



# De toendra smelt

Verstoring van de vegetatie heeft een dramatisch effect op de toendra. Al binnen een paar jaar wordt de permafrost aangetast en stort de bodem letterlijk in. Het gevolg is een flinke extra uitstoot van het broeikasgas methaan. TEKST NIENKE BEINTEMA FOTOGRAFIE BINGXI LI, WAGENINGEN UR

**H**et lijkt een onveranderlijk landschap, letterlijk bevroren in de tijd: de uitgestrekte toendra van het noordpoolgebied. Maar dit gebied is erg kwetsbaar voor verstoring. Een kleine verandering kan een groot effect hebben. Dat ontdekten Monique Heijmans en haar collega's van de leerstoelgroep Natuurbeheer en Plantenecologie. Zij verwijderden de struikjes in een vijftal proefveldjes en volgden die percelen een aantal jaren. Het effect was dramatisch: de permafrost, de permanent bevroren ondergrond, begon te ontdooien en de toendra zakte in elkaar. Het gebied begon methaan uit te stoten, een broeikasgas dat dertig keer sterker is dan koolstofdioxide. Die ontdekking was afgelopen november een publicatie waard in het gezaghebbende *Nature Climate Change*. Een kwart van het landoppervlak van het noordelijk halfrond heeft permafrost in de bodem, vooral in Canada en Siberië. De permafrost vormt een meters dikke, ondoordringbare laag. Alleen de bovenste decimeters van de toendra ontdooien in de zomer. Plantenwortels,

## ‘Kleine ingrepen kunnen grote klimaateffecten teweegbrengen’

dierenleven, schimmels en bacteriën: alles blijft beperkt tot die bovenste laag. De permafrost verklaart waarom de Arctische bodem op veel plekken zo zompig is. De bovenlaag is door de bevroren ondergrond slecht gedraïneerd. Het resultaat is het typische ecosysteem van de Arctische laaglandtoendra, met struikjes, grassen, mossen en meertjes.

### LATEN INSTORTEN

‘Dat de toendra kwetsbaar is, is niet nieuw’, vertelt Monique Heijmans. ‘Mensen die er wonen of er onderzoek doen, weten dat wel. Maar onze studie heeft nu in veel bredere kring verraste gezichten opgeleverd. Uit de resultaten blijkt dat er maar heel weinig voor nodig is om de boel letterlijk te laten instorten.’

Heijmans en haar collega's werken sinds 2007 in het afgelegen Kytalyk Wildreservaat in de regio Jakoetië, Noordoost-Siberië, zo'n 6500 km ten oosten van Moskou. Het is een weids, uitgestrekt gebied met veel

meren, rivieren en bijbehorende vlodvlakten. ‘Ik vind het er prachtig’, zegt Heijmans. ‘Er is een klein beetje reliëf, dankzij oude rivierlopen en voormalige meertjes. En de luchten zijn heel mooi. Vooral middenin de nacht, als de zon niet ondergaat.’

In het reservaat richtten de onderzoekers een langlopend experiment in. ‘We hadden tien ronde proefveldjes van tien meter doorsnede’, vertelt Heijmans. ‘In de helft daarvan knipten we de struikjes bovengronds af.’ Het ging om *Betula nana*, de dwergberk, die matten vormt van hooguit twee decimeter hoog. ‘Andere struiken en grassen lieten we staan.’

Ze kozen voor dit experiment omdat duidelijk was dat er een interactie is tussen struiken, klimaat en de staat van de toendra. Heijmans: ‘Op sommige plekken is de grond door de ontdoende permafrost aan het inzakken, waarna de struiken verdrinken in poeltjes water. Welke gevolgen heeft het verdwijnen van die struiken? Gaat het ontdooien dan nog sneller?’ Die vraag is ook relevant in de context van directe menselijke verstoring van de toendra. Op plekken waar oliewinning plaatsvindt, of waar met seismisch onderzoek naar olie wordt gezocht, wordt de toendra over grote oppervlakken van zijn vegetatie ontdaan. Dat gebeurt ook voor andere infrastructuur, zoals wegen, bebouwing en vliegvelden. Daarom wilden de Wageningers experimenteel onderzoeken wat precies de rol is van die struiken.

### ISOLERENDE DEKEN

Al binnen een jaar traden er onder de kale veldjes grote veranderingen op. De permafrost ontdooide tot 5 centimeter dieper dan normaal, in de vier jaar daarna liep dat op tot 15 centimeter. Bovendien begonnen de veldjes te verzakken en kwamen ze onder water te staan. Na vijf jaar waren ze ruim 16 centimeter ingezakt. In die depressies bleef in de winter ruim een decimeter meer sneeuw liggen dan op de controleplots. ‘Die sneeuw werkt als een isolerende deken’, vertelt Heijmans. ‘De bodem bevriest daardoor in de winter minder sterk dan normaal’. Met andere woorden: er was een zichzelf versterkend proces in werking gezet.

En niet alleen door de isolerende sneeuw. De nieuw ontstane meertjes zijn ook nog eens donkerder dan de omringende toendra, waardoor ze meer zonlicht en dus meer warmte absorberen. Dat versterkt de opwarming en dus de dooi van de permafrost.

