

# DE DIEPTEN DER ZEE EN HARE BEWONERS.

DOOR

P. HARTING.

---

Waarschijnlijk zijn er wel onder mijne lezers, die eene zeereis gedaan hebben. Ik bedoel hier niet eene reis over onze zoogenaamde Zuiderzee, — die eigenlijk geen zee is, maar niet anders dan een klein in het land springend golfje, — maar de groote wereldzee, den oceaan, welke meer dan twee derden der oppervlakte onzer aarde beslaat en de zich daarboven verheffende vastelanden en eilanden scheidt en tevens verbindt. Wanneer zij dan, ver van alle land, bij volkomen windstilte over de verschansing heen starende, hunnen blik lieten rusten op het spiegelgladde blauwe water, dan kan het niet anders of de wensch moet bij hen zijn opgekomen, dat die blik dieper mocht doordringen, dat de geheimvolle diepte zich daarvoor onthullen mocht en zich aan het oog vertoonen als het landschap, waarover de luchtschipper drijft en hetwelk deze desverkiezende nog nauwkeuriger door zijn verrekijker beschouwen kan. Maar de luchtzee is bijna volkomen doorschijnend; de waterzee daarentegen is dit slechts in geringe mate. Ook daar waar het zeewater het helderst is, namelijk ver van de kust, waar het niet meer door het fijne rotsgruis, dat de rivieren als slib medevoeren of het geweld der tegen de rotsige oevers klotsende golven medesleept, verontreinigd wordt, is toch zijne doorschijnendheid betrekkelijk gering en bereikt

reeds op 40 of hoogstens 50 meters hare grenzen <sup>1</sup>. Wel is waar dringt nog eenig licht merkelyk dieper door, tot wellicht 150 meters en méér onder zeer gunstige omstandigheden, doch de lichtstralen, die uit zoo groote diepte tot ons oog terugkeeren, zijn zoo flauw dat wij de voorwerpen waarvan zij uitgaan niet meer vermogen te onderscheiden en hoogstens eenige nevelachtige, onbopaalde omtrekken ontwaren. Alles wat daar beneden is, ligt in een stikdonkeren nacht, en oogenschijnlijk bestaat er geen mogelijkheid om ook daarheen met onze blik door te dringen. Toch is dit mogelijk geworden. De zoo dikwerf en terecht vroeger "geheimvol" genoemde diepten der zee hebben voor ons hare geheimen onthuld, en de wetenschap is daardoor verrijkt met een aantal hoogst gewichtige feiten, die ook licht verspreid hebben over de vorming van vele zich thans hoog boven de zee verheffende aardlagen, maar die vroeger diep onder de zee bedolven waren en daar op eene dergelyke wijze ontstaan zijn als thans nog zulke lagen voortgaan zich in de diepte te vormen. Bovendien heeft daardoor onze kennis eene zeer groote uitbreiding erlangd aangaande het leven der dieren, welke die diepten bewonen. Verscheidene dwalingen, die daaromtrent jaren lang geheerscht hebben, zijn geweken voor het licht van een nauwkeurig en op onweder-sprekelijke feiten berustend onderzoek, en het is op nieuw gebleken, hoe gevaarlijk het is dáár waar onze kennis leemten heeft deze door eene op onzekere waarschijnlijkheidsgronden steunende redenering aan te vullen.

Wat ik thans wensch mede te deelen is voornamelyk de vrucht van het onderzoek der laatste jaren, sedert men in het bezit is gekomen van volkomener hulpmiddelen dan men vroeger bezat om in de diepten der zee door te dringen. Toch is het er verre af, dat die hulpmiddelen als het ware op eens zouden zijn uitgedacht. Integendeel, zij zijn eigenlyk niet anders dan verbeteringen van middelen en handelwijzen, welker gebruik zoo oud is als de mensch de zee bevaren heeft. Elk weet dat het voor den zeevarende van het hoogste gewicht is te weten of het vaarwater diep genoeg is om zijn schip te dragen, zonder dat dit gevaar loopt van op een zandbank of klip te stooten, en dat hij zich daartoe van het dieplood bedient. In zijn eenvoudigsten vorm is dit niet anders dan een cylindervormig metalen gewicht, dat, aan een touw bevestigd,

<sup>1</sup> Pourtales zag in eene zeer heldere, stille zee nog een wit tafelbord op 24 vademem (ruim 47 meters) diepte.

in de zee wordt neêrgelaten, totdat het den bodem bereikt, hetgeen de geofefende hand, die het touw vasthoudt, dadelijk bespeurt. Daar het echter tevens voor den schipper van belang kan zijn te weten, welke de soort van grond is, waarboven hij zich bevindt, al ware het slechts om daaruit te besluiten of het een goede ankergrond is of niet, zoo is er aan het benedeneinde van het dieplood eene holte aangebracht, die met vet gevuld wordt. Bij het stooten van het lood tegen den grond, hechten zich eenige deelen daarvan aan het vet, en zoo ontdekt de zeeman of de bodem rotsachtig of wel met zand, slib, schelpen enz. bedekt is.

In 'zekerem zin zoude men het dieplood met den verrekijker kunnen vergelijken. Even als deze het oog in staat stelt door te dringen tot op afstanden, waar alle voorwerpen voor het ongewapend oog onzichtbaar zijn, evenzoo dringt het oog met het dieplood door tot op den zeebodem en brengt dit het de zich daar bevindende voorwerpen onder zijn bereik, die anders geheel aan onzen blik onttrokken zouden blijven. Maar, even als de verrekijker, zoo als deze voor het eerst uit de handen van onzen landgenoot LIPPERSHEY kwam, een nietig en zeer onvolkomen werktuig was, van zeer beperkt vermogen, vergeleken met de reusachtige refractors en reflectors van onze dagen, waarmede de diepten der hemelruimten gepeild worden, evenzoo is ook dit oude dieplood een zeer gebrekkig werktuig, wanneer het aankomt op de looding van grootere diepten, dan waaraan de gewone scheepvaart behoefte heeft. Die behoefte werd eerst geboren, toen men voor omstreeks vijf en twintig jaren voor het eerst het denkbeeld opperde van Amerika met Europa door een telegraafkabel te verbinden en het derhalve noodzakelijk werd vooraf de diepte en den aard des bodems van den Atlantischen oceaan te leeren kennen, waarop de telegraafkabel rusten moest.

Veelvuldige vroegere proefnemingen hadden geleerd, dat het gewone dieplood tot het meten van zoo aanmerkelijke diepten als daar voorkomen geheel ontoereikend is. In vele gevallen had men zelfs bij het aanwenden van zeer lange lijnen den zeebodem niet bereikt. Men sprak dan van "bodemlooze diepten", wel wetende intusschen dat dit eene dichterlijke overdrijving was en dat elke zee, hoe diep ook, toch haar vasten bodem moest hebben. De reden, waarom men met het gewone dieplood den bodem der zee niet erkennen kon, was van tweederlei aard. Wanneer een met een gewicht bezwaard touw in het water nederdaalt, dan heeft dit eenen zekeren weêrstand der waterdeelen, eene soort

van wrijving te overwinnen. Die wrijving is zeer weinig merkbaar, wanneer de zee eene geringe diepte, stel van 100 meters of minder, heeft; maar wanneer die diepte zeer aanmerkelijk is, wanneer zij niet slechts eenige honderde maar zelfs duizende meters bedraagt, — zoo als werkelijk op vele plaatsen van den oceaan het geval is, — dan oefent die wrijving eenen zoo grooten invloed uit, dat een dieplood van gewone zwaarte eindelijk ophoudt met dalen, of dit althans zoo uiterst langzaam doet, dat het niet meer mogelijk is te bepalen of en wanneer het den grond raakt. Om aan dit bezwaar te gemoet te komen, moet men een veel zwaarder dieplood aanwenden, dan men gewoonlijk gebruikt. Doch dan stuit men op eene andere moeielijkheid. Wel daalt dan het dieplood tot op den bodem en kan men de diepte der zee daarmede meten, maar ten gevolge van de geweldige persing die het water op zoo groote diepte op de hennipvezelen uitoefent, waaruit de nedergelaten lange lijn bestaat, wordt deze zoo broos, dat zij bij het ophalen meestal afbreekt, hetgeen ten gevolge heeft dat daarbij niet alleen het dieplood maar ook de bestanddeelen des bodems, die zich daaraan hebben vastgehecht, verloren gaan.

Het was deze ondervinding, die den toenmaligen adelborst J. M. BROOKE op een denkbeeld bracht, dat, hoe eenvoudig, toch vernuftig was. Hij richtte namelijk den toestel zoo in, dat een zware kogel, die als gewicht dient, en in welks as eene opening is, waardoor een staaf gaat, welke de rol van dieplood vervult, op het oogenblik dat deze met haar onderende tegen den zeebodem stoot, van zelf vrij wordt en van de staaf afvalt, zoodat deze alleen wordt opgehaald<sup>1</sup>. Daarmede was het grootste bezwaar overwonnen, en, sedert dien tijd is de BROOKE'sche inrichting dan ook algemeen in gebruik gekomen, en heeft zij gediend om de diepte der zee op vele punten te meten. Zal zij intusschen goede, vertrouwbare uitkomsten leveren, dan moeten bij haar gebruik verscheidene voorzorgen worden in acht genomen, waaromtrent ik hier echter in geene bijzonderheden treden zal.

