

DE ONTWIKKELINGSGESCHIEDENIS DER STILSTAANDE WATEREN OP AARDE.

DOOR

O. PESCHEL.¹

Alle meren op aarde, groote zoowel als kleine, zijn inzinkingen, die van den regen haar vloeibaren inhoud ontvangen, of die ten minste door 't hemelwater worden onderhouden en bewaard tegen uitdroging, welke 't gevolg der verdamping zou worden. Is deze stelling juist, dan moet het onderzoek naar de ontwikkelingsgeschiedenis der stil-

¹ Onder de boeiende en leerrijke opstellen, die wijlen Prof. OSCAR PESCHEL onder den titel, "*Neue Probleme der Vergleichenden Erdkunde als Versuch einer Morphologie der Erdoberfläche*" aan de lezers van zijn *Ausland* (Jahrgang 1866 - 1875) placht aan te bieden, en waarvan men niet weet, waarin de hoogste waarde ligt, in de stof of in de wijze van behandeling, is er één uit het laatst zijns levens. 't Is dat, waarvan wij in de volgende bladzijden eene bewerking geven. Geschreven in 1875 — PESCHEL stierf in 't najaar — in den tijd dus, dat de auteur zelfs zijne kamer niet meer kon verlaten; draagt het opstel evenwel van niets zoo min de blijken als van een afgepijnd lichaam en een daardoor geknakte geest. Integendeel is 't, als alles wat uit PESCHELS hand kwam, zorgvuldig bewerkt en afgewerkt, zóó, dat het als model dienen kan van 't geen de vergelijkende aardrijkskunde inderdaad vermag te wezen: de wetenschap, die de gelijksoortige verschijnsels aan de oppervlakte onzer planeet eerst afzonderlijk en daarna in verband met elkaar beschouwt, om zoo te komen tot de oorzaken en wetten, welke hen te voorschijn roepen en hunne geschiedenis, hun historisch verloop, bepalen. Gelijk steeds, zoo noodigt PESCHEL ons ook hier uit, om, met het kaartenbeeld in de hand, zijne beschouwingen te volgen en uit de som der gegevens in hun onderling verband tot aller gemeenschappelijke oorzaken op te klimmen. Zoo doen wel

A. W. STELLWAGEN.

staande wateren op aarde gesplitst worden in deze twee vragen; hoe ontstaan de inzinkingen, de verlagingen des bodems, die meren werden, en wat is de oorzaak dat deze met water werden gevuld?

In rechtstreeksch verband met de tweede vraag staat voorzeker het opmerkelijke feit, dat de meren zoo dikwijls in den vorm van een gordel, een krans, voorkomen. Want het is buiten twijfel zeker, dat de gordel der Canadasche meren en die rondom de Hudsonsbaai, de meren van Scandinavië en die van Finland, de stilstaande wateren aan de noordelijke randen van 't midden van Hoog-Azië evenzeer, beteekenen: hier is overvloed van regenwater, hier is een overschot na aftrek van 't waterverlies door de plaatselijk heerschende verdamping. Zijn er gebergten, waartegen vochtige luchtstroomen, regenwinden, afstuiten, dan vindt men aan hun voet, aan hunne helling in de verlagingen des bodems, wederom eene merenreeks.

In 't ooglopend arm aan stilstaande wateren daarentegen is Zuid-Amerika. Daar bepalen zich de meren in 't noorden tot het meer van Valencia, tot de vijvers van Amocoe; in de Andes van Peru en Bolivia vinden we zelfs alleen het Titicacameer, dat naar 't zuiden afvloeit door den Desaguadero.

Maar ziet, zodra zijn we niet tot ongeveer den 40sten breedtegraad gekomen, of we ontmoeten terstond in en bij de Cordillera's van Patagonië eene reeks van gezellige meren, wier evenaarsgrens samenvalt met die der fjorden, van welke laatste wij zeker weten dat zij tot die regenrijke gebieden der hooge breedten behooren.

Armoede aan meren vinden we verder overal binnen 't gebied der droge passaatwinden. Waar deze heerschen hebben noch Noord-, noch Zuid-Afrika hunne stilstaande wateren. Naderen we echter den evenaar; dan ontmoeten we ook op 't noordelijk als op 't zuidelijk halfrond, eerst kleine en weinige, dan grootere en meerdere meren; zij komen weer voor in gordels, en sommige ervan hebben een waterspiegel van niet geringen omvang. 't Ligt voor de hand hunne aanwezigheid te dezer plaatse in verband te brengen met de tropische regens bij loodrechten zonnestand, welke regens hun den overvloedigsten watertoevoer schenken. Zeer na aan de poolgrens dezer periodieke, tropische regens vinden we, als de voorposten van den te verwachten gordel,

¹ Men zie PESCHELS "Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde" en daarin "Die Fjördbildungen." Zweite Auflage, S. 9-23.

het Tsad-meer aan de noordzijde (van Soedan) en het Ngami-meer aan de zuidzijde (in 't land der Beetsjoenen). Tusschen deze beide in, en in talrijker menigte van omvangrijke meren, ligt de gordel der stilstaande wateren, welke door hunne Britsche ontdekkers der laatste twintig jaren — BURTON, SPEKE, GRANT, LIVINGSTONE en BAKER — op de kaart van Afrika werden aangewezen — natuurlijk een eindweegs naar 't oosten, waar de groote leverancier van tropische regens, de Indische Oceaan, in hunne nabijheid is. Steken we even naar Australië over. Ook dat werelddeel heeft een rijkdom van meren, al zijn er slechts weinige die in alle jaargetijden hun watervoorraad behouden, en daardoor een kenmerkend onderscheid met de overige meren vertoonen. Trouwens zij moeten in stand gehouden worden door de regenbrengende moessons, en dit is een nieuw punt van verschil met de overige meren.

