OVER FJORD-VORMINGEN.

DOOR

Dr. F. W. KRECKE.

Wees zoo goed, waarde lezer, mij ditmaal te volgen op eene reis naar verschillende streken van onzen aardbol. Het eerst begeven wij ons naar Noorwegen, »den zetel van den laatsten staartwervel der Germaansche beschaving", zooals ik het een inwoner eens gekscherend hoorde noemen, bevolkt door een vlijtig en krachtig ras, dat in vroeger eeuwen de schrik der zeeën en van hare kustbewoners was. Maar al moge dit volk zich thans op vreedzamer bedrijven toeleggen, het heeft nog vele eigenaardigheden overgehouden, waardoor het zich van zijne stamverwanten onderscheidt. Al vindt men in Noorwegen niet de paleizen, waarin de reiziger aan den Rijn en in Zwitserland geherbergd wordt, al mogen ook de middelen van vervoer hier en daar iets te wenschen overlaten, toch zal geen bewonderaar der schoone natuur zich beklagen, dat hij den bodem van het *gamle Norge*, het oude Noorwegen betrad.

Want: aangrijpend trotsch zijn zij, die enge valleien, door bijna loodrechte rotsmuren begrensd, waardoor bergstroomen zich bruisend en schuimend een weg banen, om eindelijk rust te vinden in den schoot van den oceaan. Vol majesteit schitteren zij, die met een voortdurend sneeuwkleed bedekte hooge velden, waarboven scherpe tinnen, pieken en naalden hare naakte en kale toppen dreigend ten hemel schijnen

te verheffen. Verheven zijn zij, die diepe insnijdingen of *fjorden*[1], waarmede de zee tot in het hart van het gebergte doordringt, bezaaid met duizenden van naakte eilanden en kale klippen of scheren (*skjären*) waarmede de steile kusten zijn omzoomd.

Van de lezers van dit tijdschrift mogen wij echter verwachten, dat zij niet uitsluitend om verstrooiing te zoeken, of om uit te rusten van de beslommeringen des dagelijkschen levens, de reis hebben ondernomen. Een waar natuurgenot kan eerst dan worden gesmaakt, wanneer men tracht door te dringen tot de oorzaken, waaraan de verschillende vormingen haar ontstaan te danken hebben en waardoor zij gekomen zijn in den toestand, waarin wij haar thans aanschouwen.

Lang behoorden de fjorden tot de raadselachtigste vormingen der natuur en eerst later heeft men omtrent hunnen waren aard eenige inlichtingen en ophelderingen verkregen. Aan den beroemden Amerikaanschen geoloog J. D. DANA komt de verdienste toe reeds in 1849 de fjorden, die in verschillende werelddeelen verspreid voorkomen, te midden der groote verscheidenheid der voor ordeloos en toevallig gehouden kustvormingen, als eene bijzondere soort, te hebben erkend en hun ontstaan aan eene zelfde oorzaak te hebben toegeschreven.[2] DANA neemt aan, dat deze diepe kloven, voornamelijk in een vroeger tijdperk van het ontstaan der aardkorst, door het bergijs werden uitgeslepen,[3] in welke onderstelling hij steun vindt bij verschillende beroemde geleerden, zooals RAMSAY, CAMPBELL en TYNDALL. Daarentegen zien ELISÉE RECLUS en OSCAR PESCHEL in de fjorden vroeger gevormde verdiepingen in de aardoppervlakte, aan wier vorming het ijs slechts in zooverre heeft deelgenomen, als het ze, in den vorm

---

[1] Volgens eene vriendelijke mededeeling van den heer C. HONIGH te Wageningen, is het woord *fjord* volgens HOLMBOE afgeleid van het Oud-noordsche *fjörth-r*, hetgeen in verband staat met een Sanskriet woord, dat doorsnijden of deelen beteekent. Gaat men alleen op de beteekenis af, dan past dit volkomen op het begrip fjord. Voor eene eeuw leidde de hoogleeraar IHRE in zijn etymologisch woordenboek *fjord* af van het Noordsche werkwoord *fara*, hetgeen reizen of gaan beteekent. Welke der hooggeleerden, die uit Upsala of Christiania, gelijk heeft, durft de heer HONIGH niet beslissen.

Daarvan verschillend is het Oud-noordsche *forath* of *forat*, hetgeen modder, slijk, eene met modder of slijk gevulde plaats, of poel beteekent. Dit woord is uit de schrijftaal verdwenen; misschien leeft het nog in de eene of andere tongval voort. Dit woord *forath* of *forat* is verwant met ons voorde, doorwaadbare plaats, dat in zoovele plaatsnamen voorkomt.

[2] In het verslag van WILKES' *exploring expedition*, deel 10, blz. 675.

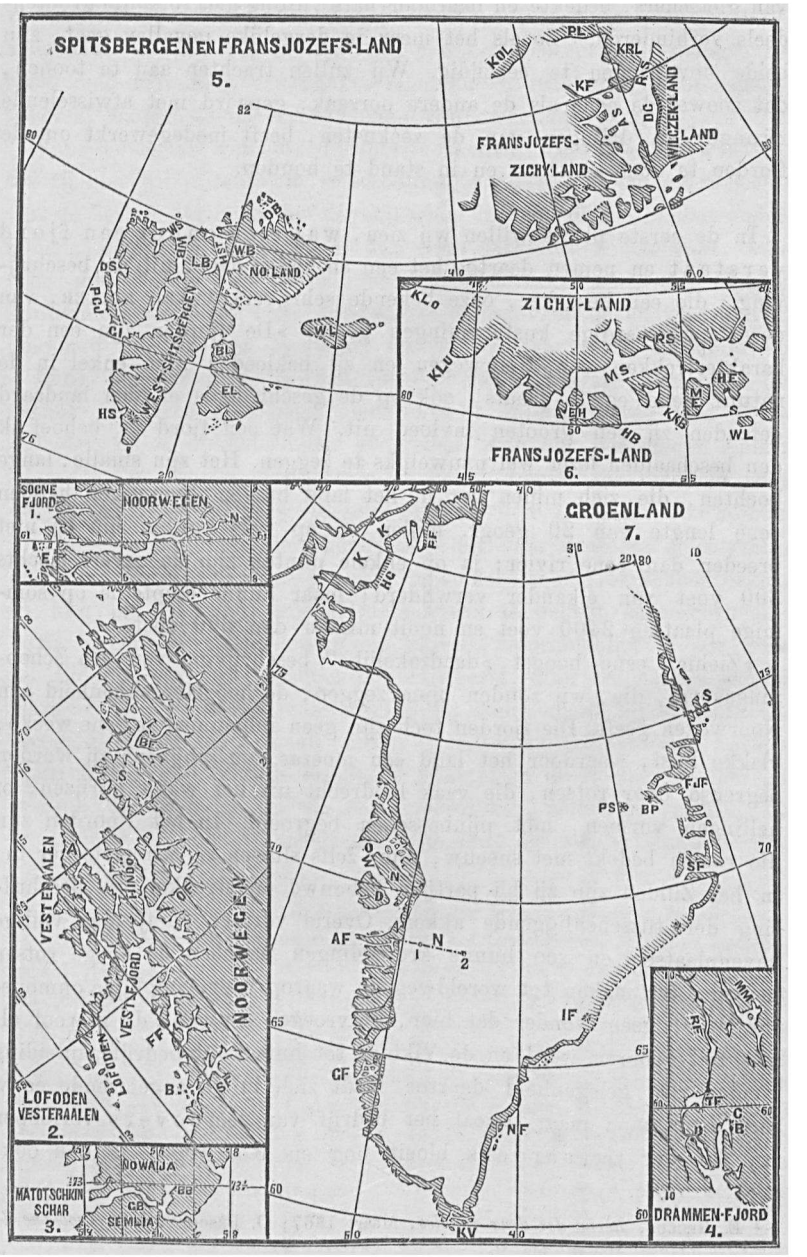
[3] DANA, *Elements of geology*, blz 540.

van gletschers, bedekte en daardoor hare vulling met rotspuin grootendeels verhinderde.[1] Zooals het meer in dergelijke gevallen gaat, zijn beide opvattingen te eenzijdig. Wij zullen trachten aan te toonen, dat zoowel de eene als de andere oorzaak, gepaard met afwisselende rijzingen en dalingen van de zeekusten, heeft medegewerkt om de fjorden te doen ontstaan en in stand te houden.

