

HET KLIMAAT DER VOORWERELD.

DOOR

Dr. J. Th. CATTIE.

Vele gedeelten van de oppervlakte der aarde zijn nog nimmer door een menschenvoet betreden, vele bergreuzen hebben nog nooit hunne kruinen door de schaduw van een mensch zien verdonkeren. De mensch, hij moge trachten de polen te bereiken of de hoogste bergtoppen te genaken, hij wordt gestuit door de koude, die het klimaat onverdragelijk en doodelijk maakt. Die koude doet ginds het water tot groote ijsblokken verstijven en verandert het elders tot een fijn stof, dat ons het ademen belet. En zonder water is geen leven mogelijk: waar het eene verdwijnt, kan het andere niet bestaan. Maar niet plotseling verdwijnt het eene door het andere. Waar het water in den vasten toestand dreigt over te gaan, daar klemt zich het leven vast aan de naakte rotswanden of herleeft de *Protococcus* in de smeltende sneeuw.

Wie den aardbol met zijnen ijsgordel aan de polen en zijne met sneeuw bekroonde bergen in de lucht eene eeuwige jeugd wil toeschrijven, hij richte derhalve zijne blikken noch te ver, noch te hoog. Meer gelijkenis zou het door ons bewoonde hemellichaam hebben met een grijsaard, wiens hartslag niet krachtig genoeg meer is om het bloed tot in de uiterste deelen van het lichaam rond te voeren. Maar ééns is die grijsaard een krachtig man, een vurig jongeling geweest. En zoo was er misschien ook eenmaal een tijdperk, toen er tropische dieren en planten leef-

den aan de polen, waar thans de doodelijke en ijzingwekkende stilte somtijds wordt afgebroken door het oorverdoovende geraas van onmetelijke ijsschollen, die krakend tegen elkaar bonsen. Voor een dergelijk leven getuigen, zooals wij weldra zien zullen, de vele plant- en dierversteeningen, die de verschillende noordpoolexpeditiën voor de wetenschap hebben opgedolven. Maar ook gedeelten van Middel-Europa en van andere werelddeelen — afdrukken en versteeningen van planten en dieren zullen het ook hier aantoonen — waren met tropische planten bedekt en de toenmalige zeeën krioelden van dieren, welke thans slechts nog onder de keerkringen gevonden worden. De dieren- en plantenwereld hangt echter zoo nauw samen met het klimaat, dat wil zeggen: met de verdeling van warmte en water over de oppervlakte der aarde, dat wij ons de eene nauwelijks zonder de andere kunnen denken. Vele dieren en planten overschrijden niet ongestraft het gedeelte der aardoppervlakte, dat hun als woon- en verblijfplaats is aangewezen. Wanneer dus de bewijzen voorhanden zijn, dat in meer noordelijke gewesten eenmaal tropische planten en dieren in menigte leefden, dan moeten wij ons ongetwijfeld het klimaat anders denken, dan het nu is. Eene andere flora en fauna wijzen dus op een ander klimaat. Die veranderingen in het klimaat in voorwereldlijke tijden voor een groot deel der aarde op te sporen en te bespreken, ziedaar, geachte lezer, waarvoor ik uwe volle aandacht inroep. Wij zullen dit moeten doen lezende en doorbladerende het groote geschiedboek der natuur, welks bladen de aardlagen zijn, waarin de natuur zelve met de stift der waarheid hare eigene geschiedenis heeft opgeteekend. De planten die hier zijn "afgedrukt" en de diervormen die ginds zijn "versteend", zijn de letters en woorden, die wij tot zinnen moeten samenvoegen, om ze later tot één geheel te verbinden. Grootte scherpzinnigheid is niet zelden noodig om den juisten tekst te vinden, groote kennis om den tekst te verstaan. Wij zullen dien tekst lezen vooral aan de hand van HERR en DE SAPORTAS, wier leven voor een groot deel gewijd is aan de kennis van uitgestorven of fossiele wezens. Eéne zaak moeten wij daarbij in het oog houden, n.l.: dat het heden steeds het uitgangspunt van onze onderzoekingen moet zijn. Het heden is de standplaats van waar wij den blik naar het verledene kunnen keeren. De natuurverschijnselen, die nog dagelijks om ons heen plaats grijpen, zij moeten ons de verklaring geven van de feiten, die wij in het voornoemde geschiedboek der natuur vinden opgeteekend. Maar dan zal het ook geene nadere uit-

eenzetting behoeven, dat, als wij de veranderingen wenschen te onderzoeken, die in het klimaat duizende en tienduizende jaren vóór ons geschied zijn, vóór alles de aandacht dient gevestigd te worden op de tegenwoordige klimaatgordels en dat wij de oorzaken dienen op te sporen waarom zij zóó bestaan en niet anders. Daartoe zullen wij in de eerste plaats overgaan.

Bijna al de warmte, die wij aan de oppervlakte van de aarde waarnemen, ontvangt deze van de zon: slechts een zéér, zéér gering deel ontleent onze planeet aan haar gloeiend binnenste; want eerst op eene diepte van ongeveer dertig meter wordt de inwendige warmte der aarde merkbaar. De zonnewarmte is dus op de aardoppervlakte de eenige heerscheres, maar zij zou des nachts even snel in het omringende heelal wegstralen, als zij des daags wordt opgevangen, indien de atmosfeer haar niet terughield, of m. a. w. de dampkring, die de aarde van het ijle heelal afscheidt, is de oorzaak, dat de warmte, die des daags is opgezameld, des nachts niet in het hemelruim wegvloeit. En hoe dichter dit omhulsel is, des te langzamer is de uitstraling, hoe dunner het omhulsel des te sneller de afkoeling. Op eene betrekkelijk geringe hoogte is het omhulsel van de aarde fijn; daar slorpt de dampkring weinig warmte op en verliest zij deze snel. Dáárom zijn de hoog gelegene berglanden of bergvlakten koud. Eene zekere hoogte boven het peil der zee is dan ook voldoende om den invloed van het klimaat te vernietigen: die hoogten zijn echter natuurlijkerwijze afhankelijk van de temperatuur der oppervlakte. Zoo is bijv. in de tropische gewesten de grens van de eeuwige sneeuw, d. w. z. het vlak waarboven de sneeuw niet meer smelt, gelegen tusschen 4800 en 5500 meter. Datzelfde vlak ligt in Middel-Europa op 3000 M. hoogte, om in Lapland te dalen tot op ruim 200 M., terwijl het in Spitsbergen, volgens de opgaven van Dr. MAX WEBER, verkregen bij den vierden tocht van onzen Willem Barents naar de Noordpoolstreken, tot op eenige honderde meters boven het peil der zee gedaald is. In de poolstreken wordt de lucht weinig door de zon verwarmd. De aarde ontvangt daar gedurende een gedeelte van het jaar zeer schuin opvallende lichtstralen, welk in het andere gedeelte van het jaar ontbreken.

Wat ons, bewoners der gematigde luchtstreken, zoo natuurlijk schijnt en wat wij ons ter nauwernood kunnen voorstellen, dat ooit anders kan zijn, n.l. de regelmatige afwisseling van dag en nacht, zij wordt meer en meer onduidelijk, naarmate wij ons naar de polen verplaat-

sen. Gaandeweg worden de tijdperken van licht en donker — dagen en nachten hadden wij bijna neêrgeschreven — langer en langer. Zonder onder te gaan beweegt zich de zon voor de bewoners der poolstreken maanden lang in eene schroeflijn hooger en hooger opwaarts om op gelijke wijze weer te dalen, want daarop volgt een even langdurig tijdperk van duisternis, dat gelukkig bij tussehenpoozen wordt afgewisseld door het verschijnen der maan, de regelmatige bezoekster dezer onherbergzame streken.

