselen van dieren waren, en men schreef hunne vorming toe aan spelingen der natuur, *lusus naturae*. Zelfs wilden sommigen, dat slechts eene verhitte verbeelding uit die gefigureerde steenen schelpen en beenderen

kon maken. De gelijkheid dier voorwerpen met schelpen enz., zeiden zij, is niet wezenlijker dan de illusïën, die ons soms in de vormen der wolken torens, kasteelen, schapen enz. doen zien.

OLIVIER VAN CREMONA is een der eersten, die dit klaarblijkelijke dwaalbegrip verdedigde. Vreemd is het, dat het nog in het begin der XVIII<sup>e</sup> eeuw, in 1726, bestreden moest worden, hoewel ten gevolge van eene grove dwaling, die een gevolg was van eene mystificatie. Zij bestond hierin: Een jezuit, RODRICH geheeten, liet eenige nagemaakte fossilen maken en die in de aarde begraven. Zij werden door jongens opgegraven en gebragt aan prof. BEHRINGER, te Wurzburg, die hen voor echt aannam en eene dissertatie schreef om hen te verklaren. Dat boek van BEHRINGER is onder anderen in Teylor's bibliotheek te Haarlem aanwezig, en in het palaeontologische museum van die zelfde stichting vindt men eenigen der nagemaakte fossilen van BEHRINGER.

Maar eindelijk dwong de kracht der waarheid de geleerden om de fossilen te houden voor hetgeen zij werkelijk zijn, en ten gevolge daarvan ging men weldra trachten om verklaringen te geven. Zoo beweerde ANDREA MATTIOLI, dat de fossilen ontstonden ten gevolge van zekere *materia pinguis* of vette stof, die door de hitte in gisting werd gebragt. Door zijne eigene waarnemingen was het hem gebleken, dat poreuze lichamen, zooals beenderen en schelpen, zeer wel in steen veranderd konden worden, omdat zij doordringbaar waren voor hetgeen hij het „steenvormende vocht” noemde. Sommige geleerden, zooals RUMPHIUS, TOURNEFORT en CAMERARIUS, dachten, dat de vormkracht, *nisus formativus*, der natuur, die verborgene en geheimzinnige magt, waaraan men toenmaals de *generatio spontanea* toeschreef, ook wel gedaanten van schelpen in gesteenten kon scheppen, even goed als op de aarde of in de wateren. Dezelfde oorzaken, die de moleculen noodzaken zich te rangschikken om de verschillende voorwerpen der levende natuur te vormen, schenen voor die natuurkundigen ook zeer wel in staat te zijn om in het binnenste der gebergten steenachtige moleculen te noodzaken zich te rangschikken tot gefigurerde steenen. PLOT verdedigde die ideën nog in 1677, en de groote geleerdheid van FALLOPIUS in anatomie en physiologie belette

hem niet te beweren, dat de fossile schelpen het product waren van eene onderaardsche gisting, en dat de slaglanden van olifanten, die in Italië in de gebergten gevonden werden, niets dan toevallige zamenklonteringën, *concretiones*, waren. Ja zelfs ging hij zoo ver van het voor niet onwaarschijnlijk te houden, dat ook de vazen van Monte Testaceo te Rome eveneens natuurlijke voortbrengselen van den aardbodem waren. Eenige geleerden, zoo als MERCATI, schreven aan de sterren zekeren invloed op die gisting toe en zagen daarin de oorzaak van de verschillende vormen der fossilen.

Andere schrijvers, waaronder LUIDIUS, LANG en QUIRINI genoemd moeten worden, dachten, dat die gefigureerde steenen hun ontstaan te danken hadden aan dierlijke kiemen. Zij dachten, dat de dieren van het drooge en vooral die van het water zaaddeeltjes of kiemen verspreidden, die, door het water, langs barsten en scheuren in de gesteenten gebragt, op die onderaardsche wegen verre weg naar het binnenste der gebergten werden gevoerd. Daar vonden die kiemen plaatsen gunstig voor hunne ontwikkeling, en in hunnen groei bewaarden zij de gedaante hunner ouders, terwijl zij doordrongen werden met de stof van het gesteente, waarin zij zich bevonden.

SIMONE MAJOLI (1597) dacht, dat de fossilen wel door de vulkanen konden zijn uitgeworpen.

Eindelijk kregen enkele geologen, en in het bijzonder E. BERTRAND, denkbeelden, die minder dwaas waren. Zij geloofden, dat de gefigureerde steenen van de schepping van MOZES dagteekenden en gevormd waren gelijk de kristallen, ten zelfden tijde als de gebergten en als alle geschapene ligchamen.

