



1 mei 2004



Klik hier voor de
gratis NRC Handelsblad
email nieuwsbrief

| Adverteren

- Voorpagina
- Binnenland
- Buitenland
- Europa
- Economie
- Kunst
- Sport
- Internet
- Rubrieken

- Opinie
- Discussie
- Columns
- Weblogs
- Archief
- Dossiers
- Documenten
- Foto's
- Encyclopedie
- Weer
- Denksport
- Fokke & Sukke

- Scholieren
- Expats

- NRC Handelsblad
- NRC.nl
- Abonnee Extra

Buitenland

De wapenwedloop op de bodem van de diepzee

De grote volkstelling in de wereldzeeën is begonnen: The Census of Marine Life. Meer dan driehonderd biologen uit 53 landen gaan in een wereldwijd onderzoek de biodiversiteit van de zee in kaart brengen. Dat is hard nodig, want over het leven in de zee weten we nog altijd bitter weinig en elke week worden er in de zee drie nieuwe vissoorten ontdekt.

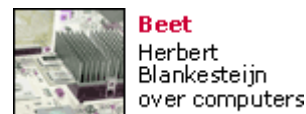
DOOR SANDER VOORMOLEN

De diepzee is voor biologen nog steeds een schatkamer vol onbekend leven. Maar de grote volkstelling in de wereldzeeën is begonnen. 'Volgens schattingen is een kwart van alle vissoorten in de oceaan nog niet ontdekt', zegt de Oostenrijkse marien bioloog Franz Uiblein. 'Tot nu toe zijn er een kleine 16.000 soorten zeevissen beschreven door de wetenschap. Maar speciaal in de diepzee, dieper dan duizend meter, zijn tot nu toe eigenlijk nog maar een paar monsters genomen. We weten nauwelijks wat er leeft. In de wetenschappelijke expedities die nu op stapel staan, gaan we monsters nemen op grotere diepten van 2.000 of 3.000 meter. Daar verwachten we een groot aantal nieuwe soorten te ontdekken.'

Uiblein neemt deze zomer deel aan de wetenschappelijke Mar-eco-expeditie die het leven in de diepzee rond de Mid-Atlantische Rug gaat inventariseren. Deze rotsachtige vulkanische verhoging van de oceaانبodem verdeelt de Atlantische Oceaan in twee helften. Tussen de 60 graden noorderbreedte en 60 graden zuiderbreedte is de Atlantische Oceaan gemiddeld 3.730 meter diep. De Mid-Atlantische Rug rijst als een bergketen uit de oceaانبodem op, en reikt op de meeste plaatsen tot boven de 2.000 meter diepte. De rug heeft een belangrijke invloed op de oceaanstrooming en waarschijnlijk ook op het onderwaterleven.

Ter voorbereiding op de expeditie is Uiblein in de Noorse universiteitsstad Bergen, om de collectie diepzeevissen van het Natuurhistorisch museum te bestuderen. Ook bioloog Ingvar Byrkjedal, de curator

 Uw profiel  Log uit



Dossiers buitenland

- Internationale Strafhof
- Midden-Oosten
- Joegoslavië Tribunaal
- SARS
- Suriname
- Uitbreiding EU

Documenten buitenland

- Toespraak minister Bot over Europa
- Overzicht van moslimterroristische aanslagen
- Persconferentie president Bush, 13 april 2004

Gewervelde dieren van het museum, zal deze zomer meevaren aan boord van het Noorse onderzoeksschip 'G.O. Sars'. De expeditie is een onder- deel van 'Mar-eco', een van de grotere projecten van het overkoepelende Census of Marine Life. Mar-eco is een voornamelijk Europees project waarin wetenschappers proberen de biodiversiteit langs de Mid-Atlantische Rug te inventariseren.