In de eerste plaats willen wij zien, wat men onder een fjord verstaat en nemen daartoe het een en ander over, uit de beschrijving, die een bezoeker, onze bekende schrijver GERARD KELLER, van deze merkwaardige kustvormingen geeft: »De fjorden zijn een der karaktertrekken van Noorwegen en zij bekleeden niet enkel in de natuur eene eerste plaats, ook op de geschiedenis en den landaard oefenden zij een grooten invloed uit. Wat een fjord is, behoef ik den beschaafden lezer wel nauwelijks te zeggen. Het zijn smalle, lange bochten, die zich mijlen ver in het land buigen. Sommigen hebben eene lengte van 20 geogr. mijlen en op vele punten zijn zij niet breeder dan eene rivier; ja op enkele punten zijn de oevers slechts 300 voet van elkander verwijderd; maar hunne diepte is op sommige plaatsen 2400 voet en nooit minder dan 600 voet.

»Ziehier eene hoogst »daadzakelijke" beschrijving van een scheppingsvorm, die, wij zouden bijna zeggen, de hoogste schoonheid aan Noorwegen geeft. Die fjorden toch zijn geen inhammen in eene weeke, vlakke kust, waardoor het land een moeras zou schijnen; zij worden begrensd door rotsen, die vaak loodrecht uit het water oprijzen, of hellingen vormen, met pijnbosschen begroeid. In het Noorden zijn die rotsen bedekt met sneeuw, soms zelfs sluiten zij een gletscher in; in het Zuiden zijn zij bij partijen bebouwd en strekken ter beschutting der tusschenliggende akkers. Overal vormen de fjorden veilige havenplaatsen en zoo hunne kronkelingen tusschen de hooge rotsen hen moesten maken tot wereldwegen, waarop nasporing bijna onmogelijk was, geen wonder dat hier, in vroeger eeuwen, de zeeroof als van zelf geboren werd en de Vikings tot hun stout bedrijf aanleiding vonden. De gelegenheid daartoe biedt zich in de negentiende eeuw niet meer aan; maar, zooal het bedrijf van zeeroovers verloopen is, dat der zeevaarders bloeit nog en Noorwegen is dan ook,

[1] E. RECLUS, *Revue des deux mondes*, Maart 1867; O. PESCHEL, *Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde*, blz. 9.


SPITSBERGEN EN FRANSJOZEFS-LAND
5.
FRANSJOZEFS-
ZICHY-LAND
WILCZEK-LAND
NO-LAND
WEST-SPITSBERGEN
ZICHY-LAND
FRANSJOZEFS-LAND
6.
SOGNE FJORD
1.
NOORWEGEN
GROENLAND
7.
VESTERAALEN
LOFODEN
NOORWEGEN
LOFODEN
VESTERAALEN
2.
NOWAJA
MATOTSCHKIN SCHAR
SEMLJA
3.
DRAMMEN-FJORD
4.

volgens het getuigenis der Noren zelven, de tweede zeevarende mogendheid." [1]

De meeste fjorden dringen bijna loodrecht op de algemeene richting der kust landwaarts in en vertakken zich min of meer. Een voorbeeld hiervan levert het veelarmige Sognefjord, het grootste van Noorwegen, welks oostelijk uiteinde bij Nystuen (N), in eene rechte lijn, 160 kilometers van de zeekust bij Edvindvik (E), verwijderd is (zie fig. 1, blz. 274). Zijne diepte is zeer aanzienlijk en bedraagt op sommige punten 1245 meters. Het onaanzienlijke Lysefjord bij Stavanger, waarover later, heeft eene grootste diepte van 405 meters (zie fig. 16).

Op sommige plaatsen vereenigen zich de uiteinden van twee fjorden en snijden een meer of min driehoekig stuk van de kust af; welke eilanden soms op hunne beurt door kleinere fjorden diep ingesneden, of door kanalen in verschillende stukken verdeeld zijn. Deze kustvormingen worden voornamelijk in het Noorden des lands aangetroffen (zie fig. 2).

Elders zijn verschillende fjorden, door zijarmen of sonden, aan elkander verbonden, waardoor eene menigte van onregelmatige, steil uit de zee oprijzende eilanden en scheeren van zeer verschillende grootte en gedaante worden gevormd. De Lofoden en Vesteraalen (fig. 2) leveren voorbeelden hiervan op. Maar ook hier kan het oog des geestes zonder eenige moeite den vroegeren loop der kust aanwijzen, voordat zij verbrokkeld en gescheurd werd.

Wat natuurschoon betreft, staan de fjorden in het Noorden boven die van het Zuiden van Noorwegen; vooral bezitten die der Lofoden eene welverdiende beroemdheid. »Ik geloof niet," — zegt GERARD KELLER — »dat in eenige streek van Europa de natuur zoo grootsch en schoon is, als op de fjorden tusschen de Lofoden-eilanden..... Er is geen schouwspel, dat vergeleken kan worden met die drie- en vierduizend voet hooge klippen, die hier maanden lang in nacht zijn gehuld, maar thans door een onafgebroken daglicht beschenen werden. Tachtig of honderd rotsen teekenen zich tegen de heldere lucht, met vormen zoo scherp en hoekig, dat men de geijkte vergelijking met de tanden eener haai begrijpen kan, ofschoon slechts de uitstekende punten dezer eilanden die vergelijking rechtvaardigen, terwijl bovendien niet daarin juist hunne indrukwekkende schoonheid is gelegen. Het zijn niet die hoeken en spitsen, die loodrecht afgehouwen wanden alleen, maar

[1] KELLER, *Een zomer in het Noorden*, I, blz. 183.

vooral de uitgestrekte hoogvlakten, die het karakter der bergen in Noorwegen vormen, die onafzienbare sneeuwvelden, tegen en tusschen de hellingen, die diepe kloven, waarin het oog zich verliest, die glinsterende wanden, waarlangs de waterval zich nederstort en verstuift, voor hij den bodem bereikt heeft. Hier en daar strekt zich eene zwarte rotsplaat in de zee uit en het schrale gras, dat er, onder beschutting der hooge bergen, ontsproten is, strekt tot voedsel van eenige geiten of schapen. Op enkele punten, maar slechts zelden, ziet men op die platen of tusschen de kloven een schamel gebouw, dat thans onbewoond is, maar gedurende den winter soms tot verblijf dient van de visschers op de Noorlandsche kusten.

»Thans echter, gedurende de laatste zomermaanden, is hier geen spoor van vischvangst te herkennen. Alles is stil op de Lofoden en langs de kusten, op de fjorden en de rotsplaten..... Toch zijn zij niet zonder bewoners. Neen, het wemelt er; duizenden, millioenen eidereenden zweven en zwemmen tusschen de klippen. Soms was onze boot door honderden dezer vogels omringd, die statig voor ons uitdreven, tot zij allen te gelijk oprezen en zich op eene rotsplaat nederzetten.

»Maar dan vooral zijn de Lofoden schoon, als de nachtzon boven de kimmen staat; als de sneeuwvelden met een rossen gloed zijn overtogen; als tegen den hel-gelen hemel de naakte spitsen zich afteekenen; als de blauwe gletscher, die zich uitstrekt tot den waterspiegel, waarin hij zich verliest — een onbekend schouwspel in elke andere luchtstreek — de purperen stralen opvangt en met de groene velden, die hem omzoomen, aan eene andere wereldorde doet denken, waar de zomer zich huwt aan den winter; als de stuivende watervallen regenbogen vormen tegen de rotswanden, terwijl op het kalme fjord de eidereend voortdrijft en de meeuw in pijlsnelle vlucht over de klippen scheert; dan vooral zijn zij schoon, als in eene afgelegen baai de walvisch zijn reuzenkop verheft, die hier, bij de onmetelijke rotsen, een nietig puntje vormt, en zijne waterstralen opzendt, die geen honderdste deel van de hoogte bereiken van de watervallen nevens hem." [1]

De vraag rijst nu bij ons op, of de eigenaardige gedaante en aanzienlijke diepte der Noorweegsche fjorden, die op het vasteland van

[1] KELLER, t. a. p., II, blz. 21.