‘Bovendien maten we dat die natte, verstoorde toendra methaan uitstoot’, zegt Heijmans, ‘terwijl de controleveldjes juist netto methaan vastleggen. Op wereldschaal



zie je dus ook in dat opzicht een zichzelf versterkend effect van klimaatopwarming.’

In de permafrost ligt een gigantische hoeveelheid organisch materiaal opgeslagen. Die bevat evenveel koolstof als alle nu levende planten en dieren ter wereld bij elkaar: ruim 1.600 gigaton. Als de permafrost ontdooit, komt een deel daarvan geleidelijk als broeikasgas in de lucht terecht. In de ontdooid bodem breken schimmels en bacteriën namelijk het organisch materiaal af dat eerder lag ‘opgesloten’ in de permafrost. Daarbij komt niet alleen koolstofdioxide vrij, maar ook methaan.

### MOTIE AANGENOMEN

Het nieuws werd afgelopen november groot opgepikt door onder meer *de Volkskrant*. De volgende dag dienden de Partij voor de Dieren en de SP een motie in, die vervolgens ook werd aangenomen. De motie vraagt de Nederlandse regering tijdens internationale klimaatonderhandelingen te pleiten voor een vrijwaring van het noordpoolgebied van olie- en gaswinning. ‘Daar hoeven we op zichzelf niet zo gek veel van te verwachten’, zegt hoogleraar Frank Berendse, groepsleider en senior auteur van het artikel in *Nature Climate Change*. ‘De economische belangen zijn enorm, en bovendien zijn er in dat debat machtige partijen zoals de VS en Rusland die zich niet al te welwillend opstellen, om het zachtjes te formuleren. Maar het is toch heel belangrijk dat er nu eens op politiek niveau aandacht is voor onverwachte feedbackeffecten. En voor het feit dat kleine ingrepen grote klimaateffecten teweeg kunnen brengen.’

Heijmans beaamt dat. ‘Het is een heel helder eerste signaal’, zegt ze, ‘maar nu willen we hier natuurlijk verder mee. We willen kijken wat er op de langere termijn gebeurt. En collega’s uit Amsterdam en Zwitserland zijn bezig methaanuitstoot op veel grotere schaal te meten. Je wilt deze kleinschalige experimenten natuurlijk kunnen vertalen naar een grotere schaal; en liefst ook naar andere ecosystemen.’ Zelfs binnen het toendraecosysteem zie je grote verschillen, benadrukt ze.

### WARMTE ABSORBEREN

In Alaska breidt de struikvegetatie zich bijvoorbeeld juist uit nu het warmer wordt, zonder dat daar de toendra instort. ‘Dat komt doordat dat een hogere, drogere toendra is’, zegt Heijmans, ‘waar de planten niet verdrinken als de permafrost ontdooit. Het gaat ook om andere, hogere struiken.’ Die struiken zorgen in Alaska overigens op hun manier voor een versterkend effect: ze zijn donkerder dan hun omgeving, waardoor ze warmte

### ‘EEN KORTE BROEK IS GEEN OPTIE’

Monique Heijmans en een vijftal collega’s brengen elke zomer een paar weken door in een uiterst afgelegen stuk van Noordoost-Siberië. ‘We verblijven in een veldstation in een wildreservaat waar je alleen per boot kunt komen’, vertelt ze. Je kunt je verder alleen te voet verplaatsen, want het is een erg moerassig gebied.’

De onderzoekers werken er tussen de watervogels. Nu en dan zien ze Siberische kraanvogels, rendieren, poolvossen, wolven en muskussen. Af en toe komt er een bruine beer voorbij. ‘Maar we zien vooral veel muggen’, lacht Heijmans. ‘Je moet permanent een muggennetje dragen, anders is het onwerkbaar. En dat is nog best een opgave. Het kan er in de zomer zomaar 30 graden worden. Een korte broek is dan geen optie.’

Het veldstation bestaat uit een aantal houten hutjes en containers. Elektriciteit komt van zonnepanelen, water uit de beek. Een lokale kokkin bereidt maaltijden op een houtkachel. In de zomer is er in het gebied nauwelijks menselijke activiteit. Heel af en toe komen er dorpelingen langs om bessen te plukken of te vissen. ‘Vaak delen ze wat van hun vangst met ons. Superlekkere vissen.’



absorberen. En ze houden meer sneeuw vast dan kale toendra, waardoor de bodem minder sterk bevroert.

‘Je kunt dus moeilijk generaliseren’, besluit Heijmans. ‘Per gebied zul je experimenten moeten doen. Dat laat wel mooi zien hoe ongelooflijk complex die ecologie in elkaar zit.’

‘Dit onderzoek illustreert het enorme belang van langetermijnonderzoek’, zegt begeleider Berendse. ‘Wij hebben deze toendraveldjes zeven jaar gevolgd, en daar gaan we nog steeds mee door. Maar voor zulk onderzoek zijn steeds minder middelen beschikbaar.’ Alles moet meteen resultaat opleveren, merkt hij. ‘Vooral met langzaam groeiende ecosystemen, zoals de toendra, is het vaak een kwestie van een lange adem.’ ■