

Inhoud

Het noordpoolgebied	9
Aanpassingen – koudbloedige dieren	13
Aanpassingen – warmbloedige dieren	17
Aanpassingen – planten	27
Arctic Peoples Alert	33
Arctis – begrenzungen en definities	35
Arctische Oceaan	41
Arctische Oscillatie – Noord-Atlantische Oscillatie	45
Arktisk Station	49
Beloega	52
Beren-eiland	55
Biodiversiteit in de Arctis	59
Brandgans	68
Brunel	70
De Gerlache de Gomery	73
Dorset-cultuur	79
Drijfhout	86
Dryas – geologie	90
Dryas – plant	91
Freuchen	93
Geschaalde amoeben	96
Groenlandse ijskap	103

Halo's 111
Hopen-eiland 117

Iglo 121
Ijsbeer 128
Ijsberg 138
Independence-culturen 139
Inuksuk 145
Ivoormeeuw 148

Jagers 151
Jan Mayen 156

Kapp Lee 160
Kleine alk 162

Klimaatverandering – hoe het werkt 167
Klimaatverandering – gevolgen voor het marien milieu 172
Klimaatverandering – gevolgen voor het terrestrisch milieu 178
Klimaatverandering – gevolgen voor de Arctische volkeren 181
Kortbekzeekoet 185
Koude 190

Lemming 195
Lomonosovrug 199
Luchtspiegelingen 201

Maskers 208
Muggen 212
Muskusos 216

Nansen 221
Narwal 231
Noorderlicht 236
Noordoostpassage 242

- Noordpoolcirkel 247
- Noordwestpassage 248
- Nova Zembla-effect 251
 - Nunatak 257
 - Ny-Ålesund 260

- Onderzoeksstations 263

- Paleo-Eskimoculturen 266
 - Papanin 269
 - Permafrost 271
 - Pingo 275
 - Piteraqaq 278
- Plaatsnamen – in Kalaallit Nunaat/Groenland en Nunavut 279
- Plaatsnamen – in Spitsbergen 282
 - Polair front 288
 - Polygonen 292
 - Polynja 298
 - Pomoren 300
 - Poolhaas 304
 - Poolpapaver 308
 - Poolster 312
 - Poolvos 314
 - Poolwilg 319
 - Pytheas 324

 - Qiviut 328

 - Raaf 329
 - Rasmussen 339
 - Rendier 345
 - Rendiervolkeren 351
 - Rode sneeuw 357
 - Rosse franjepoot 360

Sastrugi 364
Sneeuwgorz 365
Steenbreek 368
Strandwallen (fossiele) 371

Thule-cultuur 375
Toendra 381
Tupilaq 384

Van de Velde 386
Victor 390
Vikingen 392
Vlaams-Nederlandse connectie 397

Walrus 399
Wegener 406
Weyprecht 411

Zalmforel 415
Zeehonden 419
Zee-ijs 428

Tijdlijn 434
Dankwoord 445
Verantwoording en verwijzing naar bronmateriaal 447
Register 452

Het noordpoolgebied

Op een heldere augustusdag in 1978 stond ik na een lange beklimming op een bergtop in Oost-Groenland. Overal rond mij enkel bergtoppen en gletsjers: het landschap in zijn oervorm. Aan mijn voeten groeide, weggedoken achter een beschuttend rotsblok, een eenzame gletsjerranonkel. Het was mijn eerste verblijf in de poolgebieden en ik voelde hoe het landschap, gehuld in zijn geologische ruwheid, mij meer en meer uitnodigde tot een dialoog.