Het was echter niet genoeg een werktuig te bezitten, waarmede men grootere diepten meten kon, men moest ook naar betere middelen omzien om den grond van daar op te halen, dan dat hetwelk het vet in

---

<sup>1</sup> Eene afbeelding en beschrijving van dien toestel vindt men onder anderen in de door kapitein JANSSEN bewerkte Nederlandsche vertaling van MAURY's werk: *The Physical Geography of the Sea*, p. 191.

de holte van het dieplood aanbod. Verschillende middelen werden daartoe uitgedacht. Luitenant STELLWAGEN, van de Noord-Amerikaan- sche marine, bracht aan een met het dieplood zamenhangenden steel een kegelvormigen beker van gegoten ijzer aan. Deze beker is voorzien van een lossen lederen deksel, die door den druk van het water, bij het naar boven halen, vast tegen den bovenrand wordt aangedrukt, zoodat de bij het stooten op den bodem daarin gedrongen grond er niet weder uitvalt. Eenigszins anders was de inrichting van luitenant SAND. Bij zijn toestel bevindt zich namelijk aan een kegelvormig aan- hangsel van het dieplood eene zijdelingsche opening, die bij het binnen- dringen van den grond, door een druk tegen een veer geopend wordt en zich bij het ophalen van zelf weer sluit. De eenvoudigste en naar het schijnt doelmatigste inrichting van dien aard is echter die van den Engelschen kapitein SHORTLAND. Deze bestaat daarin dat, in plaats van een staaf, een stevige ijzeren buis als dieplood gebruikt wordt. Aan die buis bevinden zich kleppen, welke zich naar boven kunnen openen, zoodat het water er derhalve vrijelijk doorheen stroomt, zoolang de toestel daalt, maar die zich sluiten en den naar binnen gedrongen grond tegenhouden, wanneer hij opgetrokken wordt.

Behalve den BROOKESCHEN toestel zijn nog andere inrichtingen tot het bepalen van de diepte der zee uitgedacht. Die van AIMÉ onderscheidt zich van dien van BROOKE alleen daarin, dat het gewicht zich niet door den stoot tegen den zeebodem afscheidt, maar door het daarop vallen van een looden ring, dien men langs de lijn laat afzakken. Veel grooter verschil bieden echter andere toestellen aan, die men zonder lijn in de zee kan laten zakken en die, na den bodem bereikt te hebben, van zelf weder naar boven komen en de diepte aanwijzen, waartoe zij gedaald zijn, of juister de drukking waaraan zij zijn blootgesteld geweest. Dergelijke toestellen hebben den naam ontvangen van zeepeilers, dieptemeters of bathometers. Reeds in 1805 werd er een uitgevonden door onzen landgenoot D<sup>r</sup>. VAN STIPRIAAN LUISCIUS te Delft en vervaardigd in de fabriek van ONDERDEWIJNGAART CANZIUS aldaar<sup>1</sup>. Niet minder vernuftig maar nog samengestelder is de in 1869 beschreven bathometer van den Noord-Amerikaan MORSE<sup>2</sup>, die door de

<sup>1</sup> *Konst- en Letterbode*, 1805, Dl. II p. 107.

<sup>2</sup> Zie de beschrijving met afbeeldingen in het *Polytechnisch Journal*, 1869 CXCH, p. 103. Een kort nittreksel daarvan vindt men in het *Wetenschappelijk Bijblad* van het Album, 1869 p. 92.

hoogte eener kwikzilverkolom de diepte aanwijst, tot waartoe het werktuig is afgedaald. Voorwaar, indien zulk een toestel in de praktijk voldoende blijkt, dan zoude daarmede het *nec plus ultra* van bathometrie bereikt zijn, tenzij men wellicht nog de voorkeur mocht geven aan eenen onlangs door EINSMANN voorgeslagen toestel<sup>1</sup>, zoo ingericht dat, op het oogenblik dat deze den grond bereikt, een metalen stift eene ontplofbare stof doet ontvlammen, waardoor een zuiger wordt opwaarts gedreven en de ruimte daaronder met gas gevuld, ten gevolge waarvan de gcheele toestel zoo licht wordt dat hij van zelf weder naar boven stijgt. Men ziet, het is een soort van naaldgeweer, ingericht tot het vreedzame werk van het meten der diepte van de zee.

Doch hoe goede getuigenis de laatst vermelde toestellen ook mogen geven van het vernuft hunner uitvinders, zoo vrees ik toch dat hunne te groote samengesteldheid hen weinig geschikt voor het gebruik zal maken, terwijl het bovendien dikwijls zeer moeielijk zal zijn om in eene door golven bewogen zee den weder naar boven gekomen bathometer terug te vinden. Wel is waar verliest men bij elke diepzeelooding met den BROOKE'schen toestel een kogel, maar wanneer men bedenkt hoeveel kanonkogels er in onzen tijd nutteloos of tot verderf verschoten worden, dan zal men dit verlies niet bijzonder zwaar tellen.

Hoe dit zij, door middel van dien toestel zijn reeds door Engelsche, Noord-Amerikaansche, Fransche en ook Nederlandsche zee-officieren vele honderde van diepzeeloodingen met goed gevolg gedaan, zoodat men van verscheidene gedeelten des oceaans de gedaante van het zeebed, met zijne hoogten en laagten, bergen en dalen, bijna even nauwkeurig kent als van den bodem der vastelanden en eilanden, en daarvan uitvoerige kaarten heeft kunnen ontwerpen. Het zoude mij te ver leiden daaromtrent hier in bijzonderheden te treden. Ik vergenoeg mij dus met de algemeene opmerking, dat daaruit gebleken is, dat de diepte der zee verreweg de hoogte van het zich daarboven verheffende land overtreft. Diepten van 4000 — 5000 meters, d. i. meer dan de Montblanc hoog is, zijn volstrekt niet zeldzaam, en zelfs heeft men punten gevonden, waar die diepte meer dan het dubbele bedraagt, zoodat zij de hoogte der hoogste toppen van het Himalaya-gebergte ver te boven gaat. Over het algemeen neemt wel is waar de diepte der zee toe met

<sup>1</sup> *Polyt. Journ.* 1870 CXCVII, p. 185.

den afstand van het land, en is dus het grootst in de zeeën die zelve de grootste uitgestrektheid in lengte en breedte hebben; doch dit is een regel met vele uitzonderingen. Zoo b. v. vond kapitein-luitenant A. F. SIEDENBURG in de Banda-zee, op 4° 20' Z. B. en 129° 26' O. L., d. i. te midden van de eilanden-groep benoorden Ceram, eene diepte van 7500 meters (4000 vademen), een inderdaad geweldigen afgrond, waarboven de omringende eilanden als de toppen van gebergten uitsteken. De grootste geloode diepte in den Noordelijken Atlantischen oceaan bedraagt 8244 meters (4580 vademen). Nog veel aanmerkelijker diepten zijn geloed door kapitein DENHAM, die op 36° 19' Z. B. en 37° 6' W. L. eene diepte van 14487 meters (7706 vademen), en luitenant PARKER, die op 35° 35' Z. B. en 45° 10' W. L. eene diepte van niet minder dan 15600 meters (8300 vademen) vond. Ik mag echter niet verzwijgen dat, volgens het oordeel van MAURY, deze beide laatste diepzeeloodingen niet met al die voorzorgen gedaan zijn, welke vereischt worden om hare uitkomsten boven allen twijfel te verheffen.

Wanneer het dieplood naar beneden wordt gelaten, heeft men ook gelegenheid daarmede een thermometer te verbinden, ten einde de temperatuur van het zeewater op verschillende diepten te bepalen. Dit is dan ook veelvuldig gedaan. Vooral kapitein Sir JAMES ROSS heeft op zijne reizen de temperatuur van het zeewater, van de oppervlakte af tot op aanmerkelijke diepte, op een groot aantal punten van den oceaan trachten te meten. Zijne waarnemingen hebben echter tot eene algemeen verspreide dwaling geleid, die tot voor een paar jaren heeft stand gehouden. Uit die waarnemingen scheen namelijk te blijken, dat in alle zeeën op eene zekere diepte het water eene temperatuur van omstreeks 4° C. (39° Fahr.) had, en dat die temperatuur tot op de grootste diepten onveranderlijk dezelfde bleef. Het verschil voor onderscheidene plaatsen der zee zoude alleen bestaan in de onderscheidene diepte, waarin die laag van onveranderlijke temperatuur wordt aange troffen. Zoo b. v. werd in de tropische zeeën de temperatuur van 4° eerst op eene diepte van 2200 meters, op 45° Z. B. op eene van 1100 meters gevonden.

Thans weet men, dank zij de onderzoekingen van CARPENTER en WYVILLE THOMSON, waarop wij straks uitvoeriger terug komen, dat dit besluit steunde op onjuiste waarnemingen, of, om meer naar waarheid te spreken, omdat het werktuig, waarmede de waarnemingen gedaan

werden, daartoe ongeschikt was. Dit werktuig was de gewone thermometer. Laat men dezen met het dieplood naar beneden, dan ondervindt hij de drukking van de geheele daarop rustende waterkolom. Dat deze drukking bij eenigzins aanzienlijke diepte hoogst aanmerkelijk is, laat zich gemakkelijk aantonen. Eene waterlaag van ongeveer 10 meters hoogte oefent eene even groote drukking uit, als de geheele dampkring. Elke vierkante centimeter oppervlakte wordt daardoor belast met een gewicht van omstreeks 1 kilogram. Bij 1000 meters diepte wordt die drukking 100, bij 2000 meters 200 kilogrammen enz. Nu ziet men gemakkelijk in, dat zulke geweldige drukkingen, uitgeoefend op een glazen bol met dunne wanden, zoo als die van een thermometer is, dezen óf moeten doen breken óf, wanneer hij aan de zamenpersing weêrstand biedt, van vorm doen veranderen, d. i. kleiner worden, zoodat het kwikzilver in de nauwe buis opgedreven wordt en dus schijnbaar eene hoogere temperatuur aanwijst dan de ware. Dat dit inderdaad zoo is, bleek dan ook bij opzettelijk genomen proefnemingen met thermometers, geplaatst in water, hetwelk kunstmatig, namelijk door middel eener hydraulische pers, werd zamengedrukt. Deze wezen, bij aanmerkelijke drukking, 4° tot 5° te hoog aan, gelijk de vergelijking met andere, in hetzelfde water geplaatste thermometers leerde, waarvan de bol, volgens de uitvinding van W. A. MILLER, op eene vernuftige wijze tegen den invloed der drukking beschermd werd. De eigenlijke thermometerbol is namelijk omhuld door eenen tweeden bol, die voor drie vierden met wijngeest is gevuld en waarvan de rand rondom het begin der buis is vastgesoldeerd. Het overige een vierde gedeelte is met lucht gevuld, en deze, die gemakkelijk zamenpersbaar is, werkt nu als een soort van beschermend, veerkrachtig kussen, waardoor de drukking op den binnensten met kwik gevulden, eigenlijken thermometerbol nagenoeg geheel opgeheven wordt.

