

# DE TEMPERATUUR EN DE DIEREN DER ZEE.

UIT DE PORTEFEUILLE VAN

wijlen Dr. T. C. WINKLER.

De vraag, wat is de invloed van de temperatuur op het dierenleven der zee, is in den laatsten tijd op nieuw door onderscheidene natuuronderzoekers behandeld, en wel vooral naar aanleiding van het onderzoek van de diepste plaatsen, van de afgronden der zee, dat ons in onzen tijd zooveel belangrijks heeft geleerd betreffende het leven op die voorheen volkomen onbekende diepten. Meer dan twintig jaar geleden is die vraag reeds in Engeland en Amerika besproken, en nog zijn de geleerden het op vele punten oneens, vooral in hoever de temperatuur van het water der zee invloed heeft op de verspreiding der dieren die in zee leven. Sommige schrijvers beschouwen de temperatuur als de eenige belangrijke factor, terwijl anderen er hoegenaamd geen waarde aan hechten. Dit verschil van meening blijkt vooral uit de werken van twee geleerden, die zich bijzonderlijk met de biologie der zee hebben bezig gehouden, namelijk WALTHER en HEILPRIN. Wij willen in dit opstel nagaan wat deze beide geleerden en vele anderen zeggen over de bovenstaande belangrijke vraag.

WALTHER zegt, na een opsomming van vele feiten, die volgens hem, den invloed van de temperatuur bewijzen, dat zij niet slechts is *een* factor, maar *de* factor die bij uitsluiting het leven der zee bepaalt, zelfs meer dan anderen, zooals het licht, de atmosferische drukking enz.

HEILPRIN integendeel gelooft niets van dien grooten en overwegenden invloed der temperatuur op het dierenleven der zee, en redeneert volgenderwijs: »Rifbouwende koralen, die het best tieren op 70° tot 75° F., en die beneden 68° niet kunnen leven, vinden deze tempe-

ratuur in vele gedeelten van den oceaan, zelfs op groote diepten, b.v. in de Roode Zee op den bodem, en desnietteenstaande komen zij overal eeniglijk voor aan de oppervlakte. En omgekeerd: de fauna der diepzee begint reeds op geringe diepten (op 100 vadem als er een bodem is), en, ofschoon de temperatuur dáár veel hooger is dan in de echte afgronden, is de fauna de zelfde." Het begin van de diepzee-fauna is steeds op zekere diepte te erkennen, een diepte die in meters overal ongeveer dezelfde is, doch die een zeer verschillende temperatuur in de verschillende zeeën en op verschillende aardbreedten moet hebben. Bovendien, als de temperatuur de bepalende factor is, moesten de dieren die aan de polen leven, de zelfde zijn als die in de afgronden op lagere aardbreedten voorkomen, en dit wordt door HEILPRIN ontkend.

OTTO MAAS antwoordt hierop, dat er in deze bewering geen voldoend onderscheid gemaakt wordt tusschen de volgende feiten en betrekkingen:

1<sup>o</sup>. In de eerste plaats wordt er geen onderscheid gemaakt tusschen de dieren van het *Plankton* en die van het *Benthos*, in tegenstelling met die van het *Nekton*.

2<sup>o</sup>. Ten tweede wordt er een parallel getrokken tusschen de horizontale en de verticale verspreiding met betrekking tot de temperatuur, terwijl inderdaad deze laatste door andere factoren wordt gecompliceerd, zooals drukking, gemis van licht enz. En bovendien, de trappen in de verandering der temperatuur op verschillende diepten zijn niet allen in verhouding tot de grootte van de diepten.

3<sup>o</sup>. Er wordt geen onderscheid gemaakt tusschen *eurythermale* en *stenothermale* dieren.

Eer wij verder gaan, zal het niet ondienstig zijn een korte verklaring te geven van de termen *Plankton*, *Benthos*, *Nekton*, *eurythermaal*, *stenothermaal* enz.

De term *Nekton* omvat de vrij zwemmende dieren der zee, visschen, walvisschen, vele schaaldieren, enz. derhalve zulke dieren die naar willekeur groote afstanden in het water kunnen afleggen, zonder van getijden, stroomen en winden afhankelijk te zijn.