Ik werkte toen aan mijn promotieonderzoek en had het geluk dit te kunnen uitvoeren bij een professor die mij de volle vrijheid liet in het uitwerken hiervan. Ik bestudeerde de landschapsontwikkeling in de Kempen, een zandstreek in noordelijk België. Hiervoor deed ik boringen in veenlagen en analyseerde de fossiele stuifmeelkorrels en eencellige organismen die hierin de slopende erosie door de tijd weerstaan hadden. Zij lieten me toe een beeld te reconstrueren van het landschap vanaf de laatste ijstijd. Op het einde van die ijstijd graasden in het huidige West-Europa rendieren en muskusossen. Dat zijn dieren uit het noordpoolgebied. De studie van de vormen in het landschap en de fossielen van planten en dieren leidt in dit verband tot één grote conclusie: grote delen van West- en Centraal-Europa kenden tijdens de ijstijd een poolklimaat en herbergden organismen uit het huidige poolgebied. Rendierjagers volgden langs de Maasvallei de migratie van de rendieren. Het poolgebied had zich ver naar het zuiden uitgebreid!

Toen begon ik me af te vragen wat onze kennis was van de eencelligen in de poolgebieden, en dat bleek niet bijster veel te zijn. Na het voltooien van mijn promotiewerk in 1982 zou de studie

van de ecologie en het geografisch voorkomen van twee groepen van microscopisch kleine wezens in de poolgebieden de volgende dertig jaar mijn onderzoeksdomein worden. Dit onderzoek is mijn paspoort tot de poolgebieden geweest. Het veldwerk in de poolgebieden, hoe veeleisend soms, was een herademing na de uren colleges doceren. Telkens als ik weer in het poolgebied aankwam voelde ik me herboren.

De Arctis is voor veel bewoners van de gematigde breedtegraden lang gehuld gebleven in nevel en duisternis. Het is het Ultima Thule van Pytheas: naarmate je er verder in doordringt bevriest de zee en koelt het land zo af dat er geen bomen meer groeien. Toch leven er reeds duizenden jaren mensen, dieren, planten en microben die zich aangepast hadden aan de extreme omstandigheden van deze deels bevroren wereld. Het is hun 'thuis'. De autochtone volkeren hebben er millennia lang op zeezoogdieren en landdieren gejaagd en technologieën ontwikkeld die het verschil maakten tussen leven en overleven. Ze kennen het land en waren er de eerste ontdekkingsreizigers.

Toch is het noordpoolgebied niet van de rest van de wereld geïsoleerd. Zee- en luchtstromingen vanuit het zuiden voeren er warmte, maar ook polluerende stoffen heen; andere stromingen transporteren juist koude uit het poolgebied naar het zuiden. De uitbreiding van het zee-ijs in de herfst beïnvloedt mede de toestand van de winterse atmosfeer in de Arctis, en die kan bepalend zijn voor een al dan niet koude winter in West-Europa. In het noordpoolgebied leven planten die ook aan te treffen zijn in de gebergtes van de gematigde gebieden. De meeste vogels die in de Arctis nestelen pendelen tussen de noordelijke broedgebieden en hun overwinteringsgebieden. Economisch en maatschappelijk is de band tussen de noordelijke volkeren en de meer zuidelijke landen niet meer weg te denken.

Het hoeft dan ook niet te verbazen dat het noordpoolgebied, ook al is het deels bevroren, allesbehalve een onveranderlijke wereld is. Integendeel, het noordpoolgebied is een zo dynamisch

ecosysteem dat het zichzelf wel eens voorbij zou kunnen houden. De klimaatopwarming is ongetwijfeld een enorme drijvende kracht en deze manifesteert zich in het poolgebied meer dan elders, onder meer door de opmars van de bomen. Deze invasie heeft alvast één overkoepelend gevolg: het noordpoolgebied wordt kleiner. De uitbreidingen tijdens de ijstijden worden afgewisseld met inkrimpingen in de warme periodes daartussen. Kan het dynamischer?

Vanaf 1997 reis ik ook regelmatig als gids-voordrachtgever met zogenoemde expeditiecrises in beide poolgebieden. De schepen die hiervoor ingezet worden zijn niet echt klein, maar bevinden zich met hun 30 tot 110 passagiers wel in het dwergenguliek van de cruiseschepen. Ze zijn op z'n minst ijsversterkt. Met kleine rubberboten landen we dan op verlaten stranden om kennis te maken met het landschap in al zijn facetten. Het viel me op dat steeds dezelfde vragen opdoken over de eigenheid van het noordpoolgebied. Zoals: waarom is het er koud, waarom warmt het noordpoolgebied zo snel op, groeien hier veel planten, is het er altijd licht of donker? En: zal de ijsbeer verdwijnen indien het zee-ijs blijft afnemen?