Europa nergens hunne wedergade hebben, moeten worden toegeschreven aan een bijzonderen vorm der bergen en rotsen, waartusschen zij besloten zijn. Om deze te beantwoorden, zullen wij, op het voetspoor van HARTUNG [2], den vorm der Skandinavische gebergten vergelijken met dien der Alpen.

De naam van *Kjölen*, die Scheepskiel beteekent, ontving het voornaamste gedeelte van het gebergte, dat Noorwegen van Zweden scheidt, wegens zijne overeenkomst in vorm met de kiel van een gekenterd vaartuig, die eenigszins scheef op het water ronddrijft, zoodat de steile helling naar het Westen, de zachtere naar het Oosten is gekeerd. Hierin vinden wij eene gelijkenis met de Alpen, die naar het Zuiden steil afdalen, terwijl zij naar het Noorden zachtere glooiingen vertoonen. In Noorwegen bereiken de bergtoppen omstreeks de helft van de hoogte van die der Alpen. In het Zuiden verheffen zich Snœhättan tot 2228, Galdhöpiggen tot 2515 en Skäggstoltinderne tot 2377 meters; dit zijn evenwel buitengewone verheffingen van den grond, die de toppen eener berggroep van matige uitgestrektheid vormen. De overige toppen van het gebergte zijn niet hooger dan omstreeks 1800 meters en nauwelijks zijn er in Skandinavië zoovele verhevenheden van 1500 meter, als in de Alpen van de dubbele hoogte. Zooals wij echter verder zullen zien, was er een tijd, dat het Skandinavische schiereiland zich hooger dan thans uit de zee verhief.

Onderstellen wij dat de Alpen, nadat de tegenwoordige valleien waren gevormd, omstreeks 1500 meters daalden, dan zou een arm van den Vierwaldstätter-See, in het Reuss-dal, door de nauwe rotskloof der Schöllenen, zich nog een eind boven Andermatt en Hospenthal uitstrekken, tot aan de bergpassen van den Oberalp, den St. Gothard en de Furka. Van de zeekust, achter Hospenthal, konden dan de hoogten dier passen, welke thans eerst langs een langen en hellenden weg toegankelijk zijn, na eene korte stijging bereikt worden. Op de hoogten gekomen, zouden boven de dalen, waardoor de bergpassen voeren, evenals thans, zich nog geweldige berggevaarten verheffen; hoewel, in vergelijking daarmede, de zeehoogte der passen zelve zeer onaanzienlijk zou zijn. Van alle kanten zou de zee, door de dalen van den Vorder-Rhein, den Ticino en de Rhône de hoogten dezer passen naderen. De voet van den Rhône-gletscher zou slechts 250 meters boven den zeespiegel liggen. Tallooze dalen zouden geheel onder het zeewater ge-

[2] G. HARTUNG, *Die skandinavische Halbinsel*, blz. 25.

dompeld worden, waarboven verschillende hoogere berggroepen als groote eilanden zouden uitsteken. Van de Midden-Alpen zou de top van den Rigi als een 300 meters hoog, rotsachtig eiland zich verheffen, terwijl Rigi-Staffel als een zeebad kon dienen. De zeven hoornen van den Pilatus zouden veel van hun dreigend voorkomen hebben verloren, daar zij slechts hoogten van 400 tot 600 meters boven den zeespiegel zouden bereiken.

In het hier veronderstelde geval bevinden zich de fjorden en eilanden der Noorweegsche kust. De hooge Alpenpassen, welke wij in onze verbeelding tot nabij den zeespiegel deden afdalen, vinden wij hier, als smalle en lage verbindingswegen, tusschen machtige, door de zee bespoelde berggroepen ingesloten. Deze paden zijn onder den naam van *ejder* bekend. Aan het einde van het Ofotenfjord (O F fig. 2) vormt eene *ejde* van slechts 240 meters hoogte een doortocht tusschen berggevaarten, die zich tot ruim 1000 meters boven den zeespiegel verheffen. Tusschen bergreeksen van 1200 tot 1500 meters liggen de hoogste punten van Tamokvande-ejde 165, Balsfjord-ejde 60 en Lygsejde slechts 45 meters boven de zee. Meer is niet noodig, om aan te toonen, dat deze *ejder* de overblijfselen zijn van vroeger hooger gelegen bergpassen.

Evenals de dalen, staan ook de fjorden in eene nauwe betrekking tot de hen begrenzende hoogten; eenige zijn slechts nauwe, met water gevulde kloven, begrensd door steil oprijzende rotsen; sommige vormen wijdere dalen met zachter hellende zijwanden, terwijl andere de diepste plaatsen vullen van trogvormige inzinkingen tusschen de bergen. De fjorden zijn geen bijzondere vormingen; zij zijn gedeeltelijk met water gevulde dalen. Bij sommige fjorden werd alleen het onderste, bij andere bovendien het middelste gedeelte van het dal onder den zeespiegel gedompeld. De aanzienlijkste fjorden dringen tot in de nabijheid van den kam van het gebergte door en worden begrensd door met gletschers bedekte hellingen.

Wanneer het Skandinavische schiereiland rees, dan zouden de fjorden in dalen veranderen, waarin zoetwatermeren zouden ontstaan van eene aanzienlijke diepte, van de zee afgescheiden door de boven water gekomen ondiepten, welke aan de monden der meeste Skandinavische fjorden worden aangetroffen. Dergelijke meren vindt men ook aan den zuidelijken voet der Alpen.

Waar het Sognefjord (fig. 1) het diepst is, zoodat men eerst op 1245 meters den grond loodt, verheffen zich aan beide zijden de

bergwanden, die 11 kilometers van elkander verwijderd zijn, 2517 en 2626 meters boven dit laagste punt. In het Zwitsersche Reussdal ligt bij het dorp Silenen aan den Gothard-spoorweg de 540 meters boven den waterspiegel der zee gelegen brug over den bergstroom, 2685 meters onder de toppen der Spannörtern en 2649 meters onder de Windgälle, die beiden insgelijks door een afstand van 11 kilometers van elkander gescheiden zijn; aan het Lago Maggiore en in het Rhônedal kunnen op dezelfde wijze berginsnijdingen van 2746 en 3024 meters worden aangetoond.

Bij het grootste en diepste der Noorweegsche fjorden bestaan derhalve verschillen in hoogte, welke nog niet de grootte bereiken van die in de Alpen. De Skandinavische gebergten met hunne diep ingesneden fjorden zijn dus hun eigenaardigen vorm verschuldigd aan de omstandigheid, dat zij door de zee bespoeld worden en voor een groot deel daaronder zijn bedolven.

Het oude Scandia behoort tot de vroegst gevormde landen onzer aarde. Toen eene vaste korst rondom onze planeet was ontstaan en eene nog warme wereldzee hare oppervlakte bijna geheel bedekte, verhief zich het met gneis en graniet gepantserde reuzenlichaam, dat wij thans Zweden en Noorwegen noemen, uit den schoot der wateren en werd sinds dien tijd nooit meer geheel door de golven bedekt. Levenloos was toen de lauwe zee, welke den rotsklomp bespoelde; plant noch dier vond men aan de oppervlakte daarvan, die behalve uit de beide genoemde gesteenten, voornamelijk uit glimmer en hoornblendeschiefer, kwarts, kalksteen en dolomiet was opgebouwd. Onder den invloed van het water dat verhit uit den dampkring op de nog niet afgekoelde oppervlakte nederviel, begon het gesteente te verweeren en werden op groote schaal bijzondere uit water afgezette lagen gevormd, die bij de lagere temperaturen, welke later heerschten, niet meer konden ontstaan. Gedurende het Silurische tijdvak vormden zich voornamelijk in het Zuiden van het schiereiland hier en daar in lagen afgezette gesteenten, waarin men eenige overblijfsels van lepidodendrons, trilobieten, schorpioenen [1] en schelpdieren heeft gevonden.

---

[1] Onlangs werd op het eiland Gottland in Silurischen kalksteen het overblijfsel van een schorpioen gevonden, waaraan LINDSTRÖM den naam van *Palaeophoneus nuncius* heeft gegeven. Deze vondst is bijzonder merkwaardig, omdat zij afkomstig is van het oudst bekende landdier.