Zooals bekend mag worden ondersteld is de hoek, dien de as der aarde met hare baan of de eclipctica maakt in verband met de aswenteling der aarde, de oorzaak van de afwisseling in de lengte der dagen en nachten. Die as blijft — op eene kleine schommeling na, die wij later zullen aanstippen — met zich zelve evenwijdig, dat is: wijst steeds naar dezelfde plaats van het wereldruim. De gevolgen van dezen stand der as zijn voor de bewoners der aarde zeer eigenaardige. Voor hen, die op den evenaar wonen, komt de zon elken morgen ten 6 ure ongeveer op om na 12 uren schijnens, dus des avonds ten 6 ure, aan den westelijken hemel onder te gaan. Dag en nacht zijn daar steeds gelijk. Naderen wij de keerkringen dan kunnen wij de ongelijkheid van dagen en nachten reeds opmerken en de verschillen worden grooter hoe hooger wij ons in den gematigden klimaatgordel verplaatst denken; dáár zijn nog slechts twee tijdstippen aan te wijzen, waarop dag en nacht elk 12 uren lang zijn. Zendt de zon hare stralen loodrecht of bijna loodrecht uit op de bewoners van den heeten klimaatgordel, wij, bewoners van de gematigde luchtstreek, ontvangen die stralen in meer schuine richting en hebben daaraan voor een groot deel de regelmatige afwisseling van onze jaargetijden te danken. In de poolstreken komt de zon nooit hoog boven den horizont. Hare zwakke zeer schuin invallende lichtstralen worden verduisterd door voortdurende nevels en sneeuwstormen. Overschrijdt men den pooleirkel, dan neemt de lengte der pooldagen en poalnachten zeer snel toe. Zoo begint de dag van vier en twintig uren iets ten noorden van Tornea in Zweden, waar men ééns in het jaar de zon op het middernachtelijk uur aan den hemel ziet staan. Aan de Noordkaap op $71^{\circ} 12'$ N. B. of op het eiland Vardö duurt de zomerdag reeds twee maanden, op Spitsbergen, op 78° N. B., duurt hij 4 maanden. Hier verheft zich de zon slechts 37° boven den horizont en beschijnt met hare bleeke en bijna warmtelooze stralen eenige onder de sneeuw bedolven planten, die zich dan haasten het

bestaan harer soort te verzekeren, om, als zij zich hebben voortgeplant, op nieuw gedurende de overige maanden van het jaar onder haar ijskoud deksel in te slapen.

Welke tegenstelling als men hiernaast denkt de maagdelijke wouden van Brazilië en Java, de dalstreken van Nepaul of de overstroomde savanen van de Orinoko-rivier! Hier woekert de natuur met haar leven: de zon verguldt met hare gloeiende stralen de hooge toppen van reusachtige boomen of beschijnt de sierlijkste en grilligste bloemen met de helderste kleuren van den regenboog getooid. Hoe klein gevoelt zich dáár de mensch, als hij zich in die maagdelijke bosschen met behulp van bijl en kapmes een weg moet banen en de krachtigste slingerplanten hem onophoudelijk in hare takken vasthouden. Wil hij zijne plaats in die rijke natuur behouden, dan is voortdurende strijd met zijne levende omgeving overnoodig. Waar zijn arm een oogenblik moede wordt van het hanteeren van spade en bijl, daar treden uit de stompjes der *Cecropia's*, die hij velde, honderde takjes als de koppen der twaalf-hoofdige Hydra te voorschijn, die zich tusschen de jeugdige katoenplanten indringen en dezen verstikken.

Wordt hij hier bijna overweldigd door de kracht van de levende natuur, in het hooge Noorden drukt hem het gewicht der levenlooze natuur ter neer. De sneeuw overdekt er den bodem en overwolft gapende afgronden, die hem naar beneden lokken. De zee is bedekt met een gevaarlijken en brozen bodem, die somtijds krakend wegzinkt ten gevolge van onbekende zeestroomingen of kolken. Het leven is er een last, dien men met moeite torscht.

Ziedaar contrasten, geachte Lezer, die wij een oogenblik voor uw geest lieten voorbijgaan; zij zijn niet de eenigen. Had de oppervlakte der aarde overal hetzelfde aanzien en was zij overal gelijk, dan waren de dagen en het klimaat van den evenaar tot de polen regelmatig verdeeld. Onmerkbaar zouden wij dan van den dag van 12 uren aan den evenaar tot den dag van 6 maanden aan de noord- of zuidpool geraken, en het zou voldoende zijn den breedtegraad van eene plaats te kennen om onmiddellijk het klimaat te weten. Water en land zijn echter over de oppervlakte der aarde onregelmatig verdeeld. Hier vindt men heete zandwoestijnen, ginds naakte hoogvlakten, elders groote binnenzeeën, dáár rijen van aaneengeschakelde bergketenen, die winden van bepaalde richtingen breken of tegenhouden. Door al die onregelmatigheden wordt het klimaat hier warmer en elders kouder.

Stroomingen in de oceanen en in den dampkring werken daartoe in hooge mate mede. Zouden zonder die invloeden de isothermen ¹ evenwijdig loopen met den evenaar, thans vormen zij kromme lijnen met de zonderlingste bochten en wendingen. De bekende heete golfstroom van den atlantischen oceaen is bijv. de oorzaak dat de isothermen van de kustplaatsen, die hij voorbijtrekt, 10° opwaarts worden geschoven. De plaatsen die aan de oceanen zijn gelegen hebben eene meer gematigde warmte en eene meer bestendige vochtigheid dan de streken van het binnenland, die grootere droogte gepaard met grootere warmte of koude moeten verdragen. Enkele deelen van de oppervlakte der aarde — wij noemen bijv. de woestijnen van Arabië of de Sahara — zijn bijna van levende wezens verstoken, allóén omdat water daar eene hooge zeldzaamheid is, ofschoon de temperatuur meer dan voldoende hoog mag geacht worden. Zóó moeten ook hier water en warmte samen gaan om leven voort te brengen of althans te onderhouden.

De gegeven losse schets kan ons reeds de factoren doen raden, die medewerken tot de vorming of de verandering van het klimaat van eenig deel der aardoppervlakte. Levert de zon ons hare warmte, dan is de hoek, dien de aardas maakt met hare baan, de oorzaak, dat deze plaats der oppervlakte meer en gene minder warmte ontvangt, terwijl de atmosfeer hier meer opslorpt, omdat zij dichter is en elders veel uitstraalt van wege hare ijlheid. Wanneer de rol van elk dezer drie factoren is vastgesteld, dan is het gemakkelijk te begrijpen, dat wij slechts één hunner in onze gedachten hebben te veranderen om geheel andere verschijnselen in het leven te roepen. Maar wij behoeven dergelijke scheppingen onzer phantasie niet eens, want vóór onze oogen kunnen wij tooneelen zien ontrollen, waardoor ons de beteekenis van één dier factoren althans duidelijk in het oog springt. Bestijgen wij het Himalaya-gebergte, dan zien wij dat de planten van af den voet tot op ongeveer 1000 meters hoogte haar tropisch karakter behouden. Klimmen wij hooger op, dan wordt de ijlheid der lucht meer en meer merkbaar, en, hoewel op 2000 meters de sneeuw nog onbekend is, vordwijnen toch palmen en bananen en beginnen zich eiken en dennen te vertoonen. De gemiddelde jaarlijksche temperatuur is daar 14° C. en dus ongeveer zoo hoog als in het zuidelijkste gedeelte van Frank-

¹ Onder isothermen verstaat men de lijnen, die de plaatsen verbinden, welke eene gelijke jaarlijksche gemiddelde temperatuur hebben.

rijk. Op 3000 meters hoogte begint in den winter reeds sneeuw te vallen al smelt zij ook spoedig. Dennen en sparren worden menigvuldiger, de eigenlijke loofboomen beginnen te verdwijnen, en de landschappen gelijken op die van Middel-Europa. Op 3500 meters zijn de ceders en nog hooger de berken de meest voorkomende boomsoorten en op 5000 meters hoogte, dus hooger dan de Mont Blanc, wordt nog rogge verbouwd. Op eene meerdere hoogte van 5500—5800 meters worden de planten zeldzaam, en noch hier in Centraal-Azie, noch in het tropische Amerika overschrijden zij eene hoogte van 5800 meters: dan vindt men niets dan sneeuw en ijs. Vergelijken wij deze hoogte van bijna 6 kilometer met de hoogte van den dampkring, die op 30 kilometer wordt geschat, dan zien wij dat de ijheid der lucht op eene dusdanige betrekkelijk geringe hoogte reeds voldoende is om op te wegen tegen den invloed van de zonnwarmte, die zich vooral in deze streken met kracht kan doen gelden. Konden wij omgekeerd de lucht op dergelijke hoogten samendrukken, dan zou de toestand geheel veranderen, en tropische planten zouden tieren op duizelingwekkende hoogten. Maar ook, indien de dampkring dezelfde bleef, als wij de warmte der zon konden vergrooten of de richting van de aardas konden wijzigen, dan zouden wij op hoogere breedten tropische landschappen kunnen tooveren. Maar daardoor naderen wij juist de hartader van de vraag, die wij ons gesteld hebben. Indien vroeger op hoogere breedten een tropisch klimaat heeft geheerscht, dan moeten een of meer der drie bovengenoemde factoren in hunne onderlinge verhouding veranderingen hebben ondergaan. Welke is dit geweest?