In dit boek wil ik de achtergrondinformatie geven die nodig is om dergelijke vragen te beantwoorden. Het biedt een caleidoscoop aan thema's, gegoten in 96 trefwoorden, waarmee ik vooral inzichten wil aanbieden. De essentiële elementen om het poollandschap te begrijpen worden hier gepresenteerd in een spectrum dat gaat van klimaat tot menselijke geschiedenis. De keuze van de trefwoorden is een persoonlijke keuze, maar zal de lezer zeker helpen om deze diverse en fascinerende poolwereld te ontdekken en vooral te leren appreciëren. En nu: naar het noorden!

Broechem, maart 2015

Aanpassingen – koudbloedige dieren

Koude is dé bepalende factor in de Arctis. Hierdoor is er nog steeds een eeuwig bevroren ondergrond, is er een ijskap op Groenland en drijft er ijs op de poolzee. Organismen van klein tot groot moeten hiermee leven, en het feit dat ze er voorkomen en er zich kunnen voortplanten toont aan dat dit hun lukt. Hiervoor waren evenwel een paar functionele aanpassingen nodig. Insecten, bijvoorbeeld, zijn koudbloedige (poikilotherme) dieren. Hun lichaamstemperatuur varieert in hoge mate met die van de buitenlucht. Wordt het te koud, dan vervallen ze in een inactieve fase. Toch is het opvallend dat reeds bij lage temperaturen insecten rondkruipen of -vliegen. Zo werd ik op een 2000 meter hoge bergtop in Oost-Groenland blij verrast door een zoevende hommeltje. Om te kunnen zoeven heeft dit diertje een paar trucjes ontwikkeld. Zijn lichaam is zwaar behaard, waardoor de temperatuur aan zijn lichaamsoppervlak al iets hoger is dan die van de buitenlucht. Daarenboven genereert de hommeltje in beperkte mate zijn eigen warmte door zijn vliegspieren te bewegen voordat hij gaat vliegen, zoals je met je armen zwaait om het warm te krijgen. Eenmaal opgewarmd stijgt het diertje op. Wij blijven staan.

Hoe overleeft zo'n hommeltje de Arctische winter? Sommige insectensoorten gaan de winter in als ei, larve of pop, andere als volwassen dier. In veel gevallen vertoeven deze dieren in een enigszins beschutte plaats onder een sneeuwdek. Dit zal meestal niet volstaan om hen te behoeden tegen bevriezing. Een eerste strategie die door veel kleine ongewervelde dieren in de gematigde gebieden gebruikt wordt is onderkoeling of 'superkoeling'.

Hierbij blijven vloeistoffen vloeibaar tot ver beneden hun normale vriespunt. Het probleem bij onderkoeling is dat de vloeistof plots in het dodelijke ijs kan veranderen. Kleine ongewervelde dieren kunnen zich hiertegen beschermen door antivriesmiddelen – meestal glycerol, of verschillende soorten suikers – te produceren in hun bloedvloeistof. Hiermee verlagen ze aanzienlijk het vriespunt van die bloedvloeistof. Zakt de temperatuur toch beneden dat vriespunt, dan vindt bevrozing onherroepelijk plaats. Er worden ijskristallen gevormd en die vernietigen cellen en structuren. Als pervers neveneffect neemt de temperatuur dan even toe, want bij de overgang van vloeibaar naar vast water (ijs) komt latente warmte vrij. Het is deze warmte die je moet toevoeren wanneer je bijvoorbeeld ijs smelt in een kookpot om thee te zetten. Bij de larven van een kever (de soort *Cucujus clavipes*) die onder de schors van bomen in de taiga leven verglaast het water in de cellen bij bevrozing in plaats van scherpe ijskristallen te vormen. Deze vitrificatie wordt verkregen door de tussenkomst van bepaalde zogeheten cryoprotectoren (suikers en polyolen), waardoor het water verhardt zonder ijsvorming. Er worden hierbij geen cellen gebroken en de larven overleven dit.

