

OVER FJORD-VORMINGEN.

DOOR

Dr. F. W. KRECKE.

(Vervolg en Slot van blz. 342).

Ook aan de noordoostkusten van Labrador ontbreken de fjorden niet, ofschoon zij, vergeleken met de daar tegenover liggende westkust van Groenland, arm daaraan zijn.

Talrijker zijn de baaien en fjorden aan de steile noordoost- en zuid-oostkusten van New-Foundland, die uit graniet, gneis en *Glimmerschiefer* bestaan. Aan de Conception-baai (C. B. fig. 8, blz. 352) vindt men talrijke sporen van vroegere gletschers en landijs, terwijl de 145 meters beneden den waterspiegel gelegen bank, aan den mond van dit fjord, door den Schout-bij-Nacht KERN, als de eindmoraine wordt beschouwd.¹ De diep ingesneden Trinity-baai (T. B.) in het Noorden en de Placentia-baai (P. B.) in het Zuiden scheiden het schiereiland Avalon bijna geheel van het overige gedeelte van het eiland, waarmede het slechts door eene smalle landengte verbonden is. Vroeger werd Avalon aan alle zijden door de zee bespoeld, maar later werd het door de voortdurende rijzing van den bodem met het eiland vereenigd. Deze stijging blijkt nog aanhoudend, door het ondieper worden van havens, het boven water verrijzen van klippen en andere dergelijke gebeurtenissen.

De rotsachtige kusten van het Prins Edwards-eiland (P. E. fig. 8) rijzen op de meeste plaatsen 10 tot 30 meters steil uit den oceaan op en

¹ *Quarterly Journal*, 27, N^o. 105.

zijn door talrijke fjorden ingekorven, waarvan enkelen bijna de tegenover liggende kust bereiken en slechts eene smalle landengte overlaten.

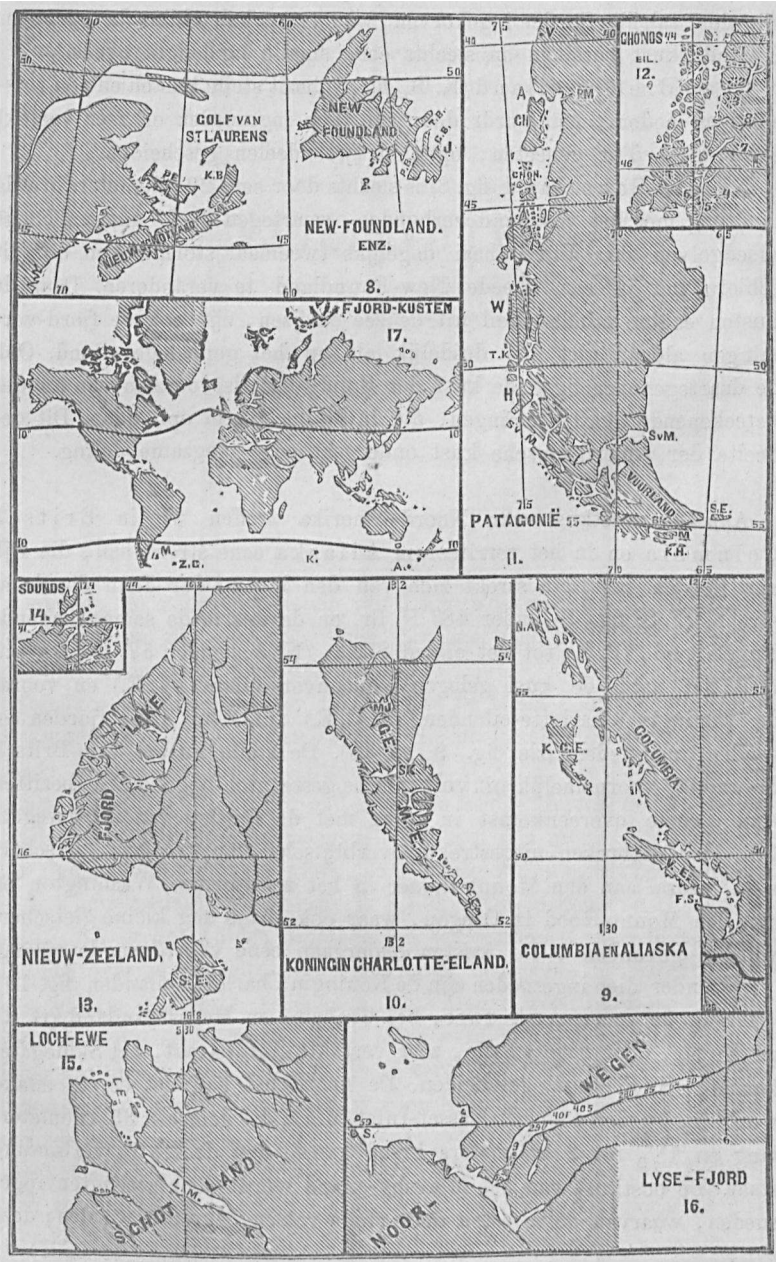
Kaap Breton-eiland (K. B., fig. 8) bezit steile kusten en een rotsachtigen bodem; het wordt door een diep ingesneden en zeer vertakt fjord, Bras d'or geheeten, bijna in twee deelen gescheiden.

Nieuw-Schotland (fig. 8) is slechts door eene 20 kilometers breede landtong met het vasteland verbonden, waartegen de 23 meters hooge vloedgolven der Fundy-baai dagelijks tweemaal stormloopen om dit schiereiland in een tweede New-Foundland te veranderen. Daar de kusten echter minder steil uit de zee oprijzen, zijn ook de fjord-vormingen aldaar niet zoo duidelijk als op het genoemde eiland. Ook de daartegenover liggende kust der Fundy-baai is voorzien van minder beteekenende fjord-vormingen, die in Maine geheel ophouden. Dit gedeelte der Amerikaansche kust ondergaat eene langzame daling.

Aan de westkust van Noord-Amerika treffen wij in Britsch Columbia en in het territorium Aliaska eene streek aan, die rijk aan fjorden is. Deze strekt zich van den ingang der Juan de Fucastraat, (F. S. fig., 9) onder 48° N. Br. en de daarmede samenhangende Puget-Sond, (P. S.) tot het eiland Sitka, (N. A.) onder 57° N. Br. uit. Ook het nabij de kust gelegen Vancouvers-eiland (V. E.) en vooral de Koningin Charlotte-eilanden (K. C. E.) zijn door diepe fjorden en sonden ingesneden (zie fig. 9 en 10). De steile kusten van Britsch Columbië, voornamelijk uit vulkanische gesteenten opgebouwd, bezitten eene groote overeenkomst in vorm met de fjorden van Noorwegen. Ook hier ontbreken uitgestrekte overblijfselen van vroegere gletschers niet, vooral aan den Mount-Rainer in het territorium Washington en aan den Mount-Hood in Oregon, waar ook thans nog kleine gletschers worden gevonden¹. De kusten ondergaan eene voortdurende rijzing.

Bijzonder diep ingesneden zijn de Koningin Charlotte-eilanden (fig. 10), waarvan de voornaamste twee, het Graham- en Moresby-eiland (G. E. en M. E.), door eene smalle, zeer vertakte fjord-straat, het Skidegatekanaal, (S. K.) zijn gescheiden. De noordkust van het eerste eiland wordt ingesneden door het Masset-Inlet (M. I.), dat door een 35 kilometers lang en 1½ tot 2 kilometers breed kanaal met de zee in verbinding staat. De oostkust van het Moresby-eiland wordt door zeeëngten ingesneden, waarvan de meesten door steile rotsen begrensd worden; deze

¹ PETERMANS *geographische Mittheilungen*, 1871, blz. 248.



fjord-vormingen eindigen hetzij blind tegen de bergen van het binnenland, of zij zijn zijdelings met elkander verbonden en snijden op die wijze een groot aantal eilanden van de kust af¹.