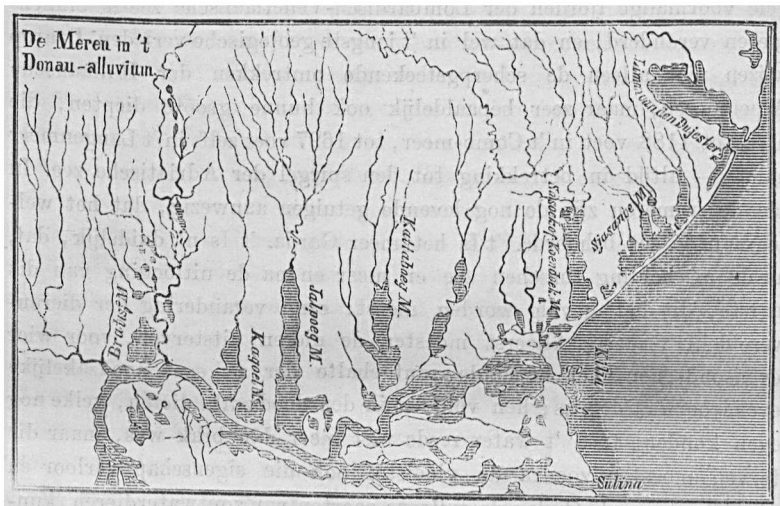
Op eene meteorologische kaart der aardoppervlakte zouden alzo de meren verdeeld kunnen worden in zulke, die binnen 't gebied der tropische regens en der moessons vallen, en in zulke, die tot "het gebied van den regen in alle jaargetijden" behooren, of eindelijk in zulke, wier plaatselijk voorkomen alleen te danken is aan de verdichting van den waterdamp tegen 't gebergte (bij opstijgende luchtstromen).

Waar de vereischte hoeveelheid regen verkregen wordt, niet alleen om slechts tijdelijke overstromingen te voorschijn te roepen, maar ook om de meren duurzaam tegen uitdroging te behoeden, daar is de splitsing dezer meren, in overeenstemming met de geschiedenis van hun ontstaan, uit den aard der zaak deze: echte binnenmeren, die ontstonden na de ophoffing van een vastland; en afgescheiden deelen van een vroegeren zeebodem, waarboven 't continent zich verheven heeft. Deze laatste soort van stilstaande wateren verkondigen alzo eene overwinning van 't droge op 't vloeibare gedeelte der aardoppervlakte.

't Historisch verloop der strandmeren is gemakkelijk na te gaan. Al deze stilstaande wateren hebben den ellipsvorm in meer of minder mate, en steeds is hunne as evenwijdig met den oever. In Frankrijk, waar men dit verschijnsel met den naam *étang* aanduidt, worden de Atlantische strandmeren tusschen Garonne en Pyrenaeën door duinenrijen, die der Middellandsche zee tusschen Pyrenceën en Rhone door zandbanken en landtongen afgesloten.

Eene veranderde topografische physiognomie toonen zulke meren, die vóór hunne volkomen afscheiding loodrechte, golfvormige of bazuinvormige insnijdingen maakten in de voormalige zeekust. Waar

eene rivier, die veel slibbe aanvoert, in eene zee uitloopt, daar tracht zij met hare bezinksels 't mondingsgebied af te sluiten van dat gedeelte der kust, in de richting waarnaar de kuststroom is gekeerd. Het Donau-delta is het tooneel van een dusdanig verloop. We



zien er de meervorming in alle stadiums harer ontwikkeling naast elkander: bekkens, die reeds een eindweegs landwaarts in zijn gelegen en met hunne afvoerbuizen aan de rivier schatplichtig zijn geworden; verder naar den mond der rivier toe zijn meren, die door landtongen en strooken, uit het Donauslib ontstaan, hun vroegere gemeenschap met de zee hebben verloren; eindelijk nog zulke, die, in limans veranderd, het aan de hulp eener rivier — als de Dnjester by. — te danken hebben, dat zij de zee bereiken, daar deze (de rivier) ook voor zich zelve eene opening tot afvoer van haar water moest behouden. Ver-toeven we nog eenige oogenblikken bij dit morphologische schouwspel, dan kunnen we nu ook de waarneming doen, dat een bekken, waarvan de zee weleer de eigenaar was, niet noodzakelijk zout water behoeft te hebben, daar het door een afvoerkanaal, door een soort van natuurlijken uitgang (die door de strook lands, welke het van de zee scheidde, hoendrong) kan zijn uitgelooft, zoodat het langzamerhand zijn zoutgehalte verloren heeft. Eene indeeling in zout- en zoet-watermeren heeft alzoo met de ontwikkelingsgeschiedenis der stilstaande wateren niets te maken, immers niet, omdat meren, die in 't vaste

land hun oorsprong namen een aanzienlijk zoutgehalte kunnen bezitten, terwijl oceanische meren geheel uitgelopen zijn.

Gelijk de Donau dit heeft gedaan aan zijn mondingsgebied, zoo hebben ook de Po en zijne mede-Alpen-rivieren aan de Italiaansche zijde vele voormalige fjorden der Lombardisch-Venetiaansche zee in binnenmeren veranderd, en dat wel in 't jongste geologische verleden. Daarop wijzen niet alleen de scherpgeteekende omtrekken der Italiaansche Alpenmeren, maar zeer bepaaldelijk ook hunne groote diepten, die o. a. tot 1188 voet in 't Como-meer, tot 1697 voet zelfs in 't Langenmeer halen — altijd in betrekking tot den spiegel der Adriatische zee. In één dezer meren zijn de nog levende getuigen aanwezig, dat het wel eer aan de zee behoorde. 't Is het meer Garda. 't Is nl. duidelijk, dat, na de afscheiding tusschen zee en meer en na de uitlooping van dit laatste, dit het gevolg worden moest: eene verandering der dierenwereld in 't meer. Allerst moesten de dieren uitsterven, voor wier levensonderhoud het bepaalde zoutgehalte der zee eene noodzakelijke levensvoorwaarde was; hen volgden in den dood zulke dieren, welke nog leven konden, toen 't water reeds niet meer dan brak was, maar die sterven moesten zoodra de vloeistof ook die eigenschap verloor en geheel zoet werd. Onder de tallooze soorten van zoutwaterdieren, kunnen wij echter veronderstellen dat er misschien eenige, weinige, door eene gelukkige verandering van hun organisme gedurende den langen, overgangstijd geschikt geworden zijn voor het leven in zoetwater. En zoo is het inderdaad. Terwijl nu deze dieren als de nalatenschap van eene voormalige zee zijn te beschouwen, is het zeker niet oneigenaardig ze "relictenfauna" te noemen, gelijk men dan ook pleegt te doen. Even eigenaardig zou 't zijn om meren, waarin deze soorten van dieren worden gevonden, "relictenmeren" te doopen.