Wat gedurende de onmetelijk lange tijdsruimten van het primaire, secundaire en tertiaire tijdvak met het schiereiland voorviel, laat zich niet met zekerheid zeggen. Herhaaldelijk vormden zich land- en zeevormingen, waarvan die op het eiland Andö, (A fig. 2) gedurende het Jura-tijdvak ontstaan, de merkwaardigste is, waar men eene soort van steenkolen heeft gevonden. Opheffingen en dalingen van den bodem wisselden elkander af, ten gevolge waarvan op sommige plaatsen scheuren en kloven gevormd werden, waardoor later rivieren haar loop namen. De voornaamste hiervan is de merkwaardige insnijding van Romsdalen en Gudbrandsdalen, die geheel Noorwegen, over eene lengte van 550 kilometers, doorloopt en op sommige plaatsen 1500 meters diep is. Het hoogste gedeelte dezer bergscheur verheft zich slechts 700 meters boven de zee en wordt ingenomen door het Lesson-meer, dat de waterscheiding tusschen de beide genoemde dalen vormt. Het is diep tusschen bergen, aan den voet van den 2228 meters hoogen Snœhätten, gelegen. Uit dezen smallen, maar in de richting van het dal 10 kilometers langen waterplas, die door gletschers en bergwateren wordt gevoed, vloeit naar de zuidzijde de Laugen, terwijl de Rauna zich daaruit noordwaarts spoedt. De eerste stroomt door het diepe Mjösen-meer en van daar, onder den naam van Vormen, naar het Skager-Rack; de Rauna daarentegen stort zich, als een wilde bergstroom, door het Romsdal, hetwelk de voortzetting van het Moldefjord vormt. In zijn benedenloop doorsnijdt hij, bij Horgeim, op den bodem eener diepe kloof 600 tot 900 meters hooge rotsmuren van gneis, aan den voet van den 1254 meters hoogen Romsdalhorn, waarachter verschillende tinnen zich nog hooger verheffen. Het Romsdal behoort tot de schoonste en indrukwekkendste streken van Noorwegen en wordt door talrijke reizigers bezocht. [1]

De meeste korte, maar diep ingesneden dalen van Skandinavië zijn echter hoofdzakelijk ontstaan door de uitspoeling van reeds voorhanden ondiepe geulen, door de talrijke bruisende en schuimende rivieren en beken, die, door gletscherwater gevoed, zich een weg naar zee banen.

Het duidelijkst vertoont zich de rustelooze werkzaamheid van stroomend water aan rivieren en beken in het hooggebergte. Zij is zoo groot, dat wij, bewoners van vlakke streken, ons nauwelijks daarvan eene voorstelling kunnen vormen. Zelfs zij, die Noorwegen in den zomer bezochten, zagen de bergstroomen in een jaargetijde, waarin

[1] Zie hierover de boeiende beschrijving van KELLER, t. a. p., II, blz. 110.

zij meestal vreedzaam en onschadelijk zijn, tenzij zij door zware regenbuien gezwollen waren. Geheel anders gedragen zij zich in het voorjaar, als de sneeuw in het hooggebergte smelt; dan verkeeren alle bergwateren in den hoogsten staat van opgewondenheid. Beken, die in den zomer onbeteekenend of droog zijn, zwellen dan aan tot vervaarlijke stortvloeden, die alles vernielen wat op hun weg staat. Met buitengewone kracht knabbelen en knagen zij aan de rotsen, die hun den doortocht trachten te versperren, die zij vermalen, met behulp van steenen van verschillende grootte, welke zij aanhoudend met geweld daartegen slingeren. Zoo wordt het aanvankelijk scherpkantige rotsblok afgerond en aan den onderkant uitgehold. Daardoor verliest het meer en meer zijn steun, totdat het eindelijk, door de met kracht daarlangs jagende golven, wordt ontworteld, zoodat het voorover buïtelt en medegesleurd wordt. Dan dient het, op zijne beurt, aan het water tot wapentuig en bestookt zijne vroegere broeders, die weldra zijne lotgenooten zullen zijn, totdat het ten slotte geheel verbrijzeld en tot gruis en zand vermalen wordt. Door hun aanzienlijk verval en de daardoor ontwikkelde levende kracht, zijn snelstroomende wateren in staat zware rotsblokken mede te voeren, te meer daar deze, onder water gedompeld, volgens de wet van ARCHIMEDES een niet onaanzienlijk gedeelte van hun gewicht verliezen [1].

Tot in het midden van het tertiaire tijdvak heerschte in het Noorden van Europa eene hoogere temperatuur dan thans. In Engeland leefden toen tapieren, mastodons, neushoorns, leeuwen en rivierpaarden, te midden van bosschen, waarin balsemboomen (*Liquidambar*), tulpenboomen (*Liriodendron*), magnolia's, laurieren, granaat- en kaneelboomen

[1] Een merkwaardig voorbeeld van de kracht van stroomend water vernam de onversaagde bergbeklimmer EDUARD WHYMPER van den gids REYNAUD: »Wanneer de Durance", die zich bij Avignon in de Rhône stort, »in het voorjaar, door het smelten der sneeuw, gezwollen is, dan voert hij soms zooveel rotsblokken naar beneden, dat men, op de plaats waar hij door de nauwe kloof van la Bessée stroomt, in het geheel geen water, maar enkel steenen ziet, die over elkander buitelen, daarbij elkander tot stof vermalen en zooveel vonken slaan, dat men des avonds zou meenen, dat de rivier in brand staat". (WHYMPER, *Scrambles amongst the Alps*).

Voorbeelden van diep uitgesneden rivierbedden leveren in Zwitserland: de Tamina, Triënt en de Rijn in de *Via mala*; in Salzburg: de Salzach bij Golling. Deze worden echter alle verre overtroffen door de *cañons* van den Colorado in Noord-Amerika, waar de rivier, over eene lengte van 550 kilometers, zich een bed van 1000 tot 2000 meters diepte tusschen loodrechte rotswanden heeft uitgegraven.

groeiden; in Groenland vond men altijd groene heesters en op Spitsbergen lindeboomen.

Tegen het einde van het tertiaire tijdvak onderging echter, zoowel in Europa als in Noord-Amerika, de verdeeling van land en water eene aanzienlijke verandering. Ons werelddeel was toen nauwelijks half zoo groot als thans en bezat den vorm van een betrekkelijk smal, van het Westen naar het Oosten zich uitstrekkend eiland. De zuidelijke grens kwam omstreeks met de tegenwoordige overeen, behalve dat de zee ook de Lombardische vlakte bedekte. De noordelijke grens daarentegen werd gevormd door eene lijn, welke over Bayonne, Montauban, Poitiers, Châlons, Luik, Aken, Bonn, langs den noordrand van den Harts, daarna dwars door Thüringen, over Dresden, langs het Reuzengebergte en de Karpathen tot bij Krakau liep, waar zij zich noordoostwaarts boog, om door de omstreken van Toela, Nischney-Nowgorod en Tscherdyn de Tscheskaja-bocht aan de IJszee te bereiken. De Oeral behoorde toen nog tot Europa, maar werd ten oosten door de groote Siberische zee bespoeld, die zich over het geheele laagland van Noord-Azië uitbreidde en met de Zwarte en Kaspische Zee, die toen veel uitgestrekter waren dan thans, in gemeenschap stond. Westelijk Frankrijk, België, Nederland, de Noordduitsche vlakte, Denemarken, Polen en het noordwestelijk deel van Rusland waren in dat tijdvak onder de zee bedolven, waarboven Skandinavië met een deel van Finland verbonden, benevens de bergachtige gedeelten van Groot-Brittannië en Ierland, benevens IJsland, als eilanden zich verhieven [1].

In dien tijd was het verminkte Europa aan alle kanten door oceanen omringd. De warme Golfstroom van Florida bespoelde de westkusten van ons werelddeel nog niet; van alle zijden waaiden vochtige en koele winden. Zelfs die uit het Oosten en Noordoosten, die nu droog zijn, waren toen rijk met waterdampen bezwangerd en veroorzaakten, vooral in bergstreken, een bijna even sterken nederslag van regen of sneeuw, als toen en nu de westen- en zuidwestenwinden. Het klimaat van Europa werd, ten gevolge dier veranderingen, veel koeler en vochtiger dan nu en kwam overeen met dat van het zuidelijkste deel van Zuid-Amerika en Nieuw-Zeeland.

