

De temperaturen in het noorden
lopen het snelst op.

Wat na het ijs komt, is koffiedik kijken

Tekst: Eric Fokke
Fotografie: Eric Fokke en
Jan Kamman

Opwarming, verzuring en gif. Het poolgebied op het noordelijke halfrond krijgt het flink voor de kiezen. Onder invloed van deze factoren verandert er veel, met name voor de visstand. Het is koffiedik kijken wat het eindplaatje wordt.

De Noorse Zee (gesitueerd tussen Noorwegen, IJsland en Spitsbergen) en de Barentszee (gelegen ten noorden van Noorwegen en Rusland) zijn rijk aan vis en bezorgen veel mensen op aarde een maaltijd. Het bestand Noord-Atlantische haring dat langs de Noorse kust trekt, is het grootste Europese visbestand. Kabeljauw uit de Barentszee is het allerlaatste grote en robuuste kabeljauwbestand op aarde. Het zijn soorten die deel uitmaken van een complex samenspel tussen talloze andere soorten planten en dieren en hun omgeving. Ze vormen samen al eeuwen een dynamisch maar weerbaar ecosysteem. De vraag is hoe lang dat nog zo blijft. Sceptici blijven bestaan, maar het inzicht dat de door mensen veroorzaakte uitstoot van CO₂ het klimaat veran-

dert wordt breed gedragen. CO₂-uitstoot is bovendien niet alleen een verhaal van hogere temperaturen, maar ook van water dat zuur wordt en gifstoffen die vrijkomen. Het is voor wetenschappers nog moeilijk te voorspellen hoe alle effecten tezamen van invloed zijn op het leven op aarde. Dat het noordelijke poolgebied het extra zwaar krijgt, lijkt wel zeker te zijn. Waar zuidelijke soorten nog noordwaarts kunnen trekken als het warmer wordt, hebben noordelijke soorten geen keuze. Zonder ijs geen ijsberen.

Warmer

Op veel plaatsen op de wereld wordt het warmer, maar de temperaturen lopen het snelst op in het hoge noorden. Dit voorspelt het Noorse Poolinstituut in het recent versche-

nen rapport 'Klimaatveranderingen in arctisch Noorwegen'. Het rapport beschrijft het gebied vanaf de poolcirkel die over het vasteland van Noorwegen loopt tot ver voorbij de eilanden van Spitsbergen, hoog in het noorden.

De gemiddelde jaartemperatuur ten noordoosten van Spitsbergen kan tegen het eind van deze eeuw met acht graden Celsius zijn gestegen, tegen 2,5 tot 3,5 graden op het vasteland. Dat komt onder meer omdat in het arctische gebied mechanismen werkzaam zijn die de lokale, maar ook globale klimaatverandering versterken. Sneeuw en ijs weerkaatsen zonlicht en houden het aardoppervlak koel. Tijdens de steeds warmere zomers smelt steeds meer ijs en komt een groter en donkerder oppervlak vrij dat juist warmte absorbeert. Dit versnelt het smelten en verhoogt lokaal de opwarming. Permafrost ontdooit sneller dan tot voor kort werd gedacht. Daar komen reusachtige hoeveelheden gasen bij vrij die het broeikaseffect, wereldwijd, verder versterken.

Het gras van de zee

De samenstelling en hoeveelheid van plantaardig plankton gaat hierdoor ook veranderen. Op zich zou een zee met hogere temperaturen meer algen – 'het gras van de zee' – kunnen produceren. In 2007 was het water in de Noorse Zee 0,8 graden warmer dan normaal. Maar opwarming kan ook meer stormactiviteiten veroorzaken, waardoor minder licht in het water doordringt en groei van algen juist wordt afgeremd. In ieder geval zijn wel al 'vreemde' soorten fitoplankton waargenomen; soorten die normaal gesproken zuidelijker voorkomen.