Onderkoeling is dus een effectieve, zij het riskante aanpassing. Minder gevaarlijk is het opbouwen van een zekere tolerantie tegen bevroren. Een veelvoorkomende mogelijkheid is de productie van antivrieseiwitten (*antifreeze proteins*). Antivrieseiwitten binden zich aan ijskernen en verhinderen de verdere groei van ijskristallen in het weefsel. Terzelfder tijd beïnvloeden ze de vorm van het ijskristal, waardoor dit een zeshoekige vorm krijgt. Zo'n vorm is minder destructief dan puntige ijsnaalden. Tevens wordt het vriespunt verlaagd, zodat de cel kan overleven bij temperaturen onder de 0 °C. Toch is er ook hier een andere zijde van de medaille, en daarop prijken dan de gevaren. Treedt er toch ijsvorming op in de cel, dan is dit dodelijk, omdat het ijs de celmembranen en de structuren in de cel verstoort. Idealiter wordt ijs enkel gevormd in de ruimte tussen de cellen. Toch is ook dit

niet zonder problemen. Om te beginnen is er de louter mechanische stress door de druk van de ijskristallen. Ook kan de communicatie tussen cellen, die van belang is bij het herstelproces, onderbroken worden. IJsvorming tussen de cellen kan ook leiden tot uitdroging van de cel. Bij de vorming van het ijskristal wordt immers geen van de opgeloste stoffen in het ijs opgenomen, enkel de watermoleculen. Hierdoor verhoogt de concentratie van opgeloste stoffen in de tussenruimte, en dit trekt het water uit de cel naar de tussenruimte om het concentratieverschil op te heffen. Zo wordt een heikele situatie gecreëerd die kan leiden tot een te sterke uitdroging, met nefaste gevolgen.

Er is gelukkig een ander mechanisme dat deze gang van zaken kan tegenhouden, namelijk zelf de groei van ijskristallen gecontroleerd in gang zetten. Denk maar aan het afbranden van een stuk grasland om verdere uitbreiding van een verwoestende brand te stoppen. Het insect zal proteïnen aanmaken die de vorming van ijskernen gaan bevorderen bij een relatief hoge temperatuur. Dit gebeurt meestal tussen -5 en -10 °C. Een gevolg hiervan is dat het effect van de concentratieverschillen geringer zal zijn, omdat er een evenwicht kan ontstaan bij een kleinere ijsinhoud.

De temperatuur van Arctische meren en rivieren is tijdens de korte zomer al niet hoog, maar tijdens de winter versmelten deze wateren nog meer met het omgevende landschap door te bevriezen. Het bevroren wateroppervlak wordt dan door sneeuw bedekt, zodat je soms niet weet of je al dan niet nog op de toendra staat. Hoe ver de watertemperatuur zal zakken hangt af van de diepte van het water en ingeval van rivieren ook van de stroomsnelheid. De wateren worden bedekt met een ijslaag en in de waterkolom zweven ijsplaatjes, die zich aan het bodemsediment kunnen hechten en er kunnen aangroeien tot een ijslaag die verankerd zit aan de bodem (*anchor ice*). Dit is een goede zaak voor kleine ongewervelden als kreeftachtigen want daarin gevangen genieten ze van een omgeving die maar licht onder het vriespunt zit. In ondiepe meertjes wordt het al wat riskanter want daar kan

de temperatuur in de modderlaag tot verschillende graden onder nul zakken.