Die verschillende theoriën waren evenwel weinig geschikt om zonder tegenspraak aangenomen te worden, ook werden zij sedert het begin der XVI<sup>e</sup> eeuw, dat is sedert den tijd waarop zij ontstonden, bestreden door zulke natuurkundigen, die in de fossilen echte overblijfselen van dieren en planten zagen. Het was in het eerst op beschroomde wijze en later meer stoutmoedig, dat eenige heldere hoofden het denkbeeld durfden te uiten, dat de gefigureerde steenen overblijfselen van bewerktuigde wezens waren, afgezet door het water, dat eens de aarde had overdekt en de lagen gevormd, waarin zij gevonden worden.

Onder de geleerden, die zich veel moeite gaven om deze zienswijze te doen zegepralen, vinden wij in de eerste plaats twee mannen, reeds op andere wegen beroemd geworden. De een is de beroemde schilder LEONARD DE VINCI, die, belast om het opzigt te houden over het graven van een kanaal, getroffen werd door het gezigt van eenige fossilen, die bij die gelegenheid aan het daglicht kwamen, en daarop trachtte te bewijzen, dat het water alleen die voorwerpen daar kon hebben gebracht. De andere is een man, die langen tijd miskend is en dien onze eeuw toch eindelijk regt heeft laten weervaren, BERNARD DE PALISSY, de uitvinder van het maken van porcelein in Europa, die het eerst, te Parijs in 1580, waagde te beweren, dat de gefigurerde steenen door de zee in de lagen der aardkorst waren gebracht.

Dit denkbeeld werd door onderscheidene natuurkundigen aangenomen en met warmte verdedigd, vooral door CARDAN (1582), IMPERATO (1599), CESALPINUS FRASCATORE, FABIO COLONNA, LEIBNITZ, LISTER en anderen, maar hoe natuurlijk het ons ook voorkomt, had het toch nog zijne tegenstanders. De tijd en nieuwe ontdekkingen deden echter de waarheid zegepralen, en het gevoelen, dat de fossilen door de wateren zijn afgezet, werd eindelijk algemeen aangenomen.

Doch toen dit eerste en voornaamste punt uitgemaakt was, vertoonde zich de groote moeilijkheid om de oorzaak aan te wijzen, waardoor het verblijf van de wateren der zee op de bergen en de tegenwoordige vaste landen verklaard kon worden. Het denkbeeld, dat door de meeste geleerden van de tweede helft der XVII<sup>e</sup> eeuw gehuldigd werd, was, dat de fossilen monumenten waren van een algemeen zondvloed, en dat zij aangebragt waren door de groote overstroming, waarvan de Heilige Schrift spreekt, en toen de wateren zich boven de toppen der hoogste bergen verhieven.

Ongelukkig waren te dien tijde de theologen zeer genegen om te meenen, dat de grondslagen der godsdienst door de geologische theoriën werden ondermijnd. In de XVI<sup>e</sup> eeuw had men de mannen, die beweerden, dat de fossilen werkelijk overblijfselen van dieren waren, voor kettors en vijanden van de Heilige Schrift gehouden, omdat hunne ideën strijdig schenen te zijn met de orde der schepping, zoo als die door MOZES wordt verhaald. Maar in de XVII<sup>e</sup> eeuw inte-

gendeel hield men voor ketters allen, die niet geloofden, dat de fossilen werkelijk overblijfselen van levende wezens waren; de theologie verzoende zich met dat denkbeeld, omdat zij daarin het bewijs zag van den zondvloed uit den Bijbel. Doch toen ook zag men ketters en tegenstanders van het getuigenis der Heilige Schriften in de mannen, die geen kans zagen om alles te verklaren door eene enkele algemeene overstroming, en die geloofden, wat in onze dagen eene algemeen aangenomene waarheid is, dat er in verschillende tijdvakken onderscheidene aardlagen zijn gevormd, en dat er verplaatsingen en omkeeringen in de lagen zijn gebeurd, waardoor de schors der aarde groote veranderingen heeft ondergaan. Het gemak, waarmede men in die eeuw iemand van ketterij verdacht kon maken, en het gevaar, dat met eene beschuldiging van ketterij verbonden was, droegen er veel toe bij om de wetenschap, die bovenal aan vrijheid behoefte heeft, te verlammen en haren vooruitgang te keeren; bijna eene geheele eeuw ging verloren in onvruchtbaar twistgeschrijf.

