

Bodemonderzoek in bevroren aarde kan verrassend link zijn

Gevaarlijke grond

Grote stukken aarde zijn permanent bevroren, maar die permafrost begint te dooien. Hoe snel gaat dat? Dat smeekt om onderzoek, want het smelten kan invloed hebben op de klimaatverandering. Quest zoekt op Spitsbergen mee naar de permafrost.

■ TEKST: PEIJN VAN DER GULDEN / FOTO'S: DAGMARA WOJTANOWICZ



De niet-witte grond warmt op. Hoe diep zit de permafrost?

Ruim zestig centimeter diep steek ik mijn hand in een rechthoekig gat in de grond. Ik voel een dikke, ijskoude klei. Met moeite kan ik het bovenste laagje ervan nog tussen mijn vingers pakken, maar al snel stuit ik op bikkelharte ijsco. Het is zomer, maar de bodem hier is diepgevroren. Met mijn vingers raak ik de permafrost aan. Je moet er even voor reizen in de richting van de Noordpool, maar dan heb je ook wat. Het gat is niet zomaar gegraven, het is gegraven voor de wetenschap. De permafrost doet er namelijk toe, vanwege de klimaatverandering. Want smelt deze bevroren bodem, dan komen er broeikasgassen vrij die de opwarming zullen versnellen, zo voorspellen

wetenschappers (zie het kader 'Bevroren broeikas'). Hoe snel de permafrost ontdooit, is dus de vraag. En welke factoren beïnvloeden de smeltsnelheid? Maar om de permafrost te onderzoeken, moet je je wel wagen in het territorium van de ijsbeer.

● Graven tussen de dieren

Het gat met de permafrost waar ik mijn hand in stak, is een paar minuten geleden gegraven door Maud van Soest, bodemonderzoeker aan de onderzoeksinstituut UK Centre for Ecology and Hydrology. Even daarvoor zijn we door een riviertje gewaad, nadat we met een rubberboot waren afgezet vanaf een onderzoeksschip. Nu staan we aan land op Edgeøya, een onbewoond ei-

land ter grootte van Noord-Brabant. Het ligt aan de oostkant van Spitsbergen, zo'n 700 kilometer boven Noorwegen in het noordpoolgebied.

We staan op een gloeiende vlakte vol met mos waar ooit een gletsjer omlaag kwam. Nu grazen hier rendieren. Het genoemde riviertje ligt er ingeklemd tussen twee bergen. In het landschap zijn enkel nog wat plukjes sneeuw te zien, het meeste wit is al voor de zomer gesmolten. Je zou hier bijna een zorgeloze picknick houden, als er geen ijsberen waren. Die leven namelijk op dit eiland. Tijdens het onderzoek staan gidsen klaar om te waarschuwen bij gevaar. Ze dragen geweren om de schouder voor uiterste noodgevallen, en anders kunnen alarmpistolen



Heilige beer

Met een kogel krijg je een ijsbeer heus wel klein. Bij onderzoek op Spitsbergen dragen daarvoor opgeleide gidsen en onderzoekers wapens om desnoods in te grijpen bij een ijsberenaanval. Maar een ijsbeer schieten is bepaald niet de bedoeling. Alleen bij direct levensgevaar kun je daarmee wegkomen. Doodt iemand een ijsbeer op Spitsbergen, dan komt een onderzoeksteam de plaats delict zelfs onderzoeken, om te kijken of er wel echt sprake was van noodweer. De regels op Spitsbergen geven namelijk voorrang aan de ijsbeer. Het is hun leefgebied en bezoekers mogen hen niet in de weg lopen. Als een beer onderzoekers benadert, moeten die vertrekken, niet omgekeerd. Doordat ijsberen zich steeds vaker op het vasteland van Spitsbergen wagen, wordt het wel steeds ingewikkelder om er onderzoek te doen.

Permafrost begint hier vanaf dertig centimeter tot een meter. Wat verklaart die verschillen?

Een rubberboot vaart de wetenschappers vanaf het onderzoeksschip naar de kust voor het bodemonderzoek.



► helpen om de beren te verjagen (zie het kader 'Heilige beer'). Los van die roofdieren zitten we hier voor onderzoek naar de permafrost wel goed, want onder het oppervlak is dit hele eiland diepgevroren.