Met zulke thermometers zijn dan ook in den jongsten tijd verscheidene reeksen van temperatuurbepalingen op zeer verschillende diepten, tot van 4500 meters gedaan, en daaruit is in het algemeen gebleken, dat althans in de zeeën die buiten de poolcirkels gelegen zijn, de temperatuur allengs met de diepte afneemt, niet alleen tot beneden 4°, maar dat zij, waar de zee slechts diep genoeg is, tot aan en zelfs 1° beneden het vriespunt daalt, zoodat men met groote waarschijnlijkheid mag aannemen, dat in alle zeer diepe zeeën, zelfs die der keerkringen, nabij den bodem eene temperatuur van 0° of zelfs iets daaronder bestaat.

Maar die temperatuurwaarnemingen hebben ons nog iets anders ge-



leerd. Zij hebben ook de oorzaak dier lage temperatuur van de diepe waterlagen doen kennen. Ten deele ligt deze voor de hand. Het zee-water neemt van 0° af bij elken hooger warmtegraad in volume toe en wordt derhalve daarbij lichter, in tegenstelling met zuiver water, dat bij 4°,1 zijne grootste dichtheid bereikt. Zeewater zal derhalve inkrimpen en daarbij zwaarder worden tot op het oogenblik dat het bevroest. Nu is het natuurlijk dat het zwaardere water onder, het lichtere daarentegen boven is, om dezelfde reden als waarom wijn, dien men voorzichtig op water giet, boven drijft. Doch na eenigen tijd zullen wijn en water elkander doordrongen hebben, en er zal een gelijkmatig mengsel zijn ontstaan. Waarom geschiedt niet hetzelfde in de zee met de lichtere en de zwaardere waterlagen? Omdat de evenwichtstoestand, die het gevolg van dit onderling doordringen is, onophoudelijk weder gestoord wordt. De zee is geen oogenblik in rust. Dat hare oppervlakte door golven bewogen wordt, weet elk. Dat er op vele plaatsen in den oceaan stroomen bestaan, die het water in bepaalde richting voeren, is ook algemeen bekend. Ik noem slechts den Golfstroom, die het water van de kust van westelijk Afrika naar de Mexicaansche golf en van daar noordwaarts, op eenigen afstand van de Noord-Amerikaansche kust, naar het noord-oosten stuwt, waar het IJsland, Noorwegen en zelfs Spitsbergen en Nova Zembla bereikt. Doch minder bekend is het, dat er, behalve die aan of nabij de oppervlakte zich vertoonende stroomen, ook diepere stroomen zijn, die wij korthedshalve "onderzeesche stroomen" willen noemen, en het is bepaaldelijk het bestaan van deze, welke door de boven vermelde temperatuur-waarnemingen bewezen is.

Het zoude ons te ver leiden dit door mededeeling der op een aantal punten gedane waarnemingen zelve aan te toonen. In het algemeen blijkt daaruit dat in het noordelijk halfrond de warmere en dus lichtere waterlagen, die zich nabij de oppervlakte bevinden, in noordelijke of noord-oostelijke richting strijken over de zwaardere koudere waterlagen, die zich in tegenovergestelde richting bewegen. Trouwens, niet enkel de thermometer maar ook de beweging der groote ijsbergen, die zich tot zeer diep onder de oppervlakte uitstrekken, vergeleken met die der ijschollen welke aan de oppervlakte drijven, toont het bestaan van twee zulke tegengestelde stroomen aan. Terwijl de eerste zuidwaarts dreven, voortgestuwd door den kouden, onderzeeschen stroom, zag men de laatste noordwaarts gaan met den uit het zuiden komenden warmeren stroom &

HEUGLIN in PETERMANN'S *Geogr. Mittheil.* 1870 XII p. 425.

Er heeft derhalve een soort van kringloop van het water in den oceaan plaats. Ook is het niet moeielijk in te zien, dat deze het noodzakelijk gevolg is van de verwarming der zee door de zon in de keerkringstreken. De invloed der zonnwarmte bepaalt zich tot de bovenste waterlagen. Deze worden daardoor uitgezet; het water streeft er naar eene grootere ruimte in te nemen, en dit streven openbaart zich door een soort van overvloeien in twee richtingen, die zuiver noordelijk en zuidelijk zouden wezen, indien de aarde niet gelijktijdig van het westen naar het oosten om hare as draaide, waardoor die richting in het noorderhalfrond eene noordwestelijke, in het zuiderhalfrond eene zuidwestelijke wordt. De plaats van het overvloeiende warmere water moet echter weder worden aangevuld, en dit geschiedt door eene toevloeing van het koudere water der poolzeeën, dat nu natuurlijk de diepere streken inneemt.

Inderdaad grijpt er dus in den oceaan op zeer groote schaal een dergelijk verschijnsel plaats als in de verwarmingstoestellen, die ter verwarming van broeikassen, soms ook van woningen, in gebruik zijn. Even als daar het verwarmde water, naar boven stijgende in den ketel, door de bovenste der twee buizen stroomt, om door de onderste weder naar den ketel terug te keeren, even zoo cirkuleert het water in den oceaan van de linie naar de beide polen en van deze weder in de diepte terug, naar de keerkringstreken.

Die kringloop nu zoude eene volkomen regelmatige zijn, d. i. op gelijke breedten zoude het water op gelijke diepte ook gelijke temperatuur hebben, indien de zee overal even diep was. Daar dit echter geenszins het geval is, zoo ontstaan er storingen in de beweging der stroomen, die stuiten tegen den zeebodem en daardoor van hunnen weg afwijken. Wanneer deze storing eene zeer aanmerkelijke is, dan kan zij zelfs ten gevolge hebben, dat stroomen van warm en van koud water niet meer enkel over, maar ook naast elkander heen strijken, zoodat het water op betrekkelijk geringe afstanden op gelijke diepten zeer verschillende temperaturen heeft. Een opmerkelijk voorbeeld daarvan vonden CARPENTER en WYVILLE THOMSON in de zeeëngte tusschen de Ferro-eilanden en de noordkust van Schotland met de Orkney- en Shetland-eilanden. Op afstanden, die slechts verschilden van 6 tot 20 zeemijlen (ongeveer 2 tot 7 uren gaans), vonden zij dat op gelijke breedten het diepere zeewater zeer in temperatuur verschilde, zoodat er als het ware twee streken zich nevens elkander uitbreidden, eene koudere en eene warmere. Aan de oppervlakte en tot eene diepte van 270 meters was de temperatuur van

het water in beide streken dezelfde; zij bedroeg namelijk aan de oppervlakte  $10^{\circ}$  C en op laatstgenoemde diepte  $8^{\circ},3$  C. Doch terwijl zij in de warme streek tot aan den zich op 1350 meters diepte bevindenden bodem slechts tot  $5^{\circ},3$  daalde, nam daarentegen de temperatuur van het water in de koude streek, in weerwil dat de diepte daar 200 meters geringer was, af tot  $-1^{\circ},3$ . In het eerste geval bedroeg dus de daling der temperatuur met de diepte  $4^{\circ},7$ , in het tweede niet minder dan  $11^{\circ},3$ .

Zulke in het oog loopende verschillen zijn ook nog uit een ander oogpunt merkwaardig. De verspreiding der diersoorten hangt ten nauwste samen met de verdeeling der warmte over de aarde. Terwijl sommige diervormen alleen in de tropische gewesten tot volledige ontwikkeling kunnen komen, vinden daarentegen andere in de koude poolstreken het voor hen meest gunstige klimaat. Dit geldt niet enkel van de op het land, maar ook van de in de zee levende dieren. Waar nu twee onderzeesche stroomen, van zoo verschillende temperatuur, langs elkander heen strijken, mag men dan ook verwachten dat de daarin levende dieren verschillende zullen zijn, of, — zoo als men het gewoonlijk uitdrukt, — dat elke streek hare eigene fauna zal hebben. En zoo is het inderdaad ook in het onderhavige geval. De warmwater-stroom wordt bewoond door andere dieren dan de koudwater-stroom. In de diepere en dus koudere gedeelten van dezen worden op den bodem diersoorten aangetroffen, die op hogere breedten, bij IJsland en Groenland, in het water langs de kust, d. i. op veel geringere diepten, leven.

Dit leidt ons tot een ander gedeelte van ons onderwerp, namelijk tot de beantwoording der vraag: tot op welke diepte wordt de zee nog door levende schepselen bewoond?

Die vraag is op verschillende wijzen beantwoord. Tot voor korten tijd had algemeen de meening de overhand, dat het leven alleen mogelijk is op betrekkelijk geringe diepten, tot van weinig meer dan 600 meters of daaromtrent, en dat daarbeneden, derhalve in verreweg het grootste gedeelte des oceaans, dat de diepten tot van 10.000 meters en meer vult, noch dieren noch planten meer voorkomen. Die meening grondde zich eensdeels op waargenomen feiten, anderdeels op zekere daarop steunende beschouwingen.