SCILLA, een beroemd Italiaansch dierenschilder, die omstreeks 1570 leefde, mag als een der eerste grondvesters van die diluviaansche of zondvloed-theorie beschouwd worden. Na hem werd zij door sommige schrijvers in min of meer schrandere hypothesen ontwikkeld, doch die meest allen verre van de waarheid verwijderd waren, en werkten zodoende krachtig mede in het tegenhouden van den voortgang der wetenschap, daar zij niet zelden den strijd op een geheel vreemd veld overbragten. Onder die schrijvers moet vooral BURNET genoemd worden, die in een werk, dat door BUFFON te regt een historische roman genoemd wordt, de geheele geschiedenis der wereld van het paradijs tot het zalige duizendjarig rijk verklaart. Zelfs MILTON's verbeelding nam de vlugt niet van de visioenen van BURNET. Hij schilderde tooneelen van de schepping en den zondvloed, den chaos en het paradijs. Hij verklaarde, waarom de aarde vóór den vloed eene eeuwige lente genoot, toonde aan, hoe de aardkorst barsten en spleten kreeg door de stralen der zon, zoodat de wateren van den zondvloed uit de onderaardsche kolken opstijgen konden, en profeteerde, dat eens alle dingen op aarde zouden vergaan, uit welken tweeden chaos een nieuwe hemel en eene nieuwe aarde zouden ontstaan,

waarop het duizendjarige rijk zou aanvangen. Ook moeten wij hier niet vergeten te melden, dat WHISTON de kometen eene groote rol laat spelen in het aantrekken en verplaatsen der wateren.

De theorie van het vervoer van alle fossilen door een enkelen grooten vloed heeft te veel zwakke punten om niet te begrijpen, dat zij reeds in het eerst van haar ontstaan aangetast moest worden, ten minste in zooverre als de vrees om zich de vijandschap der theologen op den hals te halen zulks niet belette. In die dagen kende men wel is waar nog de feiten niet, die voor ons zoo duidelijk bewijzen, dat de tegenwoordige toestand van de aardkorst het gevolg is van eene onafgebrokene reeks van veranderingen in den vorm der vaste landen en in de grenzen van den oceaan, maar de omstandigheden, die beletten om alles door eene enkele overstrooming te verklaren, spreken zoo luide, dat zij toen ter tijde reeds vele natuurkundigen troffen. De verschillende ligplaatsen der fossilen, hunne aanwezigheid in de hardste gesteenten en zelfs in het binnenste der gebergten, het schuins liggen, ja zelfs op den kant staan van vele lagen der gesteenten, en andere dergelijke feiten zijn zoo slecht overeen te brengen met het denkbeeld van een enkele plotselinge en kortstondige cataclysmen, dat sommige geleerden, liever dan dat te gelooven, er toe kwamen om aan de wezenlijkheid der fossilen te twijfelen en ze toeschreven aan spelingen der natuur. Doch weldra stonden er mannen op, die in plaats van die zondvloed-theorie iets beters trachtten te geven. QUIRINI (1676) beweerde, dat de wateren van den zondvloed geen zware voorwerpen, zoo als de versteeningen waren, op de toppen der bergen kon nedergelegd hebben, daar, zoo als BOYLE aangetoond had, de beweging van het water der zee zich nooit tot op eene groote diepte uitstreckte; want zelfs al gingen de golven zes of zeven voet hoog, toch was het water op eene diepte van vijftien vademmen volkomen zonder beweging. En nog veel minder, zeide hij, konden de schelpdieren, zoo als sommigen beweerden, in die wateren van den zondvloed geleefd hebben, want de duur van dien vloed was zeer kort en de hevige stortregens moesten de zouthed van het zeewater benomen hebben. QUIRINI was de eerste schrijver, die het waagde te beweren, dat de zondvloed van NOACH zich niet over de

geheele aarde had uitgestrekt. STENON in 1669 en HOOKE in 1688 beweerden, dat de fossilen noodzakelijk eenmaal onder water gelegen hadden, bedolven in horizontale aardlagen en dat die lagen later opgeheven, op den kant gezet en zelfs omgetuimd waren, hetzij door aardbevingen, hetzij door het ontsnappen van onderaardsche gassen. Ook RAY, MORE, GESSNER en anderen ondersteunden en ontwikkelden dat denkbeeld, waaraan BUFFON de hulp van zijn fraaijen stijl leende. Ofschoon de geologische theoriën van BUFFON een mengsel van goede denkbeelden en van dwaalbegrippen zijn, deed de populariteit zijner geschriften toch de wetenschap vooruitgaan en de zondvloed-theorie geraakte weldra volkomen in vergetelheid. En dit gebeurde niettegenstaande BUFFON door de Sorbonne genoodzaakt werd openlijk te herroepen, dat hij geloofde, dat »de wateren der zee de bergen en dalen hadden voortgebracht en dat het regenwater, strevende om alles gelijk te spoelen, eens het geheele land in de zee zou brengen, maar dat daarop de zee weder nieuwe landen zou vormen, gelijk die wij nu bewonen." Dat gezegde moest hij herroepen, maar desniettemin wordt zijne leer gehuldigd door elken geoloog tot op dezen dag.

