DE NACHT MAAKT HET KLIMAAT ONVOORSPELBAAR

‘Modellen houden geen rekening met de koude grenslaag die ’s nachts ontstaat’

Duizenden wetenschappers over de hele wereld onderzoeken het klimaat en werken aan modellen die het weer van morgen en de verandering op lange termijn kunnen voorspellen. Maar nog steeds maken hun modellen grote fouten. Ondanks alle investeringen in mankracht en geavanceerde computers blijft het voor een belangrijk deel nattevingerwerk. Oorzaak? De nog onbegrepen nacht.

door LAURIEN HOLTJER, foto BART DE GOUW

'Wat er 's nachts allemaal gebeurt in de atmosfeer is nog nauwelijks bekend. Er spelen tal van processen waar we bijna niks van weten. Hierdoor maken modellen systematisch fouten voor wind en temperatuur', zegt dr. Gert-Jan Steeneveld van de leerstoelgroep Meteorologie en luchtkwaliteit. Hij promoveerde onlangs op zijn bijdrage aan verbetering van klimaatmodellen. Hij onderzocht de effecten van de nacht op de luchtlaag direct boven het aardoppervlak, de zogeheten grenslaag.
Overdag warmen zonnestralen de aarde op waardoor er luchtbellen met warme lucht ontstaan. Deze stijgen op in de atmosfeer tot ze in een laag komen met dezelfde temperatuur. Deze verplaatsing van lucht vindt over grote afstanden plaats. 's Nachts daarentegen vermengen de luchtlagen zich nauwelijks. 'Als de avond valt, krijgt de aarde geen warmte meer van zonnestralen, maar straalt ze nog wel warmte uit. Deze straling wordt nergens door tegengehouden, waardoor het aardoppervlak snel afkoelt. Zo ontstaat er een koude laag net boven het land met daarboven een veel warmere laag', zegt Steeneveld.
Zijn co-promotor dr. Bas van de Wiel illustreert het proces met een glas koffie. Giet voorzichtig een scheutje koude melk in een glas hete koffie en kijk wat er gebeurt. 'De melk is koud en zwaar en zakt onmiddellijk door de werking van de zwaartekracht naar beneden.' Zonder roeren vormt zich na een tijdje een stabiele laag op de bodem. 'De melk zal niet uit zichzelf naar boven gaan. Het kost moeite om de koude laag tegen de zwaartekracht in te tillen. Je moet flink roeren om dat voor elkaar te krijgen.'
Zodra de zon opkomt, verdwijnt langzaam de stabiele koude luchtlaag. Uiteindelijk stijgt de opgewarmde lucht op en mengt zich weer met bovenliggende lagen. Voor die tijd echter hebben zich al allerlei processen voltrokken die van invloed zijn op de dag die gaat komen. Welke processen precies en hoe deze onderling samenhangen is maar ten dele bekend.

KLIMAATVERANDERING

Omdat weerkundigen de nachtelijke grenslaag onvoldoende in de vingers hebben, zijn er nog heel veel onzekerheden in de klimaatvoorspellingen. Zo loopt de verwachte temperatuurstijging voor de komende eeuw uiteen van 1,1 tot 6,4 graden Celsius. Maar zelfs voor wat betreft het weer van morgen slaan deskundigen geregeld de plank mis. Vaak genoeg blijkt de voorspelde zonnige dag in de werkelijkheid somber zodra het licht doorbreekt. De processen die zich 's nachts in de grenslaag afspelen, zijn zo onvoorspelbaar dat modellen ze niet meenemen in hun berekeningen voor het weer. Hierdoor ontstaan afwijkingen tussen verwachtingen en werkelijkheid.
Experts passen dit soort afwijkingen nu nog handmatig aan op basis van ervaring en statistieken. Dat kost echter veel geld en maakt de voorspellingen vatbaar voor willekeur. 'Het maakt voor de ochtendspits nogal uit of weerkundigen min twee of plus drie graden verwachten. De invloed van de nachtelijke grenslaag is zo groot dat die bepaalt of er mistvorming plaatsvindt of gladheid op wegen', aldus Steeneveld.
En dan is er natuurlijk nog de klimaatverandering. Iedereen, van burger tot politicus, wil weten wat ons te wachten staat. 'Maar juist daar waar het klimaat het snelst verandert – in de polaire gebieden – maken de modellen de grootste fouten', zegt Van de Wiel. Want op de polen blijft de stabiele grenslaag vaak ook overdag intact. Steeneveld: 'Modellen geven daar 's winters, als het 24 uur per dag donker is, tien graden meer aan dan werkelijk wordt waargenomen.'
Bijna niemand durft uitspraken te doen over de gevolgen voor de voorspellingen als modellen de processen van de nacht meenemen. Alleen Van de Wiel speculeert heel voorzichtig. 'Aangezien nu alle klimaatmodellen te hoge temperaturen aangeven boven koude oppervlakten, lijkt het er op dat de voorspelde temperatuurstijging in de poolstreken naar beneden bijgesteld moet worden. Maar pas op, dit is een gevoelsmatige uitspraak, bewezen is het nog zeker niet.'