Ook in Noord-Amerika ontbreekt het niet aan ijsvormingen uit het diluviale tijdvak. Groote hoeveelheden zand en kiezel, benevens rotsblokken van 1000 tot 1500 kubieke meters inhoud vindt men in geheel Canada, Nieuw-Engeland, Michigan, Wisconsin en Minnesota, tot aan gene zijde van den Mississippi en zuidelijk tot omstreeks den 39sten breedtegraad. Zij zijn afkomstig uit noordelijker streken, maar hebben waarschijnlijk niet zulke groote reizen afgelegd als die der Noordduitsche vlakke. Uitgestrekte oppervlakten van rotsen zijn diep gegroefd, gekrast, gestreept of fijn gepolijst. Dikwijls vindt men deze getuigen van de vroegere aanwezigheid van gletscher-ijs alleen aan de noordelijke hellingen, benevens op de toppen der hoogste bergen, terwijl de zuidelijke nog hare oorspronkelijke ruwe en puntige vormen bezitten, hetgeen met zekerheid bewijst, dat de diluviale ijsstroomen uit noordelijker streken afkomstig zijn².

Evenals Europa, was ook Noord-Amerika, gedurende het IJstijdvak veel minder uitgebreid dan thans. Het laatste bezat toen den vorm van een langgerekt, smal eiland, waarvan de lengteas in de richting der meridianen liep. Zijne noordoost-kust wordt aangeduid door eene lijn, die van Baltimore westwaarts naar den Mississippi en verder, evenwijdig met den voet van het Rotsgebergte, noordelijk tot aan de IJsee liep. Al het ten noordoosten dezer lijn gelegen land was toen, behalve eenige kleine bergstreken, door eene omstreeks 1000 meters diepe zee bedekt. Maar ook in het Zuiden behoorden de breede, lage vlakten, langs den Atlantischen Oceaan en de Mexicaansche Golf, welke laatste zich bijna tot aan den mond van den Ohio uitstreckte, nog tot het gebied van den oceaan. Ten gevolge van dezelfde oorzaken, die wij in Europa leerden kennen, had gedurende het IJstijdvak eene veel grootere ontwikkeling van gletschers en ijsvelden op de Cordilleres en Alleghanies plaats dan thans³.

¹ DR. GEORGE M. DAWSON, *Geological survey of Canada*, 1872-'73; PETERMANN'S *geogr. Mittheil.* 1881, blz. 331.

² Zie: *Natural history of New-York, Geology* 1842-'43; *Geological survey of Wisconsin, Iowa and Minnesota*, by D. D. OWEN; *Geology of the Lake Superior landdistrict*, by DESOR; H. CREDNER, *Elemente der Geologie*, blz. 661.

³ PESCHL-LEYPOLDT, *Physische Erdkunde*, deel 2, blz. 367.

De hooge westkusten van Patagonië, ten zuiden van het eiland Chiloë (Ch. fig. 11, op 42° Z. Br.), waar de Andes-keten steil in zee afdaalt, zijn door spleten, scheuren en kloven in een doolhof van zeeëngten, fjorden, eilanden, rotskappen, klippen en scheeren verdeeld.

Chiloë zelf bezit minder duidelijke insnijdingen, maar ten zuiden daarvan liggen de Chonos-eilanden, die in de jaren 1870 tot '72 door den Chileenschen kapitein ter zee E. SIMPSON werden opgenomen en in kaart gebracht. Zij bestaan uit een doolhof van land en water, zooals wellicht nergens ter wereld wordt aangetroffen; in fig. 12 is deze groep in ruwe trekken grooter afgeteekend. De Chonos-eilanden zijn zonder uitzondering bergachtig. De kusten, die naar den oceaan zijn gekeerd, bestaan volgens DARWIN¹ meest uit *Glimmerschiefer*, de meer naar binnen gelegen kusten volgens SIMPSON uit vulkanische gesteenten, waarschijnlijk Hoornblende-Andesieten. Natuurlijk ontbreken groote rivieren, maar kleine beken en meren zijn talrijk. Vele prachtige watervallen worden daar aangetroffen, waaronder die in de haven Cascada, aan het kanaal Yacáf (1, fig. 12) uitmunt, welke zich van eene 100 meters hooge rots stort. Ook zijn de toppen van eenige eilanden, in het bijzonder die der 1660 meters hooge Cuptána, zelfs in den zomer met sneeuw bedekt. Maar de eigenlijke zetel van het voortdurende ijs zijn toch de toppen der naburige Andes: Melimóyu (1) (2400 meters), Molatát (2) (1660 meters), Macá (3) (2960 meters) en in het bijzonder de reusachtige, 3870 meters hooge San-Valentin (4), een der hoogste bergen van Patagonië. Van dezen geweldigen bergkegel dalen uitgestrekte gletschers af, die op vele punten tot aan, ja bij San-Rafael (5) zelfs tot onder den zeespiegel, zich uitstrekken, op de breedte van Vevay, Montreux en andere plaatsen aan het meer van Genève, die tot winterverblijf aan zieken en zwakken worden aanbevolen! Deze gletschers voeden een aantal rivieren, waarvan de Hušmúles (7) en Aysén (8) de voornaamste zijn. De dalen dezer bergstroomen loopen bijna nauwkeurig van het Oosten naar het Westen en hebben een aanzienlijk verval. Maar een groot deel van het gletscherwater wordt afgevoerd door korte afvoerkanaalen, waarvan de Rio de los Tempanos (6) aan het meer San-Rafael de voornaamste is. Het Canal de Cay (tusschen 2 en 3), dat aan beide zijden met de zee in gemeenschap staat, bevat echter bijna zoet water, waarvan het rijkelijk door toevoer uit beken en gletschers wordt voorzien. De smalle zeeëngten, die de Chonos-

¹ CH. DARWIN, *Geologische Beobachtungen über Südamerika, übersetzt von CARUS.*

eilanden, meer dan 1000 in getal, van de kusten van Patagonië en de verschillende eilanden van elkander scheiden, zijn zeer diep en meest dieper dan de naburige oceaan. Terwijl men in dezen laatsten op vele plaatsen reeds met 90 meters grond loodt, dalen de meeste dier kanalen meer dan 270 meters beneden den zeespiegel af.¹

Ten zuiden van het schiereiland Taytáo (T.) wordt de kust tegen de woelige golven van den grooten Oceaan beschermd door een aantal lange en smalle eilanden, waarvan Wellington (W., fig. 11), Madre, Chatham en Hannover (H.) de voornaamste zijn; hierachter strekken zich lange en smalle fjord-straten uit. Volgens onderzoekingen op de »Alert», onder bevel van den bekenden kapitein NARES gedaan, van 1878 tot '80, biedt het Trinidad-kanaal (T. K.) voor de schepen, die naar den Grooten Oceaan stevenen, een veilig vaarwater aan. Ook de zeestraten tusschen het vasteland en de ten westen daarvan liggende eilanden leveren groote zekerheid op, daar hooge rotsen de kracht der westen en noordwesten stormen breken. De kusten zijn door diepe fjorden ingesneden, waarvan velen in verbazend groote gletschers eindigen, die zich onmiddelijk uit hoogten van meer dan 600 meters in zee ontlasten. De rotsachtige oevers rijzen op de meeste plaatsen uit aanzienlijke diepte steil omhoog; terwijl van de rotswanden vele beken zich met schilderachtige watervallen in zee stortten. De hellingen zijn kaal en, door de aan deze kusten heerschende vochtigheid, sterk verweerd, terwijl de zachter hellende oevers, evenals die op de Chonos-eilanden, een dichten boomgroei vertoonen.²

