**Is er geen regen? Dan máken we regen, denken steeds meer landen**

Regen maken is allang niet meer iets van de verre toekomst. Al meer dan vijftig landen, met China voorop, doen aan wolken zaaien, zoals het heet. Hoe werkt dat? En is het wenselijk?

[**Maartje Bakker**](https://www.volkskrant.nl/auteur/Maartje%20Bakker)16 september 2022, 10:30

Negen piloten staan om de beurt paraat, 24 uur per dag, 365 dagen per jaar. Zodra ze van de meteorologen in Abu Dhabi horen dat ze moeten opstijgen, gaan ze. Aan hun vliegtuigen zijn ronde cilinders bevestigd, zo groot als keukenrollen, met daarin strooizout voor in de lucht. Ghaith staat er op die cilinders, een Arabisch woord dat een dubbele betekenis heeft: ‘regen na lange droogte’, maar ook ‘vertrouwen in de toekomst’.

Dit zijn de regenmakers van de Verenigde Arabische Emiraten, een van de droogste landen ter wereld, en ook een land dat serieus werk maakt van weermodificatie. ‘Je moet je angst voor de wolken kwijtraken’, vertelde een van de piloten [aan de Duitse krant *Die Zeit*](https://www.zeit.de/2022/12/abu-dhabi-wasserknappheit-wolkenimpfung-vae/komplettansicht). Toen hij nog met een passagiersvliegtuig vloog, was het zijn opdracht regenwolken zo veel mogelijk te vermijden. Het kan riskant zijn om er dwars doorheen te vliegen. Nu vliegt hij met een klein propellervliegtuig recht de wolken in, om daar zijn lading los te laten, in de hoop dat de regen even later als manna uit de hemel valt. Wolken zaaien, zo noemen experts wat hier gebeurt.

Al bij de oprichting in 1971 wisten de leiders van de Emiraten hoe belangrijk regen is: er werd bij die gelegenheid zelfs een regengedicht voorgelezen, omdat een land van olie alleen niet leven kan. Sindsdien is water alleen maar schaarser geworden. De bevolking van de oliestaat is geëxplodeerd, het watergebruik ook en ondergrondse waterreservoirs drogen in rap tempo op. Regenbuien worden steeds zeldzamer, een gevolg van klimaatverandering. Bijna al het water komt uit dure ontziltingsinstallaties. Dan is regen maken wel zestig keer zo goedkoop, zeggen ze in Abu Dhabi.

Bij het nationaal meteorologisch centrum van de Emiraten, waar zes meteorologen de hemel en vooral de radars afspeuren naar veelbelovende wolken, vertelt de voorman in *Die Zeit* dat de beregeningsvliegtuigen 98 procent van de wolken op tijd weten te bereiken. Het laat zien hoezeer elke regendruppel hier van belang is, zelfs als je ’m alleen met grote moeite uit de lucht kunt wringen.

Regen maken is allang niet meer iets van de verre toekomst. Wereldwijd kennen [meer dan vijftig landen](https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/seeding-change-weather-modification-globally) een programma voor weermodificatie: van [Duitsland tot Marokko](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=8028#.YxcXg3ZByUk), van de [Verenigde Staten tot India](https://community.wmo.int/activity-areas/wwrp/wwrp-working-groups/wwrp-expert-team-weather-modification). Voorloper is China, gevolgd door landen in het Midden-Oosten als de Verenigde Arabische Emiraten en Saoedi-Arabië.

Maar hoe werkt dat, regen maken? Wérkt het ook echt – dat wil zeggen, neemt de neerslag uiteindelijk toe? En wat zijn de nadelen?

**Zoutdeeltjes**

‘Er zijn grofweg twee methoden om regen te maken’, legt Pier Siebesma uit, hoogleraar atmosfeer, weer en klimaat aan de TU Delft, die zijn hele carrière heeft gewijd aan het bestuderen van wolken.

Bij de eerste methode, die in warme streken zoals het Midden-Oosten vooral wordt gebruikt, gaan de vliegtuigen ongeveer een kilometer de lucht in. Op die hoogte beginnen wolken te ontstaan uit kleine waterdruppeltjes, zó klein dat ze nog niet naar beneden vallen.

‘Het gaat erom: hoe krijg je die druppeltjes zo groot dat ze gaan vallen? Wat je kunt doen, is grote zoutdeeltjes toevoegen aan de lucht. Iedereen weet: zout trekt water aan, het is heel hydrofiel.’ Ziedaar waarom het zo effectief is om zout te strooien als je een glas rode wijn hebt omgestoten. ‘Hoog in de lucht trekken de zoutkristallen ook het water aan, waardoor er grotere druppels groeien, die op den duur naar beneden vallen.’