De sterrekundigen hebben aangetoond, dat de richting van de as der aarde, met uitzondering van eene kleine periodieke schommeling, die men "nutatie" noemt, onveranderd is gebleven, sinds het ontstaan der aarde. Maar door dezelfde sterrekundigen is aan 't licht gebracht, dat de assen der andere planeten onder andere hoeken op hunne banen hellen. In verband daarmee is het tot goed begrip misschien niet ondienstig in eenige weinige woorden te bespreken, wat gebeuren zou, indien de aardas evenwijdig liep met de baan der aarde en indien zij er loodrecht op stond. Het eerste dezer gevallen vinden wij, als wij de waarnemingen van SCHRÖTER (1813) kunnen vertrouwen, ongeveer bij de planeet Venus, wier as volgens dezen sterrekundige een hoek van $\pm 18^\circ$ met het vlak van hare baan maakt, terwijl onze aardas onder een hoek van $66\frac{1}{2}^\circ$ op de aardbaan helt. Het andere geval is

bijna waar voor de planeet Jupiter, waarvan de as een hoek van $86^{\circ} 56'$ met hare baan maakt. Was de aardas evenwijdig met de ecliptica, dan zou de evenaar door de tegenwoordige polen gaan. De zon zou dan éénmaal in een jaar hare loodrechte stralen op elk der beide polen doen vallen en de beide helften der aarde zouden dan regelmatig gloeiend heete zomers en ijskoude winters hebben, en dit zou eveneens gelden voor een groot deel van de tegenwoordige gematigde klimaatgordels. Georganiseerde wezens overeenkomende met de tegenwoordig levende zouden dáár niet kunnen wonen. Misschien zouden slechts de streken om den evenaar bewoonbaar zijn. Maar hoe zouden de verschijnselen voor alle streken der aarde veranderen, indien de as der aarde loodrecht stond op hare baan! Dag en nacht waren dan overal gelijk, en de beide polen waren het geheele jaar door in eene soort van schemering gehuld. De evenaar ontving altijd loodrechte stralen, maar alle plaatsen op gelijke breedte kregen de zonnestrallen onder gelijke hoeken, en hadden dan ook, omdat zich aan de polen geene groote ijsmassa's zouden kunnen ophoopen, hoogst waarschijnlijk gelijke klimaten, omdat lucht- en zeestroomingen tevens meer regelmatig zouden zijn.

Op gelijke wijze als door bovenstaande breede trekken zouden wij kunnen nagaan, welke de gevolgen voor onze planeet zouden zijn, indien wij de zonnewarmte eenige malen grooter dachten dan zij nu is, of haar in onze verbeelding wat meer nabij plaatsten, waardoor wij dezelfde uitwerking zouden teweeg brengen. Maar liever dan ons in dergelijke bespiegelingen te verdiepen, willen wij ons op een meer vast voetstuk gaan plaatsen, door uit den aard en het wezen der fossiele planten en dieren in geologische tijdperken feiten te verzamelen, die ons kunnen leiden tot eene beoordeeling van de gemiddelde jaarlijksche temperaturen der streken waar die planten en dieren gevonden zijn. Die feiten en de daaruit af te leiden gevolgtrekkingen zullen onze grondslag zijn } waarop wij moeten voortbouwen. Eerst dan kunnen wij het wagen omtrent de veranderlijkheid der drie bovengenoemde factoren eenige hypothesen te bespreken, te wikken en te wegen, hypothesen, die ons de redenen trachten te verklaren, waarom het in die tijdperken met de klimaatgordels der aarde aldus gesteld was.

't Mag ongetwijfeld bekend worden verondersteld, dat de lagen,

waaruit de aardkorst voor een groot deel is opgebouwd, door de geologen tot eenige grootere groepen worden samengevoegd. Zoo ontstaan de vormingen of *formatie's*, die meestal door eigenaardige versteeningen van dieren en planten zijn gekenmerkt en door dezen van elkaar worden onderscheiden. Sommige van die formatie's worden tot eene hoogere eenheid samengevoegd en aldus spreekt men van *tijdperken* of *perioden*.

De jongste dezer perioden is de zoogenaamde *quaternaire* of *quartaire*. Zij is vooral gekenmerkt door de overblijfselen van verscheidene thans uitgestorven diersoorten, mammoethen en reusachtige roof- en andere dieren, met welke te gelijk toen echter reeds ook menschen leefden. Wanneer wij den aard der vormingen bestudeeren, die tot deze periode worden gebracht, dan vinden wij overal op het toenmalige vaste land de sporen van rivieren, zoo onmetelijk breed van bedding, dat onze tegenwoordige grootste stroomen er slechts geringe beeken bij schijnen. De zoogenaamde löss- (kalkhoudende klei) vormingen van Europa en andere werelddeelen kunnen ons dit met weinig moeite bewijzen.

Het geheele Rijn dal van Schafhausen af en al de valleitjes, die er in uitmonden, zijn opgevuld met eene dikwijls 12 meters dikke laag van dergelijke klei, waarin zich de rivier zelve thans haar bed heeft uitgegraven. Men vindt die laag somtijds tot op 100 meter boven den tegenwoordigen stand dezer rivier. Ja, bij Aken ligt deze kleisoort 220 meters boven de oppervlakte der zee. Eene dergelijke lössvorming vindt men in België en Fransch-Vlaanderen tegen de helling der Ardennen, en zij loopt door tot Calais om de hand te reiken aan eene soortgelijke langs de boorden van de Somme. Maar men vindt ze ook in het Seine-dal, zoowel als in het Rhône-dal. In Middel-Duitschland treden zij op langs de Donau, maar tevens aan de Elbe, den Oder en den Weichsel, aan welke laatste rivier de lössvormingen (bijv. bij Oswiencin) bijna 3 mijlen breed zijn, en hier en daar tot 400 meters boven de oppervlakte der zee zijn gelegen. Bijna overal liggen deze kleivormingen op zand en kiezel.

Stappen wij over naar een ander werelddeel, dan vinden wij lössformatie's nagenoeg op gelijke wijze als bij den Rijn, langs de oevers van de Mississippi en langs de zijrivieren, die hare waters bij dat van den grooten stroom van Noord-Amerika voegen. Op het vaste land van Azie treffen wij eene lössformatie aan in het Chineesche rijk, die eene oppervlakte heeft zoo groot, ja grooter dan Duitschland en soms honderde meters dik is. Al deze klei heeft ontegenzeggelijk zijn ontstaan

te danken aan de rivieren, die vroeger of wel een breedte hadden overeenkomende met de breedte der vorming zelve of wel regelmatig buiten hare bedding traden, zoodat zij jaarlijks kolossale oppervlakten overstroomden.

Wij zagen boven, dat bijna al deze klei ligt op zand en kiezel, dat wil zeggen: de klei bedekt eene formatie die eerder is ontstaan en die door de geologen "het diluvium" wordt genoemd. Om den aard en de uitgestrektheid van het diluvium te leeren kennen, moeten wij nog een stap terugtreden en ons denken op het einde der periode die de quarternaire vooraf ging, n. l. op het einde der *tertiaire periode*. Europa was toen ten tijde een groot eiland dat zich van het oosten tot het westen uitstreckte. Ons vaderland en een deel van België, Denemarken, de noordelijke gedeelten van Duitschland, Polen en Rusland bestonden toen niet. Eene zee strekte zich uit van de Noordpool tot Calais; het zuidelijke strand dezer zee liep van Calais door een gedeelte van België naar Bonn, van hier naar het Hartzgebergte in N. W. richting. Van den noordrand van het Hartzgebergte in Z. W. richting met een diepe golf naar Thüringen, dan dwars door Saksen, maar zuidwaarts van Dresden naar het Reuzengebergte en de Sudeten, door Polen en Rusland tot aan Tula, ten Z. van Moskou, en van hier in N. W. richting, om aan het noordelijke gedeelte van het Uralgebergte aan de noordelijke ijszee te eindigen. Alles wat van het tegenwoordige Europa boven die grenslijn ligt was zee, met uitzondering van een paar gletscher-eilanden, n. l. een deel van het tegenwoordige Groot-Brittannië en Ierland en een deel van Scandinavië.

Indien wij ons in andere werelddeelen begeven, dan vinden wij dat Noord-Amerika een eiland was, dat zich van het noorden tot het zuiden als een smalle strook boven de oppervlakte der zee verhief. Een groote oceaan strekte zich uit van de noordpool tot aan Baltimore. En indien men van deze stad en in W. richting eene lijn trekt tot deze de Mississippirivier snijdt en vandaar ongeveer evenwijdig met het Rotsgebergte eene tweede lijn, tot de tegenwoordige Noordkust van Noord-Amerika, dan was in die periode alles wat N. en Oostwaarts van deze lijn ligt eene opene zee. Nieuwere onderzoekingen hebben voorts waarschijnlijk gemaakt, dat Centraal-Amerika nog niet bestond, dat derhalve de Atlantische en Stille oceanen met elkaar waren verbonden. Op gelijke wijze zien wij waarschijnlijk in Noord-Afrika eene groote zee (de Sahara woestijn), die westwaarts met den Atlantischen oceaan samen-

hing, van de Middellandsche zee misschien door het Atlasgebergte was gescheiden. De noordelijke zee bedekte de tegenwoordige steppen van Aziatisch Rusland en had misschien door middel van de Zwarte zee met de Middellandsche zee gemeenschap.