Ook het Vuurland en de naburige eilanden vertoonen zeer samengestelde fjord-vormingen. Kapitein KING merkte op, dat deze, overal waar graniet- en trapvormingen voorkomen, onregelmatig met eilanden en klippen zijn bezaaid, terwijl zich in den *Thonschiefer* lijnrechte en evenwijdige fjord-straten bevinden. Zoo is het 215 kilometers lange en 3½ kilometers breede Beagle-kanaal (B. K.) aan de zuidkust van het Vuurland voor het grootste gedeelte volkomen recht. Het uitzicht wordt echter ter weerszijde door bergketenen en rotsmuren scherp begrensd; slechts in de lengte strekt het zich uit over onafzienbare afstanden.³

In 1883 overwinterde eene Fransche wetenschappelijke Commissie, onder leiding van den Kapitein ter zee MARTIAL, op het Vuurland. In haar verslag leest men, omtrent de fjord-vormingen, het volgende:

¹ PETERMANN'S *geographische Mittheilungen*, 1878, blz. 461, met kaart.

² PETERMANN'S *geographische Mittheilungen*, 1882, blz. 49.

³ *Journal of the royal geographical Society of London*, 1830-'31, blz. 155.

»De verbazend groote hoeveelheid waterdamp, door de westenwinden »aan de oppervlakte van den Grooten Oceaan opgenomen, wordt tegen- »gehouden door de hooge toppen van het eiland Hoste en verdicht »zich in den vorm van sneeuw, welke aldaar nooit smelt, omdat »de sneeuwgrens op eene hoogte van 700 meters is gelegen. Zij ver- »zamelt zich voortdurend op die hoogten, hoopt zich in de nauwe dalen »op, waar zij zich door de verbazende drukking, welke daarop wordt »uitgeoefend, in gletscher-ijs verandert, dat in grillige, slangvormige »lijnen langs de steile hellingen afdaalt. Het voorkomen dezer gletschers »aan de oppervlakte der zee, op eene breedte van slechts 56°, bij »eene gemiddelde temperatuur van 5° C. vormt een der merkwaardigste »kenmerken dezer streken.

»De hellingen, die tegen de hevige westenwinden beschut zijn, worden »bedekt met een weelderigen plantengroei. Aan de oostkust van het »eiland Hoste en aan het Beagle-kanaal (B. K.) ontmoet men uitge- »streckte, bijna ondoordringbare bosschen. Te midden dier wouden hebben »zich de gletschers op vele plaatsen een weg gebaad. Dikwijls be- »zocht de »Romanche'' op een schoonen dag een dier verbazend lange »fjorden, wier kusten met een mantel van altijd groene boomen zijn »bedekt. De eenden ¹, de Magelhaensche ganzen ² en de caracara's ³ met »hare schitterende kleuren, vlogen bij het naderen van het vaartuig »op, terwijl de otariën ⁴ en de pinguïns ⁵ hare koppen verhieven »boven de kalme wateren. Eene zachte warmte en eene voorjaarszon, »werkten mede om aan het landschap een voorkomen te geven van »het meest begunstigde land der aarde. Maar plotseling vertoont zich, »bij het omvaren van een met bosschen bedekt voorgebergte, aan het »einde eener tot dusverre onzichtbare baai een verbazend groote ijs- »stroom, die van het gebergte afdaalt. De hemel betreft in een oogen- »blik; eene sneeuwjacht, voortgedreven door hevige rukwinden, die »achter de naburige hoogten te voorschijn komt, hult alles in duis- »ternis en men vindt zich, zonder merkbaren overgang, verplaatst te »midden van een echt poollandschap.

»Wanneer men in het oostelijk gedeelte van den archipel doordringt, »verlaat men geheel en al de streek der gletschers. Het eiland Navarino

¹ *Anas patagonica* en andere soorten.

² *Anser antarctica*.

³ *Polyborus Tharus*.

⁴ *Otaria jubata* (zeeleeuw) en *O. ursina* (zeebeer).

⁵ *Aptenodytes patagonica*.

»bezit wel een keten van hooge bergen, maar niets herinnert hier aan
 »de diepe insnijdingen en de uitgeholde kusten van het eiland Hoste.
 »Ten zuiden dezer bergen, strekt zich eene uitgebreide vlakte uit
 »tot aan de Windhond-baai en Kaap-Guanaco. De bodem is hier veen-
 »achtig en bedekt met mossen. Wij zijn thans in de Pampas en vinden
 »hier hare gewone bewoners, de guanaco's¹, die in talrijke kudden
 »de met bosschen bedekte heuvelen bevolken. Straat-Murray, die deze
 »beide groote eilanden scheidt, is te gelijk de grens van twee onder-
 »scheiden streken, waarvan ook het klimaat geheel verschillend is." ²

Geheel de westkust van Patagonië vertoont ons het beeld eener streek, welke voortdurend dieper in den schoot der wateren afdaaft. Ten gevolge daarvan drong de zee in het binnenland door en veranderde alle lage streken in watervlakten, evenals dit vroeger aan de kusten van Scandinavië plaats vond (zie blz. 290). De dalen veranderden in op rivieren gelijkende lange fjordstraten, waarvan wij in het reeds genoemde Beagle-kanaal een voorbeeld zien, terwijl de hoogere gedeelten zich als eilanden boven den waterspiegel bleven verheffen. Deze daling, welke bij het eiland Chilôë op dezelfde plaats als de fjordvormingen ophoudt, werd reeds voor vele jaren door E. PÖPPIG³ en DARWIN⁴ aangetoond. PHILIPPI meldt, dat op de Chonos-eilanden vroeger schelpbanken werden ontgonnen op plaatsen, waar later diep vaarwater voorkwam, terwijl overstroome, gedeeltelijk nog met gebladerte bedekte bosschen geen twijfel overlieten omtrent het snelle dalen van den bodem. — Met het eiland Chilôë begint het gebied eener uitgestrekte landverheffing, welke blijkt uit het voorkomen van oude kustlijnen, 90 meters boven den zeespiegel. Een aantal voorgebergten dragen verder aldaar den naam van *huapi*, hetgeen »eiland" beteekent, waaruit blijkt, dat deze eerst later met het hoofdeiland verbonden werden ⁵.

Vele eilanden in het zuidelijk gedeelte van den Atlantischen en Grooten Oceaan vertoonen mede fjord-vormingen. Daartoe behooren de Malouïnen (M. fig. 17) of Falklands-eilanden (52° Z. Br. en 60° W. L.), wier kusten vooral in het Westen talrijke insnijdingen

¹ *Auchenia Huanaco*.

² Overgenomen uit: »*La Nature*», 1884, 1, blz. 563.

³ *Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrome, während der Jahre 1827 bis 1832*, I, blz. 141.

⁴ *Geologische Beobachtungen über Südamerika, übersetzt von CARUS*, blz. 37.