Tot in deze dagen is de geschiedenis der geologie ook die der palaeontologie, maar beide wetenschappen worden des te meer op zich zelf staande takken van kennis, hoe vaster de grondslagen worden, waarop zij zijn gebouwd. Wij kunnen hier niet over de eigenlijke geologie spreken, en moeten ons bepalen tot de herinnering, dat zij in het laatst der XVIII<sup>e</sup> eeuw een grooten vooruitgang maakte, vooral te danken aan de studie van de onderscheidende kenmerken der terreinen en de classificatieproeven, die men daarop nam. WERNER en DE SAUSSURE zijn de twee grootste namen van dit tijdvak: WERNER beroemd door zijne onderzoekingen van de in lagen liggende gesteenten; DE SAUSSURE door zijne studie van de vuurvormingen en primitive gesteenten. Ook kunnen wij hier den strijd der Neptunisten en Plutonisten niet volgen, die beide scholen, die in hunne hevige twisten niet zelden de waarheid voorbij zagen, omdat zij beiden meenden dat zij uitsluitend op hunne zijde was; en evenmin mogen wij ons thans verdiepen in de talrijke en schitterende geologische ontdekkingen, die het begin der XIX<sup>e</sup> eeuw hebben gekenmerkt. Bekend is



het, hoe de toestand der wetenschap veranderd is, en hoe zij vooruitgegaan is door de schoone werken van een ELIE DE BEAUMONT, een PRÉVOST, een LEOPOLD VON BUCH, een MURCHISON, een LYELL. Genoeg dat wij thans die groote namen herinneren; wij keeren tot de eigenlijke palaeontologie terug.

De kennis der fossilen vertoonde zich reeds terstond bij haar ontstaan op eene wijze, die door jaren lange ondervinding gebleken is de regte te zijn, dat is door beschrijvingen en afbeeldingen van fossilen en door hen met levende wezens te vergelijken. Reeds uit het laatst der XVI<sup>e</sup> eeuw hebben wij eenige goede figuren door BAUHINUS (1598) gegeven; en uit de XVII<sup>e</sup> eeuw hebben wij de werken van LACHMUND (1669), van SCILLA (1670), die, onder anderen, fossile haaijetanden met tanden van levende haaijen vergeleek, van REISK (1684), van VOIGT en VULPIUS (1667), die zich met de kennis der visschen, met de ichthyologie, bezig hield, en van BOCCONE (1674), die verschillende goede waarnemingen bekend maakte. Het begin der XVIII<sup>e</sup> eeuw zag de nuttige werken van SCHEUCHZER en LANG over de Zwitsersche fossilen verschijnen. Het zou ons te ver voeren, als wij hier alle werken wilden opsommen, die nu in verschillende landen de kennis verspreidden van de organische overblijfselen, die in de lagen der aardkorst begraven liggen, en die, terwijl zij lust tot onderzoek inboezemden, den weg voor belangrijker werken baanden. De groote verzameling platen van KNORR en WALCH (1755—1773) is voorzeker eene der belangrijkste. En na dit werk mogen hier genoemd worden de beschrijvingen en afbeeldingen van SCHROETER (1774) en BOURGUET (1778), de *Oryctographie de Bruxelles* van BURTIN, de werken van GUETTARD, van DE LUC, van STERNBERG, SCHLOTHEIM, de geschiedenis van den Pietersberg bij Maastricht van FAUJAS ST. FOND, de geschriften van onzen landgenoot CAMPER en eene menigte anderen.