Zoo komen in 't Gardameer twee vischsoorten voor, (*Blennius vulgaris Pollini* en *Gobius fluviatilis Bonelli*), die tot twee zee-vischsoorten behoren; en bovendien voedt het meer eene soort, die wel veel kleiner is dan de *Palaemon squilla maris*¹ maar met dezen niettemin verwant: het is de *palaemon* of steurgarnaal. Ter vergadering van de Natuurhistorische Vereeniging te Moskau, in 't jaar 1869, deelde ook de heer TSJERNIAWSKY een merkwaardig voorbeeld mede van een zoodanig relictenmeer. Het ligt

¹ *Archiv für Naturgeschichte*, 23 Jahrg. Berlin, 1857. Bd. I, S. 156 tot 158.

in Mingrelie en heet Paläotom, ook wel Baläoston geschreven ¹. Het water van dit meer is zelfs drinkbaar, en des ondanks leeft er eene dierenwereld in, geheel van maritiemen oorsprong, gelijk 't voorkomen van balanus-, nereïden- en nemertissoorten aantoont ². Even zoo ontdekten, nog zeer onlangs, de tochtgenooten der "Polaris" aan de westkust van Groenland, ten noorden van de Humboldt-gletscher, een zoetwatermeer, verre buiten 't bereik der springvloeden en hooger dan de zeespiegel gelegen. Ook dit meer had eene oceanische dierenwereld ³. Op het eiland Borneo, op de Westkust in 't gebied der Papoeas, ligt een groot binnenmeer, Danau Seriang geheeten ⁴. Zijn water is volkomen zoet, en toch werden op een eilandje in dit meer door den zoöloog EDUARD MARTENS versche visschen gezien, door de inlanders gevangen, "die tot familiën behoorden, welke in Europa tot de in zee levende visschen behooren" ⁵. Het meer zelf is in eene rechte lijn, 40 mijlen van de zee verwijderd.

Voor wij echter tot eene verdere opsomming van diergelijke meerbekkens, welke langzamerhand binnen het vasteland zijn verplaatst, overgaan, zal het noodig zijn naar historische bewijzen om te zien voor de plaatsgegrepen verandering. Een twijfelaar is immers volkomen in zijn recht, als hij eischt, dat diergelijke afscheidingen van meer en zee worden aangetoond door voorbeelden uit historischen tijd. Het is waar, men zou hem kunnen antwoorden dat zulke afscheidingen slechts zeer langzaam plaats vinden en de tijd der waarneming van het ernstige spel der natuurkrachten meer dan kort, één oogenblik slechts, moet heeten. Intusschen, daar behoeft in deze zaak zelfs geen schouderophalen over te blijven. We hebben er maar aan te herinneren, dat nog in de late middeleeuwen, in de 14de, ja zelfs nog in de 15de eeuw de Zuidfransche binnensteden Narbonne, Montpellier en Aigues-

¹ De verbasterde naam schijnt aan te duiden, dat we hier te doen hebben met een ouden mond van den Rion.

² R. LEUCKART, *Bericht über die wissenschaftl. Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere*. Berlin, 1871, S. 6.

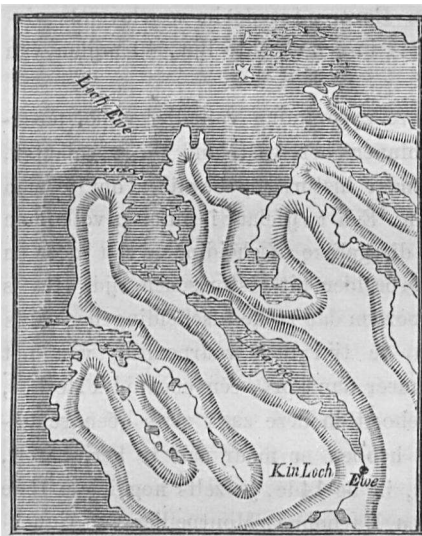
³ *Nature*. Vol. IX, no. 230, 26 Maart, 1874. Bladz. 405.

⁴ VETH, *Borneo's Westerafdeeling*, I, bladz. 27. 't Meer Seriang staat in verband met het zoogenaamde Maleische meer, dat zijn omvang naar het jaargetijde en de regenmassa regelt.

⁵ Dr. v. MARTENS, *Ueber einige ostasiatische Süßwasserthiere*, in 't Archiv für Naturg. Jahrg. 24, Bd. I, S. 8-9.

mortes havenplaatsen waren, terwijl thans tusschen haar en de Middellandsche zee strandmeren liggen, waaruit volgt, dat hier althans de aanwas van land in historischen tijd en met betrekkelijken spoed heeft plaats gegrepen ¹. Laat ons nog een feit meedeelen van de wijze, waarop een voormalige, echte fjord voor de helft in een binnenmeer is veranderd.

Aan de Atlantische kust van het Schotsche graafschap Ross ligt eene diepe kustinsnijding, die den naam van Loch Ewe draagt. Volgen wij het meer, in de richting van zijne lengte-as, landwaarts in, dan stuiten wij op 't Lake Maree, dat door eene landengte van de zee is gescheiden, gelijk in de teekoning te zien is. Aan 't niterste einde van dit meer, aan den kant van het binnenland, ligt het plaatsje Kin Loch Ewe, een naam, die in het Gaelisch "*einde van den Ewe-fjord*" beduidt



Verandering van een fjord in een binnenmeer.

Toen dit plaatsje zijn naam ontving, was alzoo het Maree-meer nog niet aanwezig, toen was de toegang tot den Oceaan door Loch Ewe nog open en vrij. De Gaelen roemen er dan ook op, dat hunne taal reeds bestond vóór dat de meren werden geschapen. Ten slotte wijzen we nog op de Kollindsund in Jutland, die, zooals de naam aanduidt, weleer eene zeeëngte of ten minste een baai moet geweest zijn, maar thans tot de meren behoort. Juist in deze streek van Jutland liggen eenige kerspelen, wier namen op ö

uitgaan, en die alzoo vroeger op eilanden lagen.