Het Bergen Museum bezit een belangrijke historische collectie diepzeevissen uit de Atlantische Oceaan. Op de werkkamer van Byrkjedal, in een zijvleugel van het museum, staat een groot plastic krat met weckpotten, die hij voor de gelegenheid uit het depot heeft gehaald. In de bruingelige vloeistof drijven zwarte of donkerbruine vissen. Als Byrkjedal ze er met een pincet een voor een uit haalt, blijkt pas hoe bizar de dieren eruit zien. 'Deze vissen zijn in 1910 verzameld tijdens een Noorse diepzee-expeditie met het stoomschip Michael Sars', zegt Byrkjedal. 'Men voer ermee van Bergen naar Newfoundland, naar beneden tot aan de Canarische Eilanden en vervolgens weer terug naar Bergen. Onderweg visten ze met lange sleepnetten in de onbekende diepzee. De expeditie arriveerde in de thuishaven met meer dan duizend exemplaren van diepzeevissen, waaronder 45 nieuwe soorten. Dat was een fantastische prestatie voor die tijd.'

Byrkjedal toont een vuistgroot exemplaar van Krøyers hengelvis (*Ceratias holboelli*). 'Kijk, hier op de kop zit het hengeltje, een lichtorgaan op een steel om prooi te lokken. Alleen het vrouwtje vangt de prooi. De mannetjes zijn veel kleiner en leven zuiver parasitair, ze zuigen zich op het achterlijf van het vrouwtje vast. Ze zijn aangesloten op haar bloedstroom en halen daar hun voedsel vandaan. Het enige wat ze doen is sperma produceren. In de diepzee is de afstand tussen individuele vissen van een soort groot. Dit is dan een manier om een paartje bijeen te houden en de voortplanting te garanderen.'

De diepzeevissen in de collectie van het Bergen Museum zijn soms flink beschadigd. Dat komt voornamelijk door de primitieve omstandigheden waaronder ze zijn opgevist, maar ook hun verblijf van bijna een eeuw in de weckpotten heeft ze geen goed gedaan. Toch denkt Byrkjedal dat de oude collectie interessant vergelijkingsmateriaal biedt voor de expeditie van komende zomer. Byrkjedal laat een langwerpige pelikaan-aal zien, die voorlopig alleen een Latijnse naam heeft, *Saccopharynx hjorti*. 'Dit is een uniek exemplaar, het enige dat van deze soort bekend is. Hij werd in 1910 ten zuidwesten van de Azoren door de Sars-expeditie gevangen, maar is sindsdien nooit meer gezien. We hopen er deze zomer weer een tegen te komen.'

De museumbioloog toont ook een aantal grootbekken, vissen die er angstaanjagend uitzien met hun vervaarlijke centimeterlange tanden die uit hun fors bemeten bek steken. 'Dit zijn typische roofvissen van de diepzee. Ze moeten in staat zijn om zeer grote maaltijden in één keer te verorberen. Het voedsel is schaars. Dus als het er is, moeten ze geen kans voorbij laten gaan. Diepzeevissen zijn daarom uitgerust met lange tanden, grote bekken en grote, rekbare magen. Deze grootbek, *Astronesthes niger* kan een prooi eten die veel groter is dan hijzelf. Deze bewoners van de diepzee eten waarschijnlijk erg zelden, maar als ze eten, dan eten ze ook goed. Met de lage temperaturen die beneden heersen kunnen ze waarschijnlijk heel lang doen met een prooi in hun maag. De vertering gaat heel langzaam. Als ze gegeten hebben, hebben ze hun buik voor weken vol.'

Diepterecord

De diepzee is de omvangrijkste leefomgeving op aarde. Van het totale aardoppervlak is 70 procent bedekt door zee en daarvan is 90 procent diepzee. De omstandigheden in de diepzee zijn zeer extreem. Per tien meter diepte neemt de druk toe met 1 atmosfeer. De intensiteit van het licht dat vanaf de oppervlakte in de diepte doordringt, neemt exponentieel af. Het eerst verdwijnt het rode licht, de golflengte uit het zonnespectrum die de minste energie bezit. Op 800 meter is er alleen nog een vaag blauwig schijnsel over. Nog verder naar beneden, op duizend meter diepte, is het pikdonker en bestaat er geen verschil tussen dag en nacht. De temperatuur van het water is doorgaans niet hoger dan 2 graden Celsius. Zuurstof, opgelost in het water, is er maar mondjesmaat beschikbaar. En voedsel - alles wat maar eetbaar is en energie oplevert - is er extreem schaars. En toch is er leven.