Dit, zegt Siebesma, is ook vaak de natuurlijke manier waarop regen ontstaat. ‘In Nederland is dit boven zee de allerbelangrijkste bron voor regen’, verzekert hij. Ook interessant: wanneer er beneden een schip vaart dat flink wat roet uitstoot, kan de regen juist worden uitgesteld. De roetdeeltjes zijn klein, en als de waterdeeltjes daaraan hechten, ontstaan er heel kleine druppeltjes in plaats van grote, waardoor ze hoog in de lucht blijven zweven.

Dan de [tweede methode](https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1716995115). Daarbij moeten de vliegtuigen veel hoger de atmosfeer in, tot 5 kilometer. Uiteraard is het daar stukken kouder, tussen de 0 en 40 graden onder nul. Het bewijs zie je als je in het vliegtuig de ijskristallen ziet verschijnen op het raampje.

Toch zijn de watermoleculen in de lucht daar niet bevroren. ‘Die bevriezen pas als ze in contact komen met een stofdeeltje’, weet Siebesma. ‘Daaraan moeten ze zich hechten.’ Denk maar aan wat er gebeurt als je in de winter fietst in de mist: in de lucht hangen waterdruppeltjes, maar je jas slaat wit uit van het ijs dat wordt gevormd.

Als er eenmaal een paar waterdeeltjes bevriezen tegen zo’n stofdeeltje aan, hoog in de lucht, dan begint het geheel als vanzelf te groeien: het ene waterdeeltje trekt het volgende aan, allemaal bevriezen ze, net zo lang totdat die ijsdeeltjes zo groot zijn dat ze beginnen te vallen. Tegen de tijd dat ze op aarde aankomen, zijn ze meestal ontdooid en valt er regen.

Bij het wolken zaaien worden er ook bij deze tweede methode dus extra stofdeeltjes toegevoegd aan de atmosfeer, zodat zich sneller druppels in wording vormen. Meestal wordt hiervoor zilverjodide gebruikt: dat lijkt qua kristalstructuur op water, zodat de waterdeeltjes er gemakkelijk aan vast plakken. Maar ook droogijs (bevroren CO2) is een optie.

**Vietnamoorlog**

Daarmee begon het ooit allemaal. In 1946 experimenteerde Vincent Schaefer, een Amerikaanse scheikundige, met het loslaten van een lading droogijs in een wolk in de buurt van Mount Greylock in Massachusetts. Het gevolg was dat er een dik pak kunstmatige sneeuw viel. Niet lang daarna vroeg Schaefer, die nauw samenwerkte met het Amerikaanse leger, een patent aan op ‘wolken zaaien’.

Het Amerikaanse leger paste de methode ook echt toe: [tijdens de Vietnamoorlog](https://www.nytimes.com/1972/07/03/archives/rainmaking-is-used-as-weapon-by-us-cloudseeding-in-indochina-is.html?sq=rainmaking+vietnam&scp=4&st=p) werd geprobeerd om de moesson te verlengen, zodat de wegen onbegaanbaar zouden blijven en het Noord-Vietnamese leger moeite zou hebben met de bevoorrading. Toen dat uitkwam, leidde dat tot publieke controverse, waarop er een internationaal verdrag kwam dat weermodificatie voor militaire doeleinden verbood. De [Amerikaanse interesse en investeringen](https://www-sciencedirect-com.ezproxy.leidenuniv.nl/science/article/pii/S2210422420301210?via%3Dihub) in het ‘wolken zaaien’ namen vervolgens snel af.

‘Er was twijfel of de kosten nog wel opwogen tegen de baten’, zegt Pier Siebesma. ‘Ook Israël heeft om die reden zijn programma voor weermodificatie afgeschaald.’ Pas de laatste jaren is het opwekken van kunstmatige regen terug in de belangstelling, nu vooral in de strijd tegen klimaatverandering, als wapen tegen de droogte.

Toch blijft die vraag staan: werkt het wolken zaaien, of werkt het niet? Een recente Amerikaanse overzichtsstudie noemt percentages van [12 tot 19 procent extra sneeuwval](https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/58/10/jamc-d-18-0341.1.xml) in de winter nadat er zilverjodide de lucht in werd geblazen. Volgens de World Meteorological Organization varieert de toename van de neerslag van [‘een verwaarloosbare hoeveelheid tot 20 procent’](https://community.wmo.int/activity-areas/wwrp/wwrp-working-groups/wwrp-expert-team-weather-modification).