Skandinavië lag toen te midden der IJszee en verhief zich veel hooger dan thans. Door de vereenigde werking van de bergstroomen en

---

[1] Zie de schoone kaart van H. HABENICHT in *Petermanns Mittheilungen*, 1878, Tafel 6.

de golven der zee waren de bergdalen en de verlengden daarvan, die thans de bodems der fjorden vormen, reeds grootendeels ontstaan, hoewel zij eerst later hunne tegenwoordige gedaante verkregen.

Ten gevolge van het koeler en vochtiger geworden klimaat breidden zich de ijs- en sneeuwvelden, die vroeger alleen de hoogste bergverheffingen bedekten, straalswijze van verschillende middelpunten verder uit; de gletschers vulden de dalen meer en meer en hunne uiteinden bereikten zelfs de zee, totdat het geheele Skandinavische schiereiland, evenals Schotland, onder een machtig ijskleed begraven lag. Hierdoor werd een toestand geboren, gelijkende op dien, welken wij later als thans nog in Groenland bestaande zullen leeren kennen. Aan de tijdruimte, waarin dit geschiedde, heeft men den naam van IJstijdvak gegeven [1].

De nalatenschap van dit landijs bedekt thans het geheele schiereiland, met weinige uitzonderingen [2]. Van de kusten der zee, tot op hoogten van 1500 meters zijn de rotsen door het gletscherijs en de daarin opgenomen steenbrokken uitgeschuurd, gepolijst, geschramd en gekrast. Het rotspuin der moraines is wijd en zijd verspreid; in de dalen vindt men op de beddingen der vroegere gletschers de gesteenten verbroken, vermalen en geslibd. Op den daardoor gevormden vruchtbaren bodem zijn de akkers en bergweiden met hunne hofsteden en *saeters* (herdershutten) gelegen; uit gletscherleem worden baksteenen gevormd en gebrand.

Het water, dat door smelting van het gletscherijs ontstaat, dringt, door spleten en scheuren, tot op den bodem door en vormt aldaar

[1] Het is waarschijnlijk dat in Europa meer dan één IJstijd geweest is, doordien ook in vroegere of latere tijden de ontwikkeling der gletschers begunstigd werd. Ook in de Alpen ondergaat de uitgestrektheid der gletschers in den tegenwoordigen tijd nog voortdurend veranderingen. In het bijzonder zijn de sporen van een tweeden IJstijd, van later dagteekening, zeer duidelijk in Skandinavië, Groot-Brittannië en de Alpen, doordien aldaar, onder het in lagen afgezette diluvium, gepolijste rotsen en daarboven zwerfblokken zijn gevonden (zie: TH. KJERULF, *Die Eiszeit*, blz. 27 en O. HEER, *Die Urzeit der Schweiz*, blz. 529).

[2] Het is moeielijk in Skandinavië plekken aan te wijzen, die geene sporen van vroegere gletschers vertoonen. KEILHAU miste deze op den top van den Sulutind, op het Fellefjæld (1804 meters). Op het bergland in het midden van Noorwegen ziet men boven 1250 meters slechts weinig geschuurde of gekraste rotsen. Op den Forelhaagn, tusschen Dovre en Kjölen (1331 meters) vond HÖRBYE in 1857 daarvan evenmin een spoor, als op Senjen boven 250 meters (HÖRBYE, *Observations sur les phénomènes d'érosion en Norvège*).

stortbeken, die fijn verdeeld rotsgruis medevoeren; vandaar dat het steeds min of meer troebel is en in Zwitserland *Gletschermilch* genoemd wordt. Waar deze onder het ijs zich bewegende waterstroomen op hunnen weg eene verdieping van het gesteente aantreffen, vormt zich eene draaikolk of gletschermolen; wanneer daarin door het water medegevoerde rolsteenen geraken, dan draaien zij een tijdlang rond. Daarbij hollen zij het gesteente aanhoudend dieper uit en boren, zelfs in de hardste rotsen, ronde holten met gladde oppervlakte, die reuzenketels of -potten (*jættegryder*) genoemd worden. Door de wrijving worden natuurlijk de borende steenen ook afgeslepen en van tijd tot door nieuwe vervangen. Deze reuzenketels, die bij het terugtrekken der gletschers, met rotspuin gevuld werden, zijn op het Skandinavische schiereiland en in Finland zeer talrijk en diep. De grootste, die in hard graniet is uitgehold, liet KJERULF, te Bäkkelaget aan het Kristianiafjord, ontruimen; deze bezit een inhoud van $7^1/_4$ kub. meters, aan het boveneinde eene middellijn van 2,7 meters en eene gemiddelde diepte van 12,6 meters, terwijl een der overgebleven wrijfsteenen 150 kilogram weegt [1].

Toen het ijskleed op het Skandinavische schiereiland zijne grootste afmetingen bezat, was het minstens 800 tot 1000 meters dik en sloot zelfs bergtoppen van 1700 en 1800 meters hoogte in. Het Hardangerfjord werd gevuld door een gletscher van 1200 meters dikte, terwijl in het Sognefjord een ijsstroom van 1800 meters dikte zich een weg naar zee baande. Maar zelfs buiten het schiereiland strekte zich het machtige gletscherkleed uit; de talrijke scheren en klippen, die het omzoomen, dragen nog duidelijk de sporen van polijsting, die zij door het ijs en de golven hebben ondergaan [2]; de talrijke eilanden, die verder in zee liggen, zijn daardoor vaneengescheurd, gekrast en geslepen.

In den laatsten tijd zijn door Noorweegsche, Engelsche en Duitsche geologen de merkwaardige uitkomsten hunner onderzoekingen bekend gemaakt, die een nieuw licht over dit onderwerp doen opgaan

[1] Zie hierover het opstel van den hoogleeraar F. J. P. VAN CALKER, De reuzenketels en hunne rol als glaciaal-verschijnsels, *Album der Natuur*, 1882, blz. 291 en W. C. BRÖGGER en H. H. REUSCH, *Riesenkessel bei Christiania*, in het *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 26, blz. 783.

[2] Zulke rotsen noemt men in het fransch: *roches moutonées*, wegens hare gelijkenis in vorm met eene dicht op elkander gedrongen kudde schapen en in het duitsch: *Rundhöcker*.

en waarvan wij, zoo kort mogelijk, een overzicht zullen geven.

Wij hebben vroeger gezien, dat gedurende het IJstijdvak de zee het noordwestelijk gedeelte van Europa bedekte. Die geheele uitgestrekte ruimte is bijna geheel, op sommige plaatsen ter dikte van meer dan 100 meters, bezaaid met meer of minder groote, afgeronde rotsblokken, keien en zand, afkomstig van de bergen van Skandinavië. Hier en daar, zooals in het westelijk gedeelte van ons vaderland, ten westen van de Gooische heuvels, in het oostelijk gedeelte der provincie Utrecht en ten zuiden van den Rijn zijn die steenbrokken bedekt met alluviale of aangespoelde gronden. Wegens het voorkomen dier steenblokken, welke juist aan de grenzen het hoogst zijn opgestapeld, heeft men aan die kustlijn den naam van blokgrens gegeven. Op sommige plaatsen ligt zij op 200 en 260 meters boven den zeespiegel. Sommige dier rotsblokken bezitten eene aanzienlijke grootte en eene zekere geschiedkundige vermaardheid, zooals de *Schwedenstein* op het slagveld van Lützen, welke reeds lang als een uit Zweden afkomstig rotsblok bekend was, benevens het Finlandsche granietblok, waarop FALCONETS ruiterstandbeeld van PETER DEN GROOTE op het Senaatsplein te Petersburg rust, welk rotsblok in de onmiddellijke nabijheid der hoofdstad werd gevonden. Niet de geheele ruimte, die door de blokgrens wordt ingesloten, is met steenen bedekt. Groote uitgestrektheden zijn daarvan geheel vrij, terwijl zij daarentegen langs sommige hoogten, in grooten getale, in rijen liggen. Velen zijn bovendien gebruikt bij den aanleg van zeeweringen, straat- en spoorwegen.