⁵ PESCHEL, *Neue Probleme*, blz. 101; RECLUS, *La Terre*, deel 1, blz. 768.

vertoonen; het rotsachtige Zuid-Georgië (Z. G.) (54° Z. Br. en 37° W. L.), van welks hooge bergtoppen de gletschers tot in zee afdalen; verder het wonderlijk gevormde en diep ingesneden Kergueleneiland (K.) (49° Z. Br. en 70° O. L.) en het eiland Auckland (A.) (50½° Z. Br. en 166° O. L.), die beiden van vulkanischen oorsprong zijn.

Het zuidelijk eiland van Nieuw-Zeeland wordt in zijn geheele lengte doorsneden door eene uitgestrekte vulkanische bergketen, wier toppen zich tot dezelfde hoogte verheffen als die der Alpen. Zij zijn, evenals deze, met voortdurende sneeuw gekroond, terwijl daarvan in verschillende richtingen, gletschers afdalen tot eene streek, waar een rijke plantengroei wordt gevonden. Op uitvoerige kaarten ziet men de ijstongen in alle valleien zich uitstrekken, terwijl de met sneeuw bedekte bergrug eene scheiding vormt tusschen de ijsbeweging in twee verschillende richtingen. Munt-Cook, de hoogste berg van dit eiland, verheft zijn kruin tot 3768 meters¹. Daarvan daalt in het Westen de Victoria-gletscher tot 195 en in het Oosten de groote Tasman-gletscher tot 845 meters boven den zeespiegel af; deze laatste is de aanzienlijkste van Nieuw-Zeeland, 30 kilometers lang en aan het einde 3¼ kilometers breed. De Frans Josef-gletscher eindigt aan de westzijde op slechts 236 meters boven de oppervlakte der zee, te midden van weelderige bosschen van boomvarens, pijnboomen en fuchsia's².

Een weinig ten zuiden van den 46sten breedtegraad, tot aan Windsor-Point in het Zuidwesten (zie fig. 13) vertoont de kust in de graafschappen Lake en Fiord een aantal smalle, doch diepe fjorden, door steile rotsmuren omgeven, die aldaar met trappen steil in zee afdalen. Ook in het Noordoosten van het Zuider-eiland vertoonen zich, in het graafschap Sounds, (fig. 14) aan de Cook-sstraat gelegen, dergelijke insnijdingen, die insgelijks fjordvormingen schijnen te zijn.

Het zuidelijk eiland van Nieuw-Zeeland biedt ons het merkwaardige voorbeeld aan van eene landstreek, welke in het Westen daalt, terwijl de oostkust zich daarentegen uit de zee opheft, zoodat het geheele eiland zich om eene as draait, die evenwijdig met de westkust loopt en in het Noorden aan de Tauranga-haven eindigt.³

¹ Andere voornamen bergen zijn: Mount-Pollux (2631 meters), M.-Aspiring (3023 m.) en M.-Earnslaw (2794 m.).

² Dr. HAAST, *Report on the headwaters of river Rakaja*.

³ FERD. VON HOCHSTETTER, *Neuseeland*, blz. 40.

Wij hebben thans onzen langen tocht volbracht, waarop wij de verschillende streken hebben bezocht, waar fjord-vormingen worden aangetroffen. Thans willen wij de omstandigheden nagaan, waaronder zij gevormd werden.

Zoals in de vorige bladzijden reeds bleek, is het voorkomen van fjorden onafhankelijk van den aard van het gesteente, waaruit de kusten bestaan. Te recht zegt PESCHEL: »De fjord-insnijdingen komen in bijna alle vormingen voor: zij ontzien noch jeugd, noch ouderdom der rotssoorten, noch lava's, noch in lagen afgezette gesteenten, noch kristallijne, noch leiachtige kustvormingen. Niet de tijd, waarin de gesteenten zijn gevormd, maar wel hunne inwendige samenvoeging en scheikundige samenstelling hebben invloed op den tijd, die noodig is om hen te doen verweeren. Hoe sneller de rotssoorten eener fjordkust ontleed worden, des te meer zullen de fjorden veranderen in voor de kust gelegen eilanden, klippen en scheeren; hoe dichter en vaster hare samenvoeging is, hoe beter hare bestanddeelen aan de ontleding weerstand bieden, des te langer zal het tijdperk van overgang duren, die eene fjordkust noodig heeft om in een scheerenzoom te veranderen.»

Fjordvormingen komen verder uitsluitend aan steile kusten, in de koudere luchtstreken voor. Daarom ontbreken zij aan de boorden der IJszee in Siberië, welke eerst door de beroemde ontdekkingsreis van NORDENSKIÖLD in 1878 en 1879 met de »Vega» nauwkeuriger bekend zijn. Deze hellen met zachte glooiingen in zee af; vandaar dat vele rivieren, vóódat zij zich daarin uitstorten, aanzienlijke delta's vormen, terwijl de altijd bevroren, vlakke bodem van noordelijk Siberië met uitgestrekte toendra's of mosvelden is bedekt. Alleen aan de kusten van het Taimur-schiereiland vindt men hier en daar bergen, maar ook hier ontbreken de fjord-vormingen. Eveneens mist men deze op de meeste plaatsen langs de noordwestkust van Noord-Amerika. De aan meren rijke vlakte daalt aldaar langzaam in zee af. Waar men steile kusten vindt, zoals aan de Coronation-golf, ontbreken echter, zoals wij op blz. 344 zagen, de fjordvormingen niet.

Maar steile kusten zijn niet de eenige voorwaarden voor het ontstaan van fjordvormingen. Zoowel aan de westkust van Noord-Amerika, als in Patagonië en Nieuw-Zeeland blijven de kusten nog steil binnen de equatoriale grenzen der fjorden. In het algemeen kan men zeggen, dat deze vormingen de isothermen van 10° slechts weinig overschrijden,

¹ O. PESCHEL, *Neue Probleme*, blz. 12; *Physische Erdkunde*, deel 1, blz. 465.

zoals uit fig. 17 blijkt, waarop zoowel de verschillende fjordkusten als de loop der genoemde isothermen zijn aangewezen.

Bij eene oppervlakkige beschouwing zou men meenen, dat ook op plaatsen, ver buiten deze grenzen en derhalve tusschen de beide genoemde isothermen gelegen, fjordvormingen worden gevonden, zooals aan de oostkusten van Celebes en van Halmabeira, evenals aan de kusten van Morea en Dalmatië. Een nauwkeuriger onderzoek leert ons echter, dat dit niet het geval is. Celebes, met zijne talrijke, diep ingesneden baaien, zooals die van Tomini, Tolo en Boni, is een door daling vermagerd Borneo, dat reeds lang door de golven der Soenda-Zee zou zijn verzwolgen, wanneer zijne bergketenen het niet, als eene soort van geraante, hadden staande gehouden. Bij het kleinere Halmabeira heeft deze uittering nog grooter vorderingen gemaakt, zoodat het na een, geologisch gesproken, niet langdurig tijdsverloop van de aarde zal verdwijnen. — Het schiereiland Morea bezit een aantal ver in zee uitstekende schiereilanden en kapen; het verkreeg dien naam door zijne gelijkenis in vorm met het ingesneden blad van een moerbezieboom (*morus*). De langgerekte eilanden langs de oostkust der Adriatische Zee loopen daarmede evenwijdig en staan niet loodrecht daarop, zooals bij echte fjord-vormingen het geval is. Zij zijn, evenals de kust zelve, niet ingesneden en verbrokkelde, maar blijken de toppen te zijn van onderzeesche bergruggen, die boven het water uitsteken.