Diergelijke deelen van den Oceaan zijn niet alleen tot diep landwaarts in verplaatst, zij zijn ook met het land in lateren tijd opgeheven. Zoo heeft LOVÉN eene *relictenfauna* (vancrustaceëën) in de Zweedsche Wener- en Wetter-meren aangewezen. Welnu, het Wener-meer heeft een 135 voet hoogen waterspiegel boven de zee, maar bezit niettemin

¹ CAPMANY, *Memorias historicas*, Tom. I, p. II, p. 118 sq.

² FERD. ZIRKEL, *Geologische Skizzen von der Westküste Schottlands*, S. 109.

eene diepte van 274 voet. Het Wetter-meer daarentegen werd ongeveer 272 voet opgeheven en behield eene grootste diepte van 384 voet, zoodat een gedeelte van den bodem van het eerste meer nog 189, dat van het andere nog 112 voet beneden den spiegel der Oostzee ligt ¹.

Nog dit. Aan de oevers der Baltische zee vinden de geologen versteeningen van zeedieren, die niet in de Noordzee, maar wel in de Russische IJzsee voorkomen. Daaruit heeft men de gevolgtrekking afgeleid, dat de Oostzee zich weleer golfvormig naar 't noorden, in de richting der Witte zee, verder uitstreckte. Tot deze golf van den voortijd behoorden echter ook 't Ladoga- én 't Onega-meer. Nog heden wijzen hunne randen op eene voormalige kustlijn, terwijl ook voor hen het veiligste kenteeken omtrent hun oceanischen oorsprong aanwezig is. In het eerste meer zijn diepten tot 1155 voet, in het andere tot 554 voet gepeild, terwijl het eene 1109 en het andere 332 voet onder den spiegel der Baltische zee ligt ². Beide meren herbergen zeedieren; in het Ladoga-meer treft men zelfs zeehonden aan ³.

Daar zich in de behandelde gevallen steeds drie kenmerken voor den oceanischen oorsprong der meren vereenigen: de omtrek des oevers, het voorkomen van zeedieren en eene daling van den bodem beneden den spiegel der zee, zoo mogen we, met eenige voorzichtigheid, de gevolgtrekking maken, dat het derde kenteeken er vermoedelijk wezen zal, zoo de beide anderen reeds werden gevonden. Een paar voorbeelden. In Augustus 1867 schreef PESCHEL (in *das Ausland*) zijn opstel *Ueber das Aufsteigen und Sinken der Küsten*. Daar in het Baikalmeer besprekende ⁴ gewaagde hij van de zeehonden in dat meer, van zijne vroegere dierenwereld alzoo, van de waarschijnlijkheid, dat 't Baikalmeer een fjord der oude Siberische IJzsee kon wezen, terwijl hij vermoedde, dat het groote diepten zou bezitten. Welnu, in 1872 hebben de Russen dat meer gepeild en eene diepte van 3839 voet (1248 Meter ⁵) bij eene zeehoogte van zijn spiegel op 1333 voet ⁶ gevonden. Dit meer toonde dus eene daling van 2506 voet beneden de IJzsee. Naardien voor 't overige alle meren in het binnenland door voortdurende aanslib-

¹ v. KLÖDEN, *Geogr. Jahrb.* I, S. 289.

² v. KLÖDEN en v. SINKLAR, *Orographie*, S. 169.

³ NORDENSKJÖLD, *Spitzbergen*, S. 181.

⁴ Men zie PESCHELS *Neue Probleme* en daarin bladz. 106 van den tweeden druk.

⁵ *Globus*, 1872, no. 14, S. 224.

⁶ SINKLAR, *Orographie*, S. 169.

bing in diepte verminderen, zoo is het duidelijk, dat men niet bij alle meren eene daling onder den zeespiegel kan verwachten, en bepaaldelijk niet bij dezulke, die klein en van de naastbij gelegen zee verre verwijderd zijn, zelfs niet, al worden zij dan ook door eene relictenfauna bewoond. Het Oron-meer in Siberië, dat eene afwatering naar den Witim, een bijstroom der Lena, zendt, was eveneens weleer een deel der IJzsee, want het bevat zeehonden. Maar het mag ons niet verbazen, als we in dit meer niet de geëischte diepte vinden.

Toen PESCHEL's vermoeden omtrent de diepte van het Baikalmeer op zoo merkwaardige wijze was bevestigd, opperde hij verder het denkbeeld, dat ook het groote Noordamerikaansche bekken, 't Superior-, Michigan-, Huron-, Erie- en Ontariomeer, welke meren nog heden, ofschoon het land merkbaar is opgeheven, met hunne diepste plaatsen 250, 428, 325 en 267 meters of voeten beneden den zeespiegel afdalen, dat dit bekken, zeggen we, eene vroegere Middellandsche zee heeft gevormd van de soort als de Oostzee eer eene is. Welnu, sedert PESCHEL deze stelling uitsprak heeft men, ter minste in 't Michiganmeer, door middel van een sleepnet de dierenwereld onderzocht en oceanische soorten aan het licht gebracht.² Ook hier werd dus de voorspelling volkomen bewaarheid.

Alle voorbeelden, die tot hertoe werden aangehaald, betroffen meren, die toevloeden ontvangen en door afwateringsrivieren hun overvloed wederom moeten afstaan. Begeven we ons thans naar den drogen passaatgordel, dan zullen we aan de daar aanwezige meren, de vroegere golven der zee, die door dwarsdammen werden afgescheiden, een geheel ander lot bereid zien. Aan de Somalikust, op ongeveer 13° N. B., is niet verre van Tadjura, naar men beweert, een gedeelte van een enge golf, en wel zijn uiterste einde, van de zee afgescheiden ten gevolge van een lavastroom, en vormde zich aldus het Assalmeer.³ Daar dit meer echter geen wateraanvoer door eene rivier ontving, zoo verdampte de aanwezige vloeistof, en thans ligt de spiegel van het Assalmeer reeds 570 voet beneden het peil van de oppervlakte der golf van Aden. Ook de Sebcha of zoutmoerassen, zuidelijk van Algerië in de Sahara, kunnen niet anders dan bezwijken in den strijd met de voortdurende verdamping. Verder heeft G. ROHLFS barometrisch bepaald, dat

¹ *Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig*, 1872, S. 192.