In al die werken zijn de feiten met min of meer oordeel verzameld en opgeteekend, maar men treft er geene enkele poging in aan om tot algemeene uitkomsten en wetten te komen, of ten minste zijn die pogingen gebrekkig en onvolkomen. Het was voor onze eeuw bewaard om de palaeontologie op wijsgeerige grondslagen te vestigen en haar gevolgelijk tot den rang van eene bepaalde wetenschap te

verheffen. Toen ontving zij een aanstoot en verkreeg eene ontwikkeling zoo groot als de geschiedenis der wetenschappen moeilijk een tweede voorbeeld zal aanwijzen, en tevens wierp zij een onverwacht helder licht op de geologie. Het is aan het groote genie, dat GEORGE CUVIER heette, dat die veranderingen te danken zijn, en zijne *Recherches sur les ossements fossiles* zullen steeds een der schoonste vruchten van den menschelijken geest blijven. Tot CUVIER klimmen bijna alle denkbeelden op, alle theoriën en waarnemingen, die de laatste veertig jaren ontwikkeld en uitgebreid hebben, en de geest zijner werken is het, die, den gang der wetenschap leidende, den aanstoot gegeven heeft tot het doen van ontdekkingen, zoo talrijk en zoo merkwaardig, dat zelfs menschen vreemd aan wetenschappelijke nasporingen daardoor getroffen zijn geworden. Wel is waar heeft men in de laatste jaren getracht den oorsprong der wetenschappelijke palaeontologie hooger te doen opklimmen dan tot CUVIER. Het is zonder twijfel waar, dat die beroemde anatoom reeds eenige bouwstoffen gereed vond — maar dat is de geschiedenis van alle ontdekkingen. De ware auteur is slechts hij, die leven geeft aan onontwikkelde kiemen, die zonder hem nutteloos en zonder gevolg zouden gebleven zijn. Ook is het waar, dat een mensch nooit geheel alleen werkt en dat hij gebruik maakt van de werken van anderen, waaraan hij overigens niet zelden den aanstoot gegeven heeft. Maar niemand kan in ernst ontkennen, dat CUVIER de grootste rol gespeeld heeft in de groote ontwikkeling, die de palaeontologie in het begin onzer eeuw ontvangen heeft. Laten wij ons eenige oogenblikken met eenige bijzonderheden van de werken van den genoemden grooten natuurkundige bezig houden: wij zijn dat aan zijne schim verschuldigd.

De groote vraag, die CUVIER trachtte te beantwoorden, is die, of de fossile soorten van de levenden verschillen. Wel is waar, was die vraag reeds min of meer ernstig gedaan, maar het regte antwoord was er nog niet op gegeven. Eenige waarnemingen hadden BUFFON doen denken, dat er uitgestorvene soorten waren, maar de toestand van de vergelijkende anatomie in die dagen had hem niet veroorloofd zulks te bewijzen. PALLAS vestigde van zijn kant de aandacht der geleerden op de olifanten en neushoorns, die met huid en

haar in het ijs van Siberie gevonden waren, maar men wist niet, of dat verschil in huidbekleedsel aantoonde, dat de soort verschillend was, dan wel, of het slechts een gevolg was van den invloed van het klimaat op identische soorten.

CUVIER is werkelijk de eerste, die deze vraag behandeld heeft op eene wijze, die hare oplossing kon waarborgen. Voor hem had men, behalve in de bovengemelde gevallen, het bewijs in de studie der fossile schelpen getracht te vinden, die in veel grooteren getale aanwezig zijn dan de overblijfselen van groote dieren. CUVIER begreep, dat de bewijzen van de uitsterving van fossile soorten, om doeltreffend te zijn, gevonden moesten worden in wezens, die groot genoeg waren om geen den minsten twijfel ten opzichte van hun niet bestaan in de tegenwoordige wereld over te laten. Immers, als men zich slechts tot kleine dieren, weekdieren bij voorbeeld, bepaalde, liet de toestand der verzamelingen en de staat der zoölogische kennis niet toe, dat men met volkomene zekerheid kon beweren, dat de soorten, die fossiel gevonden en waarvan men de analogen in de levende natuur niet kende, daarom toch niet levend bestonden. Men zeide, dat het mogelijk was, dat hun verblijf in de diepte der zee of in nog onbekende streken der aarde hen tot heden aan de nasproingen der natuurkundigen had doen ontsnappen. En dus waren de besluiten, die men trok uit de vergelijking van fossile met levende soorten, altijd onzeker en voor tegenspraak vatbaar, omdat zij op geen vasten grondslag rustten.

CUVIER bewees integendeel, dat de groote dieren bijna allen sedert langen tijd bekend zijn, dat de hedendaagsche wetenschap zeer weinig soorten van eene groote gestalte gevoegd heeft bij die reeds aan de Ouden bekend waren, en dat de vaste landen en de zeeën tegenwoordig doorkruist en zoo nauwkeurig doorzocht worden, dat het zeker is, dat zij ons niet veel groote viervoetige dieren van eene onbekende gedaante meer verbergen. Het was dus klaarblijkelijk, dat de vergelijking van levende met fossile zoogdieren zekerder en yaster uitkomsten moest geven, dan die der lagere dieren, en dat als die vergelijking aantoonde, dat de fossile soorten allen verschillend zijn van die tegenwoordig leven, die uitkomsten met vertrouwen konden worden aangenomen.