Wat de feiten aanbelangt, zoo waren het vooral de onderzoekingen van EDWARDS FORBES, die het besluit schenen te rechtvaardigen, dat het leven slechts op beperkte diepte bestaan kan. Hij was de eerste die,

vóór omstreeks een dertigtal jaren, op de kust van Groot-Brittanje, en later in dat gedeelte van de Middellandsche zee hetwelk den naam van Aegeische zee draagt, het sleepnet op aanmerkelijke diepten uitwierp en de daarmede opgehaalde dieren en planten nader onderzocht. De uitkomsten van dit onderzoek waren hoogst belangrijk en trokken terecht zeer de aandacht. Het bleek namelijk daaruit dat de verschillende soorten van levende wezens, die in de zee op een zeker punt voorkomen, elk hunne bepaalde dieptegrenzen hebben, zoodat men een zeker getal van dieptestroken onderscheiden kan, die elk hare eigene fauna en flora hebben. Tevens echter bleek dat die soorten, welke in de zee op de meest verschillende diepten leven, zich ook door de grootste verspreiding in horizontale richting onderscheiden, maar dat zij op hoogere breedten dan dichter bij de oppervlakte, nabij de kust, en op lagere breedten in grootere diepte, en dus gewoonlijk verder van de kust, worden aangetroffen, d. i., daar waar het water ongeveer dezelfde temperatuur heeft als die, welke in het eerste geval op geringe diepte bestaat. Het is derhalve vooral de warmte welke de verspreiding der dier- en plantsoorten in de zee bepaalt. Eigenlijk heeft hier hetzelfde plaats als aan de oppervlakte van het land. Wanneer men een hoogen berg beklimt, dan ontmoet men, allengs hooger stijgende, verschillende dier- en plantvormen en bemerkt dat op groote hoogten dezelfde of dergelijke vormen optreden als die welke in landen, die in een kouder klimaat gelegen zijn, in de vlakte of op veel geringere hoogten leven. Klimt men echter al hooger en hooger, totdat men eindelijk de grenzen der eeuwige sneeuw heeft bereikt, dan houdt aldra alle leven op. Nog hooger biedt het tooneel, hoe verheven en grootsch het ook overigens moge zijn, niets meer aan dan eene doode, levenlooze woestenij.

Is het nu ook zoo in tegengestelde richting in de zee? Bestaat ook daar in de diepte eene grens voor het leven, die in zoo verre vergelijkbaar is met de sneeuwrens der gebergten? FORBES besloot daartoe op grond, dat, bij zijne onderzoekingen met het sleepnet, het getal der soorten van dieren en planten met de diepte sterk afnam en reeds op 500 meters, de grootste diepte, waarin hij zijn net uitwierp, zoo uiterst gering was, dat men wel mocht aannemen dat het op nog merkelyk grootere diepten gelijk nul zou zijn.

Er waren trouwens ook theoretische gronden, die tot hetzelfde besluit leidden. Het zeewater is, gelijk wij reeds boven opmerkten, veel minder doorschijnend dan de lucht. Reeds op eene diepte van een paar honderd

meters begint volslagen duisternis. Licht nu is immers eene der voorwaarden van het leven. Zijn invloed openbaart zich op meer dan eene wijze, onder anderen door het voortbrengen van kleurstoffen. Men denke b. v. aan de platvisschen, tarbot, schol, tong, bot enzv., die met de eene zijde op den bodem liggen; die zijde is wit, terwijl daarentegen de andere, die naar het licht gekeerd is, kleuren vertoont. Ook meende men — hoewel ten onrechte, gelijk straks nader blijken zal, — als doorgaanden regel te hebben opgemerkt, dat de dieren des te bleeker, des te minder gekleurd waren, naarmate zij uit grootere diepten waren opgehaald.

In de tweede plaats neemt ook, gelijk wij reeds zagen, de warmte met de diepte af. Beneden eenen zekeren graad van warmte nu is noch dierlijk noch plantaardig leven meer mogelijk.

Maar vooral werd veel gewicht gelegd op de omstandigheid, dat het zeewater eene zoo groote drukking uitoefent. Menschen die hooge bergen beklimmen, waar de luchtdrukking geringer wordt, of die met den duikerklok in het water tot op een tiental meters diepte afdalen, waar de luchtdrukking verdubbeld is, ontwaren reeds de schadelijke gevolgen van dit verschil in drukking, waaraan hun lichaam is blootgesteld. Hoe moet het dan de dieren in de zee gaan, waar elk tiental meters van toenemende diepte ook eene dampkringsdrukking aan de reeds bestaande toevoegt! Dat nog dieren op 600 meters diepte, dus bij eene drukking van een zestigtal dampkringen, leven konden, was reeds verwonderlijk genoeg, maar dat zij aan nog grootere drukking zouden kunnen weerstand bieden, scheen hoogst onwaarschijnlijk.

Eindelijk scheen ook de behoefte, die alle dieren hebben aan ademhaling, d. i. aan de uitwisseling van het door de stofwisseling gevormde koolzuur voor de in de lucht of in het water bevatte zuurstof, de stelling te rechtvaardigen, dat het dierlijk leven alleen tot op zekere diepte mogelijk is. De zeedieren ademen namelijk de in het water opgeloste zuurstof in, maar deze is toch altijd afkomstig uit den dampkring. De weg, dien de zuurstof heeft af te leggen, neemt met de diepte toe, en dieren, — zoo oordeelde men niet zonder grond, — die, door eene vele honderde of duizende meters dikke waterlaag, van den dampkring, de eenige bron der zuurstof, gescheiden waren, moesten den stikkingsdood sterven.

Zoo schenen derhalve theorie en ervaring volkomen in harmonie te zijn, en zelfs zij, die, gelijk EHRENBERG, voortgingen met te beweren

dat althans de mikroskopisch kleine schelpjes (Foraminiferen), die met het dieplood uit groote diepten werden opgehaald, afkomstig waren van dieren die op die diepten werkelijk hadden geleefd, vonden ter nauwernood meer gehoor. Dat zij daar op den bodem werden aangetroffen, liet zich immers gereedelijk verklaren door bezinking uit hogere waterlagen of door hunne medevoering door stroomen.

Wel is waar werden van tijd tot tijd gevallen medegedeeld, die twijfel konden wekken of de algemeen gekoesterde meening aangaande de beperkte diepteverspreiding der zeedieren wel juist was. Reeds in 1818 had kapitein JOHN ROSS op zijne eerste reis naar de Noordpoolstreken uit eene diepte van 1800 meters eene Euryale opgehaald, die met hare vertakte armen de loodlijn omklemd hield. Nog opmerkelijker was de vangst, die kapitein-luitenant A. T. SIEDENBURG, in 1858, bij eene looding in de Banda-zee deed. Uit eene diepte van ruim 5000 meters werd een geheel onbekende soort van polyp opgehaald, behoorende tot de afdeeling der Pennatuliden of Zeeveders, dieren die gewoonlijk met een soort van steel in den modderigen zeebodem steken. Dit dier was blijven hangen in de dubbele bocht van den zoogenaamden voorlooper en werd zoo aan boord gebracht<sup>1</sup>. Intusschen, de mogelijkheid bestond, dat in die beide gevallen de dieren zich reeds in eene ondiepere waterlaag aan de lijn hadden gehecht en zoo de reis naar de diepte en vervolgens weder naar boven hadden gedaan.

Meer afdoende echter was hetgeen de engelsche natuuronderzoeker Dr. WALLICH in 1860 mededeelde. Bij eene diepzeeloding in den Atlantischen oceaan, op omstreeks 2400 meters diepte, werden eenige Ophiocomen (soorten van Ophiuren of Haarsterren) opgehaald; bij eene andere op 1280 meters diepte, eenige soorten van wormen (*Serpula*, *Spirorbis*), en bij eene op 840 meters diepte zelfs een paar schaaldieren uit de orde der Amphipoden. Ook de nadere omstandigheden, waaronder deze vangst plaats greep, maakten het inderdaad reeds toen zeer waarschijnlijk, dat die dieren op die diepten geleefd hadden.

Maar eerst volkomen zekerheid bood eene toevallige waarneming aan, die in het volgende jaar werd gedaan. De telegraafkabel tusschen Sardinie en Algerie was gebroken en moest opgehaald worden, ten einde eene herstelling te ondergaan. Aan een gedeelte, hetwelk op eene diepte

<sup>1</sup> Zie het verslag hierover in de *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie*, 11de Deel, bl. 286. Ik gaf aan het dier den naam van *Crinillum Siedenburgii*.

van 2000 tot 2800 meters had gelegen, werden toen verscheidene dieren vastgehecht en meerendeels zelfs vastgegroeid gevonden. ALPHONSE MILNE EDWARDS onderzocht deze nader. Het waren eenige weekdieren, uit de groep der Lamellibranchiaten, waaronder een soort van oester (*Ostrea cochlear*), en uit die der Gasteropoden, bovendien een paar Kokerwormen en verscheidene Polyppen. Een paar der laatstgenoemden bleken dezelfde soorten te zijn, als die welke tot dusverre alleen in den fossilen toestand, in de jongere tertiaire lagen van Piemont en Sicilie, gevonden waren. Opmerkelijk was ook het feit, dat een der tweekleppige weekdieren (*Pecten opercularis*) een levendig gekleurde schelp bezat.

Deze ontdekking noopte tot nadenken en tot eene nadere overweging der theoretische bezwaren, die tegen het bestaan van levende wezens op groote diepten waren ingebracht. Dat licht, ofschoon een vereischte voor het leven der meeste dieren, dit toch niet voor dat van allen is, blijkt reeds uit de grottenbewoners, waaronder Spinnen, Schaaldieren, een visch (*Amblyopsis spelaeus*) en zelfs een reptiel (*Proteus*) behooren, die hun geheele leven in eene volslagen duisternis doorbrengen. Dat ook dieren in water kunnen leven, hetwelk tot aan of zelfs iets onder het vriespunt is afgekoeld, hadden de dieren der poolzeen eigenlijk reeds lang geleerd. Wat de door het water uitgeoefende drukking aanbelangt, zoo had men voorbijgezien dat het water zelf, ook bij de grootste drukking, bijna niet samenpersbaar is. Dit geldt derhalve ook voor het in de weefsels en organen der zeedieren bevatte water. Het water in en buiten het lichaam staat onder gelijke drukking, en beide zijn derhalve in evenwicht. Ook wij, die op den bodem der luchtzee leven, ondervinden niets van de geweldige drukking welke de op ons rustende dampkring uitoefent, omdat de lucht buiten en binnen het lichaam in evenwicht, druk en tegendruk derhalve gelijk zijn.

Alleen dieren in welker lichaam ook lucht aanwezig is, ondervinden den sterken invloed van een verschil in drukking van de op hen rustende waterkolom. Zoo zal b. v. de lucht in de zwemblaas van vele visschen zich uitzetten of inkrimpen, al naar gelang deze in het water rijzen of dalen. Eene snelle rijzing of daling kan derhalve niet anders dan schadelijk voor zulke visschen zijn, maar geschieden deze zeer langzaam, dan is er ook geene reden om aan te nemen, dat het leven en de gezondheid van zulke visschen daaronder lijden zullen, zelfs wanneer zij tot groote diepten afdalen.