² HENRY V. HIND, in *Nature*, vol. X, no. 244. 2 Juli 1874, p. 166.

³ SOMERVILLE, *Phys. Geogr.* 6 Med. p. 299, ELISÉE RECLUS, *la Terre*, tom II, p. 234

aan de Syrten-zee, òf door eene landtong òf door eene duinenrij eene vroeger vrij groote, maar ondiepe kom werd ontnomen, die zich over Andjila en tot aan de oase Siwah uitstreckte, maar waarvan de zuidelijke en oostelijke grenzen nog niet nader bepaald zijn.

Deze kom nu is thans eene droge inzinking (depression). Ook de ouden kenden het verschijnsel, dat ons hier bezig houdt; althans besloot reeds ERATOSTHENES uit de overblijfsels van oesters en andere zeeschelpen, die zich in de nabijheid van den Ammontempel bevonden, dat de Middellandsche zee zich weleer uitbreidde tot aan de beroemde orakelplaats toe.¹ En diergelijke voormalige zeebodems zijn niet het eigendom van Afrika alleen, ook Amerika bezit deze. Althans in de uiterst droge streken van Neder-Californië hebben de ingenieurs der zuidelijke Pacific-lijn eene depressie gevonden van 300 voet², en wel in de Colorado-woestijn.

Laat ons thans aannemen, dat wij genoegzaam zijn voorbereid om het verschijnsel van afscheiding tusschen zee en meer in zijne omvangrijkste macht te bespreken. We moeten nl. opmerken, dat de Siberische IJszee niet slechts tot het Baikalmeer, maar zelfs tot het Aralmeer en de Kaspische zee, langs de oostelijke helling van het Ural-gebergte, zich uitstreckte. De spiegel der Kaspische zee ligt 78 voet, zijne diepste plaatsen meer dan 2188 voet beneden de oppervlakte van den Pontus. De hoogte van het Aralmeer werd in 1826 door ANJOU en DUHAMEL op 118 voet, in 1858 door den overste STRUVERS op 132 voet, en in 1874 door den overste THILO op 165 boven de zee bepaald. Indien deze opgaven ook allen, wat wel te vreezen is, alleen op barometrische hoogtebepalingen berusten, dan bezitten zij, ten gevolge van mogelijke vergissingen, slechts weinig waarde. In allen gevalle zou het Aralmeer, daar zijn diepte tot op 208 voet is gepeild, zelfs volgens de meting van THILO, nog met enkele deelen van zijn bodem beneden den zeespiegel liggen.

Aan eene voormalige oceanische fauna ontbreekt het in de Kaspische zee niet. Reeds ALEXANDER v. HUMBOLDT³ rekende daartoe de squillen, de syngnathus-soorten, en de gobiussorten, de cerithiën en eenige algen, uit de familien der ceramiëën en florideëën. De weekdieren

¹ STRABO. Tauchn. Tom. I, p. 77.

² PETERMANN'S *Mittheilungen*, 1874, S. 150.

³ *Centralasien*. Berlin, 1844. 138. I, S. 460.

der Kaspische zee en van het Aralmeer, gelijk mede het jonge kalkgesteente, dat zich van den Pontus voorbij het Aralmeer tot verre in het steppengebied uitstrekt, 't is alles een overblijfsel van de zee, Het is een voortzetting van de middellandsche-zeeprovinciën. Onder de 14 soorten komen er 8 in den Pontus, 2 in de Noordeuropeesche zeeën en 4 in het gebied van de Kaspische en Aralmeren. De helaas zoo vroeg aan de wetenschap ontnomen reiziger Fedtsjenko verzamelde in 't Aralbekken de volgende soorten: *Adacna vttrea*, *Cardium edule*, *Meritana liturata*, *Hidrobia stagnalis* — allen brak-waterdieren, waarbij dan nog te voegen zijn *Mytilus polymorphus* en eene niet nader aangeduide *Paludina*-soort, welke beide laatsten echter ook of alleen in het zoete water voorkomen.

Hier ontmoeten wij dus in het Aralmeer eveneens eene relicten-fauna, en daarmee is wel het beste bewijs geleverd, dat het bedoelde bekken het afgescheiden overblijfsels eener oude zee is, welke zich weleer niet slechts in de richting van het Kaspische meer, maar ook naar het noorden, zeker ongeveer 300 werst (40 Duitsche mijlen), uitstrekke; althans binnen 't gebied der middelste Kirgizenstammen heeft men, tusschen de ontelbare steppenmeren, zeeschelpen (*Turritella triplicata* en *Cardium Verneuli*) gevonden, die door den ontdekkingsreiziger naar St. Petersburg werden opgezonden. ¹ Bedoelde voormalige zee is zelfs nog op vrij wat hoogere breedten door hare overblijfsels aangewezen, en wel door B. v. Corta ², die bij Petropaulowski aan den Isjim niet alleen vele zoutmeren ontdekte, maar ook veel zeeschelpen, en bepaaldelijk eene soort van oester. Door het toenemen van het vasteland in de richting der tegenwoordige IJszee, moesten de Trans-oeralische steppen noodzakelijk en voortdurend droger worden, zoodat de thans nog aanwezige meren, meestal slechts gevoed door de smeltende sneeuw, allen in eene periode van uitdrooging zijn. In dezen treurigen toestand, en wel in het laatste tijdperk daarvan, ontmoeten we den Sary Koepa (50° N. B.), eertijds een elliptisch bekken met eene groote as van 15 Duitsche mijlen, thans versnipperd in een twintigtal groote vijvers of waterkommen. Halfweg tusschen den Sary Koepa en het Aralmeer heeft de Aksakal in het zelfde lot gedeeld. ³ Intusschen, om geen misverstand te kwee-

¹ v. HELMERSEN, *Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reiches*, Bd. XVIII. Petersburg, 1856, S. 132.

² *Der Altai*, S. 57.