De vissen die in deze wateren leven zijn als koudbloedigen ook afhankelijk van de omgevingstemperatuur voor hun metabolisme. Met de dalende watertemperatuur daalt ook de stofwisselingsnelheid. Dit is experimenteel bestudeerd in laboratoriumomstandigheden, waarbij bleek dat voor elke 10 °C de biochemische reactiesnelheid met een factor 2,5 stijgt of daalt. Je zou dus verwachten dat vissen in de koude rivieren en meren van de Arctis vele malen trager zouden zijn dan in een rivier in Vlaanderen. Verrassend genoeg hebben Arctische vissen vergeleken met vissen uit de gematigde gebieden juist een hoger rustmetabolisme. Dit betekent dat ze in rusttoestand al meer energie verbruiken. Dit is vreemd, want ze leven in een omgeving waarin de beschikbare energie schaarser is. Mogelijk is een hoger metabolisme nodig voor de aanmaak van specifieke verdedigingsmiddelen tegen de koude, zoals de antivrieseiwitten bij de aanvang van de winter. Het verklaart ook deels de langzame groei van de Arctische vissen want veel van de kostbare energie wordt gestoken in aanpassingsstrategieën.

Zeewater bevriest bij ongeveer -1,8 °C, maar vissenbloed reeds bij -0,5 °C. Dit betekent nog niet dat je naar hartenlust stijf bevroren poolkabeljauw voor je diner uit het water kunt opvissen wanneer het zeewater tussen deze temperaturen zit. De zeevissen kunnen naar warmere wateren migreren, of naar de diepte duiken, waar het ook koud is, maar waar geen ijs aanwezig is. Ofwel hebben ze fysiologische aanpassingen waardoor ze in ijzig water kunnen rondzwemmen. Ik heb de rol van de antivrieseiwitten reeds toegelicht. Daarnaast is een verhoogde concentratie van zouten in het bloed verantwoordelijk voor een lichte verlaging van het vriespunt. Vissen overleven dus door een verlaging van hun vriespunt tot onder het vriespunt van zeewater. IJsvorming mag in het lichaam dus geen kans krijgen, vandaar via het specifieke gebruik van de reeds genoemde antivrieseiwitten (AFP's).

Ondanks dit alles blijkt de veiligheidsmarge niet zo groot te zijn. Maar meestal lukt het.

Een laatste woord nog over het begrip ‘aanpassing’. Ik heb altijd een onwennig gevoel bij het gebruik van dit woord bij organismen, of het nu planten, dieren of microben zijn, die in een bepaalde omgeving leven. ‘Aanpassen’ suggereert namelijk dat je ergens nog niet helemaal thuisheert, hetgeen uiteraard wel het geval is bij de Arctische organismen. Het zou wellicht beter zijn om te spreken over kenmerken die deze organismen in staat stellen te leven in de specifieke omstandigheden.

Zie ook: Aanpassingen – warmbloedige dieren

Literatuur

Storey, K., en J. Storey, 1996. ‘Natural Freezing Survival in Animals’. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 27: 365-385

Aanpassingen – warmbloedige dieren

De Arctis is een van de laatste gebieden op aarde die de mens koloniseerde. Als warmbloedig (homoiotherm) dier heeft hij zich met succes kunnen handhaven in een klimaatgordel die tegengesteld is aan die waarin hij ooit als soort ontstond. We hebben deze expansie van ons woongebied naar de koude gebieden voornamelijk via culturele weg gerealiseerd: efficiënte kledij is daar hét voorbeeld van. We namen de pels van een kariboe en deden die zelf aan. De kariboe zelf had zich aangepast via biologische kenmerken, zoals een goed isolerende pels.

De Arctis heeft een zeer wisselvallig klimaat en het is niet abnormaal om tijdens de zomer getrakteerd te worden op een sneeuwbus of vriestemperaturen. Dieren moeten hiermee rekening houden wanneer ze zich met succes willen voortplanten.

Om in een omgeving te leven waarin de temperaturen laag zijn en zich maandenlang onder het vriespunt bevinden zijn er twee strategieën mogelijk: deze stressfactor vermijden of zich biologisch aanpassen.