Eindelijk blijft nog de vraag over, of er in het water van diepe

zeeën wel zuurstof genoeg voorhanden is voor de ademhaling van aldaar levende dieren. Die vraag kon alleen door de proef worden beantwoord. En dit is dan ook werkelijk geschied door eene reeks van analyses van de in het zeewater opgeloste lucht, verricht door de deelhebbers aan de zoo dadelijk nader te vermelden engelsche expedities. Daaruit is het volgende gebleken. De lucht in zeewater van de oppervlakte geschept bestaat gemiddeld uit:

25,1	proc.	zuurstof.
54,2	„	stikstof.
20,7	„	koolzuur.

Als doorgaande regel werd gevonden, dat met de diepte de hoeveelheid zuurstof af- en die van het koolzuur toeneemt, maar toch is er nog zelfs in water uit zeer groote diepten zuurstof genoeg aanwezig om aan de ademhaling te voldoen, gelijk blijkt uit onderstaande opgaven van het procentische gehalte der gassen op eenige diepten.

	1400 met.	1504 met.	1620 met.
zuurstof	18,8	17,8	17,2
stikstof	49,3	48,5	34,5
koolzuur	31,9	33,7	48,3.

In het algemeen werd ook bevonden, dat de hoeveelheid van het koolzuur des te grooter was, hoe meer het aantal der dieren bedroeg; en die regel ging zelfs zoo door, dat men uit de hoeveelheid van het koolzuur, dat men vond in het water hetwelk uit de diepte nabij den bodem was opgehaald, voorspellen kon of men daar al dan niet met het sleepnet eene rijke vangst zoude doen.

De zuurstof des dampkrings dringt derhalve door diffusie tot op de grootste diepten in de zee door, terwijl daarentegen het gestadig door de ademhaling der dieren gevormde koolzuur daaruit ontwijkt. Dat die voortdurende opneming van de zuurstof zeer bevorderd wordt door de beweging van het water aan zijne oppervlakte, vooral door den wind, die het zeewater tot golven opstuwt, welke, over elkander heen rollende of tegen de vaste kust aanslaande, zich in kleine droppels verdeelen, spreekt bijna van zelf, en bleek ook duidelijk bij de analyse van de lucht bevat in water, dat terzijde van de raderkast werd geschept. In dit water was de hoeveelheid van de zuurstof tot 45,3 proc. geklommen, die van het koolzuur tot 5,6 proc. gedaald. Zoo zien wij dat de stor-



men, die zooveel vernielen, voor de zeedieren weldadig zijn, daar zij hun het atmospherisch voesel toevoeren, zonder hetwelk geen dier bestaan kan.

Alle bezwaren, die men vroeger tegen het leven van dieren op groote diepte aanvoerde, zijn derhalve opgeheven. Doch het is niet genoeg te weten dat in het algemeen daar dierlijk leven mogelijk is. De vraag blijft nog te beantwoorden: welke zijn de dieren, die zich aldaar bij voorkeur ophouden? Eerst de onderzoekingen der allerlaatste jaren hebben ons in staat gesteld die diepzee-fauna van eenigzins naderbij te leeren kennen. Het zijn ware ontdekkingstochten, bepaaldelijk met dit doel ondernomen, waardoor inderdaad hoogt opmerkelijke feiten zijn aan het licht gekomen, en die, wanneer zij voortgezet worden, nog meer beloven.

Drie natiën hebben daaraan deelgenomen, de Zweden, de Noord-Amerikanen en de Engelschen. Het eerste voorbeeld gaf Sars, de zoon van den voortreffelijken hoogleeraar in de dierkunde te Christiania, die voor ruim een jaar overleden is en aan wien de wetenschap eene lange reeks van ontdekkingen is verschuldigd, waardoor licht verspreid is over de levensgeschiedenis en het maaksel van eene menigte van zeedieren, die langs de Noorweegsche kust, in de diepe inhammen of fjorden aldaar leven. De jongere Sars is inspecteur der visscherijen. Als zoodanig bezocht hij in 1866 de Loffoden-eilanden en wierp in den omtrek daarvan het sleepnet uit tot op diepten van 860 meters, dus op diepten ongeveer 360 meters grooter dan Forbes vroeger had gedaan. En ziet, wel verre dat op die diepte alle leven was uitgedoofd, bleek juist dat het op die diepte wemelde van dieren uit schier alle klassen, waartoe zeedieren behooren. Uit diepten tusschen 380 en 850 meters werden niet minder dan 427 soorten van dieren opgehaald.<sup>1</sup>

Twee jaren later, in 1868, vertrok eene Zweedsche expeditie, onder Nordenskjöld, naar Spitsbergen. Ook op die reis werden talrijke dieren uit diepten van 700 tot 1800 meters verzameld.

Reeds vroeger echter, namelijk sedert 1862, was Pourtalès, in dienst der Noord-Amerikaansche regeering, voor de opneming der kusten (*Coast Survey*), begonnen het sleepnet te gebruiken, tot onderzoek van den

<sup>1</sup> Het waren: 106 Crustaceën, 94 Mollusken, 39 Molluskoiden, 37 Wormen, 36 Echinodermen, 22 Coelenteraten, 5 Sponsen en 68 Rhizopoden.

zeebodem en de daar voorkomende dieren in de Mexicaansche golf en langs de kusten van Florida. In de eerste jaren bepaalde hij zich tot minder aanmerkelijke diepten, maar het jaarlijks voortgezet onderzoek met allengs verbeterde hulpmiddelen strekte zich in 1869 tot op diepten van 1300 meters uit. Zeer talrijke soorten van dieren uit verschillende klassen werden verzameld en deels door hem zelve, deels door AGASSIZ en LYMAN, nader beschreven.

Op de grootste schaal werden echter zulke onderzoekingen in het werk gesteld met hulp en op kosten van de Engelsche regeering. Drie bekende, zeer verdienstelijke natuuronderzoekers, CARPENTER, WYVILLE THOMSON en GWYN JEFFRIES, stonden beurtelings of vereenigd aan het hoofd der onderneming. De regeering stelde in 1868 de stoomboot "Lightning" ter hunner beschikking en voorzag deze van al de inrichtingen, die tot het beoogde doel noodig waren. Daarmede deed WYVILLE THOMSON nog in hetzelfde jaar een tocht in het kanaal tusschen Schotland en de Ferro-eilanden. Die tocht leverde reeds zoo belangrijke uitkomsten op, dat de regeering, gehoor gevende aan het voorstel der genoemde heeren, besloot nogmaals een stoomboot ter hunner beschikking te stellen en deze op het zorgvuldigst toe te rusten met al die verbeterde hulpmiddelen, welke de bij den vorigen tocht opgedane ondervinding als noodzakelijk hadden doen kennen. De stoomboot heette: "Porcupine", en stond onder bevel van kapitein CALVER, aan wiens beleid het goed slagen der onderneming ook voor een groot deel mag worden toegeschreven. Zij was voorzien van een afzonderlijk stoomwerktuig tot nederlating en opwinding van het sleepnet. Dit laatste was met bijzondere zorg vervaardigd. Even als elk ander sleepnet bestond het uit een zak aan een zwaren ijzeren heugel, die over den grond schuurde, maar bovendien werd daaraan, op voorstel van kapitein CALVER, nog een ijzeren staaf toegevoegd met dikke bundels hennipen draden aan de beide uiteinden. Deze, over den bodem slepende, gaven aan de dieren gelegenheid zich daaraan vast te hechten, en werkelijk bleek dit eenvoudige hulpmiddel in vele gevallen uitnemend daartoe geschikt te zijn en waren soms die hennipen draden beladen met allerlei dieren, wanneer de zak bijna ledig was. Vooral was dit het geval op een harden, rotsachtigen bodem.

Zulk een sleepnet, dat op groote diepte zal gebruikt worden, moet eene zeer aanmerkelijke zwaarte hebben. Dat, hetwelk aan boord van de Porcupine gebezigd werd, woog, onder toevoeging van een gewicht

van 100 kilogrammen aan de lijn, niet minder dan 250 kilogrammen en bracht eenmaal 500 kilogrammen modder van den bodem der Atlantische zee op. Dat de lijn, die zulk een gewicht moet dragen, uit de allerbeste hennip en met buitengewone zorg vervaardigd moet zijn, spreekt van zelf, maar bovendien werd deze nog voor alle schokkende bewegingen bewaard door haar te verbinden aan een aantal veeren, uit caoutchouc vervaardigd. Tevens zal men nu gemakkelijk inzien, waarom voor het op- en neerlaten van zulk een net een eigen windtoestel in verband met een stoomwerktuig noodzakelijk was. Ook is het nederlaten en weder ophalen daarvan op groote diepte een werk van verscheidene uren. Eenmaal werden tot het nederlaten twee en tot het ophalen vijf uren besteed, maar de bereikte diepte bedroeg ook 4409 meters, d. i. meer dan vier vijfden van een uur gaans.

Voorts was de stoomboot nog voorzien van een toestel voor diepzee-lodingen, zoo als wij boven reeds beschreven hebben, maar waaraan nog eenige verbeteringen waren aangebracht. Daarmede werden tevens zelfregistreerende thermometers, voorzien van het desgelijks reeds (blz. 8) vermelde beschermende hulsel, alsmede een toestel tot het verzamelen van water uit bepaalde diepte, naar beneden gelaten. Een scheikundig assistent was belast met de analyse der in dit water bevatte lucht.

Zoo toegerust deed de Porcupine in genoemd jaar drie kruistochten in den Atlantischen oceaan. Daaronder was de tweede de merkwaardigste. Op dien tocht werd namelijk het reeds boven bedoelde punt bezocht, gelegen aan het noordeinde van de golf van Biscaye, waar de diepte 4409 meters, d. i. ongeveer de hoogte van den Montblanc, bedraagt, en aldaar met goed gevolg het sleepnet gebruikt, terwijl de temperatuur van het water voor elke 100 vademmen werd bepaald.