³ NÖSCHEL'S *Reizen in de Beiträgen u. s. w. des Russ. Reiches*, Bd. XVIII, 1856.

ken, moeten we er wel aan herinneren, wat VON HUMBOLDT heeft gezegd¹ van een gelijksoortig verschijnsel in de steppenstreken, dat echter volstrekt niet met het boven behandelde van gelijke natuur is. We moeten nl. de reeks van meren, die in eene steppenstreek wel eens en dikwijls in eene rechte lijn voorkomen, gelijk de parels aan een rozenkrans — van daar de naam “Rozenkranz-Seen”, zooals HUMBOLDT ze noemde — niet beschouwen als van oceanischen oorsprong, maar als eene soort van inzinkingen des bodems, als een plaatselijk, door zandstormen uitgedroogd stroombed, dat zich dan in den regentijd als eene meren-rij vertoont.

Indien echter de Kaspische zee weleer eene golf is geweest, indien zij zelfs na hare afscheiding als binnenmeer aanmerkelijk in omvang is verminderd, en bepaald verminderen moest, dan moet het ons toch zeker in hooge mate bevreemden, dat haar zoutgehalte zoo gering is, als dit blijkt te wezen. Ten dage dat de Kaspische zee nog eene golf was, kan haar water ternauwernood minder dan 3,4 percent vaste stoffen in zich bevat hebben, en indien nu verder ten gevolge der verdamping haar waterspiegel aanmerkelijk daalde, dan moest haar water steeds zouter zijn geworden, en zouden wij reden hebben het gehalte daarvan op meer dan 4 percent te begrooten, dat is op nog hooger cijfer dan in de Roodde zee bij Suez wordt gevonden. In plaats daarvan is de Kaspische zee in 't noorden, waar zij door den aanvoer van het Wolga-water wordt gevoed, slechts brak, en zelfs in het zuiden, waar zij maar zeer geringen toevoer van kleine stroompjes ontvangt, bevat het water niet meer dan 1,4 percent vaste bestanddeelen². En tot overmaat van dit alles heeft nog onlangs KARL V. BAUER gezegd, dat de uitlooging, het zoeter worden van het water der Kaspische zee, voortdurend toeneemt. De Karaboegas moet nl. eene ondiepe, doch zeer uitgestrekte pan zijn, aan de oostzijde der Kaspische zee en met haar door een 150 schreden breede en gemiddeld 5 voet diepe opening verbonden. Door deze poort nu stroomt voortdurend het Kaspische-zeewater, zonder ooit terug te keeren, daar het in den Karaboegas verdampt. De vaste bestanddeelen moeten natuurlijk op den bodem der pan als een zoutlaag achterblijven. Voorzeker, deze waarneming is hoogst scherpzinnig, maar is de Karaboegas wel diep

¹ *Centralasien*. Bd. 1, S. 515.

² PETERMANN'S *Mittheilungen*, 1858, S. 97.

genoeg om aan al 't zout der Kaspische zee op zijn bodem plaats te kunnen verleenen? Niet waarschijnlijk immers. Ook moest zijn mond, indien de waterstand weleer hooger was, veel breeder en dieper zijn geweest, ja het is zelfs de vraag of de Karaboegas destijds niet een afzonderlijk bekken zal hebben gevormd. Gelukkig kan de zoetheid van het Kaspische zoewater langs anderen weg verklaard worden. Want immers, zoo deze zee van eene golf in een binnenmeer overgegaan is, dan heeft zij toch ook den tijd doorleefd, dat hare vereeniging met den oceaan nog slechts door eene of eenige zeeëngten plaats vond, juist zoo, als dit thans nog met de Oostzee het geval is. En zulke binnenmeren kunnen, uitgeloogd, van hun zoutgehalte gedeeltelijk beroofd, door de instroomende rivieren tot op den laagst mogelijken graad van zouthed gebracht worden. Is niet in den zomer ook het water van de Bothnische golf zelfs drinkbaar?

Intusschen worden de onderzoekingen, die PESCHEL noopten een uitloogingsproces aan te nemen, thans gewraakt. Zoo schrijft o. a. de Heer F. CZERNY 't volgende: ¹ ter analyse door GÖBEL en ROSE is alleen het brakke water genomen, dat nabij de monden van den Wolga en den Ural voorkomt, en dat nog op eene diepte van slechts 2.5 vadem. Geen wonder alzo, indien het onderzoek van het water uit het noordelijke ondiepe bekken, waar de aanvoer van zoet water duurzaam voortgaat, slechts een gering zoutgehalte vertoonde. Beslissend is dan verder reeds het feit, dat de analyse van MEHNER (die het water had genomen van de plaats, waar het diepe en vlakke gedeelte des bekkens samenkomen) terstond eene aanzienlijke verhooging van het zoutgehalte gaf. Neemt men nu verder in aanmerking, dat de zouthed van alle meren zonder afvoerstroomen met de diepte toeneemt, dan kan het niet anders, of we moeten aan den vroegeren zout-gehaltebepalingen ons vertrouwen ontzeggen. Maar natuurlijk, dit ontnemt noch iets aan PESCHEL's betoog (integendeel, het versterkt zijne meening), noch iets aan de waarde zijner poging om eene vermindering van het zoutgehalte in eenig meer door uitlooging te verklaren.

Wat is nu de slotsom van dit alles? Geene mindere dan deze, dat alle groote, omvangrijke meren van Noord-Amerika, van den zuidrand der Alpen, in Zweden en in Noord-Rusland, in Middel-Azië en Siberië, van oceanischen oorsprong zijn. Wel is waar, tot heden weten we nog

¹ PETERMANN'S Mittheilungen, Ergänzungsheft n^o. 84, 1876, S. 22.

niets van de fauna der meer-bekken in Zuid-Afrika, Australië en Patagonië; van de toekomst echter mag verwacht worden, dat zij welhaast de gegevens gereed hebben zal, welke een volledig antwoord op die vraag kunnen geven.