Het diepterecord van vissen staat op naam van een 17 centimeter lange aalachtige vis, *Abyssobrotula galathea*. Hij leeft op 8.370 meter onder zeeniveau. De Deense onderzoeker Jørgen Nielsen ontdekte één enkel exemplaar van de vis, in de jaren '70 op de bodem van de Puerto Rico-trog. Het is verbluffend dat de vissen van de diepzee kunnen overleven in zo'n extreme leefomgeving.

Uiblein vertelt hoe ze zich op allerlei manieren aan die extreme omstandigheden aanpassen. 'De vissen moeten zien te overleven in een voedselarm milieu waar geen groene planten leven die zonne-energie vastleggen. Ze moeten vertrouwen op wat er aan toevallig voedsel naar de bodem zinkt. Daarnaast leven er in de diepzee ook roofvissen die op de aaseters jagen. Die moeten wachten tot er een langskomt. Door het gebrek aan voedingsstoffen

verloopt het leven daar beneden waarschijnlijk erg traag. Sommige diepzeevissen kunnen dan ook erg oud worden. De langstlevende vis die we kennen is de Orange Roughy, die pas op zijn dertigste geslachtsrijp wordt en naar schatting wel een leeftijd van 150 jaar kan bereiken. Het grootste probleem voor individuele diepzeevissen is dat hun omgeving pikdonker is. Zij moeten hun prooi of partner in het duister kunnen vinden. Veel diepzeevissen hebben heel grote ogen, om het laatste sprankje licht op te vangen.'

Diepzeevissen kunnen zelf ook licht produceren. 'Lichtorganen in diepzeevissen kom je in veel verschillende gedaanten tegen', zegt Ingvar Byrkjedal. 'Ze produceren licht met behulp van bepaalde enzymen of ze huisvesten bepaalde bacteriën die licht uitzenden. De organen zijn onderin bekleed met een reflecterende weefsellaag, zodat de vissen het licht kunnen focussen tot een bundel. Ze kunnen het licht aan en uit schakelen, soms gewoon door het af te schermen. Een vis met een rij van 20 lichtjes op zijn zij, die hij stuk voor stuk aan en uit kan schakelen, kan zeer gecompliceerde signalen afgeven, die waarschijnlijk een sociale functie hebben. We weten er nog niet veel van, maar waarschijnlijk gebruiken zij licht om partners aan te trekken en om prooi mee te lokken, maar ook voor camouflage.

'Sommige diepzeevissen die leven in de schemerzone, zoals bijvoorbeeld bijlvisjes, zijn in staat om via de lichtorgaanjes op hun buik exact het licht dat van boven komt te simuleren, waardoor ze onzichtbaar worden voor roofdieren die ze van onderaf belagen.

Ze wissen hun eigen gestalte uit.'

Sommige vissoorten gebruiken hun lichtorganen als een soort mijnwerkerslamp. 'De diepzee-roofvis *Malacosteus niger* heeft lichtorganen onder zijn ogen die rood licht produceren. Het omgevingslicht dat op die diepte nog doordringt is blauw en groen van kleur. De meeste vissen hebben zich daaraan aangepast en dus het vermogen om rood licht te zien verloren. De roofvis zelf kan het nog wel waarnemen. Hij kan het rode licht ongehinderd gebruiken om zijn prooi op te sporen. Het is een bizarre wapenwedloop.'