Vroeger stelde men zich voor dat die rotsblokken en steenen op zulk een grooten afstand waren vervoerd door watervloeden, die men met het verhaal van den bijbelschen zondvloed (in de *Vulgata* door *diluvium* vertaald) in verband bracht en noemde daarom de geheele tijdruimte, waartoe het IJstijdvak behoort, het diluviale tijdperk. Later meende men dat dit vervoer geschied was door ijsbergen, afkomstig van de verbrokkeling der gletschers aan de zeekusten. Nadat zij een tijd lang hadden rondgezworven, zouden zij bij het smelten de rotsblokken, waarmede zij belast waren, op den bodem der zee hebben achtergelaten. Dit vermoeden werd versterkt, toen men na den strengen winter van 1838 in eene afgelegen baai van het rotseiland Hochland, in de Finsche Golf, een granietblok door drijfijs zag aanvoeren. Men stelde zich voor dat vroeger iets dergelijks heeft plaats gehad, als thans in Groenland door de ijsbergen geschiedt. Doch hierover handelen wij later.

In den laatsten tijd heeft echter de overtuiging meer en meer veld gewonnen, dat het vroegere ijsveld van Skandinavië, toen het zijne aanzienlijkste uitgestrektheid bezat, het Noordduitsche en Russische laagland tot aan de blokgrens bijna geheel bedekte, de Noordzee vulde en zich, in vereeniging met de ijsstroomen der Schotsche gletschers, ten noorden van Groot-Brittannië nog een eind ver in den Atlantische Oceaan uitstrekte. Deze ruimte, hoe aanzienlijk zij ook zijn moge, is niet veel grooter dan die, welke thans nog, in Groenland, door het landijs wordt ingenomen.

De Oostzee was toen een wijd, doch ondiep zeebekken, dat een deel der IJszee uitmaakte, evenals de Noordduitsche zee. Hierin werd het water gemakkelijk door den ijsstroom verdrongen, zoodat deze zich ongestoord een weg kon banen. Om eene uitgebreide ijsmassa te doen verbreken of in ijsbergen te doen uiteenvallen, hetgeen de zeelieden kalven noemen, moet de buitenkant daarvan op eene diepte komen, waar het in zeewater gedompelde gedeelte, ten gevolge van zijn geringer soortelijk gewicht, tracht te drijven. Nog bewaart de ijsstroom zijn samenhang en strekt zich verder in zee uit; eindelijk wordt echter het uiteinde door golfslag of wind weggescheurd en drijft, als een ijsberg, op de oppervlakte der zee. Daartoe moet omstreeks achtmaal meer ijs onder dan boven den zeespiegel liggen, zoodat eene ijslaag van 900 meters dikte eene diepte van 800 meters eischt, voor zij begint te kalven.

De oorsprong der ijsstroomen en den weg, dien zij volgen, blijkt uit den aard der medegevoerde gesteenten, dusgenoemde zwerfblokken en de richting van groeven, die zij in het gesteente hebben gemaakt, waarover zij zich bewogen en die met sledesporen kunnen vergeleken worden. Somtijds zijn de strepen haarfijn en in grooten getale naast elkander aanwezig, allen evenwijdig, alsof zij met een graveertoestel in het gesteente waren voortgebracht. Elders zijn de schrammen grover, alsof zij met eene fijne, puntige hark in een bloembed waren gemaakt, terwijl men soms twee verschillende richtingen daarbij aantreft, welke aantoonen dat de ijsstroomen niet altijd dezelfde richting volgden. Op andere plaatsen loopen de krassen onregelmatig, in alle mogelijke richtingen. Gestreepte en geschramde gesteenten vindt men langs de wanden, gekraste daarentegen op den bodem van een ijsstroom.

Insgelijks kan men gemakkelijk den zin der richting bepalen, waarin het ijs zich bewoog. Aan de voorzijde van verhevenheden, waarover de

gletschers hun weg namen, den dusgenoemden stootkant, zijn de groeven veel dieper dan aan den achterkant, de dusgenoemde lijzijde, waar zij dikwijls geheel ontbreken.

De ijsstroomen van noordelijk Finland strekten zich oostelijk uit over de Witte Zee en zuidelijk over het Ladoga- en Onega-meer. Die van noordelijk Zweden en westelijk Finland richtten zich zuidwaarts, over het Wener- en Wetter-meer, over de half cirkelvormige golven van Riga, Memel, Dantzig en Rügen, die hare komvormige gedaante wellicht aan het ijs te danken hebben en gingen verder tot aan de gebergten van Midden-Duitschland. Te Rüdesdorf bij Berlijn vond men gletscherkrassen en tachtig grootere en kleinere reuzenketels; deze laatsten werden ook in Pommeren en Silezië op verschillende plaatsen, aangetroffen. De aardpijpen in den Pietersberg bij Maastricht, overeenkomende met de *puits naturels* of *orgues géologiques* in het Noorden van Frankrijk en de omstreken van Parijs, benevens de *sandgalls* of *sandpipes* der Engelsche kust, behooren mede tot de vormingen van het gletscherijs [1]. Door de Pommersche heuvelreeks in hunne zuidelijke richting gestoord, waren andere ijsstroomen van Midden- en Zuid-Zweden genoodzaakt zich westelijk om te buigen; zij namen hun weg over de Deensche eilanden, Jutland en Sleeswijk en bereikten zelfs het Noorden van ons vaderland. [2] De gletschers van zuidwestelijk Zweden en Noorwegen volgden de 475 meters diepe kloof, die zich in het Skager-Rack, voorbij Kaap Lindesnaes, langs de kust uitstrekt, tot bij Stavanger, om hier in noordwestelijke richting de Noordzee over te steken. Toch zijn andere Noorweegsche ijsstroomen, met hunne zwerfblokken, naar Jutland, Hamburg en waarschijnlijk ook naar Urk gekomen, wellicht door eene toevallige afwijking van de gewone bewegingsrichting.

[1] Uitvoeriger besproken door VAN CALKER, t. a. p., blz. 300.

[2] Zoo vindt men, op de Drentsche heidevelden, groote en kleinere brokken fijn- en grofkorrelig rood graniet, syeniet en silurischen zandsteen, afkomstig uit Gothland (de deksteen van het hunebed te Rolde, bij Assen, weegt 18000 kilogram), grauw graniet uit Upland en porfier uit den omtrek van Fahlün. In den Houdsrug, bij Groningen, treft men groote hoeveelheden bovensilurischen kalksteen aan, afkomstig van het eiland Gothland. Verder vindt men in Drente en Groningen dioriet en amphibool uit het trapgesteente van Smäland, op de Bergumerheide in Friesland krijt en vuursteen van Schonen en Rügen, terwijl men bij Vollenhove Zweedsch magneetijzer-zand aantreft (zie: Dr. W. C. H. STARING, *De bodem van Nederland*, II, blz. 21 tot 164). Deze steenen werden vroeger te Steenwijk in groote hoeveelheden verscheept en naar Holland gebracht, waar zij tot bescherming der zeedijken dienden. Dit stadje heeft daaraan zijn naam te danken.

De ijsstroomen, afkomstig van de verschillende fjorddalen van zuidelijk Noorwegen namen hun weg naar de oostkust van Engeland, waar wij in het leem tusschen Holderness en Scarborough Noorweegsche zwerfblokken aantreffen. De gletschers, welke door de noordelijke fjorddalen naar de Noordzee afzakten, konden de oostkusten van Schotland niet bereiken, daar ook dit hoogland zijne 300 tot 600 meters dikke ijsstroomen in verschillende richtingen uitzond. Ofschoon de Noordzee toen dieper was dan thans, was zij niet in staat ijsstroomen van die dikte te doen drijven en in ijsbergen te doen uiteenvallen. In zijne oostelijke uitbreiding werd het Schotsche gletscherijs evenwel verhinderd door den machtigen Skandinavischen ijsstroom. Hierdoor werd het gedwongen zich in noordelijke richting langs de kusten een weg te banen, om naast den Noorweegschen reuzenstroom zijn loop te nemen over de Orkaden, die door Schotsche ijsvelden bedekt werden, welke zich, in noordwestelijke richting, naar den oceaan uitstrekten. De Noorweegsche ijsstroomen waren dus genoodzaakt zich een weg te banen over de Shetland-eilanden, die zij geheel begroeven. Tot aan de Färöer strekten zij zich echter niet uit, daar deze eilanden door plaatselijke gletschers bedekt werden, welke zich naar verschillende richtingen uitbreidden. Het noordoostelijk gedeelte van Schotland, dat thans het graafschap Caithness vormt, aanvankelijk door Schotsch gletscherijs bedekt, kon echter aan den drang van den ijsstroom der Noordzee geen weerstand bieden, daar het dwars op diens weg lag en een laag land is, dat geene eigen gletschers kan voeden. [1]