De dieren, die tot het *Plankton* behooren, kunnen ook groote afstanden afleggen, maar niet naar willekeur, slechts door in zee te drijven, voortgestuwd door stroomen, zooals bij voorbeeld het geval is met zeekwallen, medusen enz. Verder onderscheidt men het *littoraal Plankton* dat is het *Plankton* van het ondiepe water, van het

strand, en het *Plankton par excellence*, het Plankton van de opene zee.

Tot het *Benthos* rekent men elk dier dat zijn leven doorbrengt in verband met den zeebodem, onverschillig of het de bodem is van diep water of van ondiepten aan het strand. Volgens HÆCKEL onderscheidt men een vastzittend of *sessile Benthos*, dat is dieren die volkomen en altijd op den bodem vast zitten, zooals korallen, polyphen enz. en een *ambulant Benthos*, dat is dieren die zich slechts kruipende of schuivende over den bodem kunnen bewegen, maar niet naar willekeur kunnen zwemmen, zooals zeeanemonen en dergelijken.

Hoe verschillend dus deze diergroepen ook zijn mogen, er komen toch overgangen in voor, zelfs in het leven van een en de zelfde soort. Een medusa b.v. vastzittend op den steel van een polypoïde, is een *Benthos*-dier, doch zoodra het los raakt, is het een *Plankton*-dier. Doch zulks gebeurt slechts bij de dieren van het littoraal *Plankton*, en niet bij die van het *Plankton* der opene zee: ook zijn er andere medusen die nooit in hun leven een tijdperk van vast zitten hebben, en die dus, zooals de Salpen en Radiolariën, *Plankton*-dieren *par excellence* zijn.

*Eurythermale* dieren kunnen groote temperatuurverschillen verdragen, *stenothermale* dieren kunnen dat niet. Elk dier heeft zeker optimum van temperatuur, waarbij het 't best tiert. Eenige graden daarboven lijdt het en ontwikkelt het zich niet, en eenige graden daarbeneden evenzoo. Er zijn dus voor elk dier drie punten op de schaal van den thermometer — optimum, maximum en minimum. Nu, voor sommige dieren kan de ruimte op de thermometerschaal tusschen maximum en minimum zeer groot zijn — dit zijn *eurythermale* dieren; voor andere dieren is die ruimte klein — dit zijn *stenothermale* dieren. Het spreekt van zelf dat warmbloedige dieren grootere verschillen van temperatuur kunnen verdragen, omdat zij een mechanismus tot regeling der warmte in hun eigen lichaam bezitten: zij zijn dus eurythermaal. Integendeel zijn de *poikilothermale* dieren, waartoe de dieren der zee bijna uitsluitend behooren, *a priori* stenothermaal.

Uit dit alles volgt dus dat men *eurythermale* dieren niet kan gebruiken tot een bewijs en ook niet tot een ontkenning van den invloed der temperatuur. Vele stranddieren, vooral weekdieren en stekelhuidigen, zijn bewezen eurythermaal te zijn. Als een tweekleppig weekdier bij voorbeeld zoowel in de Noordpool-zee als in de zuidelijkste gedeelten der Noordzee wordt gevonden, bewijst zulks niets voor den invloed der temperatuur, evenmin als het voorkomen van een

eurythermaal dier aan de oppervlakte van de Middellandsche zee en aan de oppervlakte der zee bij Spitsbergen, een bewijs daar tegen zou zijn. Ook is het duidelijk dat het noodzakelijk is, dat de dieren van het Nekton, de zwemmers, niet al te gevoelig zijn voor de temperatuur, want door hun vermogen van zich te bewegen, zoowel in horizontale als in verticale richting, komen zij lichtelijk in zeer verschillende temperaturen, en zij moeten daartoe geschikt, geadapteerd, zijn als het vermogen van te kunnen zwemmen voor hen van eenig nut zou zijn. En het is een feit dat de groote zwemmende zeedieren, zoals schaaldieren en visschen, in 't algemeen eurythermaal zijn. De geografische verspreiding der zeezoogdieren, walvisschen, enz., schijnt deze bewering te weerspreken, doch inderdaad is het zoo niet. Want hoewel het waar is dat sommige soorten dezer dieren bij uitsluiting hooge noorder- of zuiderbreedten bewonen, gebeurt dit niet omdat zij niet in staat zijn een hoogere temperatuur te verdragen, maar omdat zij slechts in die streken de ontzaglijke hoeveelheid organische stof uit het Plankton kunnen bekomen, die zij tot onderhoud van hun reusachtige lichamen noodig hebben.