Vergelijken wij met deze verdeling van land en water de tegenwoordige, dan moeten er zeer eigenaardige veranderingen hebben plaats gegrepen, na het einde van de tertiaire periode. Het onderzoek van de aardlagen, die thans de bodem zijn van ons vaderland, van Denemarken en een groot deel van Duitschland, Polen en Rusland, alsmede van het vaste land van Noord-Amerika, gevoegd bij die der Alpenstreken en de waarnemingen van de bewegingen der gletschers, die dààr nog jaarlijks van de bergen naar de dalen wegschuiven, hebben ons overtuigd dat al die aardlagen uit kiezel, zand en steenblokken bestaan en aan gletschers hare aanwezigheid te danken hebben. AGASSIZ, ESCHER VON DER LINTH, DESOR, MARTENS en anderen, zij hebben ons geleerd, hoe Scandinavië toen een bergachtig eiland was, dat met gletschers was bedekt, die langzaam maar gestadig, met grootere en kleinere rotsblokken beladen, in de opene zee wegschoven. Hier smolten zij of lieten, zooals nog in het hooge noorden van Spitsbergen en Nova Zembla geschiedt, hunne met steengruis en kleine of grootere rotsblokken beladen ijsvlakten als bergijs in de zee wegdrijven. Bij wegsmelting van de ijsmassa's, hetgeen vroeg of laat moet geschieden, zakten het gruis en de steenen naar den bodem van de zee, die daardoor ondieper werd. Evenals thans nog Siberië en Nova Zembla alsmede Zweden en Noorwegen langzamerhand rijzen, hadden ook vroeger rijzingen van den bodem plaats; waardoor de geheele strook land van af Calais langs de kusten van Noord- en Oostzee tot aan den Ural droog kwam of door gletschergruis en zand werd aangevuld. Voor vele streken van Duitschland is aangetoond, dat dit plaats had nadat de steenen uit het noorden de zee hadden ondieper gemaakt. De groote erratische granietblokken waaruit onze *Hunebedden* zijn opgebouwd en het magneetijzerzandsteen, dat zowel bij Vollenhoven als door geheel Noord-Duitschland voorkomt, toonen de onmiddellijke verwantschap aan met de gelijknamige steensoorten van de noordsche gebergten.

Gletschers, die eene breedte hadden van mijlen en mijlen, daalden van de Alpen neer, van de noordzijde in niet minder dan zes hoofd-richtingen in de duitsche vlakten. De Arve-, Rhône-, Aar-, Reuss- en Linthgletschers vulden bijv. het breede dal tusschen de Jura en de

Alpen. Een gletscher bedekte de tegenwoordige kantons St. Gallen, Zürich en Thürgau, vulde het Bodenmeer en bewoog zich door Beijeren en Zwaben tot aan den Donau. Een ander deel van dezen gletscher breidde zich in noordwestelijke richting uit, schoof zich in het tegenwoordige Rijndal, schuurde dit uit en vulde het gedeeltelijk met steenen waarover later de klei- of lössformatie bezonk, die wij boven vermeldden. Aan de zuidzijde der Alpen daalden de gletschers tot in het Pódal, bijv. tot aan Solferino. Het Garda-meer, aan welks bekoorlijke oevers thans "die Citronen blühen", was toen met ijs bedekt, dat groote steenmass's tot aan Peschiera heeft neêrgelegd. Ook de Pyreneeën hadden hunne gletschers en van de ijsbekruinde toppen van Groot-Brittanië en Ierland schoven ijsstroomen benedenwaarts. Gletschers zakten van de Ardennen neer, holden het Maasdal uit en belegden den bodem met hun grint en gruis en voerden dit zelfs tot in het zuiden van ons land.

Ofschoon de verschijnselen die in N.-Amerika op gletschers wijzen nog niet zoo nauwkeurig zijn onderzocht, staat het toch vast, dat dergelijke ijsstroomen van de Alleghany- en Sierra Nevada afzakten. Op het Zuidelijk gedeelte dragen de gebergten van Brazilië, Chili en Patagonië de duidelijke kenteekenen, dat ook daar gletschers waren.

Wat Azië betreft, het Kaukasus en het Himalayagebergte hadden gletschers van uitgebreide afmetingen; dat van den Libanon gletschers naar beneden daalden wordt door hunne sporen ten duidelijkste aangetoond.

Maar ook in het zuiden van een ander deel der bewoonde aarde zijn dergelijke gletschersporen ontdekt en wel in Z.-Afrika tot op 35° Z. B. en in Britsch Kafferland bij Greytown, terwijl in Z. W. Nieuw-Zeeland steenhoopen en moraines tot aan de kust reiken.

Men heeft het tijdperk, waarin al deze gletschers aanwezig waren en hunne steenen en gruis in de zeeën en oceanen neerlegden "den *IJstijd*", de "*IJperiode*", de "*Glaciaal*" of "*Diluviaal*" periode genoemd, en uit de aanwezigheid van zoovele ijsstroomen, welke van de hooge toppen naar de vlakke daalden besloten, dat de temperatuur van Europa of in het algemeen van de toenmalige aarde lager was dan tegenwoordig. LYELL, E. VON DER LINTH en HEER zijn daarbij voorgegaan. Zij steunen vooral op de versteeningen van de dieren, welke zij in deze "diluviale gronden" gevonden hebben en redeneerden daarbij als volgt. De rendieren, muskusossen (*Ovibos moschatus*) en de

marmotten, die thans de noordelijkste streken of de hoogste bergten van Europa bewonen, bevolkten toen de vlakten van Midden-Europa. Noordsche schelpdieren zijn gevonden in britsche meeren. Als boomen vond men niets dan berken en denneën, terwijl de mossen van het hooge noorden overal voorkwamen. De noordsche planten van Zweden en Noorwegen waren toen in Europa algemeen, zij hebben zich later, toen het klimaat warmer en meer en meer tot het tegenwoordige werd, naar de hoogste toppen teruggetrokken. De grootste zoogdieren van dien tijd, zooals de mammoeth en de neushorendieren met beenen neusmiddenschot (*Rhinoceros tichorhinus*), waren met dikke wolharen bekleed, zoodat zij de strenge koude gemakkelijk konden doorstaan. In welk klimaat zouden al deze dieren kunnen geleefd hebben, anders als in een, dat wij het best met dat der poolstreken kunnen vergelijken?

Werkelijk is bovenstaande redencering zeer verleidelijk, en geruimen tijd heeft dan ook de meening geheerscht, dat ten tijde van de gletschers der diluviaalperiode de temperatuur van de aarde vele graden lager was dan tegenwoordig. A. DE LA RIVE, is de eerste geweest, die deze meening bestreden heeft en op grond van de natte zomers van 1812—1818, toen de gletschers in Zwitserland zeer waren toegenomen, als reden van de gletschervorming in het diluviale tijdperk vooral de vochtigheid van de atmosfeer aangaf. Dat er op het einde der tertiaire periode weinig land was, hebben wij gezien en dat de rivieren, die er in de quataire periode gevormd werden, breede beddingen hadden en het land zeer dikwijls aan groote overstromingen was blootgesteld, bewijst ons de lössformatie. Halen MEER en zijne voorgangers fossielen aan tot steun van hun gevoelen, de aanhangers van DE LA RIVE, waaronder DE SAPORTAS eene eerste plaats bekleedt, trekken evenzoo uit gevonden versteeningen, waaronder velen die van voor weinige jaren dagteekenen, m. i. krachtige bewijzen voor de meening, dat de temperatuur toen in de vlakten niet beneden, misschien wel boven de tegenwoordige was.