De fjordvormingen der gematigde gewesten liggen allen in streken, waar regen in alle jaargetijden valt; in het gebied der winterregens worden zij niet gevonden. In Noorwegen valt aan de kusten eene aanzienlijke hoeveelheid hemelwater, doch deze neemt naar het Oosten snel af. De waterdampen, die uit den warmen Golfstroom van Florida opstijgen, worden in groote hoeveelheid door de westen- en zuidwestenwinden medegevoerd. Zij gaan reeds, voordat zij de kusten bereiken in nevelen over, en deze worden, in aanraking met het hooge Kjölen-gebergte, tot regen verdicht. Wanneer de westelijke luchtstromen verder over het land strijken, zijn zij reeds voor een groot deel van hun waterdamp beroofd. Vandaar het groote onderscheid tusschen de regenhoeveelheid, die in Noorwegen en Zweden valt. Voor Bergen bedraagt deze gemiddeld jaarlijks 184 centimeters; voor Upsala nog geen vierde van die hoogte, namelijk 40 centimeters¹. Op Floröe (61° 33'

¹ Ter vergelijking diene dat de regenhoeveelheid in ons land gemiddeld jaarlijks 70 centimeters bedraagt.

N. Br.) valt jaarlijks gemiddeld 200 centimeters regen, de grootste hoeveelheid in Noorwegen. Dit wordt verklaard door de verdichting van waterdamp in de nabijheid van het op 20 kilometers ten oosten daarvan gelegen Hjaelmid-fjaeld, dat zich 1570 meters boven den zeespiegel verheft.

Hetzelfde geldt van de zuidwestkust van Ierland. De vochtige winden van den Atlantischen Oceaan treffen hier de bergen van Kerry, waarvan de Magillicuddys-Reeks in Killarney, 963 meters hoog, de voornaamste is. Hierdoor wordt de waterdamp verdicht en stort als overvloedige regen neder. Deze is de oorzaak van den weelderigen plantengroei in Killarney en daaraan hebben ook de beroemde meren hun watertoevoer te danken; maar te gelijker tijd is de groote vochtigheid dikwijls eene plaag voor de talrijke bezoekers dezer streken. Men verhaalt, dat een reiziger, op zijne ongeduldige vraag: »Regent het hier altijd?» het ontmoedigende antwoord ontving: »Neen, het sneeuwt hier ook somtijds.» Aan de zuidwestzijde van de Magillicuddys-Reeks, te Cahirciveen op het eiland Valentia, valt jaarlijks 130 centimeters regen, terwijl ten noordwesten daarvan, te Portallington, de regenhoeveelheid slechts één derde daarvan — 53 centimeters — bedraagt. Hetzelfde verschil merken wij op tusschen de west- en oostkusten van Schotland; aan de eerste valt te Dumfries jaarlijks 94, aan de tweede te Edinburg omstreeks de helft: 48 centimeters water.

Aan de nevelige kusten van New-Foundland brengen de noordoostenwinden de grootste hoeveelheid vocht aan; vandaar ook dat de noordoostkust, die daaraan is blootgesteld, het meest door fjorden is ingesneden. Ook dit eiland is rijk met regen besproeid: te St. Johns, op het schiereiland Avalon, valt jaarlijks 160 centimeters water.

Aan het noordelijk gedeelte der westkust van Amerika bestaan dergelijke toestanden, als wij aan Europeesche fjordkusten hebben aangezien. De hier heerschende zuidwestenwinden, die over den door den Kuro-Siwo of Japanschen zeestroom verwarmden Grooten Oceaan hebben gestreken, brengen eene groote hoeveelheid waterdamp aan, die zich tegen de kustgebergten verdicht. Vandaar de aanzienlijke regenhoeveelheid ten westen daarvan; deze bedraagt jaarlijks te Nieuw-Archangel op het eiland Sitka (N. A. fig. 9) 228, te Steilacoom aan de Puget-Sond 136 en te Astoria, aan den mond der Columbia-rivier 219 centimeters. Von Kittlitz meldt, dat men te Nieuw-Archangel slechts 44 tot 60 dagen in het jaar heeft, waarop het niet regent. Bij een zeetochtje in de baai van Sitka liet hij zijn geweer rechtstandig in de boot naast

zich staan en binnen een half uur waren de beide loopen tot aan den rand met water gevuld.¹ Ten oosten van de genoemde gebergten strekt zich daarentegen een droog gebied uit: te Fort Dalles, aan dezelfde rivier, is de gemiddelde jaarlijksche hoeveelheid regen slechts 56 en te Fort Laramie, in Nebraska, 50 centimeters.

Op dezelfde wijze zetten de westenwinden een groot deel hunner vochtigheid af tegen de Andes in Patagonië; te Valdivia (39° 49' Z. Br.) valt jaarlijks 304 centimeters regen, te Ancud op Chiloë 335 centimeters en te Puerta-Montt (41° 50') in Patagonië 254 centimeters, terwijl aan de oostkust die hoeveelheid veel geringer is.

Evenzoo bestaat eene groote tegenstelling tusschen de west- en oostkusten van Nieuw-Zeeland. Op de eerste bedraagt de regenhoeveelheid te Hokitika (42° 43' Z. Br.), aan den voet van het gebergte gelegen en aan de westenwinden blootgesteld, 284 centimeters (de grootste in het gebied van den regen in alle jaargetijden), terwijl de regenhoogte aan de oostkusten tusschen 65 en 80 centimeters afwisselt.

De overige streken, waar fjorden gevonden worden, zooals IJsland, Spitsbergen, Frans Jozefs-land, Groenland en de archipel ten noorden van Amerika, liggen in de koude luchtstreek, waar zomerregens de overhand hebben. Gedurende den korten zomer hebben de reizigers aldaar veel met mist en nevel te kampen, waarbij soms regen en sneeuw nedervalt. De hoeveelheid daarvan is evenwel gering. Deze regens komen bij verschillende windrichtingen voor en vandaar dat de fjordvormingen ook niet aan eene bepaalde richting der kusten zijn gebonden. De strenge koude, die gedurende den winter in deze streken heerscht, maakt, dat dan bijna geen waterdamp in de lucht kan aanwezig zijn. De hemel is dan ook gedurende de lange poolnachten meestal helder, zooals uit de waarnemingen blijkt, die bij overwinteringen op verschillende plaatsen dezer streken zijn verricht.

De meeste fjorden der gematigde luchtstreek, zooals die van Skandinavië, Schotland, Ierland, Columbië, Patagonië en Nieuw-Zeeland komen aan de westkusten voor, die het sterkst aan het geweld der golven zijn blootgesteld, daar de westenwinden het meest waaien en de hevigste zijn. Wanneer de golven van den oceaen, die zich regelmatig voortbewegen, nabij de kusten in ondiepere gedeelten der zee

¹ *Denkwürdigkeiten einer Reise nach dem russischen Amerika*, deel 1, blz. 242.