Het ijs der Noordzee strekte zich westwaarts waarschijnlijk uit tot voorbij de lijn, welke in den Atlantischen Oceaan eene diepte van 100 vademen (183 meters) aanwijst, daar deze de grens aanduidt eener onderzeesche vlakte, waarop de Britsche eilanden zich verheffen, doch wier buitenrand eene steile helling bezit. Bij de buiging, welke het ijsveld moest ondergaan, om in dieper water door te dringen, scheurde het en werd daardoor gemakkelijk in ijsbergen opgelost, die door zeestroomen en winden heinde en verre verspreid werden, tot zij in warmer gewesten smolten en het Skandinavische en Schotsche rotsgruis op den bodem van den oceaan achterlieten. Binnen den zuide-

[1] In Caithness komt eene kleilaag voor, met gepolijste rolsteenen (*bowlder-clay*) en zeeschelpen. Deze ligt op Silurischen ouden rooden zandsteen (*old red sandstone*) die door het Noordzee-ijs in de richting van het Z.O. naar het N.W. gekrast is. Deze groeven vormen bijna een rechten hoek met de schrammen, die de ijsstroomen uit het binnenland van Schotland achterlieten.

lijken Poolcirkel stiet J. C. ROSS op een dergelijken ijsmuur, die ter hoogte van meer dan 50 meters boven den zeespiegel uitstak. Volle 830 kilometers voer hij daarlangs, totdat hij op eene plaats kwam, waar eene verlaging van slechts 15 meters toeliet, dat men uit den top van den mast een blik kon werpen op de gladde ijsvlakte, die als berijpt zilver glinsterde en zich in eene onafzienbare verte verloor.

Ziehier, in korte trekken, het trotsche tafereel geschetst, dat mannen als HELLAND, TORELL, KJERULF, GEIKIE, CROLL, BERENDT en JENTSCH ons ontrollen van den loop en de uitbreiding der Skandinavische en Schotsche gletscherstroomen gedurende het IJstijdvak.

In den langen tijd, dat het koude klimaat zijn invloed deed gelden, hadden afwisselende voor- en achteruitgangen van het gletscherijs plaats, zoodat wij ons niet moeten voorstellen dat de geheele Noordduitsche vlakte, benevens de Noord- en Oostzee voortdurend met een ijskleed bedekt waren. In Zweden heeft TORELL een begin gemaakt om de ijsstroomen, die het landijs vormden, in verschillende afdeelingen te splitsen. Deze zijn: 1°. de groote uitbreiding tot aan de blokgrens in Duitschland, met bijzondere ontwikkeling van den Finlandschen ijsstroom; 2°. de ijsstroom der Oostzee, met veranderde richting en eindelijk 3°. de stroomen, die slechts het land zelf bedekten en zich ten slotte in die der groote dalen oplosten. [1]

Ten slotte gingen echter overal deze bewegingen in een langzaam doch beslist inkrimpen van het ijsveld over, misschien ten gevolge van het doordringen van den warmen Golfstroom van Florida. Hiermede ging een zinken van het schiereiland gepaard, hetwelk ongelijk van grootte en door stilstanden afgebroken was. De aanzienlijkste daling bedroeg in Noorwegen 200 en in Zweden 350 meters, zooals uit het voorkomen van zeeschelpen en de gaten van borende schelpdieren blijkt. Het ijsveld, dat tot het schiereiland was ingekrompen, trok zich meer en meer terug en liet den bodem achter geheel bedekt met een rotspuin van moraines, zand, gletscherslib en andere losse gronden. Deze werden, onder den invloed der branding op de kusten en van de bergstroomen, tot eigenaardige ophoopingen vervormd, welke den naam van *åsar* in het Zweedsch en *gederyggen* (geiteruggen) in het Noorsch dragen. Deze verheffen zich gemiddeld 15 tot 20

[1] O. TORELL, "*Undersökningar öfver Istiden, Oefversigt af Kongl. Vetensk. Akad. Forhandl.* 1872 N°. 10, 1873 N°. 1.

meters boven den beganen grond en bezitten het voorkomen van dijken, welke zich in dalkloven, op het vlakke land en over golvingen van den grond, vele kilometers ver uitstrekken.

De door het ijs verwijde en van rotspuin en andere voortbrengselen van de verweering gezuiverde dalen, werden nu gedeeltelijk ondergedompeld en door het zeewater uitgespoeld. In dien tijd was zoowel de west- als de oostkust van het schiereiland door fjorden ingesneden; die van Noorwegen zijn meerendeels blijven bestaan, maar die van Zweden verdwenen later door verweering. Wij vinden echter de overblijfselen daarvan in de dalen der talrijke rivieren, die door watervallen afgebroken, in zuidoostelijke richting, naar de Bottnische Golf vloeien; zij doorstroomen allen één of meer lange, smalle, doch diepe bergmeren, die vroeger, zooals uit hunne dierlijke bevolking blijkt, met de zee in gemeenschap stonden en wier bodems op sommige plaatsen lager liggen dan de spiegel der Oostzee. De voornaamste dier rivieren en meren zijn, van het Noorden naar het Zuiden gaande, de volgende:

Rivieren:	Meren, welke zij doorstroomen:
Torneå-elf.....	Torneå-trask.
Kalix-elf.....	Partas-jaur, Kalas-jaur.
Luleå-elf.....	Aliimon-jaur, Pajeplotija-jaur, Luleå-jaur.
Piteå-elf.....	Tjäggelvas, Vuolo-jaur.
Skellefteå-elf...	Stör-Uman.
Angermanna...	Kult-sjön, Mar-sjön, Malgoma-sjön.
Indals-elf.....	Kal-sjön, Stör-sjön (zie onder).
Ljusna.....	Warpen, Bergviken, Marmarn.
Dal-elf.....	Siljan-sjön (zie onder).

Op dezelfde wijze vormden toen eenige meren in Zweden, Noorwegen en Rusland fjordachtige aanhangsels der Oostzee, waarvan wij de volgende opgaven mededeelen:

Meren:	Grootste diepte:	Hoogte van den spiegel, boven dien der zee:	Grootste diepte, onder den spiegel der Oostzee:
Wenern....	89 Meters.	44 Meters.	45 Meters.
Wettern....	125 »	88 »	37 »
Mälaren.....	43 »	0,3 »	42,7 »
Stör-sjön...	301 »	257 »	44 »
Siljan-sjön..	364 »	160 »	204 »
Tyri-fjord..	281 »	63 »	218 »
Mjösen.....	452 »	121 »	331 »
Ladoga.....	375 »	15 »	360 »
Onega.....	180 »	72 »	108 »

Men ziet dat de bodems van al deze meren lager liggen dan de spiegel der Oostzee, waarvan zij toen een deel uitmaakten. Dit wordt ook aangetoond doordien in het thans zoete water verschillende soorten van schaal- en schelpdieren leven, welke ook in de Oost- en IJszee worden gevonden. Met de afscheiding eener golf van de zee en den langzamen overgang van het zeewater in brak en vervolgens in zoet water moet noodzakelijk de dierenwereld veranderen; het eerst zullen die dieren verdwijnen, die het volle zoutgehalte der zee voor hunne levensverrichtingen noodig hebben en daarna zullen ook de bewoners van brak water volgen. Onder de vele bewoners van zout water, zijn enkelen, welke, door eene gelukkige verandering hunner bewerktuiging, gedurende den langen overgangstijd aan de nieuwe levensomstandigheden gewennen. Daar deze diersoorten de nalatenschap eener vroegere zee vormen, heeft men daaraan den naam van relictenfauna gegeven.