Maar om de groote fossile soorten wel en nauwkeurig te kunnen bepalen of determineren, had men eene grondige kennis noodig van de wetten der osteologie of beenderenleer, die de wetenschap toenmaals nog geenszins opleverde. Meestal vindt men de fossile dieren slechts bij brokken, en afzonderlijke en weinige beenderen zijn gewoonlijk de eenige gegevens, waardoor men de soort moet erkennen. CUVIER voelde dus, dat men voor alles onderzoeken moest, of er wetten bestaan, die de betrekkingen van de vormen der beenderen met het overige van de bewerktuiging beheerschen, en die veroorlooven om uit een gedeelte van het geraamte de kennis van het geheel af te leiden. Het is hierin vooral dat zijn genie en groote geleerdheid en scherpzinnigheid het meest doorblinken. Om het palaeontologische vraagstuk op te lossen, had hij eene rationele vergelijkende anatomie noodig: die anatomie bestond niet: CUVIER begon terstond haar te grondvesten. Ook had hij niet minder eene natuurlijke klassificatie noodig: op nieuwe grondslagen bouwde hij het geheele *Règne animal*. De moeilijkheden aan dat alles verbonden, wel verre van hem te ontmoedigen of tegen te houden, waren voor CUVIER slechts nieuwe aansporingen om te werken en nieuwe gelegenheden om de wetenschap met schoone werken te verrijken. Zijn geest veranderde het uitzigt der wetenschap, en sedert CUVIER geleefd heeft, kan de determinatie der fossile soorten veelal even stellig en even nauwkeurig zijn als die der levenden.

Zijne studiën verschaften CUVIER weldra de middelen om te bewijzen, dat alle fossile soorten, of ten minste bijna allen, verschillen van de hedendaagschen. Hij kon betoogen, dat in het algemeen geen levende soort fossiel gevonden wordt, en dat alle soorten van vroegere tijdperken verschillen van die thans de aarde bevolken. Hij kon zelfs verder gaan en bewijzen, dat de soorten der verschillende terreinen onderling even duidelijk verschillen, als zij zich van die van het hedendaagsche tijdperk onderscheiden, zoo, bij voorbeeld, bevatten de juravormingen, zoo merkwaardig door hare groote reptilen, geen enkele der fossilen uit den gips van Montmartre, die van veel latere dagteekening is. En gemakkelijk is het in dergelijke feiten den oorsprong te zien van de toepassing der palaeontologie op de geologie, wat het bepalen van den ouderdom der vormingen betreft.

ALEXANDRE BRONGNIART, de geleerde medewerker van CUVIER in de studie van de „kom van Parijs“, droeg ook niet weinig bij om de toepassing van de palaeontologie op de geologie te doen gelden. Zijne verhandeling over de zoölogische kenmerken der formatiën stelde het nut der palaeontologie in het helderste licht. Hij toonde de grootere waarde aan van zoölogische boven mineralogische kenmerken, en bewees zulks door de analogie aan te wijzen van de krijtvormingen van Rouen in het noordwesten van Frankrijk met die van den berg des Fiz in Savoye. Hij toonde aan, dat daar waar de delfstoffelijke kenmerken niets dan groote verschillen aantoonde, die nog meer in het oog vielen door de ligging van het groenzand van den Fiz, meer dan 7000 voet boven den waterspiegel der zee, de analogie der fossilen aantoonde, dat die schijnbare verschillen geenszins wezenlijk waren, en bewees, dat de aardlagen van die beide plaatsen in hetzelfde tijdvak en door dezelfde zee waren gevormd.

En toen nam de palaeontologie hare plaats onder de wetenschappen in. Hare belangrijke toepassingen en hare methoden, die hoe langer hoe vaster gegrondvest werden, lokten vele natuurkundigen uit om den weg in te slaan, die door CUVIER was gebaad; zij verrijkten de wetenschap weldra met eene menigte nieuwe feiten. Engeland, Frankrijk, Duitschland en Amerika tellen onder hunne geleerden beroemde namen, die te talrijk zijn om hier opgesomd te worden. Sedert dien tijd is de palaeontologie eene trouwe dienaress geworden van de geologie, terwijl zij niet minder onmisbaar geworden is voor de zoölogie en botanie. In de dienst der geologie is het vooral haar doel het soortonderscheid der diervormen, die in de lagen der aardkorst begraven liggen, naauwkeurig te bepalen, ten einde uit die vormen te kunnen afleiden, of de lagen, waarin zij voorkomen, verschillen of gelijk aan elkander zijn. Gesteld, men vindt fossilen van dezelfde soorten in twee lagen, die uit een delfstoffelijk oogpunt zeer verschillen, dan mag daaruit afgeleid worden, dat, wijl de bewerktuigde schepping ten tijde toen die beide lagen gevormd werden onafgebroken dezelfde soortvormen vertoonde, de overgang van de eene formatie tot de andere niet plotseling gebeurde of ten gevolge van de eene of andere katastrofe, maar uit andere oorzaken verklaard moet