komen, dan ondervindt het water een aanzienlijken weerstand op den bodem. Hierdoor worden de onderste lagen in hare bewegingen belemmerd, terwijl de bovenste daarin met bijna onverminderde snelheid blijven volharden. Ten gevolge hiervan verkrijgen de golven eene onregelmatige beweging en volgen elkander in korte tusschenpoozen op; hare kammen verheffen zich met steile punten, krullen om, vallen plotseling neder en worden door de kusten teruggeworpen. Hierbij ontmoeten zij de aankomende golven, welke zich in tegengestelde richting bewegen. Nu ontstaat tusschen beiden een strijd, waarbij zich het water tot eene buitengewone hoogte verheft en met verbazend geweld tegen de kusten beukt. Aan dit verschijnsel geeft men den naam van branding. De golven, welke tegen het grondvlak van den vuurtoren van Eddystone zuidelijk van Plymouth breken, sloegen vroeger somtijds over de 46 meters boven den zeespiegel gelegen lanternen heen, om daarna als een waterval naar beneden te storten. De nieuwe toren is echter zoo hoog, dat dit niet meer geschiedt. Waarnemingen gedurende eene lange reeks van jaren op de kusten van Schotland gedaan hebben aangetoond, dat gedurende de zes zomermaanden de golven op de westkust gemiddeld eene kracht uitoefenen van 2983 kilogrammen en gedurende de wintermaanden van 10185 kilogrammen op den vierkanten meter. De grootste drukking werd waargenomen op den 29sten Maart 1855 en bedroeg 20701 kilogrammen op elken vierkanten meter. Deze is omstreeks 120 malen grooter dan de kracht, welke de lucht bij een vernielenden orkaan uitoefent. Aan de Noordzee was de kracht der golven nog niet de helft van die aan den Atlantischen Oceaen. Door deze waarnemingen wordt het begrijpelijk, dat de door een storm voortgezweepte zee in staat is verbazende rotsblokken los te maken en te vervoeren. Zoo worden op Bell-Rock, aan de oostkust van Schotland, herhaaldelijk stukken steen van 2000 en meer kilogrammen geworpen. Bij den storm van den 1sten Januari 1877 is een der 20000 kilo wegende betonblokken van den havendam te IJmuiden door de golven opgelicht, over het 8 meters breede hoofd geschoven en aan de binnenzijde in de haven terecht gekomen.

De grootte der vernieling door de zee op de kusten aangericht is in de eerste plaats afhankelijk van den aard der rotssoorten, waaruit zij zijn opgebouwd. Graniet, gneis, basalt en syeniet zijn beter tegen het geweld der golven bestand dan weekere gesteenten, zooals mergel, kalk- of zandsteen. Op den langen duur wordt echter ook het hardste

gesteente, vooral op de hoogte van den waterspiegel, aangetast en weggespoeld, waarbij de hooger gelegen gedeelten, van hun steun beroofd, insgelijks in zee stortten (zie blz. 292 noot 2). Wanneer de lagen, waaruit de gesteenten bestaan, met hare koppen bloot liggen, dan werkt de zee met beter gevolg aan de vernieling der kust, dan wanneer hare zijkanten de werking der golven moeten verduren. Is de omtrek der kusten glad en effen, dan biedt het gesteente meer weerstand dan wanneer hij rijk is aan voorgebergten en bochten; want alle uit- of inspringende kanten zijn evenzoo vele punten, van welke de verwoesting uitgaat. Het opspringen van het met verschillende zouten bedeelde zeewater tegen steile kusten bespoedigt de verweering van het gesteente, waardoor het des te eerder voor de kracht der golven bezwijkt. Steile rotswanden, van de kust afgescheurde naalden, pieken, zuilen en rotspoorten, die hier en daar de grilligste vormen vertoonen en op bouwvallen van oude kasteelen gelijken, zijn hun ontstaan verschuldigd aan de vernielende werking der golven van den oceaan, welke het vergruisde, vermalen en geslibde gesteente elders opwerpt en tot vorming van zand- en kleibanken gebruikt.

Wij zagen, dat bijna alle kusten, waar fjord-vormingen voorkomen, in den tegenwoordigen tijd hetzij eene langzame rijzing, hetzij eene daling ondergaan. Tot de rijzende kusten behooren die van Skandinavië, Schotland, Spitsbergen, Nowaja-Semlja, Frans Jozefs-land en New-Foundland; tot de dalende die van Ierland, Groenland, Patagonië en Nieuw-Zeeland. Voorbeelden van vroegere rijzingen of dalingen ontbreken nergens. Beide soorten van bewegingen begunstigen het ontstaan van fjord-vormingen, daar zij telkens nieuwe gedeelten der kust aan den vernielenden invloed der golven blootstellen. — Waar land wordt opgeheven, hetzij bij het ontstaan van bergketenen, hetzij langs eene steile kust, die de koppen der lagen, waaruit zij bestaat, naar de zee keert, steeds zullen de oorspronkelijk waterpas gelegen lagen daarbij moeten gebogen worden. Zoodra de spanning eenigszins grooter wordt, zullen daarbij dwarsspalten in de lagen moeten ontstaan, die door de geologen opengesprongen gewelven worden genoemd¹. Voorbeelden hiervan zagen wij in Romsdalen en Gudbrandsdalen in Noorwegen (blz. 280) en in het dal, waardoor het Caledonische kanaal in Schotland loopt (blz. 293). Wanneer zulke spleten gedeeltelijk onder

¹ PESCHEL-LEYPOLDT, *Physische Erdkunde*, deel 1, blz. 478; HERMANN CREDNER, *Elemente der Geologie*, blz. 343; HANN, VON HOCHSTETTER und POKORNY, *Allgemeine Erdkunde*, blz. 230.

den zeespiegel gedompeld worden, geven zij aanleiding tot het ontstaan van fjord-vormingen. Hierdoor wordt te gelijker tijd de evenwijdigheid der verschillende fjorden eener zelfde kust verklaard.

In welke betrekking staan nu de gletschers tot de fjorden? Ziedaar eene vraag, die door verschillende natuuronderzoekers op zeer onderscheiden wijzen wordt beantwoord, zooals wij reeds in het begin van dit opstel (blz. 272) met een enkel woord vermeldden.

Wij zagen, dat de fjorden in de heete en warmere gematigde gewesten onzer aarde ontbreken. Wij leerden verder, dat gletschers nog in den tegenwoordigen tijd aan de uiteinden van vele dezer kustinsnijdingen worden gevonden. Waar deze ijsstroomen thans niet voorkomen, leveren geslepen, gepolijste, gekraste en geschramde rotsen het duidelijke bewijs, dat zij aldaar in vroeger tijden gevonden werden. Verder toont de aanwezigheid van zwerfblokken, op groote afstanden van hun geboortegrond, aan, welk eene gewichtige rol het ijs heeft gespeeld bij het vervoeren dier blokken. Vandaar dat verschillende geleerden aan het ijs eene gewichtige beteekenis toekenden bij de vorming van fjorden.

DANA was, zooals wij reeds blz. 272 zagen, de eerste, welke reeds in 1849 het ontstaan der fjorden verklaarde door de werking van het ijs gedurende het diluviale tijdvak en deze kustinsnijdingen tot de dusgenoemde »*drift-formation*»¹ rekende. — R. CHAMBERS verklaarde eenige jaren later het verdiepen der dalen in Schotland en Skandinavië door de werking van ijsstroomen². — RAMSAY schrijft de vorming der meeste Alpenmeren, evenals die der fjorden toe aan de vernielende kracht, die het ijs op de gesteenten uitoefent. Volgens hem waren de fjorddalen reeds voor het IJstijdvak aanwezig, maar werden door de uitschuring der gletschers buitengewoon vergroot³. — De beroemde natuurkundige JOHN TYNDALL gaat nog verder en tracht te betoogen »dat groote gletschers in staat zijn om diepe dalen uit te ploegen. »Bij »elken gletscher,» zegt hij, »zijn twee krachten werkzaam: het ijs drukt »op ieder punt van het gesteente, waarop het rust en verplettert dit »tot stof, of het scheurt dit van de daaronder liggende lagen af, terwijl »het water, dat onafgebroken onder den gletscher vloeit, de kleine

¹ De benaming *drift* werd het eerst in 1845 door LYELL gebruikt, waarmede hij de bewegingen en verplaatsingen aanduidt, die door drijvende ijsbergen tot stand gebracht worden (*Philosophical Magazine*, deel 16).