Het is natuurlijk niet mogelijk in een kort bestek een eenigzins volledig overzicht te geven van den rijken oogst, die aldus in den loop der laatste jaren reeds is ingezameld. Wij moeten ons bepalen tot de vermelding van het meest merkwaardige.

Indien er echter onder mijne lezers mochten zijn, wier verbeelding hun allerlei monsterachtige wezens uit de diepte voorspiegelt, dan zullen zij zich bedrogen vinden. De diepzee-fauna bestaat in het algemeen slechts uit wezens van matige, dikwijls geringe grootte, ja het grootste aantal vordert zelfs het mikroskoop om hen behoorlijk te onderscheiden. Ook komen daaronder geenerlei diervormen voor, welke zoo zeer

afwijken van reeds lang bekende, dat men daarvoor nieuwe klassen of orden zoude moeten openstellen. Integendeel, de meeste soorten sluiten zich na aan andere, die op geringere diepten leven. Toch zijn er verscheidene zeer merkwaardige onder, omdat zij het naast verwant zijn met vormen, die men alleen in den fossilen toestand kende, terwijl andere zich als tusschenvormen vertoonen, waardoor tot dusver schijnbaar gescheiden groepen aaneengeschakeld worden. Voor den geoloog en den palaeontoloog zijn deze onderzoekingen van zeer groot gewicht, want zij werpen een licht op vroegere toestanden van onze planeet, toen de lagen gevormd werden die het toenmalige zeebed uitmaakten, maar waarvan vele zich thans hoog boven de zee verheffen.

De diepzee-bewoners behooren tot allerlei klassen. Dat luchtademende dieren, walvisschen, zeehonden, zwemvogels, in den regel slechts tot betrekkelijk geringe diepten onderduiken, zal ter nauwernood behoeven gezegd te worden. Toch mogen wij hier wel het reeds lang bekende feit herinneren, dat, wanneer een geharpoeneerde walvisch, in de diepte duikende, de boot medesleept, waaraan het touw van de harpoen bevestigd is, het houtwerk van deze, wanneer het dier weder boven komt, zoo doortrokken is van water, dat het onderzinkt. Dit nu kan alleen het gevolg zijn eener allergeweldigste persing van het zee-water, gelijk alleen op zeer groote diepten plaats heeft. Zelfs luchtademende dieren kunnen daaraan derhalve een tijd lang weerstand bieden.

Wat de visschen aanbelangt, zoo bestaat er in de Portugeesche zee, tegenover Setubal, reeds lang eene visscherij van haaien, die aldaar uit eene diepte van meer dan 750 meters worden opgehaald. Haaien echter missen eene zwemblaas, en zoo kan het dus ook, om reeds boven aangevoerde redenen, minder verwonderen dat zij nog op die diepte, en wellicht grootere, zich ophouden. Het zelfde geldt van verscheidene soorten van Platvisschen (Pleuronectoiden). Aan de Noorweegsche visschers was het reeds lang bekend dat een soort van Schol (*Platessa borealis*) en van Heilbot (*Hippoglossus pinguis*) diepten van meer dan 600 meters bezochten. Doch ook enkele soorten van Kabeljauwachtige visschen (*Molva abyssorum*, *Brosmius brosme*), dus visschen die een zwemblaas hebben, worden daar aangetroffen, even als de prachtig scharlaken rood gekleurde *Sebastes norvegicus*, die eene aanmerkelijke grootte bereikt, en op geringere diepten ook in de Poolzee bij Groenland voorkomt, waar zijne rugstekels door de Eskimo's als naalden gebruikt worden.

Veel talrijker echter zijn de verschillende klassen van ongewervelde

dieren in de diepzee-fauna vertegenwoordigd. Van de meeste orden van Schaaldieren, Weekdieren en Wormen zijn reeds een vrij groot getal op aanmerkelijke diepte levende soorten gevonden. En daarbij is gebleken, dat de vroeger gekoesterde meening, alsof de levendigheid der kleuren met de diepte verminderen zoude, ten eenenmale onjuist is. Ook vermelden wij hier de waarneming van POUTALÈS, dat de tot deze afdeelingen behoorende dieren, wel verre van blind te zijn, gelijk vele grotbewoners, integendeel geheel ontwikkelde oogen hebben, die zelfs meestal grooter zijn dan die hunner verwanten aan de kust.

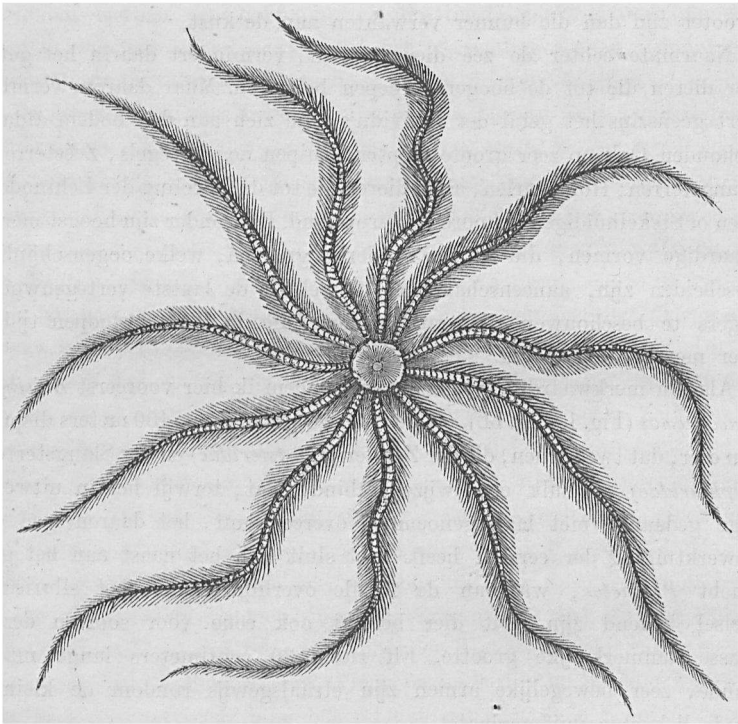
Naarmate echter de zee dieper wordt, vermindert daarin het getal der dieren die tot de hogere groepen behooren. Maar daarom vermindert geenszins het getal der individu's, die zich aan den bodem aldaar ophouden. Ook op zeer groote diepten kruipen nog Zeeëgels, Zeesterren, Slangsterren, Holothurien, allen dieren die tot de afdeeling der Echinodermen of Stekelhuidigen behooren, daarop rond. Daaronder zijn hoogst merkwaardige vormen, die hetzij tweederlei groepen, welke oogenschijnlijk gescheiden zijn, aaneenschakelen, of wel als de laatste vertegenwoordigers te beschouwen zijn van vormen, die in lang verlopen tijden zeer menigvuldig waren.

Als een merkwaardigen tusschenvorm noem ik hier vooreerst *Brisinga endecanemos* (Fig. 1 volg. bl.), uit de Noorweegsche zee op 400 meters diepte, een dier, dat twee orden, die der Zeesterren (*Asteridae*) en der Slangsterren (*Ophiuridae*) op zulk eene wijze verbindt, dat, terwijl het in uitwendige gedaante met laatstgenoemden overeenkomt, het daarentegen de bewerktuiging der eersten heeft. Het sluit zich het naast aan het geslacht *Protaster*, waarvan de fossile overblijfsels uit het silurische stelsel bekend zijn. Dit dier bereikt ook eene voor soorten dezer klasse aanmerkelijke grootte. Elf ruim 30 centimeters lange maar dunne, zeer bewegelijke armen zijn straalsgewijs rondom de kleine, ronde lichaamsschijf geplaatst.

Een andere merkwaardige vorm, die zoowel bij de Engelsche expeditie benoorden Schotland als door POUTALÈS beoosten Amerika gevonden werd, ontving van AGASSIZ den naam van *Pourtalesia*. Hij behoort deslijks tot de Echinodermen, en wel, wegens de aanwezigheid eener harde kalkschaal, tot de klasse der Zeeëgels (familie der Clypeastroïden), maar door zijne zeer in de lengte gerekte gedaante komt hij veeleer met eene Holothurie overeen. Dergelijke vormen kende men, onder den naam van *Infulaster*, tot dus ver alleen uit lagen behoorende tot de krijt-

periode. Opmerking verdient het nog; dat dit dier, zoo als wij reeds zeiden, zoowel in de nabijheid van Europa als van Amerika werd gevonden. Doch ditzelfde is gebleken het geval te zijn met een aantal andere diepte-bewoners, zoodat derhalve tusschen de diepzee-fauna van beide werelddeelen eene merkelyk grootere overeenstemming bestaat dan tusschen de kustfaunen.

Fig. 1.



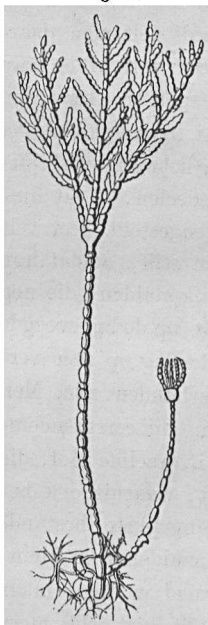
*Brisinga endecaenemos*; op een vijfde der grootte.

Dit is ook van toepassing op eene soort uit de afdeling der Zeeclelieën (*Crinoidae*), welke, als een laatste overblijfsel van eene schier geheel uitgestorven groep van dieren, zeer de aandacht verdient. Onder dien naam verstaat men dieren van een hoogst regelmatig, sierlijk maaksel, wier lichaam grootendeels bestaat uit een kalkskelet, samengesteld uit eene menigte, soms duizende stukjes, die op zulk eene wijze aaneengevoegd zijn, dat zij inderdaad eenigermate de bloemen herinneren, welker

naam zij dragen. Een gewoonlijk "kelk" genoemd lichaam breidt zich uit in vijf tot tien armen, die zelve zich meestal wederom in een aantal van gelede, bewegelijke armen verdeelen. De kelk wordt gedragen door een steel, die desgelijks uit leden is zamengesteld, en bij sommige soorten eene aanmerkelijke lengte bereikt.