LUCHTKWALITEIT

De reden waarom de nacht nog zo'n mysterie is voor weerkundigen, is dat er tot nu toe nog nauwelijks metingen gedaan zijn in de nacht, zegt Laurens Ganzeveld van de leerstoelgroep Aardsysteemkunde. Hij onderzoekt de chemische reacties die 's nachts plaatsvinden in tropische bossen. 'Veel mensen denken dat wat er 's nachts gebeurt minder interessant is. Geen zonlicht, dus geen fotochemie en ook weinig menging tussen het bos en atmosfeer.'
Maar niets is minder waar, zegt hij. Terwijl sommige scheikundige reacties stoppen zonder licht, gaan andere vrolijk door. De bodem produceert bijvoorbeeld stikstofoxide, dat een belangrijke rol speelt in de opbouw en afbraak van het broeikasgas ozon. Hoeveel ozon de lucht bevat, is deels afhankelijk van de hoeveelheid stikstofoxide in de grenslaag en de luchtlaag erboven. 'Een stabiele grenslaag zoals zich in de nacht vormt, onderdrukt de uitwisseling. Stikstofoxide blijft hangen in de vegetatie en accumuleert.'
Deze ophoping van stoffen speelt niet alleen een rol in de tropen, maar ook in een land als Nederland waarin de industrie veel vervuilende stoffen uitstoot. 'Overdag is de grenslaag waarin wij leven zo'n anderhalve kilometer dik. 's Nachts is deze veel dunner, meestal tussen de 100 en 200 meter', zegt Steeneveld. 'En in een heel heldere nacht met weinig wind is de laag nog dunner: 25 meter.' In zo'n nacht hangt de uitstoot van industrie in een hoge concentratie boven het aardoppervlak. 'Soms is het gehalte zo hoog dat lokaal de Europese normen worden overschreden', zegt Steeneveld. Van de Wiel: 'Nederland heeft de slechtste lucht van Europa. Wat veel mensen niet weten is dat de piek hiervan in de ochtend en avond ligt, omdat er dan een dunne stabiele laag is. Loop in de winter maar eens door een woonwijk. Eén open haard is voldoende om de hele wijk te laten stinken. Dit komt omdat de stoffen opgesloten zitten in de stabiele grenslaag en als deze heel dun is, is de concentratie hoog. Het is bijna zelfmoord als je 's ochtends in de file staat terwijl er nog een hele dunne grenslaag over het land ligt.'

ONTBOSSING

Evenals de weermodellen houden ook de berekeningen voor luchtverontreiniging geen rekening met de grenslaag die zich 's nachts vormt. Chemici passen de uitkomsten handmatig aan. 'Maar het is moeilijk om zo juiste scenario's op te stellen. Als we de processen niet weten, kunnen we ook geen goede voorspellingen doen, bijvoorbeeld over de effecten van ontbossing', zegt Ganzeveld.
Zowel de meteorologen als chemici proberen daarom grip te krijgen op de stabiele grenslaag door een inhaalslag aan metingen te doen. 'Maar dit wordt bemoeilijkt omdat de atmosfeer geen laboratorium is waar experimenten gecontroleerd kunnen worden gedaan. We zijn afhankelijk van wat er langs onze meetmast reist', zegt Steeneveld.
Zelf onderzocht hij in zijn promotie onder andere de effecten van kleine details in het landschap op de turbulentie in de luchtlaag. 'Huidige weermodellen houden nu alleen rekening met reliëf op grootschalig niveau, zoals gebergten, maar 's nachts is een verschil in grondsoort al genoeg om golfjes te veroorzaken die zich over grote afstanden transporteren', zegt hij.

SUPERMODEL

Door die lokale processen mee te nemen in de modellen, komt Steeneveld inderdaad dichterbij de werkelijk waargenomen temperaturen. Toch blijkt standaardisatie in alle klimaatmodellen nog niet mogelijk. 'Het is heel lastig om te onderscheiden of een gemeten windverandering veroorzaakt wordt door turbulentie of door koude lucht die van een helling stroomt. We meten voortdurend, maar de wervelingen in de stabiele grenslaag zijn klein en moeilijk nauwkeurig te meten.'
Wel dragen Steenevelds bevindingen bij aan het begrip van de grenslaag 's nachts, zegt Van de Wiel. 'Het weer is oneindig complex vanwege haar chaotisch gedrag. We kunnen niet anders dan zaken proberen te vereenvoudigen door eerst de afzonderlijke processen zoals turbulente menging te begrijpen. Daarna kunnen we proberen de inzichten te integreren in een supermodel.' Maar dat supermodel blijft voorlopig nog toekomstmuziek. Steeneveld: 'Daar zijn nog heel veel meer metingen voor nodig.' <