Zoo mag men niet uit het oog verliezen, dat behalve de mammoeth, die ruwharig was, ook eene andere olifantsoort (*Elephas antiquus*) is gevonden, die, blijkens de tanden, na verwant is zoowel aan den afrikaansen als aan den indischen naamgenoot. In datzelfde tijdperk leefde het afrikaansche nijlpaard aan de oevers van de Seine. Dezelfde natuuronderzoekers, E. LARTET en A. GAUDRY hebben een

schelpdier gevonden in de lössformatie van de Somme, *Cyrene fluminalis*, dat thans nog in den Nijl voorkomt. Fossielen hebben ontegenzeggelijk aangetoond, dat de kaapsche hyena in Z.-Frankrijk rondzwierf. Ook de plantenwereld heeft vele bewijzen aangebracht. In Z. en Middel-Duitschland vinden wij afdrukken van bladeren van wilgen en beuken, eiken en dennen, Ligusters en Sneeuwballen, om enkele planten te noemen. Niet alleen in Z.-Frankrijk maar tot zelfs bij Moret in de nabijheid van Parijs zijn in diluviale lagen afdrukken gevonden van bladeren van den wijnstok, van de laurier en van den vijgeboom. Ja, men heeft er blad-afdrukken gevonden van den canarischen laurierboom, die vrij wat teerder is dan de gewone laurier. Gedurende de ijsperiode schijnen evenwel tijdvakken geweest te zijn, in welke de gletschers eene mindere uitbreiding hadden en de planten in de vlakten meer welig tierden, om later op nieuw door ijsrivieren bedekt te worden. Een en ander is te lezen uit de Flora van interglaciale tufsteen en schieferkool, waarin bovengenoemde planten werden gevonden, in verband met de onderzoekingen van den Zweedschen geleerde Dr. A. NATHORST en anderen, over geheel middel-Europa en Frankrijk, waarin de overeenkomst wordt aangetoond van de flora der noordpoolstreken en der Alpen met die van den ijstijd.

Mogen er dus in dit tijdperk vele gletschers bestaan hebben die hunne ijsstroomen naar de vlakten schoven, in die vlakten zelven behoeft daarom de temperatuur niet zoo laag te zijn geweest. Merkwaardig genoeg hebben de waarnemingen en aantekeningen van Dr. HAAST over de gletschers van Nieuw-Zeeland hier nieuwe gezichtspunten doen ontstaan en nieuwe feiten aangebracht, die ons tot de meening van DE SAPORTAS moeten doen overhellen. Het zuidelijke eiland Tawai-poe-Namoe van Nieuw-Zeeland bezit van ongeveer 43° Z. B. af een afgebroken bergketen, waarvan sommige toppen bijna 4000 meter hoog zijn. Verschillende gletschers dalen van deze bergen af en daaronder enkelen tot op 200 meters boven de oppervlakte der zee. De valleien waarin zij neerschuiven vertoonen eene flora, die naarmate men tot de oppervlakte der zee nadert, meer en meer een tropisch karakter aanneemt. Zoo vindt men tot op 1370 meters boven het niveau der zee beukenbosschen en bloeien de gentianen en ranunkels, kruiskruid (*Senecio*) en Gaultheriën (tot de Ericaceën behorende) met *Aralia*'s (Japan, China en N.-Amerika) en *Eury-*

bia's. Lager in de vlakten vindt men *Cordyline*-soorten, aan de *Dracaena*'s verwant en zelfs boomvarens, zoo als *Dicksonia antarctica* Lab., planten die alleen bij warm en vochtig klimaat gedijen. Wij vinden dus aan den voet der gletschers tropische planten, maar hooger op planten die ook in de gematigde gewesten en nog hooger andere, die slechts in het Noorden kunnen groeien. HEER, de waarnemingen van Dr. HAAST besprekende, tracht de waarde er van, als bewijs voor de meening van DE SAPORTAS te verminderen door de opmerking, dat deze gletschers met hunne plantenwereld, die de polen aan den evenaar verbindt, hunne eigenaardigheid te danken hebben aan het feit, dat Nieuw-Zeeland ¹ een eiland is, maar dit was immers ook met Europa in het begin van het quarternaire tijdperk het geval, zooals wij boven gezien hebben. In plaats dus dat de opmerking van HEER onze overtuiging verzwakken zou, versterkt zij ons in de meening, dat gedurende de quaternaire temperatuur de temperatuur van ons werelddeel in het algemeen niet lager is geweest. Het klimaat was veel meer vochtig en daardoor meer gelijkmatig en in de plantenoverblijfsels zijn de bewijzen voorhanden dat in de lage vlakten de temperatuur (van Europa althans) hooger moet geweest zijn dan tegenwoordig.

Treden wij nu terug in het tertiaire tijdvak en trachten we hier door vergelijking van de fossiele dieren en planten het klimaat vast te stellen

Evenals in het quaternaire tijdvak bloeiden in het Zuiden van Frankrijk de laurier, de wijnstok en de vijgen in het midden van de plioceenperiode ², maar daarnaast andere. Aan de oevers der Saône vinden wij den Oleander in gezelschap van den Avogada-boom der Canarische eilanden, (*Persea indica*), van het bamboesriet en de Magnolia's. Deze boomen hebben eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 17—18° C. noodig. Dewijl Dyon in het Z. van Frankrijk thans eene gemiddelde jaarlijksche temperatuur van 11° C. heeft, ligt de gevolgtrekking voor de hand.

Zoolang wij, meer en meer naar het verledene terug gaande, afdrucken vinden van plantensoorten, die geheel gelijk of zeer nauw verwant zijn aan nog levende, zooals bijv. den Avogadoboorn of den Oleander, is het niet moeilijk de uiterste temperatuurgrenzen te bepalen, die noodig

¹ Over Nieuw-Zeeland gaat de isotherm van 12° C.

² Wij herinneren, dat het tertiaire tijdvak in drie onderafdeelingen wordt verdeeld: in eene oudste (de Eoceenperiode), eene jongere (de Mioceenperiode) en eene jongste (de Plioceenperiode), welke laatst dus het quarternaire tijdvak onmiddellijk voorafging.

zijn voor eene goede ontwikkeling dezer planten. Hebben wij echter met uitgestorven soorten te doen, dan worden de uitkomsten natuurlijk niet zoo nauwkeurig, maar wij hebben dan toch in de levensvoorwaarden en in het vaderland van het plantengeslacht of des noods van de plantenfamilie voldoende steunpunten om over het klimaat te kunnen oordeelen. Als Palmen, Kamfer- en Kaneelboomen, Pisangs, *Dracaena's*, Pandanen en Cycadeeën thans uitsluitend in tropische gewesten groeien en bloeien, en wij vinden Laurier- en Kancelboomen in de mioceenperiode tot aan de oevers van de Oostzee, bij Dantzig bijv. in de nabijheid van de fossiele hars of barnsteenlagen van dáárlevende *Thuja's*, wanneer Palmen in deze zelfde periode gevonden worden in België, Rijn-Pruisen, ja tot in het noorden van Boheme, dan mogen wij wel besluiten dat in het noorden van Europa op eene breedte van ongeveer 50° de gemiddelde temperatuur omstreeks 10—20° was.

In het midden- en zuidelijk gedeelte van Europa schijnt de gemiddelde temperatuur, te oordeelen naar de tropische planten van dat tijdvak, nog iets hooger geweest te zijn. HEER schat die temperatuur voor boven-Italië op 11° en zoo hoog is zij ongeveer ook geweest in Griekenland en in klein-Azië. Hier ziet men voor het eerst eene *Cycas*-soort optreden behorende tot het afrikaansche geslacht *Encephalartos*, dat zich thans niet noordelijker dan de kust van Zanzibar verspreidt. De uitkomsten van vele onderzoekingen samennemend, mogen wij tot het besluit komen, dat de palmen, die met uitzondering van den dwergpalm (*Chamaerops humilis*) den 30—35sten breedtegraad niet overschrijden, in de mioceenperiode tot op den 50° breedtegraad voorkomen. Indien ons vaderland toen ten tijde reeds aan de golven was ontwoekerd en de mensch reeds de aarde had bevolkt, zouden onze voorvaderen hunne vermoeide leden onder de schaduw der palmen hebben uitgestrekt.

Maar niet alleen het middengedeelte van Europa had toenmaals een hoogere temperatuur, ook de poolstreken bezaten in dat tijdperk eene weelderige flora, rijk genoeg dat wij, bewoners van middel-Europa in het quarternaire tijdperk, er jaloersch van kunnen zijn. Vergun ons, geachte Lezer, dat wij hier eenige oogenblikken langer stilstaan; de uitkomsten zijn te merkwaardig en te belangrijk om er slechts enkele oogenblikken bij te vertoeven. Wij hebben de honderden van documenten, die ons in staat stellen de natuurlijke geschiedenis van deze stre-

ken thans te lezen, te danken aan de onversaagde en onvermoeide noordpoolzevaarders ROSS, PARRY, MAC-CLURE, INGFIELD, FRANKLIN en BELLOT, die steeds met gevaar voor, de twee laatsten met opoffering van hun leven, zijn doorgedrongen in deze woeste streken en er overwinterd hebben, om zoo aan die doodsche natuur hare geheime schatten te ontrukken.