En hier komen wij tot een ander belangrijk punt: op hooge noorder- en zuiderbreedten zijn de voortbrengselen van het *Plankton* kleine schaaldieren, *Clio Borealis*, wieren, enz. uitermate overvloedig, omdat de afwisselingen en verschillen der temperatuur hier zeer gering zijn, en derhalve de levensvoorwaarden zeer gunstig, ondanks een lagen graad van temperatuur. En juist dit heeft er veel toe bij gedragen om de vraag van den invloed der temperatuur onduidelijk te maken. Als een dier niet kan bestaan beneden of boven een bepaalden graad van temperatuur, is het duidelijk dat de bepaling van de gemiddelde temperatuur van een streek slechts een geringe zoögeografische waarde heeft, want deze gemiddelde temperatuur kan even goed het gemiddelde zijn tusschen twee temperaturen die geschikt zijn voor het dier, als tusschen twee die nadeelig of noodlottig voor hem zijn. Men heeft daarom getracht lijnen van de grootste koude te trekken, als beslissend voor deze vraag, en die lijnen zijn door DANA *isocrymale* lijnen geheeten. Doch daardoor is niet veel gewonnen, vooreerst niet omdat wij evengoed acht moeten slaan op de lijnen van grootste warmte, en ten tweede omdat het niet de graad van temperatuur alleen is, maar ook de uitbreiding van het verschil hetwelk een schadelijken invloed heeft. Het is in sommige opzichten bewezen, dat de zelfde dieren op zeer verschillende temperaturen kunnen leven, op 3°, op 7°, ja op 15° C. indien slechts die temperatuur in de be-

treffende streken standvastig blijft op 3°, 7° of 15° C. En dit zijn zekerlijk eurythermale dieren, doch zij zijn desniettemin *stenoi*, dat is beperkt, niet ten opzichte van de temperatuur, maar ten opzichte van haar variatiën. Een zonderling feit in het leven der zee, waarop SEMPER het eerst de aandacht heeft gevestigd, kan op deze wijze verklaard worden. Sommige Hexactinelliden, typische sponzen der diepten, komen op zeer verschillende temperaturen in de Stille zee voor, zelfs op een betrekkelijk geringe diepte in tropische gedeelten der zee, waarin de temperatuur ongeveer 10° hooger is dan in grootere diepten in de Chineesche zee, waarin zij ook gevonden worden. Op al die plaatsen vindt men, behalve de afwezigheid van stroomen, een geringe variatie der temperatuur.

Wij hebben nu gezien dat de Nekton-dieren eurythermaal zijn, en dus niet tot bewijs voor den invloed der temperatuur kunnen dienen: anders evenwel is het met de beide andere biologische groepen van het leven der zee, het Plankton en het Benthos. Onder de dieren van het Benthos zijn vele eurythermaal, zooals de waarneming leert, doch de meerderheid is ingericht voor zekeren bepaalden graad van temperatuur, welke, evenals de betrekkingen tot het licht, tot het karakter van den bodem enz. tot de bijzondere eigenschappen van de soort moet worden gerekend. De meeste Benthos-dieren zijn dus stenothermaal en daarom is de invloed van de temperatuur op hen zoo duidelijk en zoo merkwaardig.