Honderden van soorten dezer Zeelelieën nu bewoonden de voorwereldlijke zeeën, op welker bodem zij met hunne stelen waren vastgehecht,

Fig. 2.

*Rhizocrinus lofutensis.*

terwijl zij de armen in het omgevende water uitbreidden. Zij hebben zeer talrijke fossile overblijfselen achtergelaten, in de lagen van de palaeozoische en mesozoische tijdperken. Maar reeds in laatstgenoemd tijdperk, vooral tegen het einde daarvan, begonnen zij sterk in aantal te verminderen, en in de tegenwoordige zee zijn bijna geen dier gesteelde Crinoiden meer overgebleven, maar wordt deze groep voornamelijk vertegenwoordigd door vrij levende vormen, de Haarsterren of Comatuliden, die slechts in hunne eerste jeugd met een steeltje zijn vastgehecht. Men kende tot dusver slechts een paar soorten van blijvend gesteelde Zeelelieën, *Pentacrinus Caput Medusae* en *Holopus Rangii*, die in een uiterst beperkt getal van exemplaren in de West-indische zee waren aangetroffen. Thans kan men daaraan eene derde soort toevoegen (Fig. 2), die het eerst door Sars in de diepe zee bij de Loffoden-eilanden werd gevonden, en van hem den naam van *Rhizocrinus* ontving, maar sedert zoowel door POUITALÈS uit de zee beoosten Florida als door WYVILLE THOMSON en CARPENTER in die benoorden Schotland en op ver-

scheidene punten van den Atlantischen oceaan is opgehaald, zoodat deze soort derhalve een zeer uitgestrekt gebied heeft. Wij kunnen er nog bijvoegen dat dezelfde soort ook voorkomt in den kalksteen van Guadeloupe, waarin de bekende fossile geraamten van menschen gevonden zijn. De naam van *Rhizocrinus*, dien wij door Wortelzeelie zouden kunnen vertalen, is er aan gegeven, omdat uit het onderende van den steel wortelachtige takken ontspringen, waardoor deze op den bodem steunt en zich daarin vasthecht, ongeveer op eene dergelijke wijze als sommige tropische gewassen, b. v. *Pandanus*, dit met hunne luchtwortels doen.

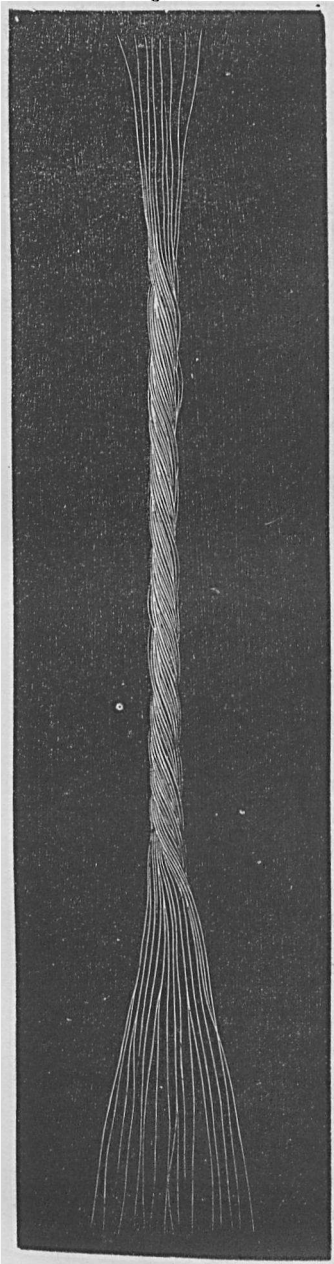
In maaksel stemt overigens *Rhizocrinus* het naast overeen met *Bourgueticrinus* der krijtperiode, ofschoon de levende soort veel kleiner dan de uitstorfene is en daarvan als het ware een dwergachtige nazaat kan genoemd worden.

Een zeer belangrijk aandeel aan de diepzee-fauna wordt genomen door vele soorten van Sponsen. Het is nog niet zeer lang geleden, dat men niet recht wist of die wezens tot het plantenrijk of tot het dierenrijk moesten gebracht worden. Thans bestaat daaromtrent wel geen twijfel meer. Zij zijn dieren, maar dieren van een zeer eenvoudig maaksel. Dit sluit echter niet eene groote verscheidenheid uit. Reeds telt men daarvan honderden soorten op, waaronder er zijn, die zeer verschillen van onze gewone, tot huisselijke doeleinden gebezigde sponzen. Deze zijn zacht en zamendrukbaar, omdat haar skelet, — d. i. namelijk dat gedeelte hetgeen wij gewoonlijk alleen spons noemen en hetwelk overblijft, na uitwassching en uitspoeling der weekere lichaamsdeelen, — uit fijne hoornachtige, tot een net verbonden vezelen is samengesteld. Zeer vele andere soorten van sponzen zijn daarentegen hard en stijf, omdat hun skelet geheel of ten deele bestaat uit kiezel- of kalknaalden, die nog allerlei verschillen in vorm aanbieden (waarvan eenige op de bijgevoegde plaat, in fig. 4, 5, 6 en 7 zijn voorgesteld) en onderling op zeer verschillende wijzen tot een samenhangend geheel verbonden zijn. Men noemt haar daarnaar Kiezelsponzen en Kalksponzen. Bij eerstgenoemden bestaat het skelet derhalve uit kiezelzuur, d. i. dezelfde stof, die als kwarts en als bergkristal in de rotsen voorkomt, waaruit ook het meerendeel der zandkorrels bestaat, en die het belangrijkste bestanddeel van ons glas uitmaakt. Meest zijn de kiezelnaalden zeer klein, zoodat zij alleen door het mikroskoop kunnen herkend worden, maar somtijds bereiken zij eene aanmerkelijke grootte, en dit juist geldt meer bepaaldelijk van sommige op den bodem van diepe zeeën groeiende soorten.

Reeds voor vele jaren had von SIEBOLDT uit Japan spiraalsgewijs gedraaide pluimen van lange, schijnbare glasdraden medegebracht, die daar te lande als sieraden werden gebruikt (Fig. 3). Zij waren uit de zee afkomstig en werden door de Japansche visschers aangebracht. Het duurde lang eer het aan de natuuronderzoekers gelukte uit te maken, wat die bundels, als tot een touw ineengedraaide, glasachtige draden eigenlijk zijn. Men vond ze gewoonlijk voor een gedeelte bekleed met een uitwendige bruine laag, waarboven de korte hoofdjes van polypen



Fig. 3.



Kiezelsaalden-bundel uit den steel van *Hyalonema Sieboldtii*, op de halve grootte.

(*Palythoa*) uitsteken. (Zie fig. 1 *c—d* op de bijgevoegde plaat.) Dat zij van dierlijken oorsprong waren, hield men voor zeker en noemde de soort *Hyalonema Sieboldtii*. Aanvankelijk waren er, die, op grond der aanwezigheid van de genoemde polypenhoofdjes, het geheele wezen voor een polypenstok verklaarden, waarvan de bundel glasachtige draden, die nu gebleken waren uit kiezelzuur te bestaan, de as was. Doch in 1860 bewees MAX SCHULTZE, aan voorwerpen uit 's Rijks museum te Leiden, dat *Hyalonema* een spons is, en dat de lange kiezelraden reusachtig groote sponsnaalden zijn. De polypenhoofdjes zijn niet anders dan parasieten, die zich daarop bevestigd hebben<sup>1</sup>. MAX SCHULTZE beging alleen de zeer verschoonbare fout, dat hij het wezen ten onderste boven stelde, namelijk het eigenlijke sponslichaam beneden- en den bundel kiezelraden bovenwaarts gekeerd. Die fout bleek eerst toen LOVÉN, professor te Stockholm, in 1868, in de gelegenheid was eene verwante, hoewel veel kleinere soort, te onderzoeken, die uit de zee bij Noorwegen was opgehaald. Nog in hetzelfde jaar beschreef de portugeesche hoogleeraar BARBOZA DU BOCAGE eene Hya-

Dat ook andere polypachtige wezens dan *Palythoa* zich daarop bevestigen kunnen, blijkt uit een merkwaardig voorwerp, waarnaar de afbeelding in fig. 1 op de bijgevoegde plaat gedeeltelijk is vervaardigd, en dat bewaard wordt in het museum van den zoölogischen tuin te Amsterdam. Hier heeft, behalve de tevens aanwezig zijnde *Palythoa's*, ook eene *Gorgonia* (bij *f*) een gedeelte van den steel omkorst.

lonema, die gevonden wordt op diepten van 750 meters, tegenover Setubal, ter plaatse waar de reeds (bl. 20) vermelde haaien-visscherij bestaat. Eindelijk hebben ook WYVILLE THOMSON en CARPENTER, bij hunne verschillende tochten, met het sleepnet, op een aantal punten van den Atlantischen oceaan, Hyalonemen uit de diepte opgehaald, en wel van dezelfde soort als de Japansche.