Eene aandachtige beschouwing van een aardglobe of van eene wereldkaart kan ons leeren, dat de Noordpoollanden zoodanig zijn gelegen, dat zij als een gordel vormen, om eene groote en waarschijnlijk opene zee, waarvan de Noordpoolzee het middelpunt is. Deze opene Noordpoolzee heeft door de Behringstraat gemeenschap met den Stillen Oceaan en met de Atlantische zee door een tweetal open vakken tusschen Groenland en IJsland eenerzijds en het laatste eiland en Scandinavië aan de andere zijde. Ten noorden van Scandinavië ligt Spitsbergen, een archipel waarvan de meest noordelijk gelegene kaap over den 80sten breedtegraad ligt. Beneden den zoogenaamden poolcirkel ligt IJsland en ten W. van dit eiland Groenland, een schiereiland of eiland misschien, welks noordelijke grens nog niet bepaald is, maar dat toch reeds grooter is dan Duitschland en Frankrijk te zamen. Langs den zuidelijken punt van Groenland geraakt men door de Davisstraat in de Baffinsbaai, die het Baffinsland, vermoedelijk drie groote eilanden, oostwaarts begrenst. Den uitersten punt van het hooge noorden, het zoogenaamde Grinelland en Washingtonland (82° N.B.) genaakt men uit de Baffinsbaai door de Smithsund. Westwaarts ontmoet men, door de Lancastersund en Barrowstraat varende, op ongeveer 75° N.B. een viertal eilanden, N.-Devon, Cornwallis, Melville en Prince Patrick en is dan als men de Banksstraat heeft gepasseerd in de opene IJszee. Wij schrijven "opene IJszee" ofschoon zij tot heden ten gevolge van de ijsmassa's die er zich bevinden voor den mensch is gesloten gebleven. Is ook het open vak dat zich oostwaarts van Spitsbergen en ten N. van Azië en Russisch-Amerika tot aan het Prince Patrick eiland uitstrekt door een gordel van eilanden omzoomd, zooals dit westwaarts van Spitsbergen 't geval is?

Overal waar koene reizigers en natuuronderzoekers in deze onherbergzame streken zijn dóórgedrongen, hebben zij verbaasd gestaan over de overblijfselen der rijke flora van eertijds. MAC-CLURE en DR. ARMSTRONG waren verstomd van verbazing, toen zij de hoopen versteend hout aan de N.W.kust van Banksland aanschouwden. Boomstammen van allerlei grootte, nu eens door kalk-, dan eens door ijzerhoudende

stoffen omkorst of doordrongen, lagen in de bonste wanorde dooreen en tusschen heuvelrijen neergeworpen, terwijl hier en daar een versteende wortelstok uit den grond te voorschijn kwam. Het maakte op hen den indruk als of een doodende wind over al deze landen eensklaps was heengewaaid en had doen sterven wat eens een krachtig leven ademde. Gelijk de prins in het sprookje van de schoone slaapster in het bosch aanschouwden die natuuronderzoekers eene natuur, die duizende en duizende jaren geleden door een loodzwaren slaap was overmand, maar om er nimmer meer uit te ontwaken. Wanneer men die eenzame dalen binnen dringt of de besneeuwde toppen bestijgt, waarop die boomstammen verspreid liggen, hebben al de takken of bladeren geene andere veranderingen ondergaan, als dat kalk- of ijzerdeeltjes tot in hun weefsel zijn doorgedrongen en ze daardoor hebben verhard en voor verrotting gevrijwaard.

Een der meest beroemde vindplaatsen is Atanakerkluk, aan de westkust van Groenland op ongeveer 70° N.B. Vlak aan het strand vindt men fossiele boomstammen, die met dikke lagen van steenkolen afwisselen. Stijgt men in een smal dal tegen een bergrug op van ongeveer 300 meters hoogte, dan vindt men daar een ijzerhoudend gesteente, waarin duizende bladeren van allerlei soort en grootte zijn afgedrukt, en daar tusschen vruchten, bloemen en insekten, alsmede stukken van boomstammen, die er op wijzen, dat hier ter plaatse eens een rijke plantengroei was. Hier waren bosschen van *Sequoia's* (als thans in Californië), populieren, eiken en *Magnolia's* (China, N. Amerika) die afwisselden met notenboomen en *Diospyros* (Ceylon). Maar ook IJsland en Spitsbergen hebben talrijke plantenafdrukken opgeleverd uit het tertiaire tijdvak. Vooral geldt dit voor de westkust van Spitsbergen, alwaar door den bekenden Zweed *NORDENSKJÖLD* eene belangrijke hoeveelheid afdrukken van planten, niet alleen uit de tertiair-periode, maar ook uit de Jura-, krijt en steenkolenformatiën zijn ontdekt en verzameld. Wij zouden te uitvoerig worden, indien wij de verschillende vindplaatsen wenschten te vermelden en de planten beschrijven die daar gevonden zijn. Voor ons doel is het genoeg, indien wij weten, dat platanen en linden, eschdoorns en lijsterbessen er voorkomen tegelijk met *Thuja's* en dennen, maar dat ook moerasen waterplanten als plompen en biezen er geen vrcemdelingen waren. De *Magnolia's* (China, N.-Amerika) vormden er bosschen, die toen tot op 80° N.B. gevonden werden.

Prof. HEER, die den veelomvattenden arbeid op zich heeft genomen deze overblijfselen eener vroegere flora der noordpoolgewesten wetenschappelijk en stelselmatig te bewerken en daaraan 10 jaren lang (1868—1878) werkte, heeft uit den aard dier plantenafdruksels en hunne verspreiding over die noordpoolgewesten gevolgtrekkingen gemaakt die van zeer groot belang zijn. Zijne onderzoekingen over de planten der mioceenperiode brengen hem in de eerste plaats tot het gewichtige besluit, dat men thans tusschen den 40—50sten breedtegraad dezelfde planten moet gaan zoeken die toen op den 70sten breedtegraad in overvloed te vinden waren. Door den kapitein FEILDEN zijn in 1876 op Grinneland bij de Smithssund (82° N. B.), dat is ongeveer 200 uren van de Noordpool, fossiele planten verzameld, waaronder de zilveren en amerikaansche Cypres, zoowel als berken, hazelnooten, populieren en *Viburnum* voorkomen. Riet begrenste de oevers van moerassen, waarvan het brakke water door eene waterlelie (*Nymphaea arctica* HR.) bedekt was. Wij vinden den zilverden, de berk, de hazelnoot en de klaterpopulier thans nog in elkaars gezelschap en wel op de hoogvlakten der Vogesen of in de boschrijke bergstreken van Wurtemberg en Saksen. De gemiddelde jaarlijksche temperatuur is daar thans tusschen 7° en 8° C. Het noordelijkst gedeelte van Groenland zal dus in de mioceenperiode vermoedelijk eene gemiddelde temperatuur hebben gehad die daarvan weinig afwijkt. De aanwezigheid van platanen, Sequoia's of Wellingtonia's (Californië), amerikaansche Cypressen en Magnolia's op Spitsbergen in diezelfde periode wettigt ons tot het besluit, dat ook daar de gemiddelde temperatuur niet lager, misschien wel iets hooger was (9° C.). Dewijl thans volgens MARTIUS de gemiddelde jaarlijksche temperatuur op Spitsbergen op —8,6° C. moet gesteld worden, ligt de gevolgtrekking niet ver, dat in de mioceenperiode de temperatuur op dat eiland ongeveer 18° C. hooger was dan tegenwoordig. Enkele Magnolia-soorten, n. l. die met niet afvallende bladeren (*M. Inglefieldi* HR.) kwamen toen, blijktens de onderzoekingen van HEER niet op Spitsbergen, maar wel op Groenland voor, d. i. op 70° N. B. en wel tegelijk met Sequoia's of Mammoethboomen, eschdoorns en eiken. Maar deze planten vinden wij thans in elkaars gezelschap in Ohio, Californië en tropisch midden-Amerika, waarvan de gemiddelde jaarlijksche temperatuur ongeveer 12° C. is. Ook hier ligt de gevolgtrekking voor de hand. Herinneren wij ons verder, hoe wij boven aanstip-

ten, dat bij Dantzig in de barnsteenlagen afdrukselen zijn gevonden uit dezelfde mioceenperiode van Laurieren, Kamfer- en Kaneelboomen, alsmede van Oleanders, en dat wij daarom de gemiddelde temperatuur op die breedte d. i. op 55° N.B. op 20—18° C. stelden, dan zien wij hier het belangrijke verschijnsel, dat ook in de mioceenperiode de streken op eene lagere breedte een hoogere temperatuur hadden: m. a. w. de gemiddelde temperatuur van de verschillende deelen der aardoppervlakte was eene veel hoogere, maar zij nam evenals thans met hoogere breedte af.