'Veel van de diepzeevissen zijn zo zwart als de nacht. Dat heeft wellicht een functie bij roofvissen, die zo verhinderen dat een prooi die licht geeft dwars door de maagwand heen blijft schijnen en mogelijk andere roofvissen aanlokt. Dat zou de vis zelf in gevaar brengen. De zwarte buitenkant van de vis schermt de lichtgevende maaginhoud effectief af. Er bestaan ook soorten waarvan alleen de maag zwart

is en de rest van het lichaam niet.'

Lokken met licht is veel algemener in open water dan op de zeebodem, zegt Uiblein. 'Op de bodem zie je juist meer afwachterende strategieën. Die vissen lokken hun prooi niet, maar ze vertrouwen erop dat de stroming hun voedsel aanvoert. De vissen hebben lange buikvinnen vlakbij de kop die ze gebruiken om op te 'staan'. Zo houden zij hun kop omhoog en kunnen zij de omgeving in de gaten houden. De groep van de ophidiiformes bijvoorbeeld bezit lange borstvinnen die bijna aan de kop vastzitten. Zo kunnen zij hun kop vlakbij de bodem houden maar wel in een stabiele positie in de stroming om te ruiken of er een prooi in de buurt is.'

Ballon

In de diepzee neemt de druk elke honderd meter dieper met een atmosfeer toe. Hoe kunnen vissen daarin overleven? Ook daarvoor bestaan verschillende methoden. 'Sommige diepzeevissen kennen een verticale migratie', zegt Uiblein. 'Elk etmaal komen ze omhoog om te eten en gaan dan weer naar beneden. Blijkbaar hebben zij een manier gevonden om het enorme drukverschil te overbruggen. De meeste vissen hebben een zwemblaas, een met gas gevulde ballon in hun lichaam, waardoor ze onder water op een bepaalde hoogte kunnen blijven 'zweven'. Maar diepzeevissen zouden door de enorme druk problemen krijgen met een zwemblaas die met gas is gevuld. Het gas zou worden samengeperst tot een zeer klein volume en zou de vissen nauwelijks nog drijfvermogen verschaffen. Het drijfvermogen hangt samen met het volume van het gas. Vissen met een gasgevulde zwemblaas zouden op grote diepte dus zinken. De meeste diepzeevissen hebben daarom een zwemblaas die gevuld is met een olieachtige substantie. Hoe dieper ze gaan, hoe kleiner de zwemblaas. De migratie vindt alleen plaats in de bovenste duizend meter; dieren die dieper leven blijven op hun plek. Sommige bodemvissen hebben helemaal geen zwemblaas meer.'

Diepzeedieren hebben een probleem: ze komen moeilijk aan zuurstof. 'Ze passen zich aan door minder actief te zijn', zegt Uiblein. 'Als je nauwverwante soorten vergelijkt die op verschillende diepten leven, dan blijkt dat de dieplevende soorten minder ontwikkelde of minder kieuwbogen hebben. Ze zijn minder actief en het gehele stofwisselingsniveau gaat omlaag. Ze hebben dus minder energie nodig en dat komt goed uit, want ze hebben ook minder te eten. Ze hebben wat ecologen een 'grot-strategie' noemen: je voortplanten op late leeftijd, niet meer dan een paar eieren leggen en lang leven. Sommige vissen daar beneden baren

zelfs levend nageslacht. Dat geeft uiteraard een grotere garantie op overleven, omdat de larve al aardig ontwikkeld is als hij ter wereld komt.'

Hoe dichtbevolkt is de diepe oceaan? Is het er arm als een woestijn of rijk als een tropisch regenwoud? Uiblein wijst op een vreemd verschijnsel: 'Er zijn maar weinig vissen, maar wel heel veel verschillende soorten. Die grote diversiteit met maar weinig exemplaren wijst er misschien op dat we hier te maken hebben met een langlevende stabiele omgeving, waar de dieren de tijd hebben gehad om nieuwe soorten te vormen. Dat is min of meer te vergelijken met de tropische milieus op het land, waar ook veel soortsvorming en evolutie plaatsvindt.