● Dooi is een probleem

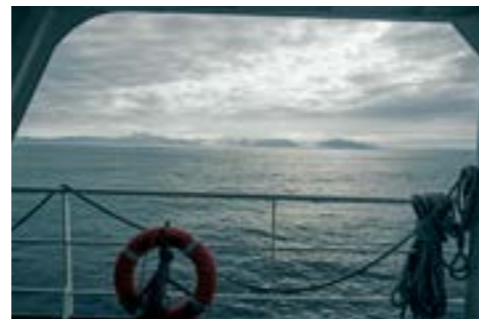
Koude grond: dat klinkt niet verwonderlijk, ruim boven de poolcirkel. Maar in de zomer stijgt de temperatuur ook op Spitsbergen tot ver boven het vriespunt. Van Soest heeft tijdens het scheppen genoeg aan een dunne trui, zolang de zon schijnt en de wind zich koest houdt. De bovenlaag van het eiland is drassig, en tijdens het graven komt vooral grond naar boven zoals je die ook in Nederland treft: niet-bevroren, vochtige drab. De grond aan de oppervlakte is gedurende deze zomer ontdooid, als een bak ijs die al een tijd buiten de vriezer staat. Van Soest graaft in de zogenoemde actieve laag, het ontdooid deel, dat dieper beneden in stevigere klei verandert.

Met de diepte daalt ook de temperatuur. Na zestig centimeter komt Van Soest simpelweg niet verder met haar schep. Daar begint de permafrost die ik vervolgens aanraak. Dat de laag erboven 's zomers ontdooid is, is op

zich niet bijzonder. Dat gebeurt jaarlijks, waarna de boel in de winter weer bevroert. Maar met de steeds warmere zomers neemt de dikte van de dooilaag wel toe. Enkele decennia terug had mijn hand de ijslaag al kunnen raken op twintig centimeter diepte. Die sterkere dooi geeft ellende, vertelt Van Soest. 'In de permafrost zit heel veel koolstof opgeslagen. Als dat nu vrijkomt, kan dat weer bijdragen aan meer CO₂ in de atmosfeer.' Ook is de ontdooid bodem kwetsbaar. Erosie is een risico, omdat de grond behoorlijk papperig is en makkelijk kan gaan schuiven over de bevroren 'ijsbaan' eronder. In gebieden waar huizen op permafrost zijn gebouwd, begint dat nu al problemen te veroorzaken voor de lokale bevolking.

● Tot een meter

Maar wat bepaalt er eigenlijk hoe snel de grond ontdooid? De temperatuur is natuurlijk een cruciale factor, maar de overgangzone naar bevroren grond ligt niet overal even diep. Dat blijkt uit metingen van twee onderzoekers die tussen de rendieren over dezelfde vlakke lopen. Ze slepen een meetapparaat in een plastic krat over de grond met zich mee. Via röntgenstraling kan het



De winter wint

Ook in het noordpoolgebied zijn er zomers. Ze duren alleen erg kort. Spitsbergen is tot mei bedekt onder een laag sneeuw, die in september alweer terugkeert. Als bonus is het gedurende de korte zomers wel dag en nacht licht. De dag houdt simpelweg niet op. Zo kun je het maximale halen uit de korte periode dat het weer relatief aangenaam is. Tijdens de donkere winters helpt de combinatie van het witte oppervlak en het noorderlicht om soms toch nog het nodige te kunnen zien.



Eigenlijk best een slecht gekozen naam, rendier. Want een relaxter wezen ga je tot in de wijde omtrek niet tegenkomen.

Rendier rent niet

Als rendier op Spitsbergen schrik je wel even als je voor het eerst een mens ziet. Dat zou je tenminste zeggen. Het zou zomaar kunnen dat de dieren die op het eiland Edgeøya leven, nog nooit een mens hebben gezien. Het eiland is onbewoond en niet toegankelijk voor toeristen. Alleen onderzoekers meren af en toe aan. Toch kun je rendieren gemakkelijk tot op een

meter of tien benaderen. Dan lopen ze kalmpjes opzij, om je wat ruimte te geven. Het lijkt nogal naïef van de dieren, maar juist die naïviteit is hun redding, legt rendierdeskundige Brage Bremset Hansen van Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet uit. 'Het leven rond de polen draait om het sparen van energie. Waakzaamheid kost veel kracht.' Wegrennen

vraagt om calorieën, en leidt af van de belangrijkste activiteit van rendieren: zoveel mogelijk voedzame plukjes uit de barre grond happen. Rendieren hebben geen echte vijanden (ijsberen eten zelden rendier), maar verhongering is wel een ernstig risico. Waakzaamheid is hier dus niet de beste strategie: juist het meest relaxte rendier zal het langst overleven.

apparaat veranderingen in de structuur van de bodem in kaart brengen. Bevroren grond weerkaatst signalen namelijk anders dan ontdooid materiaal. Op deze manier brengt de scanner het hele terrein hier snel in kaart. De permafrost blijkt op een diepte van zo'n dertig centimeter tot een meter te beginnen. In het dooiniveau zit dus zelfs in een relatief klein gebied als dit al behoorlijk wat variatie. Hoe komt dat?