Maar bij den aandachtigen lezer rijst hier misschien onmiddelijk de vraag op: tegenwoordig hebben de plaatsen, die op gelijke breedte liggen niet dezelfde gemiddelde jaarlijksche temperatuur, of wat op hetzelfde neerkomt, tegenwoordig loopen de isothermen tengevolge van de onregelmatige verdeeling van water en land niet evenwijdig met de breedtecirkels, die wij ons over de oppervlakte der aarde getrokken denken, hoe was dat vroeger het geval?

De scherpzinnige onderzoekingen van HEER hebben hierop een zeer voldoende antwoord gegeven. Hem is toch gebleken, dat de plantenafdruksels van de Sikta-eilanden bij Ataschka (de N.W. punt van Russisch Amerika) en die van de Mackenzie-rivier eene zoodanige treffende overeenkomst hebben met die van Atanekrdluk op de westkust van Groenland, dat men met zekerheid tot een zelfde klimaat mag besluiten. De Sikta-eilanden evenwel liggen op 57° N.B., de vindplaatsen aan de Mackenzie-rivier op 65° en die van Atanekrdluk op 70°.

Hieruit besluit HEER, en wij gelooven te recht, dat dit gelijke klimaat moet toegeschreven worden aan de verdeeling van water en land toen ter tijde, en dat dus eene miocene isothermische lijn mag getrokken worden over die plaatsen, eene lijn die eenigermate in buiging, overeen zou komen met de tegenwoordige isotherm van 0°, die in het midden van N.-Amerika op eene hoogte van 55° N.B. ligt, zich over IJsland heen in de nabijheid van de Noordkaap tot 70° N.B. verheft, om weldra in het midden van Azië weer tot eene gelijke laagte te zakken.

Een ander niet minder belangrijk besluit heeft HEER opgemaakt uit de overeenkomst van de mioceen-flora van Alaschka, de Mackenzie rivier en Groenland met die van IJsland en Spitsbergen. De vindplaatsen van Alaschka en die van Spitsbergen liggen tegenwoordig bijna 180° lengte van elkaar verwijderd, en Grinnelland van Spitsbergen

bijna 90°, toch vindt men er bijna dezelfde soorten van planten gedurende de miocenenperiode. Dat de pool onveranderd is gebleven, wij vermelden het reeds vroeger, is door de astronomen bewezen: een nieuw bewijs kunnen wij putten uit de bovengenoemde overeenstemmende flora's. Indien toch de pool tijdens de mioceenperiode eene andere richting had gehad, het klimaat van bovengenoemde streken zou nooit eene zoodanige overeenkomst gehad hebben als door de onderzoekingen van HEER is aangetoond.

Wij hebben in het vorige meer bepaaldelijk het oog gericht op de flora van de pliocene en miocene perioden, omdat deze beter dan de fauna ons de gemiddelde jaarlijksche temperatuur kan doen bepalen. Onze schets van de mioceenperiode bijv. zou nog opgeluisterd moeten worden met Giraffen en Gazellen, terwijl Slankapen of Semnopithecen, die thans Z. en Z. O. Azië bewonen, toen in de bosschen rondsprongen. We hadden de zeeën moeten bevolken met tropische koraalvormen enz.

Is door het vorige aangetoond, dat Europa en Azië gedurende het pliocene en het miocene tijdvak eene veel hoogere temperatuur hadden en geldt hetzelfde ook van N.-Amerika, dan volgt hieruit niet dat de temperatuur van alle deelen van de oppervlakte der aarde op gelijke wijze hooger was dan hunne tegenwoordige. Zoo moeten wij uit de onderzoekingen van K. MAYER over de miocene flora en fauna van Madeira besluiten, dat zich deze zeer nauw aan die van het toenmalige Europa en Azië aansloten, al hadden zij een iets meer tropisch karakter. Ook in tropische streken zijn de tertiaire aardlagen onderzocht. Zoo zijn wij door onderzoekingen van HEER bekend met de tertiaire planten en schelpdieren van Java en Sumatra, terwijl Dr. GÜNTHER de visschen heeft onderzocht; al deze onderzoekingen wijzen er op, dat in het tropische Azië toen hetzelfde klimaat heerschte als tegenwoordig.

Alleen het klimaat van de meer noordelijke gewesten was hooger en wel hooger naarmate wij meer in het miocene tijdvak terugtreden, zooals vergelijkend onderzoek van de verschillende aardlagen der mioceenlagen geleerd heeft. Maar wij kunnen daarover niet in nadere bijzonderheden treden; wij zouden al te uitvoerig moeten worden en het wordt tijd, dat wij trachten berichten in te winnen over het klimaat der eocenenperiode.

Daartoe moeten wij een blik werpen in de eocene herbariën van den Monte Bolca, van Provence, van de bruinkoollagen van Saksen

en van het eiland Wight, om slechts de meest bekende te nemen. Wij vinden hier de dikbladerige vijfgeboomen, overeenkomende met den indische Kaotschoekboom (*Ficus elastica*), langbladerige Eucalyptus-soorten (Australië), die afwisselen met Myrte- en Sandelboomen (O. Indië) en vinbladige Guajak- of pokhoutboomen (W. Indië). Doornige Caesalpineën, die thans alleen in de subtropische gewesten gevonden worden, spreidden hunne dubbelgevinde bladeren in deze bosschen uit. Struiken van Aralia's vulden de ruimten tussehen de stammen op, Jacaranden en Bignoniaciën slingerden hunne twijgen langs stammen en takken en omwonden deze met bonte guirlanden, zooals hunne verre naneven in de tegenwoordige tropische en maagdelijke bosschen nog doen. De Palmen breidden zich tot hoog in het noorden uit, Pandanen- en Pisangboomen waren in Duitschland en Engeland inheemsch.

Het geheele karakter der Flora van middel-Europa in de eoceenperiode is in weinige woorden te schetsen. Vonden wij de flora der miocceenperiode als eene tropische overeenkomende met die van het tegenwoordige middel-Amerika, dan kunnen wij de flora der eoceenperiode schetsen als: subtropisch indisch-australisch en stellen de gemiddelde temperatuur van Europa toen ter tijde met DE SAPORTAS op ongeveer 25° C., zij overschrijdt 30° C. niet. De documenten uit de eoceenperiode, die ons het hooge noorden verschaft heeft, zijn weinig talrijk, maar toch voldoende om te besluiten, dat zich toen daar een plantengroei ontwikkeld heeft, die in wezen en karakter overeenkomt met die van de mioceenperiode in in middel-Europa. Wij hebben derhalve ook hier het verschijnsel vast te stellen, dat van het N. tot het Z, de temperatuur toenam, met dien verstande, dat de geheele tegenwoordige gematigde klimaatgordel en de heete klimaatgordel eene gelijkmatige temperatuur bezaten, die zich laat aflezen aan de Indisch-Australische flora.

In nog andere tijdvakken moeten wij naar bewijsstukken gaan zoeken. In de krijtvormingen¹ vinden wij ook afdrukken van planten en dieren, die voor de bepaling van het klimaat van veel belang zijn. Zoo treffen wij in Bohemen, Moravië en Saksen in cenomaanlagen dezelfde planten aan als in N.-Groenland en in N.-Amerika n.l. talrijke *Yarens* en *Coniferen*, maar vooral tweezaadlobbige planten, waaronder

¹ Tot gemak van den lezer herinneren wij dat de krijtformatie in eenige onderdeelen wordt verdeeld die bij de tertiaire periode beginnende elkaâr aldus opvolgen: *Senon*, *Turon*, *Cenomaan*, *Gault* en *Neocom*.

planten, zooals het uitgestorven geslacht *Credneria*, met zeer groote bladeren, voorts *Araliaceën*, *Magnoliaceën*, *Myrtaceën*, alsmede *Sassafras*- en *Ficus*soorten, enkele boomvarens houden een paar *Cycas*-soorten gezelschap. In aardlagen, die denzelfden geologischen ouderdom hebben, bij Bausset in de nabijheid van Lyon vinden wij, merkwaardig genoeg, bijna geen dicotyle of tweezaadlobbige planten, maar wel *Araucaria*'s en varens met leerachtige bladeren, die ons herinneren aan de planten der Juraperiode, welke de krijtperiode voorafging.

Van de Gaultvorming zijn betrekkelijk zeer weinig planten bekend. Ceders, dennen en andere Coniferen vindt men in België en Engeland, terwijl NORDENSKJOLD op 78° N.B. lagen van fossiele planten ontdekt heeft in gronden welke tot deze vorming behooren. De mammoethsboom (*Sequoia*) die elders, in Saksen, Bohemen, Moravie in alle krijtlagen voorkomt, vormde hier groote bosschen.