Nog heden zien wij dien overgang van fjorden in meren onder onze oogen geschieden bij het Drammensfjord in zuidelijk Noorwegen, dat een middenvorm is tusschen een fjord en een meer en met het Tyri- en Randsfjord, die geheel in meren zijn veranderd, welke met de zee in gemeenschap staan. Het water van het Drammenfjord is brak en staat slechts door een ondiep kanaal, dat zich meer en meer met slib vult, met de zee in verbinding (zie fig. 4). Volgens G. O. SARS leven in het onderste gedeelte zeedieren, in het bovenste daarentegen zoetwater-bewoners.

Op de daling volgde voor het Skandinavische schiereiland een tijdperk van rijzing, dat nog voortduurt. Dit bewijzen nieuwere, uit de zee afgezette lagen en oude kustlijnen, die zich op verschillende hoogten boven hare oppervlakte verheffen. Deze zijn in het Noorden talrijker en duidelijker dan in het Zuiden; aan de uiterste grenzen van Finmarken vertoont zich het opgeheven land, zonder boom of struik, in verschillende evenwijdige trappen van ongelijke hoogte afgedeeld. Ook in harde rotsen heeft de zee waterpasse voren uitgehold, die op sommige plaatsen verdwijnen, om elders weder te voorschijn te komen en zich over eenige kilometers lengte langs de steile wanden der fjorden uitstrekken, zoodat men zou meenen werken voor den aanleg van spoor- of straatwegen te zien. Reeds in 1838 merkte BRAVAIS tusschen Hammerfest en Alten twee zulke insnijdingen op, waarvan de bovenste op omstreeks 37 en de onderste op nagenoeg

28 meters boven den zeespiegel ligt; zij zijn niet nauwkeurig waterpas en verloopen evenmin evenwijdig, waardoor zij het bewijs leveren dat het land onregelmatig is gerezen. Dit is ook in Zweden het geval, waar de kust van Norrland en de streek tusschen Gefle en Stockholm de aanzienlijkste rijzing vertoont, zoodat de kust eene golfvormige beweging ondergaat. In Noorwegen zoowel als in Zweden bestaat het volksgeloof dat de zee zich van de kust terugtrekt en oude lieden verhalen van riffen, die op de plaats van ondiepten boven water verschijnen en havens die verzanden, maar nauwkeurige metingen ontbreken [1].

Zoo vertoont ons het Skandinavische schiereiland, hoe schoon het ook wezen moge, slechts een treurig overschot van vroegere grootheid; zijne tinnen, naalden en pieken zijn slechts onbeteekenend, in verhouding tot datgene, wat zijne bergen vroeger waren, toen zij ongerept uit den schoot der wereldzee zich verhieven. De overblijfselen daarvan liggen, vergruisd en vermalen, aan de boorden der IJszee, langs de Oostzee, op de Noordduitsche vlakte, op de heidevelden van ons vaderland, in de Noordzee, langs de kusten van Engeland en in den Atlantischen Oceaan, op duizenden mijlen van hun geboortegrond. Zijne dalen, aanvankelijk uitgespoeld door talrijke bergstroomen, werden daarna door reusachtige ijsmassa's, die langs hunne hellingen nederdaalden, uitgeschuurd, gekrast en gepolijst en lieten de fjorden na, die thans tot in het hart van het gebergte doordringen, als bewijzen voor de onweerstaanbare kracht van het water, in vloeibaren en vasten toestand [2]. De kusten van het schiereiland, aanvankelijk glad en effen, werden door deze verschillende oorzaken van alle kanten ingesneden en ingekerfd, geheele eilanden-reeksen van den vasten wal afgescheurd en in klippen en scheeren verdeeld. Een droevig beeld der vergankelijkheid van al het ondermaansche!

---

[1] Zie: dr. F. G. HAHN, *Untersuchungen über das Aufsteigen und Sinken der Küsten* blz. 133 tot 168, benevens O. PESCHEL, *Neue Probleme*, blz. 110.

[2] De branding holt nog heden ten dage de steile rotsen aan de zeekusten uit en brengt de daarop rustende gesteenten ten val. Zoo was KARL VOGT getuige van de geweldige nederploffing eener rotsmassa. Een verbazend groot steenbrok stortte, onder een donderend gekraak in elkander, doordien het zijn steun verloren had door uitspoeling. Het zonk gedeeltelijk weg in de diepte van het fjord, terwijl een ander stuk aan den rand van het water bleef liggen. (K. VOGT, *Nordfahrt entlang der norwegischen Küste*, blz. 241).

Na onze uitvoerige beschouwing der Noorweegsche fjorden, kunnen wij bij de behandeling der overige korter zijn. De steile en hooge kusten in het Noorden en Westen van Schotland, die in het Westen en Zuidwesten van Ierland en van de naburige eilanden, die duizendvoudig door fjorden zijn verscheurd en verbroken, leveren ons een dergelijk beeld op als die van Noorwegen.

Gedurende het IJstijdvak was Schotland omtreeks 150 meters lager dan thans, zooals blijkt uit de overblijfselen van zeeschelpen uit dien tijd, welke tot de genoemde hoogte zijn gevonden. Het was toen verdeeld in drie groote eilanden, waartoe eene menigte kleinere behoorden, terwijl de tegenwoordige dalen in hoofdzaak reeds gevormd waren, hetzij door scheuring, zooals de spleet, waardoor het Caledonische kanaal loopt, hetzij door uitspoeling van bergstroomen. Deze drie eilanden werden gescheiden door twee fjordstraten, waarvan de noordelijkste van Maray-Firth, langs het genoemde kanaal, naar Loch-Linnhe loopt, terwijl de andere straat het Firth of Clyde met het Firth of Forth vereenigt. Cumberland was toen met zuidelijk Schotland verbonden. Elk dezer eilanden was van een bergketen doorsneden, van welke aan beide zijden zich de ijsstroomen een weg naar zee baanden, zooals blijkt uit de richtingen van schuringsstrepen en het vervoer van blokken goed bekende rotssoorten. De beweging der ijsstroomen is door THOMAS JAMIESON [1] en ARCHIBALD GEIKIE [2] onderzocht en afgebeeld. Ook heeft JAMES GEIKIE, bij Glasgow, gletscherleem met geschramde steenen (*till*) aangetroffen, evenals rolsteenklei (*bowlder-clay*), waarvan de eerste in zoet, de laatste in zeewater werd gevormd. Ook tot de Hebriden en Orkaden strekten zich de ijstroomen uit.

De bodem van Wales was toen tot 400 meters hoogte door de zee bedekt en bezat een eigen sneeuwgebied, waarvan het 1089 meters hooge Snowdon het middelpunt vormde; van hieruit strekten zich de gletschers in zeven verschillende richtingen uit. Bijzonder talrijk zijn de sporen van het ijs in de thans zoo bekoorlijke valleien van Bethgellert.

Ierland bezat gedurende den IJstijd in het Westen een sneeuwveld van 180 vierkante kilometers oppervlakte, op eene hoogte van slechts 700 meters, waarvan de gletschers zich voornamelijk in westelijke richting uitstrekten. Men vindt de sporen hunner vroegere aanwezigheid, in den vorm van gepolijste en gestreepte rotsen, in het

[1] *Quarterly Journal*, Augustus 1865.

[2] *Transactions of the geological society of Glasgow*, deel I.

graafschap Killarney aan de Magillycuddys Reeks en langs de meren, die thans het graafschap tot sieraad verstrekken.

Aan de westkust van Schotland is gedurende den geschiedkundigen tijd een fjord gedeeltelijk in een zoetwater-meer veranderd. In het graafschap Ross dringt de zee met eene bocht, welke den naam van Loch-Ewe (L E, fig. 15) draagt, in het land. In de verlenging daarvan ligt het langgerekte Loch-Maree, (L M) dat alleen door een kort en ondiep kanaal met de zee in verbinding staat. Aan het zuidwestelijk einde van dit meer vindt men het dorpje Kinlochewe, (K) hetwelk »Einde van Loch-Ewe" beteekent. Toen deze plaats haar naam ontving, maakte Loch-Maree nog een deel uit van Loch-Ewe en werd eerst later, door verzanding van zijn mond, ten gevolge der hevige branding daarvan gescheiden [3]. Fig. 15 geeft een schets van dezen toestand, waaruit blijkt dat de noordwestkust van Schotland aldaar door verschillende fjorden is ingesneden.

[3] Zie: *Album der Natuur*, 1877, blz. 110.

(*Wordt vervolgd.*)