● Doorzoek de grond

Van Soest vermoedt dat de dooisnelheid samenhangt met de bodemsamenstelling. 'De structuur bepaalt bijvoorbeeld hoeveel water de bodem kan vasthouden. Hoe meer kleinere deeltjes en hoe meer organische stof erin zit, hoe ondieper de permafrost, verwacht ik.' Maar of dat echt zo is, moet nog blijken uit het onderzoek naar de ontdooid laag boven de permafrost. Van Soest

neemt monsters, om te bestuderen wat er nou eigenlijk in de ontdooid laag grond zit. De analyses zullen later plaatsvinden in het lab. 'Uiteindelijk gaat het allemaal in de oven, op 500 graden. Het organische deel verbrandt. Als je het gewicht vooraf en achteraf weet, kun je berekenen wat het gehalte aan organisch materiaal was.' Wat overblijft zijn zand en stenen, waarvan de grootte geanalyseerd kan worden. Op basis van die gegevens kun je vervolgens, hopelijk, voorstellen waar de grond het snelst zal dooien. Centimeter voor centimeter haalt Van Soest materiaal weg dat ze in plastic zakjes stopt om straks in het lab te analyseren. Los van ►



Onderzoekers Koos de Vries en Wouter Rooke verrichten grondmetingen. De hamvraag: hoe diep begint de permafrost?

Warme polen

De aarde warmt op, maar dat gaat lang niet overal in hetzelfde tempo. Rond de Noordpool gaat de opwarming tot wel vier keer sneller dan het wereldwijde gemiddelde. De afnemende ijsmassa leidt lokaal namelijk tot verdere temperatuurverhogingen. Ijs en sneeuw weerkaatsen veel zonlicht, maar zodra ze wegsmelten komt donkere aarde tevoorschijn. Die neemt makkelijker warmte op, waardoor het smeltempo verder toeneemt. De temperatuurstijging is ook slecht nieuws voor de zeespiegel. Rond de polen ligt immers verreweg het meeste ijs dat kan gaan smelten. Op Spitsbergen zijn veel gletsjers al flink aan het krimpen, maar de impact daarvan is nog te overzien. Vooral op Groenland liggen extreme hoeveelheden ijs opgeslagen. Als dat allemaal zou smelten, stijgt het zeeniveau met ruim zeven meter.

Wie dacht dat bodemonderzoek saai is, moet het eens op Spitsbergen proberen



De onderzoekers mogen niet aan land zonder gidsen. Die dragen geweren om de schouder voor uiterste noodgevallen.

Uit het ijs

Ontdooiende permafrost is een zorgelijke ontwikkeling, maar levert ook interessante vondsten op. In de voorheen permanente vrieskist blijkt namelijk van alles bewaard gebleven.

■ In juni 2022 vonden mijnwerkers een babymammoet in de permafrost van Noordwest-Canada. Het dier is 30.000 jaar oud, maar is hooguit een beetje verformd. De mammoet is nog makkelijk te herkennen, inclusief zijn bijna volledig intacte huid.



GOVERNMENT OF YUKON

■ Tot 13.000 jaar terug leefde in het poolgebied de holenleeuw, een op winterse omstandigheden afgestemde leeuw. In 2015 werden twee diepgevroren welpen gevonden in Siberië, met het gelige leeuwenvachtje er nog aan. Dankzij de permafrost weten we nu precies hoe de dieren eruitzagen.

■ Met het dooien van de permafrost komen ook slagtanen van mammoeten in grote aantallen bloot te liggen. Dat kun je uitleggen als goed of als slecht nieuws: er komt ivoor op de markt zonder dat het olifantenlevens kost. Maar het leidt ook tot wildwesttaferelen in delen van Siberië. Ivoor voor het oprapen, dat trekt de nodige cowboys aan.

Kunstig ontdooid

Een landschap als de huid van een giraf, waarbij talloze barsten in de grond een uitgebreid vakjespatroon vormen. Zulke motieven ontstaan soms in de permafrost door het jaarlijks opvriezen en ontdooien van de bodem. Bij het ontdooien van permafrost kunnen scheurtjes in de grond ontstaan. Als die vollopen met water, zullen ze tijdens de volgende winter verder openbarsten dankzij het bevriezende, en daardoor uitzettende water. Zo ontstaan steeds bredere scheuren in het land. Als dat proces zich vele jaren blijft herhalen, ontstaan er allerlei patronen. De motiefjes ogen soms zelfs een beetje kunstmatig, bijvoorbeeld als in de breuken stenen terechtkomen die daardoor keurig gesorteerd raken en de randen van de vakjes vormen. Maar de geometrische patronen zijn weinig meer dan natuurkunst.

pepijn.van.der.gulden@quest.nl

Dit artikel is onderdeel van een serie artikelen naar aanleiding van de SEES-expeditie naar Spitsbergen, georganiseerd door het Arctic Centre (RUG) en NWO.