Zogeheten ijsalgen nemen met het smelten van het ijs af en zullen mogelijk geheel verdwijnen. Ijsalgen zijn nu nog goed voor twintig procent van de voedselproductie in het noordelijk deel van de Barentszee. Het oppervlak van het ijs op en rond de Noordpool neemt niet alleen af – het bereikte in 2009 een record minimum – het ijs wordt ook dunner. Juist onder dik meerjarig ijs ontwikkelen zich grote kolonies ijsalgen. Een steeds groter oppervlak bestaat uit één- of tweejarig ijs dat veel minder productief is.

De grazers van de zee

In 2009 werd een minimum aan dierlijk plankton – 'de grazers van de zee' – gemeten in de Noorse Zee. Dat is in strijd met de rekenmodellen die voorspellen dat juist groei van dierlijk plankton in het verschiet ligt. Als warm water meer 'gras' oplevert, krijg je meer 'grazers'. Maar er zijn ook rekenmodellen die het tegendeel beweren. Hogere temperaturen in het noorden kunnen ook zorgen voor minder instroom van water uit zuidelijke streken en minder aanvoer van plankton. Bovendien zullen zuidelijke vissoorten, bijvoorbeeld grote scholen makreel, oprukken en hun deel van het plankton opeisen. Daarmee verklaren de onderzoekers van het Poolinstituut ook de lage planktonstand van 2009. Andere wetenschappers bestrijden die uitleg en stellen dat vis onmogelijk een dergelijk grote invloed op plankton kan hebben.

De dominerende planktonsoort in de Noorse Zee en de Barentszee is *Calanus finmarchicus*, een klein roeipootkreeftje. Cruciaal is dat op de goede plek voldoende jonge kleine vlokreeftjes beschikbaar zijn die visjes uit het ei kruipen. Het leggen van eitjes en de ontwikkeling tot volwassen plankton zijn temperatuurafhankelijk. Hoe warmer het wordt, des te sneller het gaat. Als vissen zich niet aanpassen, missen ze de boot.

Calanus finmarchicus gaat bovendien concurrentie krijgen van zuidelijker soorten die een minder voedzame hap vormen voor vissen. Omgekeerd is de verwachting dat *Calanus finmarchicus* naar het noorden schuift en daar nog voedzamere soorten verdrijft. Dat zal mogelijk grote impact hebben op de nu aanwezige diersoorten.

Verzuring

Verzuring van zeeën heet ook wel 'het andere CO2-probleem'. Oceanen nemen CO2 uit de atmosfeer op en zetten dat om in koolzuur, waardoor water verzuurt. De afgelopen 200 jaar is zeewater gemiddeld 30 procent zuurder geworden als gevolg van menselijke CO2-productie. De verwachting is dat deze eeuw een zuurgraad gehaald wordt die al twintig miljoen jaar niet is voorgekomen.

De verzuring zal het ernstigst zijn op hoge breedtegraden. Koud water neemt CO2 gemakkelijker op dan warm water, maar noordelijke zeeën krijgen daar nog een schep bovenop. In het zuiden opgenomen CO2 wordt door zeestromen naar het noorden getransporteerd. Daar zakt het warme, zure water door verticale stroming naar grotere diepte. Planktonsoorten, koralen en schelpdieren, die afhankelijk zijn van kalk om hun skeletten en pantsers aan te maken, krijgen het bijzonder moeilijk. *Calanus finmarchicus*, maakt ook een kalkskelet, eet in het zomerhalfjaar aan de oppervlakte plantaardig plankton en gaat tijdens de donkere wintermaanden op grote diepte in winterslaap. Welke effecten verzuring precies heeft op *Calanus finmarchicus* en andere soorten die aan de basis van de voedselketen staan, is nog de vraag. Een veront-rustend scenario laat zich echter gemakkelijk voorstellen.

Vissen verkassen

Een warmere Noorse Zee wordt toegankelijker voor zuidelijkere vissoorten en een Barentszee met minder ijs zou in theorie kunnen zorgen voor een grotere verspreiding van de diverse soorten die er nu voorkomen.