² *Edinburgh new philosophical Journal*, 1853.

³ *Quarterly Journal*, 1862.

»stukken onophoudelijk wegvoert en de rots verder ontbloomt. Beperkt »men den arbeid van een gletscher tot eenvoudig afslijpen der rotsen, »maar geeft men hem genoeg tijd, dan is het geen onderstelling, maar »eene natuurkundige noodzakelijkheid, dat hij dalen moet uithollen. »Maar de gletscher doet meer dan enkel afslijpen: de rotsen vormen »niet overal eene gelijksoortige, dicht aaneengesloten massa; zij zijn van »scheuren doorsneden, en hebben hare zwakke plaatsen, waardoor zij »in werkelijkheid verdeeld zijn in verschillende stukken en een gletscher »is zeker in staat zulke massa's geheel los te maken." ¹. — De aanzienlijkste werkzaamheid schrijft echter CAMPBELL aan het ijs toe; hij neemt aan dat de Aarde eens, tot op breedten van New-York, Washington, Rome en Griekenland, met ijs bedekt was; ja, volgens de aanvoerders der nieuwere ijsmannen bereikte eene ijskorst van 600 meters dikte bijna den evenaar. Haar fijne in het gesteente gekraste strepen, Iersche dalen en Noorweegsche fjorden zijn, volgens CAMPBELL, naar hetzelfde voorbeeld gevormd, maar slechts op zeer verschillenden maatstaf uitgevoerd ².

Al de genoemde natuurkundigen gaan uit van de onderstelling, dat het ijs als een kouter werkt, dat diepe voren in het gesteente ploegt. Hunne meeningen vonden ernstige bestrijding bij vele andere geleerden. R. MURCHISON toonde aan, dat zoowel te midden der dalen als in de groote Alpenmeren eilanden zich midden op den weg der vroegere ijsstroomen verheffen, zonder dat zij door de gletschers werden vernield ³. — Dr. FALCONER betoogde, dat de Alpenmeren niet met slib en rolsteenen gevuld werden, dewijl gletschers zich daarover een weg baanden, doch reeds lang te voren bestonden ⁴. — CH. LYELL deed zien dat de lengte-as van het Meer van Genève niet met die van den Rhône-gletscher samenvalt; verder merkte hij op, dat verschillende vroegere, uitgestrekte gletschers geen meren hebben doen ontstaan, zooals de ijsstroomen, die zich van de Alpen tot in de nabijheid van Turijn uitstrekten en aldaar groote eind-moraines achterlieten ⁵. — Later werd de onhoudbaarheid dier onderstelling aangewezen door den bergbouwkundige DR. GURLT, die uit de bekende tafels van het weerstandsvermogen van verschillende bouwstoffen afleidde, dat zelfs ijslagen van 600 meters dikte niet in

¹ TYNDALL, *On the conformation of the Alps*, 1862.

² CAMPBELL, *Frost and fire*, 1865; *Quarterly Journal* 1873.

³ *Address of the royal geographical Society*, Mei 1864.

⁴ *Proceedings of the royal geographical Society*, deel 8.

⁵ LYELL, *Antiquity of Man*, 1863.

staat zijn zandsteen en nog minder graniet, kalksteen of basalt te verbrijzelen¹. — De bekende natuurkundige MALLETT merkte op, dat de drukking en het gewicht van het ijs niet zoo groot kunnen geweest zijn, dat dit zich zelf vergruisde of in water overging². — De gletscherkenner RÜTIMEYER drukte zijne meening uit in de volgende stelling: »Met de bedekking door gletschers staat de dalvorming stil en gaat »slechts buiten en boven het ijskleed voort. Het gletscher-tijdvak is, »voor de dalvorming, een tijdperk van rust''³.

Het ijs heeft echter op honderden plaatsen in Noorwegen, Zweden, Rusland, Groot-Brittannië, Ierland en Noord-Amerika de tastbare bewijzen achtergelaten van zijn gering vermogen om vaste gesteenten uit te hollen. Die teekenen bestaan in evenwijdige strepen en groeven, door het ijs in de rotsen gekrast, welke gekruist worden door andere evenwijdige lijnen, welke latere gletscherstroomen, uit eene verschillende hemelstreek afkomstig, daarin teweeg brachten. Hieruit blijkt dat de tweede ijsstroomen zelfs niet in staat waren de ondiepe sporen eener vroegere beweging uit te wisschen; hoeveel minder hebben zij dan de macht bezeten om diepe meerbekkens en fjorden eenige honderden meters in het vaste gesteente uit te graven⁴.

Steunende op deze onloochenbare feiten kennen de bekende aardrijkskundigen E. RECLUS en O. PESCHEL aan de gletschers slechts eene hoogst bescheiden rol toe, om de vorming van fjorden te verklaren. RECLUS meent, dat deze kustvormingen in de warmere gewesten slechts daarom ontbreken, dewijl zij daar, nauwelijks ontstaan, spoedig door rotspuin gevuld en daardoor onkenbaar werden. Overal waar het ijs zich uit de fjorden terugtrok, werkten de rivieren onophoudelijk aan hunne vulling met slib en rolsteenen, waartoe ook de zee het hare »bijbracht''⁵. Ook PESCHEL deelt deze meening. »Welke beteekenis'' — »vraagt hij — »hebben nu de gletschers voor de fjorden? Tot hun »ontstaan hebben zij in elk geval op geenerlei wijze medegewerkt; »maar toch moet men hun de verdienste toekennen, dat zij deze water- »wegen van eene vroege vernietiging hebben gered. Werden namelijk »tijdens de fjordvorming deze kloven spoedig met gletschers gevuld,

¹ *Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn in 1874; dr. GURLT »Ueber die Fjorde.*''

² *Quarterly journal*, deel 29, N^o. 114.

³ RÜTIMEYER, »*Ueber Thal- und Seebildung.*''

⁴ Uitvoeriger behandeld door KJERULF: »*Die Eiszeit.*''

⁵ RECLUS, »*La Terre*'' , deel 2, blz. 173.

»dan hebben deze tot hun behoud bijgedragen, doordien zij zoowel »het vullen der sonden met verweeringspuin, als de zachtere afronding »der rotswanden vertraagden”¹.