Besluiten wij onze wandeling door de krijtformatie met een blik op de fossiele planten der Wealdenvorming. Deze vorming heeft haar ontstaan te danken aan groote landopheffingen, die in het begin der krijtformatie hebben plaats gehad en waardoor de zee uit vele streken verdween en eene groote strook land werd gevormd, die zich van Engeland over Frankrijk tot W.-Duitschland uitbreidde. Dat land was bedekt met varens, allerlei Coniferen en Cycadeën. Onder die varens vinden wij merkwaardige vormen, o.a. het geslacht *Gleichenia*, met zijne vorksgewijze en gevederde bladeren, dat thans uitsluitend in subtropische streken voorkomt. Deze varens vormden uitgestrekte bosschen in iets jongere lagen, die gevonden zijn bij Wernsdorf in Moravië en op het Schiereiland Noursoak en N.-Groenland (70° 33' N.B.) De laatste vindplaats heeft niet minder dan 35 varensoorten, 9 Cycadeën, 17 Coniferen, 6 soorten van eenzaadlobbige planten en 1 tweezaadlobbige plant opgeleverd. Volledigheidshalve voegen wij er nog bij, dat *Gingko*'s (*Salisburea*) die thans in Japan voorkomen, in de Neocomperiode in Zwitserland gevonden werden met *Cycas* en bamboesriet, maar dat ook uit N.-Groenland een tweetal soorten van dit geslacht zijn meegebracht.

Welke gevolgtrekkingen kunnen wij thans maken uit de vluchtig vermelde feiten? Wij meenen deze, dat in de oudste krijtperiode (Neocom) het klimaat over de geheele aarde¹ gelijkmatig was en zooals wij

¹ Om niet al te uitvoerig te worden, laten wij hier de onderzoekingen over andere

weldra zullen zien, gelijk aan dat van de Juraperiode en vervolgens, dat in de latere krijtperiode (Cenomaan, Turon, Senon) zich misschien eenigermate de invloed van de breedte doet gevoelen, ofschoon wij eerst in de tertiaire periode verschil in het klimaat der noordelijke poolgewesten met de lager gelegene landen konden vaststellen.

De *Gingko*'s en de *Cycadeën* van zooeven brengen ons gemakke-lijk in de Jura-periode. Want in dit tijdvak, dat, zooals wij weten, aan de krijtvorming voorafging, vinden wij deze zelfde plantengeslachten overal verspreid. Zoowel in Engeland als in Spitsbergen (kaap Bohe-man op 78° 24' N.B.) maar ook in Zwitserland en in O.-Siberië tref-fen wij bijv. *Gingko Huttoni* aan. De *Cycadeën* (*Zamites*) van de oud-ste krijtvorming zijn na verwant aan die van de Jura-eilanden en be-hooren tot een zelfde geslacht. Wij spraken daar van "Jura-eilanden" In het midden van de Jura periode bestond nl. Europa uit eenige eilanden, die boven de zee uitstaken. Middel-Duitschland was een eiland en van Weenen tot Turyn strekte zich een ander smal eiland van het Oosten tot het Westen in eenigszins zuidelijke richting uit. Zuid-Frank-rijk was eveneens een eiland, dat door eene smalle straat gescheiden was van een groot eiland, dat Nantes met Liverpool verbond. Een groot deel van de ZO. punt van Engeland was door de zee bedolven. Al deze eilanden waren bedekt met *Sagoboomen* (*Zamites*), varens en *Coniferen*. Eénzaadlobbige planten zijn hoogst zeldzaam, twee-zaadlobbigen ontbreken geheel. Zonderbare vliegende hagedissen (*Pterodactylus*) bewogen zich door de lucht, azende op groote gla-zenmakers of Libellen, of eene slachting aanrichtende onder de sprinkhaanzwermen. De grond wemelde van insecten en spinnen, terwijl kleine zootwatermeertjes krioelden van water-wantsen en waterseorpioenen. De zeeën waren bevolkt met talrijke schildpadden, die hunne eieren legden aan het strand en de prooi werden van reusachtige krokodillen. Millioenen ko-ralen van de zonderlingste vormen vervulden de zeeën en trachtten sierlijke schelpdieren in hunne vangarmen te stikken. Overal een gelijkmatig klimaat, warm en vochtig. Hetzij men Jura-ver-steeningen in O.-Indie of in N.-Amerika op Spitsbergen, in Z.-Ame-rika of in Europa vindt en onderzoekt, allen wijzen op één feit:

werelddeelen, vooral Azië en Amerika weg. In het algemeen is de gevonden flora zeer gelijkvormig aan die van Europa.

er was geen onderscheid tusschen den plantengroei in het hooge noorden of in de nabijheid van den evenaar; de eilanden van het toenmalige Europa verheugden zich in een warm indisch-australisch klimaat, hetzelfde wat wij gedurende de oudste krijtvormingen hebben waargenomen en dat nog in de eoceënperiode over een groot gedeelte der aardoppervlakte heerschende was.

Gaan wij nog verder in de aardlagen terug en wel naar de Trias- of naar de Steenkolenperiode, dan mogen wij andere, thans niet meer bestaande plantenvormen vinden, nieuwe soorten van boomvarens of reusachtige paardenstaarten, die langs onmetelijke moerassen troonden, of den grootsten rijkdom zien in overschoone varens van allerlei afmetingen en die aantreffen op alle gedeelten van den aardbol, overal wijzen ons dezelfde planten- of diersoorten op een gelijk klimaat met veel warmte en vooral veel vocht. Want groote landoppervlakten zijn er niet. Verbrokkelde eilanden door straten afgesneden, maar niet zelden tot archipels verbonden, rijzen uit de zee op en zijn bijna onzichtbaar door zware neveldampen, die door eene warme zon steeds worden gevoed; de planten in die verzadigde warme atmosfeer tot krachtige boomen opgroeiend, vormen ondoordringbare wouden, wier drassige bodem aan groote landdieren geen genoegzamen steun kan verschaffen. Reusachtige salamanders kruipen daar over de oppervlakte van deze moerasveenen en laten hunne voetsporen achter langs het zeestrand.

Hier braken vulkanen gloeiende lavastroomen uit of slingeren kolossale granietblokken hoog in de lucht. Met de oogen van den geest zien wij ginds een eiland, waarop eenige dagen geleden nog de weelderigste flora hare kruinen ten hemel hief ten gevolge van eene vulkanische aardstorting in de zee wegzinken, terwijl elders een ander eiland dat misschien duizende jaren geleden zich boven de oppervlakte der zee verhief, gedeeltelijk te voorschijn komt om op nieuw door eene weelderige flora bedekt te worden. Zoo ontstonden in die voorwereldlijke tijdperken de oude steenkolen-lagen, die afwisselen met versteende lagen van zeeklei en zand, waarin honderde diersoorten begraven liggen. De eilanden Melville, Bathurst en Prins Patriek in het hooge noorden hebben steenkoolbeddingen, welke tot de oudste aardlagen behooren en de overtuigende bewijzen zijn voor de stelling; dat in de oudste geologische tijdperken zoowel de planten als de dieren ons aantoonen, dat een gelijkmatig zeer vochtig en warm klimaat, hooger misschien

dan tegenwoordig in de indisch- australische landen bekend is, over de geheele aardoppervlakte heerschte.

Na de bovenstaande, een weinig uitvoerige schets, waarin wij getracht hebben zoo beknopt mogelijk eenige der voornaamste verschijnselen te bespreken, wier geschiedenis door het wezen en de verspreiding van fossiele planten en dieren is opgeteekend, zullen wij eene poging wagen om de oorzaken te doorgronden, waaraan de hooge temperatuur in de oudste geologische perioden moet worden toegeschreven. Vergeeten mogen wij echter niet, dat de wetenschap in deze hoogst moeielijke vraagstukken haar laatste woord nog niet gesproken heeft, en dat wij weinig meer kunnen doen dan uit de meer of minder waarschijnlijke hypothesen, die door verschillende geleerden zijn opgesteld, de naar onze meening minst onwaarschijnlijke uit te kiezen, als zij tevens de boven geschetste toestanden op de eenvoudigste wijze verklaart.

Waar zullen wij die oorzaak gaan zoeken?

In de aarde? in de zon? in andere verschijnselen der sterrewereld? of meer nabij in den dampkring? Ziedaar de vier hoofdrichtingen, waarin wij ons bewegen kunnen om de waarschijnlijke oorzaak op te sporen.

(Wordt vervolgd.)