De kusten der zee kunnen verdeeld worden naar de aardbreedte of de isocrymale lijnen in *zonen*, die weer onderverdeeld kunnen worden naar de vaste landen in *areas*. DANA, GÜNTHER en AGASSIZ hebben zich vooral met de dieren, die aan het strand leven, bezig gehouden en aangetoond, dat de temperatuur niet de eenige factor is in de verspreiding van het Benthos, daar ook de aard van den zeebodem enz. hierin een rol speelt. Doch de temperatuur is in dit opzicht zeker de belangrijkste. De verspreiding van het leven in de opene zee is niet zoo duidelijk, daar hier de verdeeling in de lengte niet in aanmerking kan komen, omdat de invloed van de vaste landen niet merkbaar is. Echter zou het onjuist zijn te meenen, dat de echte Plankton-dieren volkomen cosmopolitisch zijn. *A priori* kan men aannemen, dat de zonnewarmte, verschillend op verschillende breedten, de verspreiding van het dierenleven der zee moet regelen: zoo moet er dus een stelsel van gebogen lijnen, kurven, ontstaan, parallel met de breedtegraden; doch dit kurven-stelsel wordt verbroken door de werking van stroomen en winden. Evenwel worden door die stroomen

de streken scherper bepaald, want anders zouden zij trapsgewijs in elkander overgaan, wat inderdaad niet het geval is.

Zoowel ten noorden als ten zuiden van den evenaar kan men drie kringen van stroomen onderscheiden, op 0—10, 10—50 en 50—80° breedte, en in die kringen als 't ware eilanden van stil water, de zoogenoemde *Halistasen*. Deze kringen, dat is de temperatuur die er in heerscht, vormen den krachtigsten factor in de verspreiding van het leven der zee. Een zeestroom vertoont altijd een verschil van temperatuur aan zijn rand of buitenste grens; en door zijn kringsgewijzen loop worden, zooals BRANDT heeft aangetoond, de zeedieren gehouden in temperaturen van vrij standvastigen aard. Zij worden altijd door den kringstroom als terug geworpen, en zijn niet in staat er uit te ontsnappen en te tieren in het omringende koudere of veel warmere water. Dit is klaarblijkelijk slechts van toepassing op de stenothermale dieren, want eurythermale dieren kunnen gedreven worden naar andere streken en volhouden met dáár te tieren. Zeestroomen werken derhalve op twee manieren: òf als hulpmiddelen tot verhuizingen, òf als slagboomen voor verspreiding. Het laatste is in 't algemeen het geval met Plankton-dieren. En dus is het te verklaren hoe het komt, dat er somtijds aan de engelsche kusten zeedieren in grooten overvloed worden gevonden, die er overigens in 't algemeen zeldzaam zijn of er volkomen ontbreken. Deze dieren zijn stenothermale Plankton-dieren. In gewone tijden vormt de Golfstroom voor hen een scherpe grens. Als zij door den stroom in kouder water worden gedreven, kunnen zij daarin niet tieren en zij sterven. Zulke ongewone voorvallen zijn waargenomen in jaren van buitengewoon warm weder. Dan vinden de uit het zuiden aangevoerde dieren een geschikte temperatuur op de oppervlakte der zee in het noorden, en de werking van den stroom is in deze gevallen een verspreidende.

Hoe groot het verschil kan zijn aan elken kant van een stroom, blijkt uit hetgeen door de Plankton-expeditie bij den Golfstroom of stroom van Florida is waargenomen. OTTO MAAS zegt: »door het bestudeeren van de *Craspedoten* dier expeditie, bleek het mij dat geen enkele soort van *Medusa* ten noorden van den Golfstroom levende, ten zuiden daarvan voorkwam en *vice versa*. Een medusa, de *Aglantha digitalis*, reeds door FORBES beschreven, wordt standvastig en in menigte tusschen Engeland en Groenland gevonden, maar ten zuiden van den Golfstroom vangt men geen enkel exemplaar. Hetzelfde is het geval met een *Narromedusa*, de *Solmaris multilobata*. Aan den anderen kant wordt *Aglaura hemistoma*, die niet in het noorden voorkomt, geregeld