Ooit kwam hier op Edgeøya een gletsjer naar beneden. Nu ligt er alleen nog ijs verstopt onder de drassige bovenlaag.



► een schep bestaat haar gereedschap uit een gewoon mes uit de keukenla en haar oude collegekaart, die helpen om materiaal uit de put te schrappen. Zodra elk zakje dicht zit, gaat de grond weer in de put. De lapjes grond komen bovenop terug, om de boel min of meer onaangetast achter te laten.

● Spannend onderzoek

'Polar bear spotted.' Het is geen alledaagse waarschuwing, die krakend uit de portofoon van een gids klinkt. Vanaf het schip is onze positie in de gaten gehouden, nu worden we gewaarschuwd voor een ijsbeer die onze kant op komt. Zelf zien we nog niks, want hij loopt vanuit ons gezien nog achter een heuvel. Maar de mensen op het onderzoeksschip hebben het beest al gespot, op krap een kilometer van ons zojuist gesloten gat naar de permafrost. Ijsberen zijn levensgevaarlijk en rekenen mensen tot hun lunchopties. Wie dacht dat bodemonderzoeker

geen spannend beroep is, moet het gewoon eens op Spitsbergen proberen.

De aanwezigheid van ijsberen hier lijkt deels samen te hangen met de warmere zomers. Waar het zee-ijs zich voorheen relatief langzaam richting het noorden terugtrok, gaat dat nu eerder in het jaar en sneller. Een deel van de beren mist de laatste schots en blijft op het ijsvrije land hangen.

Voorlopig is deze ijsbeer nog uit ons zicht, dus Van Soest kan nog even doorwerken. Maar het dier kan wel ieder moment om de hoek komen. Als hij doorloopt, is het werkelijk vluchten geblazen. En dat terwijl het onderzoek nog niet klaar is. Om voorspellingen te doen, moet Van Soest op meerdere plekken gaten graven. Alleen dan kan ze een vergelijking maken tussen de bodemsamenstelling en de dooidiepte. En dus graaft en monstert ze een tweede gat, nu met ijsberenspoed. Na een halfuur zit ook het tweede gat weer dicht. Nog vier te gaan, is het plan.

● Snel wegwezen

Toch maar even niet. De ijsbeer is aan de wandel, en komt onze kant op. Hij doemt aan het eind van de heuvel op. We zien een klein, wit vlekje, heel wat verder weg dan in de dierentuin. Maar toch: het is wel een ijsbeer. En tussen hem en ons zitten nu geen gracht, muur en informatiebordje. Onderzoek klaar, tijd voor actie. Als groep snellen we naar het strand, omgeven door de gidsen met geweren. Stiekem is het best een belevenis moet ik bekennen, maar we moeten echt wegwezen.

Zodra wij ons terugtrekken langs het riviertje dat we eerder overstaken, sjokt de ijsbeer bovenlangs in de richting van het onderzoeksterrein. Hij is met het blote oog goed te zien, maar blijft op afstand. De ijsbeer zelf lijkt niet onder de indruk van de situatie. Hij kuiert doodkalm naar de plek waar wij vanmiddag onze lunch aten. De rendieren doen op hun beurt enkel een paar pasjes opzij: ze

ILLUSTRATIE: ROLF ROSING



Bevroren broeikas

De aarde op Groenland en op Spitsbergen, maar ook onder grote delen van Canada en Rusland, is diepgevroren. Ook in berggebieden is permafrost te vinden. In totaal is zo'n elf procent van het totale landoppervlak op aarde bevroren. Samen vormen deze gebieden een grote opslag van organische stoffen: er liggen bijvoorbeeld halfverteerde dieren- en plantenresten opgestapeld. Ontdooit de boel, dan gaat de afbraak daarvan verder. Daarbij komen flinke hoeveelheden broeikasgassen vrij,

zo is de verwachting. Vooral het ontsnappen van methaan is problematisch, want dat is een veel sterker broeikasgas dan kooldioxide. Het effect van ontdooiende permafrost is zo groot dat het de opwarming van de aarde zal versnellen. In de permafrost zit op dit moment zelfs meer broeikasgas opgeslagen dan de mensheid als geheel heeft uitgestoten, al is het nog niet helemaal duidelijk hoeveel daarvan daadwerkelijk zal ontsnappen als de aarde opwarmt.