worden — uit de gelijke diersoorten van twee delfstoffelijk verschillende lagen blijkt eerder, dat zij gelijktijdige vormingen zijn. En dat was ook het besluit, waartoe BRONGNIART kwam: al is het, dat twee oogenschijnlijk zeer verschillende vormingen op ver van elkander gelegene plaatsen voorkomen, zoodra zij dezelfde fossilen bevatten, moeten zij tot hetzelfde tijdperk behooren. Zoo ook dient ons het fossile schepsel, dat wij uit de lagen der aardkorst opdelven, om den ouderdom der lagen te bepalen. Het kan gebeuren en komt werkelijk niet zelden voor, dat de gesteenten van twee ver van elkander verwijderde plaatsen delfstoffelijk volkomen gelijk zijn, zonder daarom gelijktijdige of even oude vormingen te zijn. Grijsen kalksteen vindt men overal in allé formatiën, uit het devonische tijdvak zoowel als uit den trias, de jura en het krijt. ALEXANDER VON HUMBOLDT verzamelde in het eerst onzer eeuw een paar dozijn versteeningen in de dalen der Cordilleras, en 38 jaren later bewees LEOPOLD VON BUCH uit die fossilen, dat de kalksteenen der Andesketen tot de krijtformatie behooren. Op de Alpen van Glarus ligt eene formatie, die men bij den eersten oogopslag ongetwijfeld voor een deel van de silurische zou houden, maar de overblijfselen van visschen, die men er in vindt, zeggen den palaeontoloog ten duidlijkste, dat het geen silurische leijen zijn, maar dat zij integendeel tot een veel jonger tijdvak en wel tot het tertiaire behooren. Nog is de strijd niet vergeten, die er over den ouderdom van den Hallstadter kalk is gevoerd: tot alle formatiën, van het krijt tot de devonische, is die kalk gerekend, totdat eindelijk de *Gervillia socialis* en de *Ceratites nodosus* aantoonen, dat hij tot den trias behoort. Teregt noemt de Engelschman MANTELL de versteeningen de „gedenkenpenningen der schepping”; want zij zijn voor den geoloog hetzelfde en misschien nog meer, wat de munten en gedenkenpenningen der volken voor den geschiedvorschcr zijn.

Maar nog meer dan de klassificatie der terreinen en den ouderdom der vormingen is er voor den geoloog door de palaeontologie te leeren. Zij kan ook aantoonen, of eene aardlaag eene zeevorming is of in het zoete water is ontstaan. Sommige geslachten van visschen en weekdieren leven altijd in zee, andere altijd in het zoete water. Als alle

fossilen uit zekere vorming tot zoetwaterdieren behooren, kan men veilig gelooven, dat het gesteente gevormd is door rivieren of in een meer van zoet water. Als integendeel de wezens, die er hunne overblijfselen in hebben achtergelaten, tot geslachten behooren, die in zee leven, is het bijna zeker, dat de laag in zeewater haren oorsprong heeft.

Merkwaardige bijzonderheden van den toestand des aardbols in verschillende tijdperken zijn er in de laatste jaren door de fossilen aan het licht gekomen. Men wil, dat men zich van de fossilen bedienen kan om de stranden van de voorwereldlijke zeeën te leeren kennen. Het is bekend, dat er minder weekdieren op groote diepten in de volle zee leven, dan aan of op het strand: de diepte, de afwezigheid van plantengroei en waarschijnlijk ook de drukking der groote watermassa verwijderen de meeste soorten van die plaatsen. De stranden integendeel, die overvloediger voedsel opleveren en waar het water minder diep is, dienen tot woonplaats van eene menigte soorten van dieren. Verder moet men niet vergeten, dat als een gewerveld dier, een visch of een zeehond bij voorbeeld, in volle zee sterft, de beginnende verrotting en ten gevolge daarvan de ontwikkeling van gas hem soortelijk ligter maakt dan het water en hem dus doet drijven. Het zal niet lang duren, of hij wordt door den vloed op het strand geworpen, en zijne overblijfselen zullen vermengd worden met die van de dieren, die het strand bewonen. Dat zelfde is ook het geval met drijvende of zwemmende weekdieren, zoo als bij voorbeeld de nautilus enz. De aanwezigheid van eene menigte fossilen in eene aardlaag kan dus dienen om het strand van voormalige zeeën aan te wijzen, terwijl eene schaarschheid van fossilen integendeel bewijst, dat het terrein, waarin zij liggen, op diepe plaatsen der zee is gevormd, ver van het strand, of ten minste op plaatsen, waar de omstandigheden niet gunstig waren voor de ontwikkeling van dierlijk leven.