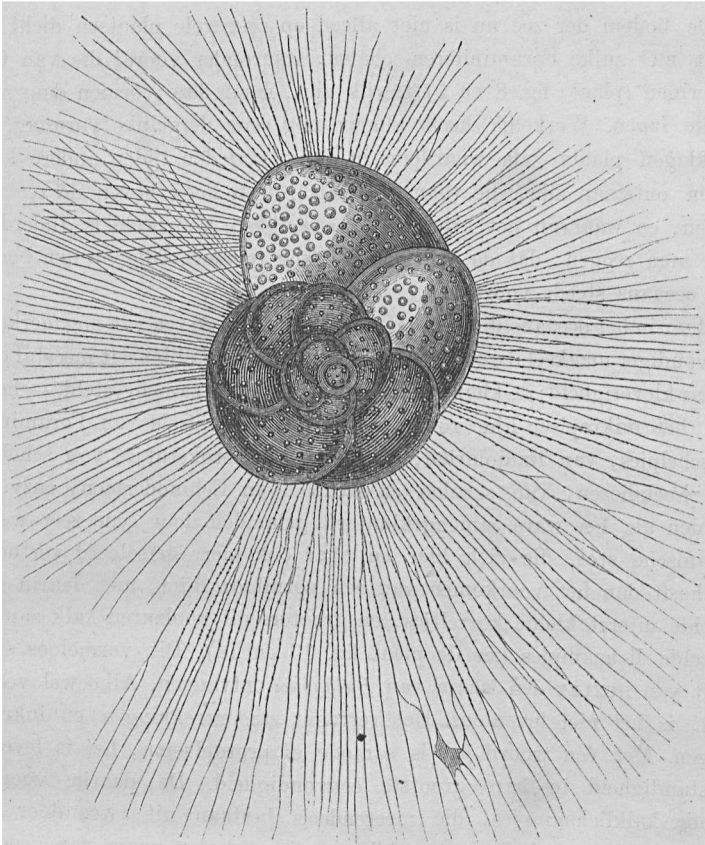
Men weet derhalve thans met zekerheid niet alleen dat Hyalonema een spons is, maar een spons met een tamelijk groot lichaam (Plaat, fig. 1 *a—b*), dat gedragen wordt door een langen, dunnen steel, waarvan de as uit kiezelnaalden is zamengesteld. Bedenkt men nu, dat zulk een steel uit den aard der zaak zeer broos is, dan ziet men tevens dadelijk in, waarom zulk een wezen alleen op groote diepte leven kan, waar eene ongestoorde rust heerscht en de golfslag, die de oppervlakte van het water in zoo heftige beroering kan brengen, zich volstrekt niet meer gevoelen laat.

Het is trouwens gebleken, dat behalve deze Glasdraadspansen, nog een aantal andere Spansen met een broos en teeder kiezelskelet op groote diepten leven. Daartoe behooren de sierlijke Euplectellen en Corbitellen uit de Philippijnsche en Molluksche zeeën, de soorten van *Dactylocalyx*, *Aphrocallistes*, de fraaije *Holtenia*, die uit de diepten van den Atlantischen oceaan zijn opgehaald, allen vormen die onmogelijk aan het geweld eener door den wind bewogene zee zouden kunnen weerstand bieden, en zich als het ware aan het gewoel der wereld onttrokken hebben, om in de duistere diepte, waar meer dan kloosterlijke stilte heerscht, een veilig toevluchtsoord te vinden.

Zoo kan het derhalve niet verwonderen dat men in het bodemslib van schier alle zeeën, hetwelk door het dieplood wordt opgebracht, sponsnaalden vindt. Maar in dat slib treft men gewoonlijk nog de overblijfsels aan van andere veel kleinere wezens: van Diatomeën, wier uitwendig hulsel een dikwijls zeer sierlijk en regelmatig geteekende kiezelschaal is, die nog zeer verschillende gedaanten kan hebben, maar meestal, althans bij de op groote diepte voorkomende soorten, schijfvormig is (zie de plaat fig. 11); van Radiolarien (fig. 12), welker uiterst week lichaampje gedragen en gesteund wordt door een traliewerk van kiezelbalkjes, dat allerlei nog zeer uiteenlopende vormen kan hebben; van Foraminiferen eindelijk, wier uit kalk of samengeklonterde zandkorreltjes bestaande schalen niet zelden in gedaante min of meer gelijken op de schelpen van veel hooger georganiseerde weekdieren en uit

een grooter of kleiner getal van aaneengevoegde kamertjes bestaan, (zie fig. 3 en fig. 8, 9, 10 der plaat) waarbinnen de uiterst weke, geheel structuurlooze, gelei- of slijmachtige lichaamszelfstandigheid is besloten, die de zetel van het leven is. Die zelfstandigheid, — welke

Fig. 4.

*Discorbina globularis*; vergroot.

trouwens niet enkel bij Foraminiferen, maar ook bij Radiolariën, Sponzen en vele andere lagere dieren, een hoofdbestanddeel van het lichaam uitmaakt, — draagt den naam van “sarcode” of van “protoplasma”. Zij vertoont ons de levende stof in hare grootste eenvoudigheid. Dat zij inderdaad leeft, bewijzen de verschijnselen die zij aanbiedt. Zij kan

van vorm veranderen, zich uitzetten en inkrimpen, verlengselen uitzenden en deze weer terugtrekken. Die verlengselen, gewoonlijk met den naam van pseudopodiën onderscheiden, treden bij de Foraminiferen, als fijne draden, hetzij alleen uit de opening der schaal of bovendien uit talrijke gaatjes in de wanden van deze naar buiten.

De bodem der zee nu is niet alleen op zeer vele plaatsen dicht bedekt met zulke Foraminiferen-schalen, waaronder vooral die van Globigerinen (plaat, fig. 8 en 9) talrijk zijn, maar deze vormen daar zelfs dikke lagen. Werkelijk heeft aldaar nog eene dergelijke vorming van kalklagen plaats, als waardoor in lang verleden tijden andere kalklagen ontstaan zijn, die thans zich als rotsen hoog boven de zee verheffen, en waarvan het krijt het opmerkelijkste voorbeeld is. Inderdaad kan men zeggen, dat de krijtformatie nog tegenwoordig op den bodem des oceaans steeds voortgaat.

Maar in het oceaanslib vindt men nog een ander wezen van nog merkkelijk eenvoudiger maaksel dan dat der Foraminiferen. Dit slib heeft meestal eene zekere kleverigheid; de kleine deeltjes waaruit het is zamengesteld, — hetzij dan het mikropisch fijne rotsgruis, of de overblijfsels van Foraminiferenschelpjes, van Radiolariën, de zeer kleine brokstukjes van schelpen van weekdieren, van schalen en stekels van Echinodermen, enzv. — worden als het ware samengeklonterd gehouden door eene zeer weeke organische stof, die zich hier en daar ook meer geïsoleerd vertoont. Zij heeft dan het voorkomen van een vormloos slijm, met daarin verspreide uiterst kleine korreltjes, en grootere uit koolzuren kalk zamengestelde lichaampjes (zie de plaat fig. 13 en 14). Dit vormeloos slijm heeft van HUXLEY den naam van *Bathybius* ontvangen. Alhoewel vormloos, is het niet levenloos. Het vertoont zamentrekkingen en inkrimpingen. Met één woord het is sarcode of protoplasma, het is levende zelfstandigheid in hare grootste eenvoudigheid. De daarin voorkomende kalklichaampjes, die meerendeels bestaan uit twee door een kort halsje vereenigde bolle schijffjes, zijn met den naam van “coccolithen” bestempeld. Zij komen ook wel vereenigd voor en vormen dan min of meer bolvormige klompjes, die men “coccospaeren” heeft genoemd.

Het voorkomen van dergelijke lichaampjes in het krijt was reeds in 1836 door EHRENBURG ontdekt, die hen echter toen eenvoudig “krystalloïden”, later in 1854 (in zijne Microgeologie) *Discoplea* noemde.

Dat zij in schier alle kalkgesteenten, van het triastijdperk af, voorkomen, heeft onlangs GUMBEL <sup>1</sup> aangewezen.

Zoo bestaat derhalve en, — mogen wij er wel bijvoegen, — bestond ook vroeger het bodemslib op zeer vele punten des oceaans uit de overblijfselen van biljoenen en triljoenen van levende wezens niet alleen, maar was een gedeelte daarvan zelf een levend wezen!

Ziedaar in het kort eenige der hoofdfeiten, welke het onderzoek des zeebodems in den loop der laatste jaren hebben aan het licht gebracht. Daaruit is gebleken, dat men vroeger in menig opzicht gedwaald had, dat men te voorbarig uit weinige gegevens belangrijke gevolgtrekkingen had afgeleid. Door de ontdekking dat ook de diepste zeeën bewoond kunnen worden door levende wezens, is de ruimte, die de zetel van het leven kan zijn, meer dan verdubbeld.

Zoo eerst vertoont zich de zee aan het oog onzer verbeelding, gelijk zij inderdaad is, als de zich tot in de diepste afgronden uitstrekende woonplaats van levende schepselen, die in rijkdom van vormen niet onderdoen voor hen die het land bewonen en hen wellicht nog overtreffen door de belangrijke gevolgtrekkingen voor de wetenschap in het algemeen, welke uit hun onderzoek voortvloeien.

#### VERKLARING DER PLAAT.

Fig. 1. *Hyalonema Sieboldii*, halve grootte; naar voorwerpen in het museum van den zoölogischen tuin te Amsterdam;

a—b. sponslichaam,

c—d. bekleed gedeelte van den steel, met daarop verspreide *Palythoa's*,

e. daaruit te voorschijn tredende bundel van kiezelnaalden,

f. op den steel als parasiet gehechte *Gorgonia*.

Fig. 2 en 3. Gedeelten der lange kiezelnaalden uit den steel, bij geringe vergrooting.

<sup>1</sup> *Neues Jahrb. f. Miner., Geol. u. Palaeont.* 1870 p. 753.

- Fig. 4. Een der kruisvormige kiezelnaalden uit het sponslichaam.
- Fig. 5. Sponsnaalden uit het slib van den bodem der Banda-zee, op 2250, 3850 en 5000 meters diepte, bij eene 200 malige vergrooting.
- Fig. 8 en 9. Globigerinen van den bodem der Banda-zee, op 2250 meters, bij 200 malige vergrooting.
- Fig. 10. *Textilaria*, van denzelfden bodem.
- Fig. 11. *Podocyrtilis micracanthus*, in het slib der Banda-zee, op 3850 meters diepte, bij 200 malige vergrooting.
- Fig. 12. *Coscinodiscus irradiatus*, uit het slib derzelfde zee, op 2250 meters diepte, bij 200 malige vergrooting.
- Fig. 5 tot 12 zijn ontleend aan mijne *Bijdrage tot de kennis der Mikroskopische fauna en flora van de Banda-zee, naar aanleiding van eenige door diepzeeloodingen van 900 tot 4000 vademen uit die zee opgebrachte gronden*, in 1863 uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
- Fig. 13 en 14. *Bathybius* met coccolithen; naar HAECKEL.