in het midden, in het equatoriaal gedeelte van den Atlantischen oceaan gevonden, en hetzelfde kan gezegd worden van *Rhopalonema velatum* en eenige soorten van *Liriopé*. Zulke waarnemingen heeft men ook betreffende andere diergroepen, b. v. de ringwormen, *Anneliden*, die in zee leven. De Tomopteriden zijn overvloedig in het noorden, en de Alciopiden ontbreken daar, en komen slechts ten zuiden van den Golfstroom voor. Dezelfde scherpe grens is aangetoond voor Appendiculariën en Decapoden, vooral scherp bepaald is het Copepodengeslacht *Copilia*, dat in het noorden ontbreekt, maar des te overvloediger en in vele soorten in het equatoriaal gedeelte voorkomt. Het is merkwaardig dat er in de oostelijke gedeelten, bij Ascension, andere soorten gevonden worden dan die op dezelfde breedte bij Brazilië zijn gevonden. Hetzelfde is het geval met sommige medusen, volgens OTTO MAAS. Dit is eenvoudig te verklaren door den invloed der temperatuur. Bij Ascension loopt een koude stroom: stenothermale dieren, die voor koud water geadapteerd zijn, vinden hier een temperatuur die hun past, terwijl zij in de tropische wateren bij Brazilië niet kunnen groeien en tieren. De invloed van dien bovenbedoelden kouden stroom is ook waargenomen door STUDEE en door de geleerden van den Challenger.

De familie der Geryonid-medusen, waartoe *Liriopé* behoort, levert een goed voorbeeld van den invloed der temperatuur op Planktondieren, zooals de koralen zulks voor Benthos-dieren doen. De Geryoniden schijnen warm water te behoeven, en komen slechts op zekere breedte voor. Zij zijn overvloedig in de Middellandsche zee, doch ontbreken volkomen in de Noordzee en noordelijker zeeën, ook zijn zij overvloedig in het equatoriale gedeelte van den Atlantischen oceaan en van de Stille zee. Gedurende de expeditie van den *Albatros* verkreeg OTTO MAAS deze dieren in groote menigte uit warme stroomen, alsmede uit de Roode Zee en de Indische Zee, doch nooit uit meer zuidelijke breedten. Het is in overeenstemming met deze duidelijke behoefte aan warmte, dat de Geryoniden typische oppervlakte-dieren zijn. Dit blijkt uit de zoogenoemde »Stufenfänge», dat is vangsten gemaakt op hetzelfde station op 50, 100 en 200 meter diepte: zij kwamen zelfs voor in het oppervlaktenet van de Plankton-expeditie, waarin vele andere dieren, die op 100 meter gevonden werden, ontbraken. Het is bekend hoe de parapluievormige lichamen dezer dieren boven water uitsteken, vooral gedurende hun samentrekkingen, en dat de Italiaansche visscheren daarom *capelletti di mare*, dat is zeehoedjes, noemt. AGASSIZ nam het zelfde waar op zijn drie laatste kruistochten: een *Liriopé* was de meest voorkomende meduse, en die altijd aan de oppervlakte gevon-

den werd, zelfs wanneer *Stomobrachium* en andere soorten naar een diepte van 100—200 meter geweken waren, om den invloed van het daglicht en de zonnewarmte te ontgaan.

En zoo komen wij nu aan het onderscheid tusschen verticale en horizontale temperatuurverschillen. Tot op een diepte van 400 meter kan men een vergelijking maken tusschen de temperaturen op verschillende diepten en de veranderingen der oppervlakte-temperatuur, maar in grootere diepten wordt dit onmogelijk, daar het licht en de atmosferische drukking volkomen anders worden. Zelfs de temperatuur alleen kan niet worden vergeleken, want aan de oppervlakte vermindert zij zeer snel, en vervolgens al langzamer en langzamer, totdat men de temperatuur der afgronden, der groote diepten, bereikt. Bovendien kan op zekeren tijd de temperatuur van zekere diepte dezelfde zijn als die van de oppervlakte op een hogere breedte, maar de variaties zijn volkomen verschillend. In de Middellandsche zee houden de dagelijksche variatiën volkomen op in 18 meter diepte, en de jaargetijde-variatiën op ongeveer 400 meter, en, zooals wij boven hebben gezien, de variatiën zijn van meer belang dan de gemiddelde temperatuur. Voorheen beweerde men op theoretischen grond dat er even goed vele verticale gordels van verschillend leven konden zijn als er horizontale zijn. Dit kan slechts aangenomen worden voor zekere, geen 400 meter te boven gaande, diepten. En dit is volstrekt geen theoretische bewering, want alle stellige gegevens, die een betrekking bewijzen tusschen de vermindering der temperatuur in horizontale en verticale richting, zijn verkregen op diepten van minder dan 200 meter. Zoo, bij voorbeeld, komen *Echinocardium Kurtzi* en *Moira atropos* voor in den Golfstroom op een diepte van 25 meter, doch bij Noord Carolina aan de oppervlakte, en *Aeginopsis mediterranea* in de Middellandsche zee aan de oppervlakte, maar in de tropische gedeelten der Atlantische zee op 200 meter diepte.