Deze beide zeer verschillende opvattingen van de rol, welke het ijs bij de vorming der fjorden gespeeld heeft, zijn te eenzijdig. Het gletscher-ijs toch is geene zachte sneeuwlaag, die de daaronder gelegen bodem als met een donzen bed bedekt, maar een steenhard lichaam, dat loodzwaar op het daaronder gelegen gesteente drukt, al moge het ook niet in staat zijn dit, door zijn gewicht alleen, te vergruizen. Maar het gletscher-ijs is niet in rust; het beweegt zich, ten gevolge der zwaartekracht, glijdend en schuivend over het gesteente. In de Alpen beweegt zich de Mer de Glace aan den Mont-Blanc het snelst, nl.: 864 millimeters in het etmaal; de Gurgler-gletscher in Tirol 771 millimeters; de Aargletscher in de Berner Alpen 374 en de Pasterzengletscher aan den Gross-Glockner in de Hohe Tauern 257 millimeters, gedurende 24 uren². De randen van het binnenlandsche ijsveld van Groenland bewegen zich op vele plaatsen, volgens de waarnemingen van STEENSTRUP en JENSEN, veel sneller, nl.: 3,43, 3,75 en 3,14 meters gedurende het etmaal³. Ten gevolge dier beweging worden de rotsen gepolijst, of door de in het ijs bevatte steenen gegroefd en geschramd⁴. De gletscher doet daarbij in het groot hetzelfde wat eene steenen rol verricht, die over een weg wordt voortbewogen, met het doel om dien effen en hard te doen worden. De kleine steenen en het rotsgruis, waarover hij heengaat, worden verbrijzeld, terwijl hij de grootere voor zich uitschuift. Deze laatste vormen met de steenblokken, welke op den gletscher vallen, de eind-moraines. Deze wijzen, evenals het stalen staafje in een maximum-thermometer, de plaatsen aan, tot hoeverre de gletschers zich in vroeger tijden uitstrekten en een poos lang in rust bleven. Deze steendammen bezitten bij sommige tegenwoordige gletschers der Alpen eene lengte van twee en meer kilometers en eene hoogte van 60 tot 100 meters. De moraines, die gedurende het IJstijdvak werden gevormd, zijn uitgebreide heu-

¹ PESCHEL-LEYPOLDT »*Physische Erdkunde*”, deel 1, blz. 479.

² FR. PFAFF, POGGENDORFFS *Annalen der Physik*, deel 151, blz. 327.

³ Dr. R. LEHMANN, PETERMANN'S *geographische Mittheilungen*, 1880, blz. 91.

⁴ Vandaar dat de gevolgtrekkingen, door dr. GURLT afgeleid uit de tafels van den weerstand der bouwstoffen, die onbeweeglijk op elkander rusten, geen onvoorwaardelijk vertrouwen verdienen, waar het ijstroomen geldt, die zich wel langzaam verplaatsen, maar, door hunne geweldige massa, een verbazend groot arbeidsvermogen bezitten.

velreksen en bieden eene staalkaart aan van de gesteenten uit de geheele streek, waarlangs en waarover de gletscher zich vroeger uitbreidde (zie blz. 328).

De vermalen gesteenten, op den bodem van den gletscher, vormen het gletscherleem of *till* (blz. 293), dat hier evenwel niet in rust blijft, maar voortdurend wordt verwijderd door het smeltwater, dat door spleten en scheuren van het ijs dringt. Dit ontlast zich in de meeste gevallen als eene troebele bergstroom uit een ijsgewelf in den voet van den gletscher, welke het leem verre met zich voert.

Op die wijze zuivert een gletscher, die uit de hoogere bergstreken zijn gebied naar de vlakke of de zee uitbreidt, het dal, waardoor hij zich beweegt van het verweeringspuin, dat van de naburige hellingen op zijne oppervlakte neervalt, alsmede van het rotsgruis, hetwelk zich voordat zich het bergijs zoover uitstrekke, op den bodem van het dal had verzameld. De gletscher vervult hier dus de rol van een reusachtigen bezem, waarvan de natuur zich bedient om de valleien te reinigen van de verweerings-gesteenten, waarmede zij anders langzamerhand zouden gevuld werden.

De meeste Noorweegsche en Patagonische fjorden zijn zeer diep en vandaar dat men vroeger meende, dat dit eene algemeene eigenschap van alle fjord-vormingen zou zijn. RATZEL heeft echter aangetoond, dat zoowel aan de oost- als aan de westkust van Noord-Amerika ondiepe fjorden gevonden worden.¹

Alle Skandinavische fjorden zijn aan hunnen mond ondieper dan meer naar het binnenland. Dit blijkt onder anderen uit fig. 16, welke het Lyse-fjord bij Stavanger, eene der regelmatigst gevormde, doch kleinste kustinsnijdingen van Noorwegen voorstelt, waarop de diepten, in meters, volgens de loodingen van den Luitenant ter zee SCHIE², zijn aangegeven. Hieruit blijkt, dat terwijl de diepte in het midden meer dan 400 meters bedraagt, deze naar de beide uiteinde afneemt om vervolgens naar den oceaan weder toe te nemen. HELLAND³ en RECLUS⁴ schrijven deze ondiepten toe aan eindmoraines van vroegere gletschers; volgens HABENICHT⁵ zouden die in den tweeden IJstijd ont-

¹ PETERMANN'S *geographische Mittheilungen*, 1880, blz. 394.

² PETERMANN'S *Ergänzungsheften* N^o. 1: »VIBE, *Küsten und Meer Norwegens.*»

³ POGGENDORFF'S *Annalen der Physik*, deel 146, blz. 557.

⁴ *La Terre*, deel 2, blz. 59.

⁵ PETERMANN'S *geographische Mittheilungen* 1878, blz. 35.

staan zijn. PESCHEL¹ ziet daarin een werk van de onophoudelijk werkzame golven der zee.

Deze ondiepten beschermen de Noorweegsche fjorden tegen het indringen van het koude water op den bodem der zee, terwijl zij aan het water der oppervlakte, dat door den Golfstroom van Florida verwarmd is, den vrijen toegang verleen. Vandaar dat, terwijl in de zuidelijke fjorden de temperatuur van het water in de diepte slechts weinig verschilt van de gemiddelde temperatuur der lucht, welke omstreeks 6° bedraagt, deze in het Noorden, b. v. in het Ofoten- en Varanger-fjord, 4° hooger is dan die van den dampkring en zelfs in Finmarken nog + 2,°6 bedraagt². Deze banken, welke geen beletsel opleveren voor de scheepvaart, verhinderen dus het zeewater in de fjorden, zelfs op hooge breedten, des winters te bevrozen en zijn eene der oorzaken, waardoor zeevaart en vischvangst, zelfs in het ongunstige jaargetijde mogelijk zijn. Dezelfde Golfstroom voert ook groote hoeveelheden drijfhout aan: »Tallooze boomstammen,» zegt KELLER, »op de Amerikaansche kusten ontworteld, en — wie weet hoe lang — rondzwerfende op den oceaan, spoelen hier aan den oever — en Fin- en Laplander verwarmen hunne verschrompelde leden bij mahonie-, palm- en sandelhout, onder de keerkringen gewassen. 't Is de aalmoes van het rijke Zuiden aan het arme Noorden — 't is de weggeworpen penning van de overdaad, die door den bedelaar wordt verbrast»³.

Wij leerden in de vorige bladzijden verschillende invloeden kennen, die bij het ontstaan van fjorden werkzaam waren. Deze zijn talrijk en vandaar dat zij niet allen behoeven te worden ingeroepen, om het ontstaan van elke fjord in het bijzonder te verklaren. — Tevens zal het ons duidelijk zijn geworden, dat de tegenwoordige toestanden en veranderingen der aardkorst, die het onderwerp der natuurkundige aardrijkskunde uitmaken, niet behoorlijk kunnen worden gekend, zonder acht te geven op hetgeen in vroegere tijdvakken van het bestaan der Aarde voorviel, hetgeen tot het gebied der geologie of aardkunde behoort. Beide wetenschappen behooren elkander te ondersteunen bij het ontrollen van het grootsche tafereel van de geschiedenis en den tegenwoordigen toestand onzer planeet.

¹ PESCHEL-LEYPOLDT, *Physische Erdkunde*, deel 1, blz. 482.

² PETERMANN'S *Ergänzungshefte* N^o. 63: H. MOHN, »Die norwegische Nordmeer-Expedition.»

³ G. KELLER, *Een zomer in het Noorden*, deel 2, blz. 57.