De tweede klasse der stilstaande wateren op aarde bevat die meren, welker bekken zich eerst gedurende of na de opheffing van het vasteland verdiept of gesloten hebben. Naardien diergelijke meren tot zelfs in 't poreuse diluvium niet ontbreken, zoude ons allereerst de vraag in de war kunnen brengen: van waar het wel komt, dat hun bodem het water niet doorlaat? Zelfs het graniet, in welks inzinkingen bij voorbeeld de meren van Finland te vinden zijn, wordt allerwege door kloven en scheuren doorwoeld, die het water tot groote diepten toegang verschaffen. Welnu, daarom worde opgemerkt, dat ieder pas ontstaand meer begint met den arbeid om zijn bekken, zijn bodem en zijn binnenwand, vastheid te geven. De fijne stoffen, die beken en stroompjes aanvoeren, de schelpen van slakken en mosselen, overdekken den bodem met eene soort van glazuur uit vasten leem, dien men in Zwitserland zeekrijt noemt. Niet alleen meren, maar ook veenkuiten, zijn, in den stilstaanden toestand, door eene zoodanige grondlaag waterdicht gesloten.¹

Een gedeelte der echte binnenmeren is door inzinking ontstaan. Diergelijke trechtervormige inzinkingen zijn veel voorhanden in alle kalkgebergten, maar ten gevolge der scheuren, kloven en holen, komt er het water zelden tot staan, daar deze in kalkgebergten door chemische afslijting onophoudelijk vernieuwd worden. Het Zirknitser-meer met zijn wisselenden spiegel moge hier als voorbeeld volstaan.

Overal, waar de aardkorst gipslagen verbergt, kan men inzinkingen en aardvallen verwachten, want deze stof lost zich op in 460 deelen water. De meren bij Sperenberg, niet verre van Berlijn, en die bij Segeberg in 't Holsteinsche, hebben hun ontstaan aan de bovengenoemde oorzaak te danken. Zoutlagen zijn evenzeer aan eene oplossing in 't water blootgesteld: de zoete en brakke meren bij Eisleben ontstonden dan ook door de instorting van weleer zouthoudende onderlagen.

Zijn de bekken van grooten omvang, dan moet ook de "ontwrichting" van den bodem van aanmerkelijke beteekenis zijn geweest. Ontwrichtingen noemen we het inzinken van lagen der aardkorst langs

¹ OSWALD HEER, *Urwelt*, S 22 en 27.

eene scheur of kloof, wier eene wand dezelfde hoogte van vroeger behoudt. In Zuid-Virginië (Vereenigde Staten) vindt men dergelijke inzinkingen, welker zoomen 2000 tot 3000 meter hoogteverschil hebben: de kolenkalklagen zijn daar gezonken tot op den horizont der beneden-silurische kalkgesteenten¹. Ook 't Jordaandal met de zee van Tiberias, de Doode Zee, de Wadi Arabah en de golf van Akaba liggen in eene zoodanige ontwrichtingskloof. De meening, als zouden de Doode Zee en de Jordaankloof zich weleer tot aan de Roode Zee hebben uitgestrekt om daarvan door eene vulkanische uitbarsting gescheiden te worden, die meening — nog in den jongsten tijd uitgesproken — is verkeerd. Voor zoover OSCAR FRAAS de oevers bij el Gohr aan een nauwkeurig onderzoek onderwierp, bleek het hem, dat gemelde vereeniging slechts een gevolg was van de verbeelding der onkundigen in de geologie.² Trouwens men behoeft slechts eene doorsnede-kaart van Palestina te beschouwen, om dadelijk in te zien, dat van eene voortzetting van het Jordaandal geen sprake zijn kan. Verder moeten we nog opmerken, dat, zoo al niet om haar aanzienlijk zoutgehalte in de Doode Zee, dan zouden we toch ten minste in de Jordaan of in de zee van Tiberias eene relicten-fauna moeten aantreffen.

In de binnenruimten der kraters van vulkanen is mede ruimte aanwezig tot meervorming door opneming natuurlijk van regenwater. Het zal echter voldoende zijn, als wij ons bij deze soort van meren, op Java *rava's* genoemd, niet langer ophouden dan noodig is om die der Tyrheensche kust in Italië te noemen.

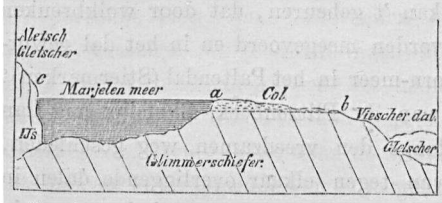
Wenden we ten laatste onze blikken naar het gebergte, dan bevinden wij, dat de waterbekkens daar op onderscheidene wijzen zijn ontstaan. Waar twee dalen loodrecht of ongeveer loodrecht tegen elkander stuiten, daar kan het gebeuren, dat hunne gletschers samentreffen en zij in den hoek van aanraking voor het water zich eene ruimte, een kuil weten te vormen, waar zij bergplaats vinden. Het is zelfs niet noodzakelijk, dat twee gletschers samentreffen, het is reeds voldoende, als de eerste de beste gletscher den mond van het zijdal verspert. Het opgehoopte water wordt dan een ijsmeer genoemd. Onder deze meren nu behoort het Märjelenmeer, dat met den Aletsch-gletscher in verband staat³. De bewoners,

¹ KREDNER, *Geologie*, S. 350.

² *Aus dem Orient*, Stuttgart, 1867; S. 65.

³ In "das Ausland", 1868, bladz. 692 werden Sir CHARLES LYELLS mededeelingen over dit bekken en zijne doorsnede.

die beneden aan den voet van het dal zijn gevestigd, verkeerden door dit ijsmeer dikwijls in het grootste gevaar. Het kan nl. gebeuren, gelijk



Voruing van een ijsmeer volgens Sir Charles Lyell.

den 10en Juni 1845 werkelijk geschiedde, dat het ijsmeer van den Vernagtgletscher in één uur zijn ganschen inhoud van $72\frac{3}{4}$ millioen kub. voet uitwerpt ². De grootste verwoesting veroorzaakte echter eene doorbraak van een ijsmeer in 't jaar 1841. Destijds stond een leger der Sihks aan den Indus in de nabijheid van Attok, foen eensklaps de stroom zijne oevers verliet en een aanzienlijk deel der krijgsmacht den dood vond door de plotselinge overstrooming ³. De sporen van deze vreeselijke overstrooming waren een eind stroomopwaarts nog te zien, en de Indo-Britsche geografen schreven het wonder, dat de leger scharen van Pharao in Pensjab geteisterd had, aan de doorbraak van een ijsmeer toe, dat echter voorloopig nog onbekend bleef. De ware onheilstichter werd eerst later bekend en is onlangs door den verdienstelijken reiziger SHAW beschreven. Ten zuiden van den Karakoroempas ontwikkelden zich namelijk de gletschermassa's van den Shayok, die zich als een machtige stroom met den Indus vereenigt, en dus moet het aan eene overstrooming van een daar aanwezig ijsmeer toegeschreven worden, dat nog bij Attok, dat is, als we de krommingen van den stroom meerekenen, op 180 Duitse mijlen stroomafwaarts — een afstand in eene rechte lijn als van Hamburg naar Rome! — eene zoo vreeselijke verwoesting kon worden aangericht ⁴.