De bovenstaande feiten in acht nemende, schijnt het niet zeker dat de horizontale verspreiding van de zeefauna gecompenseerd wordt door verticale verschillen, zoodat de zeefauna dezelfde temperatuur, die zij heeft aan de oppervlakte op hooge breedten, zou vinden op een lagere breedte in een grootere diepte. Verticale verhuizingen kunnen niet zoo uitgestrekt zijn, ten gevolge van het geringe vermogen van plaatsverandering dat de Plankton-dieren bezitten; en op groote diepten bestaan er toestanden die nergens aan de oppervlakte gevonden worden, op geen enkele breedte en in geen enkel tijdperk van het jaar. Vreemd zeker zijn de waarnemingen van CHUN, die de



oppervlakte-dieren van den winter in de Middellandsche zee in den zomer op een belangrijke diepte vond. Afgezien van de vraag of zijn toestel wel geschikt was om met zekerheid de diepte te bepalen, waaruit de dieren ondersteld werden te komen, kunnen zijn waarnemingen door den invloed der temperatuur misschien verklaard worden. In de Middellandsche zee is het water veel warmer dan in den Atlantischen oceaan: de verhuizende dieren zouden derhalve niet zulke uitersten van temperatuur als in de volle zee vinden, die, zooals AGASSIZ heeft aangetoond, ten minste op sommige plaatsen, volkomen ontbloomt is van dierenleven op zulke diepten. En derhalve zou in de Middellandsche zee een intermediaire, een het midden houdende zee-fauna in staat zijn onder bijzondere levensvoorwaarden te bestaan. En dit is volkomen in overeenstemming met de onderzoekingen van den Prins van Monaco betreffende het leven van de diepzee-dieren der Middellandsche zee. Voorheen meende men dat de atmosferische drukking de belangrijkste factor was in het diepzee-leven, en men had daaruit afgeleid, dat de diepzee-dieren, aan de oppervlakte komende, gedood zouden worden, voornamelijk door het grootte verschil in atmosferische drukking. Dit nu wordt door den Prins van Monaco ontkend: atlantische dieren uit 2000 meter diepte stierven als zij aan de oppervlakte kwamen, maar mediterrane dieren uit 2000 meter diepte, bleven in het leven. De atlantische dieren kwamen van 0° tot 20°, terwijl die van de Middellandsche zee kwamen van 13° tot 20°. En dus is het klaarblijkelijk dat de temperatuur hier de belangrijkste factor is. Het bewijs, dat er een intermediaire fauna bestaat, moet nog geleverd worden, en WYVILLE THOMPSON'S gezegde: »de fauna der diepten is bepaald tot twee streken: de eene aan de oppervlakte, de andere op den bodem,» is nog altijd geloofwaardig.

De fauna der diepten is voornamelijk een Benthos-fauna, min of meer in verband met den bodem. Een soort van littoraal-Plankton kan er mede verbonden zijn, maar de echte pelagische fauna gaat niet over zekere diepte. Wel kan er een intermediaire levens-zone zijn, maar die is dan een Nekton-fauna, dat is zwemmende dieren, waarvoor verticale afstanden van geen belang zijn, en die niet gevoelig zijn voor temperatuurveranderingen. Deze zijn alle eurythermaal, terwijl daarentegen de meeste dieren van het Benthos en het Plankton stenothermaal zijn. Geen feit bewijst zeker meer den invloed van de temperatuur op de verspreiding der zeedieren, dan dat van de koraaldieren voor de Benthos-dieren, en van de Geryoniden voor de Plankton-dieren.