De verwachting is dat lodde, een spieringachtig visje dat op het menu staat van diverse grotere vissoorten, meer naar het noorden en oosten van de Barentszee schuift. Daarbij verdwijnt deze soort geheel uit het zuidwestelijk deel waar ze zich nu bevindt.

Poolkabeljauw (*Boreogadus saida*), is een van de meest voorkomende vissoorten in het arctische gebied en een geliefd prooidier van zeehonden, beloega (witte dolfijn), diverse zeevogelsoorten en vormt voor tien procent het voedsel van kabeljauw. De soort is goed aangepast aan het leven in koud water en zal beslist opschuiven naar het noorden en oosten van het gebied.



Het poolgebied heeft het zwaarste te leiden onder de klimaatsverandering.

Het kabeljauwbestand zou theoretisch kunnen groeien – het leefgebied wordt groter –, maar meebewegen in de richting van lodde en de poolkabeljauw. Veel Noorse commerciële visbestanden schuiven richting Rusland. De poolonderzoekers vermoeden dat de noordelijke zeeën soortenrijker, maar de visbestanden zelf uiteindelijk kleiner worden.

Kabeljauw uit de Barentszee is het allerlaatste grote en robuuste kabeljauwbestand op aarde.

Geen toekomst

Voor diverse zoogdieren in de poolstreek is het de vraag of ze nog een toekomst hebben. Ijsgebonden soorten als ijsbeer, ringelrob, baardrob, zadelrob en klamuts zien hun leefgebied smelten. Op het ijs dat zich jaarlijks vormt in de Jan Mayen-stroom produceerden klamutsten in 2005 nog maar zestig procent van het aantal jongen dat in 1997 het licht zag.

Slechts drie soorten walvissen leven het jaar rond in de Barentszee: narwal, beloega en Groenlandse walvis. Zij brengen veel tijd door onder en langs het ijs, zonder dat wetenschappers weten waarom. Het zijn allemaal dieren die pas laat volwassen worden, zich langzaam voortplanten en meer dan honderd jaar oud kunnen worden – Groen-



Het broedsucces van papegaaiduikers is in korte tijd drastisch omlaaggegaan.

landse walvissen zelfs tweehonderd jaar! Als een warmer klimaat er toe leidt dat er meer walvissoorten komen die zich bovendien sneller voortplanten, wordt de concurrentie groot. De huidige walvissen die als zomergast het gebied bezoeken, zoals bruinvissen en de noordse vinvis, zwemmen reeds noordelijker dan normaal. Een gewone vinvis is al ten noorden van Spitsbergen gezien. Bovendien sluiten de onderzoekers van het Poolinstituut niet uit dat de arctische walvissen mogelijk ten prooi zullen vallen aan orka's. Die zullen dankzij een warmer klimaat in aantal gaan toenemen.

Net als voor vissen geldt voor vogels dat dicht bij de broedkolonies voedsel toegankelijk moet zijn zodra de jongen komen. Gezien de verwachting dat veel vissoorten verhuizen, komen vogels in de knel. Enkele kolonies papegaaiduikers produceren al jaren nauwelijks jongen.

Gif

Internationaal is het gebruik en de uitstoot van de zwaarste gifstoffen eind vorige eeuw teruggebracht. Luchtmetingen in de jaren negentig bewijzen het resultaat van diverse inspanningen op dit gebied. Maar van 2002 tot en met 2006 namen gehaltes PCB, HCB en DDT in het noorden van het arctische gebied juist weer toe. Wetenschappers denken dat voor een deel te kunnen verklaren met veranderde transportmechanismen, zoals lucht- en zeestromen. Een andere verklaring denken ze te kunnen vinden in krimpend zeeijs. Zeewater heeft in de tientallen jaren van grote uitstoot van schadelijke stoffen veel verontreiniging opgeslagen. Het water laat die stoffen nu weer los, onder meer omdat er meer contact is met de atmosfeer vanwege het drastisch krimpende oppervlakte zeeijs.