De afsluiting van een dal-einde behoeft niet altijd door het ijs te geschieden; een plotselinge bergstorting doet niet zelden denzelfden ondienst. Althans het Alleghe-meer, in de Caderische Alpen (provincie Belluno) ontleende in het jaar 1871 aan zoodanige bergstorting zijn oorsprong, ⁵ gelijk 't Santa-Croce-meer in de nabijheid, reeds in de 7de eeuw na Christus was ontstaan.

¹ SINKLAR, *die Oetzthaler Gebirgsgruppe*, S. 154 geeft de geschiedenis van dezen gletscher, en op bladz. 76—77 eenige mededeelingen over 't Ijsmeer van 't lengtedal, door den Gurglergletscher gevormd.

² *Proceedings of the Royal Geogr. Society*, 1871, Vol. XV, no. 3, p. 175.

³ ROBERT SHAW, *Reise nach der hohen Tartarei, Yerkand und Kasghar*. Jena, 1872, S. 1269.

⁴ v. KLODEN, *Europa*, 2o Aufl. S. 124 1.

Een andere bergval, die in 1854 het dal bij Flattach in het Karintische Mölldal versperde, veroorzaakte een meer, dat in 1861 nog 1500 vadem lang was. Ook kan 't gebeuren, dat door wolkbreuken de slijkmassa's der berghelling worden meegevoerd en in het dal geworpen. Aldus ontstond het Gaishorn-meer in het Paltental (Stiermarken), bij eene verwoede doorbraak van de Flitzenbeek. Eindelijk nog kan zoodanige meervorming ook langs den vreedzamen weg geschieden, als namelijk de slijkmassa's van tegen elkaar overliggende dalen in het hoofddal samenkomen. Zoo ontstond b.v. het Antholzer-meer in het gelijknamige Tiroomsche dal¹.

Waterophoogingen nu, die door zoodanige dalverstoppingen ontstaan, kan men best Sinclarsche meren noemen, dat is n.l. met den naam van hem, die de wetenschap 't eerst met hunne ontwikkelingsgeschiedenis heeft verrijkt. Intusschen kunnen ook de eindmoraines der gletschers, als deze zelfs reeds lang zijn verdwenen, als dalversperringen voorkomen. Zoo eindigt het Zürichermeer aan den voet eener moraine, waardoor de Limmat is heen gebroken. Doch ook bij dit meer is de bodem van het bekken dieper dan de spiegel zijner afvoerrivier, zoodat de moraine de opstuwing ten hoogste een weinig kan vermeerderd hebben. Indien de gletschers gedurende den ijstijd een reeds aanwezig dal vulden, dan werd dit door deze gletschers plaatselijk althans behoeft tegen afsluiting door steenbrokken en moraines; trokken de gletschers zich dan naar hun oorsprong terug, dan bleef het ijs in het dal nog een tijd lang achter en liet, na het smelten, opene ruimten over, die den geoloog lichtelijk verleiden konden tot de dwaling, alsof hier sprake kon zijn van uitdiepen en boren, in plaats van eene verhinderde aanvulling van aanwezige diepten. Maar ten slotte maakte de verkeerde opvatting toch voor de betere plaats.

Ook de meren aan den voet der Beiersche Alpen liggen allen binnen de grenzen van een vroeger gletschergebied. Zelfs de kleinste vijver wordt aan gene zijde der morainen-grens niet meer aangetroffen."²

Er zijn verder ook zulke bekkens en kommen voor de opneming van watermassa's geschikt, dat is om meren te worden, welke bij verheffing of golving van den grond ontstonden. In dergelijke gevallen kunnen wij van orografische meren spreken, om aan te duiden, dat de gedaante van den bodem des bekkens onmiddellijk of middel-

¹ DR. WALLMAN in het *Jahrb. des österreich. Alpenvereins*, Bd. 4, S. 4 en 5.

² HAUPTMANN F. STARK in 't *Zeitschr. des Deutschen Alpenvereins*, 1873, Bd. IV, S. 72.

lijk samenhangt met de buigingen in den bouw der lagen. Daar, waar een zijwaartsche druk een eenvoudige, evenwijdige kloof der lagen te voorschijn riep, daar ontstonden, als in den Jura, zadelvormige ruggen, tusschen welke inzinkingen of synclinale dalen de ovaalvormige meren ontstonden, een der hoofdvormen van opheffingsmeren, die het eerst door R. Desor werden besproken. ² Wordt, door voortgezette opheffing of golving, beter door de welving der lagen, ingebroken, dan ontstaan er in de gapende kloven zoogenaamde kruismeren. Eindelijk kan het ook gebeuren, dat door uitwassching eener poreuze laag, die tusschen harde steenmass's ligt, en met deze was opgeheven, een kloof ontstaat, die door latere opheffing of afsluiting in een bekken verandert. Intusschen ligt het in den aard der zaak, dat niet alle meren het beeld van hun ontstaan zuiver bewaren. Eerder is aan te nemen, dat nu eens deze dan gene oorzaak van ontstaan op den voorgrond treedt. En ten slotte dienen wij er aan te herinneren, dat in de natuur de meest onderscheiden wegen tot schijnbaar gelijke uitkomsten leiden, zoodat dus de ontwikkelingsgeschiedenis der meren noodwendig al die gevallen moet omvatten, welke feiten aan de hand doen van inzinkingen, dalingen in de aardoppervlakte beneden het gewone peil.

Den Haag, September 1876.