Laten we beginnen met een voorbeeld. Wie in de korte zomerperiode Spitsbergen bezoekt, zal ongetwijfeld kleine rietganzen en brandganzen ontmoeten. Ganzen zijn trekvogels. Ze overwinteren niet in de Arctis omdat ze er geen voedsel kunnen vinden. Voordat ze evenwel naar het zuiden kunnen vertrekken, moeten de jonge ganzen voldoende reserves opslaan om aan die energievretende tocht te beginnen. Voor de jonge ganzen die in juli geboren worden is het dus eten geblazen, en dat vooral van planten met een hoog suikergehalte. Deze planten zijn zeggen en grassen die de ganzen in moerassige gebieden aantreffen. Dit eten is van zo'n kwaliteit dat de jonge ganzen in Spitsbergen zelfs de gekweekte ganzenjongen in het zuiden overtreffen in gewichtstoename. Maar kwaliteitsvoedsel baat niet als je het niet kunt verteren. Plantendelen zijn moeilijk verteerbaar, en de efficiëntie van de vertering is afhankelijk van de verblijftijd in het spijsverteringssysteem. Vergelijken met de situatie in hun overwinteringsgebieden verblijft het voedsel tijdens de zomermaanden twee- tot viermaal langer in het dier. Ganzen verlaten uiteindelijk het poolgebied voordat het te koud wordt en vermijden zo de Arctische winter.

Een van de eerste dingen die een warmbloedig dier (mens, zoogdier, vogel) moet doen is zorgen dat er geen koudebruggen zijn, en dat betekent: isoleren. Maar dit is niet genoeg. Je moet ook nog energie hebben om lichaamswarmte te produceren. Tijdens mijn winterexpedities in het noordpoolgebied sliep ik in een goed isolerende slaapzak maar tegen de ochtend had ik het toch niet meer lekker warm. Een stukje chocolade eten gaf echter de nodige energie om het weer warm te krijgen en verder te kunnen slapen. Buitenkampeerders onthoud deze tip! Hoe realiseren dieren, inclusief de mens, deze dubbele opgave: warmte behouden en er voldoende van produceren?

Het antwoord op deze vraag lijkt vrij eenvoudig te zijn. Wij mensen kleden ons warm en eten goed. Een manier om warmte in je lichaam te produceren (thermogenesis) is de verbranding van vet. De oxidatie van vet vraagt minder biochemische tussenstappen dan de verwerking van koolhydraten en levert bovendien bijna dubbel zoveel energie als eenzelfde gewicht aan koolhydraten. Met het naderen van het koude seizoen neemt de hoeveelheid bruin vet bij zoogdieren toe. Bruin vet is een bijzonder vetweefsel, dat zeer efficiënt warmte produceert. Het bevat grote hoeveelheden mitochondriën (de energiecentrales in een cel), en meer bloedvaten en zenuwen dan het gewone (witte) vet. In de Arctis hebben pasgeboren zoogdieren er een goede voorraad van, maar je vindt dit vet ook bij volwassen dieren. Deze vetlaag bevindt zich gewoonlijk tussen de schouderbladen, dicht bij vitale organen, en is te vergelijken met een verwarmingsplaat. De thermostaat is de hypothalamus (een centraal regelcentrum in de hersenen). Hieruit vertrekt een zenuwsignaal naar de bijniere, die het hormoon noradrenaline produceert. Via het bloed bereikt dit hormoon het bruine vetweefsel, waar het de mitochondriën stimuleert en er snel warmte vrijgemaakt wordt. Mensen, en vooral baby's, bezitten ook bruin vet, en volwassenen kunnen het opbouwen door veel in koude ruimtes te verblijven.

Vogels hebben geen bruin vet. Zeker de kleinere soorten zoals de sneeuwgorz moeten zich redden door een meer beschutte omgeving op te zoeken en hun veren zo te leggen dat deze optimaal isolerend werken. En bibberen! Zelfs grote vogels zoals de raaf zouden tijdens de winter moeten rillen wanneer ze niet vliegen om zo voldoende lichaamswarmte te produceren.

Een van de eerste dingen die je leert op een poolexpeditie is dat te veel warmte even erg kan zijn als te veel kou. Wanneer je een zware slee bergopwaarts trekt, dan krijg je het echt wel warm en die warmte moet geventileerd worden. Doe je dat niet, dan word je nat van het zweet. De oplossing is: zoek een evenwicht tussen warmteproductie en warmteverlies. Vogels verliezen warmte via