Ook het klimaat, dat in de verschillende tijdperken der voorwereld op bepaalde plaatsen geheerscht moet hebben, wordt ons door de fossilen bekend. Het is bewezen, dat ten tijde toen de planten groeiden, waaruit onze tegenwoordige steenkolen bestaan, het klimaat ten minste 14° warmer heeft moeten zijn, dan het nu op dezelfde plaatsen is. Warm en vochtig was het klimaat van het midden van Eu-

ropa, toen groote bosschen van sigillariën en lepidodendrons, zegelboomen en schubboomen, de oppervlakte versierden. En als wij nu in Groenlands met eeuwig ijs bedekten bodem steenkoollagen vinden, die klaarblijkelijk uit dezelfde geslachten van zegelboomen enz. zijn gevormd, dan blijkt niets duidelijker daaruit, dan dat ook eenmaal het klimaat van Groenland warmer was dan thans op onze breedten. Ja zelfs nog veel later, in het tertiaire tijdvak, verdiende Groenland zijn naam van „groen land” voorzeker nog met volle regt, want toen groeiden er, zoo als de onderzoekingen der tertiaire fossilen van dat land door prof. HEER geleerd hebben, niet slechts de *Sequoia Lansdorfi* en andere altijd groene boomen, maar ook de tulpboom, *Liriodendron*, met zijne karakteristieke vrucht en bladeren, een walnootenboom, een *Platanus* en zelfs de wijnstok.

Doch zoo als de fossile planten ons leeren, dat op sommige plaatsen het klimaat kouder is geworden, dan het voorheen was, de fossile schelpen leeren ons soms het tegendeel op andere plaatsen. In sommige lagen in Engeland, die men crag heet, vindt men schelpen van een noordsch, ja zelfs van een hoognoordsch karakter, schelpen, zoo als *Nucula coboldiae*, die niet meer in onze gematigde zeeën voorkomen, en dus bewijzen, dat de temperatuur van het zeewater in die omtrekken toen veel kouder was dan thans: trouwens ook uit eene menigte andere bewijzen weten wij, dat, tijdens de afzetting van den crag, Engeland met eene ijskorst was bedekt, zoo als Groenland nu. Zoo leeren de rendier-geweijen en de beenderen van den ruigharigen mammoth en den met wol bedekten rhinoceros, die men in pliocene lagen van Frankrijk vindt, dat het klimaat van dat land eenmaal zoo koud moet geweest zijn als het thans is in Skandinavië.

Doch wij zouden misschien te ver gaan, indien wij voortgingen met te wijzen op het nut der palaeontologie voor de uitbreiding van onze kennis der aarde in lang vervlogene tijden. Met groote vlijt en voorliefde wordt tegenwoordig de palaeontologie beoefend door mannen van groote bekwaamheid en geleerdheid, beheerscht door een echt wijsgeerigen geest. Behoeven wij hen hier te noemen, namen zoo als HERMAN VON MEYER, UNGER, de beide ROEMER'S, BRONN, BARRANDE, MURCHISON, GÖPPERT, FALCONER, KAUF, AGASSIZ, BOSQUET —



waar zouden wij eindigen? Door zulke mannen beoefend, is het eene schoone toekomst, die thans de wetenschap der uitgestorvene wezens wacht. Zij is het, die de geschiedenis zal schrijven van de bewerkte wezens, die eens de aarde hebben bevolkt; zij is het, die de wijzigingen en veranderingen zal opteekenen, die de structuur der schepselen in den loop der tijden heeft ondergaan. Zij zal ons de opvolgende toestanden leeren kennen, waarin de bevolking der aarde eens heeft verkeerd, en zal ons de kenmerken doen kennen van de faunaas en floraas, die voor en na hebben bestaan. Zij zal de grenzen uitzetten van de zoölogie en de botanie, daar er door haar alleen zooveel nieuwe vormen van wezens aan het licht komen en zooveel onverwachte overgangen bekend worden.

---