'Er bestaan ook wel samenscholingen van vissen rond bepaalde gebieden, bijvoorbeeld bij onderzeese bergen, waar stromingen voedsel, zoals plankton, uit het open water boven de berg naar beneden transporteren. Onderzeese bergen zijn waarschijnlijk ook erg belangrijk voor de voorplanting van allerlei soorten diepzeevis, met name de schelvisachtigen, omdat de stroming de larven op hun plaats houdt en ze tegelijkertijd van voedsel en zuurstof voorziet.' De Mar-Eco-expeditie gaat het diepzeemilieu rond de Mid-Atlantische Rug in kaart brengen.

Uiblein denkt er veel verschillende vissoorten te zullen aantreffen.

'De Mid-Atlantische Rug kun je vergelijken met een langgerekte bergketen zoals de Alpen. Het is een milieu met veel variatie. Je hebt er gebieden met rotsachtige steile hellingen, en delen met een licht glooiend oppervlak, met veel zand en een zachte bodem. Er zijn ook canyons waarin bijzondere hydrologische omstandigheden kunnen heersen; zeestromingen veroorzaken er plaatselijk woelingen die voedseldeeltjes toevoeren.

Vissen hoeven er alleen maar te wachten op wat er langskomt. Op de diepe zeebodem is over het algemeen armzalig weinig voedsel te vinden, maar ik denk dat er soorten zijn die hebben geleerd aan de rand van de canyons te profiteren van de stroming.'

Wetenschappers gaan ervan uit dat de gewervelde dieren aanvankelijk in ondiep water zijn ontstaan en pas later de diepzee hebben gekoloniseerd. Uiblein steunt die theorie, maar zekerheid is er nog niet. 'In sommige soorten kunnen we die gang naar het diepe zelfs nog tot op de dag van vandaag volgen. In bepaalde gebieden in zee heersen zogeheten isothermale omstandigheden, dat wil zeggen dat de gehele waterkolom van ondiep naar zeer diep dezelfde temperatuur heeft. Deze gebieden vind je bij de Noord- en Zuidpool, waar het zeewater net zo koud is als in de diepzee. Maar ook in de Rode Zee is

zo'n gebied, maar dan andersom: daar is het water van de oppervlakte tot op een diepte van 3.000 meter 21,5 graden Celsius. Vissen die zich niet makkelijk kunnen aanpassen aan temperatuurveranderingen, migreren in deze gebieden dus tussen verschillende diepten. In de Rode Zee kunnen oppervlaktesoorten dus naar grotere diepten verhuizen, en aan de polen trekken ze in beide richtingen. Zo kun je verwachten dat er in de Atlantische Oceaan via het diepe water dat overal dezelfde temperatuur heeft, een verbinding bestaat tussen de twee polen. En inderdaad. Deense en Noorse collega's ontdekten onlangs de Patagonische tandvis in vrij ondiep water bij Groenland. Het is een aan koude aangepaste diepzeesoort die eigenlijk thuishoort in de zeeën rond de zuidpool. Hij moet via de diepzeecorridor van koud water naar het noorden zijn gezwommen.'

Onlangs daalde Uiblein bij de kust voor de Golf van Maine tot 900 meter diep af in een duikbootje. Hij zag er ongeveer 24 verschillende vissoorten. 'Het meest opvallende van deze dieren was hun inactiviteit, ze zaten daar maar op de bodem te luieren. Uit metingen bleek dat er in drie van de vier canyons veel voedsel in het water aanwezig was. Dus die sit and wait-strategie is in deze canyons misschien zo gek nog niet. Ik zag ook een langwerpige heekachtige vis stil op zijn buik op de bodem liggen. Met eerdere bemande duiken in de Golf van Biskaje was juist geconstateerd dat deze vis actief op zijn vinnen op de bodem stond. De vissen in deze canyons waren zo passief dat we de indruk kregen dat ze deze plaats gebruikten om uit te rusten.'