‘Voor landen als Saoedi-Arabië en Oman is dat natuurlijk aanzienlijk, daar telt elke liter’, overweegt Siebesma. ‘Tegelijkertijd blijft het moeilijk te bewijzen hoe effectief weermodificatie is. Je komt nauwelijks boven de natuurlijke ruis uit. De hoeveelheid neerslag verschilt nu eenmaal nogal van jaar tot jaar, dat zie je in Nederland ook.’

**Winterspelen**

Het scheikundige principe is plausibel, erkent Siebesma. Maar, benadrukt hij: een wolk is zo dynamisch en onvoorspelbaar, die zet de mens niet zomaar even naar zijn hand.

Er gaat dan ook weleens iets mis bij de weersbeïnvloeding. Toen China het wilde laten sneeuwen voor de Olympische Winterspelen in Beijing, ontstond er zo’n sneeuwjacht dat meerdere wedstrijden moesten worden uitgesteld. Toch boekt het Chinese regime ook genoeg successen: de nationale feestdag kent altijd een stralend blauwe hemel, zonder smog, omdat het [Bureau Weersbeïnvloeding](https://www.volkskrant.nl/sport/het-sneeuwt-in-beijing-dat-kan-tijdens-een-evenement-als-de-winterspelen-geen-toeval-zijn~b9713291/?utm_campaign=shared_earned&utm_medium=social&utm_source=copylink) het van tevoren heeft laten regenen. Uit officiële documenten blijkt dat de Chinese meteorologische dienst weersbeïnvloeding daarnaast ziet als [‘een krachtig middel’](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6889077/) om rampen te voorkomen, de landbouw te ondersteunen en de watervoorraad op peil te houden.

Frank Biermann, hoogleraar internationaal duurzaamheidsbeleid aan de Universiteit Utrecht, kijkt met argwaan naar de ontwikkelingen in China. Hij is bang dat het beïnvloeden van het weer een [opmaat kan zijn tot iets veel ingrijpenders](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6889077/): het beïnvloeden van het klimaat. Ook daarbij worden met vliegtuigen [deeltjes in de atmosfeer gespoten](https://www.volkskrant.nl/wetenschap/de-zon-dimmen-om-het-klimaat-te-redden-het-onderzoeken-waard-of-te-gevaarlijk-om-zelfs-maar-te-willen~bf3143c9/), met het idee het zonlicht te weerkaatsen, zodat de opwarming wat minder snel gaat.

‘Als mensen eenmaal open staan voor het idee het weer bewust te veranderen, wordt die volgende stap, naar klimaatmodificatie, kleiner’, zegt hij. En dat is volgens hem gevaarlijk: als ingrijpen in het klimaat een optie wordt, kan dat als excuus worden gebruikt om onbezorgd door te gaan met het opmaken van fossiele brandstoffen. Bovendien kan het leiden tot nieuwe conflicten, want wie bepaalt dan welk klimaat de aarde moet hebben?

**Van wie zijn de wolken?**

Waar dat misschien nog een zorg voor de toekomst is, kan de beïnvloeding van het weer al veel eerder leiden tot nieuwe discussies. Nu al twisten landen met elkaar over rivieren en over grondwater. Zal dat zich in de toekomst uitbreiden naar een strijd om het hemelwater?

‘Absoluut, zeker in regio’s waar droogte een groot probleem is’, denkt Susanne Schmeier, universitair hoofddocent Waterrecht en -diplomatie aan IHE Delft, een instituut voor watereducatie.

Toch ziet ze dat de discussies op dit moment vooral plaatsvinden in het selecte gezelschap van waterrechtsgeleerden. Schmeier: ‘De vraag is: van wie zijn de wolken? Dat is nog niet zo gemakkelijk. Elk land zou soevereiniteit kunnen hebben over de wolken boven zijn grondgebied. Tegelijkertijd: volgens het milieurecht mag je andere landen niet ernstig benadelen. Je mag bijvoorbeeld geen rivier vervuilen en het vieze water naar het buurland laten stromen. Maar heeft wolken zaaien een significant effect op het milieu van een ander land? Als juristen doen we een oproep om hier nu over na te denken, voordat de ruzies zo hoog oplopen dat praten geen optie meer is.’

De eerste beschuldigingen van regendiefstal zijn immers al een feit. ‘Zowel Israël als een ander land is bezig om Iraanse wolken niet te laten regenen’, zei een Iraanse militaire leider in 2018. Dat andere land, dat was de Verenigde Arabische Emiraten – met zijn negen piloten die constant klaarstaan om uit te rukken.