Door het smelten van gletsjers en permafrost komen gifstoffen vrij die daar lange tijd in gevangen zaten. Een zelfde effect hebben grote bosbranden in Noord-Amerika en Eura-



Kabeljauw uit de Barentssee is een van de belangrijkste commerciële vissoorten.



De gevolgen voor de beekridder, de enige zoetwatervis van Spitsbergen, zijn onduidelijk.

Beekridder

De beekridders van Spitsbergen illustreren de onzekerheden waarmee klimaatonderzoekers te maken krijgen. De beekridder is op Spitsbergen de enige zoetwatervis. Ze groeien traag en zijn na zes, zeven jaar pas vijftien of twintig centimeter groot. Op die leeftijd maken sommige exemplaren tijdens de zomer uitstapjes naar zee op zoek naar voedsel. In één zomer op zee kunnen ze hun gewicht verdubbelen. Na een paar zomerse zwerftochten ontstaan grote geslachtsrijpe exemplaren. Die zijn uiteraard van groot belang voor het voortbestaan van een lokale populatie.

Vanwege permafrost en weinig neerslag zijn de rivieren op Spitsbergen nu zo'n twee maanden per jaar open voor trekkende beekridders. De komende honderd jaar

stijgen de temperaturen en de hoeveelheid neerslag in het gebied.

Theoretisch zou dat langere zwerftochten opleveren. Maar als die

extra neerslag uit sneeuw bestaat, kan

dat op rivieren ook

leiden tot een dikkere en wittere ijslaag die minder snel ontdooit. In dat geval vallen het moment waarop de vissen zee kunnen bereiken en de periode van het beste voedselaanbod mogelijk niet meer samen. Bovendien: als gletsjers zich te ver terugtrekken, kan in de nazomer wel eens te weinig water in rivieren staan om terug te keren naar zoet water. Daarnaast neemt de concurrentie toe: in twee meren op Spitsbergen zijn de laatste jaren stekelbaarsachtigen waargenomen.



zië. Ook bomen slaan gifstoffen op, maar die komen vrij bij branden. Toen in april/mei 2006 grote bosbranden in Oost-Europa uitbraken, werden korte tijd later hogere niveaus PCB's in de lucht boven Spitsbergen genoteerd. Dezelfde effecten werden gemeten na grote bosbranden in Canada. Tijdens de lange wintermaanden ligt extreem koude lucht als een soort stolp over het poolgebied, waar warme lucht overheen glijdt. Meegevoerde verontreiniging kan zich in die periode daarom niet afzetten. Maar bij abnormaal 'warme' winters, zoals in 2006, verdwijnt dat effect. Komen er meer van die winters, dan zal in de toekomst aanzienlijk meer verontreiniging in het poolgebied neerdalen.

Al die effecten hebben nu hun uitwerking al. In vogels als grote burgemeester, ivormmeeuw en noordse stormvogel zijn grote hoeveelheden gif gemeten. Als de vogels er zelf niet aan doodgaan, krijgen ze wel grote problemen bij het voortplanten. In hun eieren worden soms hoge niveaus PCB en DDT gemeten. Poolvossen op Spitsbergen hebben drie keer meer gifstoffen in zich dan poolvossen elders in het arctisch gebied.

Onzeker

Des te sneller de klimaatverandering plaatsvindt, des te groter de impact hiervan zal zijn op het poolgebied op het noordelijk halfrond. Dit omdat dieren en planten tijd nodig hebben om zich aan te passen, stellen de onderzoekers van het Poolinstituut. Daar bovenop komen nog verzuring en toename van gifstoffen, waardoor vissen, vogels en zoogdieren met extra stress zullen worden opgezaald. Alsof dat niet genoeg is, staat de olie-industrie te trappelen om voorheen onbereikbare bronnen aan te boren, groeit de scheepvaart aanzienlijk en is de druk van de visserij groot. Voorheen weerbare ecosystemen worden als gevolg van deze ontwikkelingen broos en hun toekomst onzeker.

V