Uiblein vond de afdaling in een klein en benauwd duikbootje naar grote diepte een fantastische ervaring. Tijd om zich zorgen te maken had hij niet, hij was druk met het noteren van alles wat langszwom. 'De duiken vonden plaats in verschillende canyons, maar ook op verschillende tijdstippen van de dag, om het 24 uren-ritme te onderzoeken. Er bestaat ook heel diep nog een verschil tussen dag en nacht. Op 900 meter is nog een miniem beetje licht, maar dat is alleen zichtbaar voor vissen met enorme ogen.'

Diepzeevissen krijgen steeds meer last van de visserij, die steeds dieper gaat, zegt Uiblein. Diepzeervis is zeer kwetsbaar voor overbevissing. 'Onderzoekers in Nieuw Zeeland hebben laten zien dat sommige visbestanden dramatisch achteruit zijn gegaan in slechts vijf jaar, nadat men meer is gaan vissen op diepzeervis zoals de orange roughy. De autoriteiten hebben gelukkig onmiddellijk een aantal beschermingsmaatregelen afgekondigd. We weten nog maar kort dat deze vissen heel oud worden en

zich slechts langzaam voortplanten. Het duurt zeer lang voordat een populatie zich heeft hersteld.'

Geheime foto's

Vorig jaar oktober, tijdens een eerste evaluatiebijeenkomst van het overkoepelende Census of Marine Life-project, bleek dat onderzoekers wereldwijd wekelijks drie nieuwe zeevissoorten ontdekken. Maar er zijn nog bijna geen foto's of tekeningen van de nieuw ontdekte soorten. Totdat zij hun nieuwe ontdekkingen officieel in een wetenschappelijk tijdschrift hebben beschreven, houden wetenschappers hun vondsten geheim. Zouden zij een nieuwe soort voor het eerst in, bijvoorbeeld, het maandblad van NRC Handelsblad afdrukken, dan geldt deze publicatie voortaan als originele bron. Alle biologen die over deze soort schrijven, moeten dan voortaan aan NRC Handelsblad refereren. Die eer houden de wetenschappers dus liever voor zichzelf. De recent gevonden nieuwe soorten zijn nog niet wetenschappelijk beschreven en dus houden de wetenschappers de foto's ervan nog stijf tegen de borst.

De Alfred P. Sloan Foundation heeft voor de komende tien jaar een bedrag van ruim een miljard dollar beschikbaar gesteld voor het Census of Marine Life-project en dat bedrag zal nog aangevuld worden met andere financiering. Waarom is er plotseling zoveel geld voor het ontdekken van de geheimen van de oceaan?

'Soms vraag ik mij wel eens af waarom er toch zoveel geld wordt uitgegeven om leven op Mars te vinden', zegt Uiblein. De immer hoffelijke Oostenrijker krijgt nu plotseling toch iets venijnigs. 'We zoeken uit alle macht naar water op de planeten om uiteindelijk te ontdekken dat er geen water meer is. In die expedities is veel meer geld gestopt dan in het hele Census of Marine Life-project. De oceaan is het grootste leefmilieu op aarde, maar tegelijkertijd het meest onbereikbare. De wereldzeeën herbergen een biodiversiteit die vergelijkbaar is met die van de soortenrijke tropische regenwouden, weliswaar in lage dichtheden maar in een enorme variëteit. En niet alleen vissen, maar ook allerlei ongewervelde diertjes, schelpdieren en bacteriën. Het zal prachtig zijn om de evolutie van dat ecosysteem in kaart te brengen en te begrijpen. Dit lijkt mij veel spannender dan gaan zoeken naar leven op Jupiter of Mars!' En, met een glimlach: 'Eén ding weten we zeker: er is leven in de diepzee.' M

Sander Voormolen is redacteur wetenschappen van NRC Handelsblad.

1 mei 2004

