2026

DE REGENMAKER

Methode om regen op te wekken

Na toepassing van deze methode viel zelfs in enkele van de droogste regio's ter wereld regen



Afbeelding toont een mobiele sproei-eenheid met ringsproeikoppen, direct aan open water

Methode, techniek en achtergrond
Versie 2026

Jonathan Hertig
Projectbegeleiding, ontwikkeling en marketing
Schützenfahrstrasse 18, 3115 Gerzensee (Zwitserland)
jonathan.hertig@bluewin.ch
+41 79 758 89 42
www.der-regen-macher.ch

Proloog – Waarom ik deze documentatie heb opgesteld

Zo'n 25 tot 30 jaar geleden zag ik op televisie een uitzending die mij tot op de dag van vandaag niet meer heeft losgelaten. In deze uitzending werd een onderzoeksteam getoond dat in een woestijngebied meerdere, ongeveer zes tot negen meter hoge metalen buizen had opgesteld. Aan het bovenste uiteinde van deze buizen bevonden zich zeer fijne sproeikoppen. Water, mogelijk zeewater, werd door de buizen naar boven gepompt en daar fijn verneveld. Een groot deel van het water verdampte daarbij al in de lucht. Nadat deze methode gedurende enige tijd was toegepast, kon men in de uitzending zien dat het in de betreffende regio begon te regenen. De eenvoud van deze aanpak heeft destijds grote indruk op mij gemaakt.

Vele jaren bleef deze herinnering op de achtergrond. In de afgelopen jaren heeft zij voor mij echter een nieuwe urgentie gekregen. De toenemende neerslagtekorten en de steeds langere perioden van droogte en hitte in Nederland, in België en in grote delen van Europa baren mij grote zorgen. Vooral het jaar 2026, dat in België de geschiedenis ingaat als de warmste zomer sinds het begin van de metingen, heeft deze zorg nog versterkt. De Rijn bereikte bij het meetpunt Lobith de laagste stand ooit gemeten, ook de Maas en de Schelde voeren te weinig water. Scheepvaart en goederenvervoer worden bemoeilijkt, en aan de kust dringt zout water steeds verder landinwaarts door. De landbouw lijdt onder uitgedroogde bodems en onttrekkingsverboden voor beregeningswater, bossen, heide- en veengebieden komen onder toenemende droogtestress te staan en het risico op natuurbranden stijgt. De gevolgen treffen daarmee allang niet meer alleen de natuur, maar evenzeer de economie, de voorziening en de bevolking. [24, 25, 26]

Vanuit deze zorg herinnerde ik mij de toenmalige televisie-uitzending weer en begon ik op internet gericht te zoeken naar vergelijkbare methoden. Daarbij stuitte ik op de Zwitser Hans Hangartner en zijn «Methode voor het teweegbrengen van regen». Tot mijn verrassing vond ik aanwijzingen dat Hangartner zijn methode gedurende vele jaren in verschillende zeer droge regio's van de wereld zeer succesvol had toegepast. Mijn aandacht werd vooral getrokken door zijn proef in de Indiase deelstaat Gujarat in 1988, waar na jarenlange droogte tijdens zijn verblijf opnieuw hevige regenval inzette. [3, 5, 6]

Deze ontdekking was voor mij de eigenlijke aanleiding om de beschikbare informatie bijeen te brengen en de voorliggende documentatie «De Regenmaker» op te stellen. Mijn doel is de methode begrijpelijk weer te geven, de werkzaamheden en veldproeven van Hans Hangartner te documenteren, historische bronnen en neerslaggegevens samen te brengen en tegelijk te laten zien hoe een hedendaagse mobiele proefinstallatie zou kunnen worden opgebouwd.

Centraal staat voor mij daarbij een eenvoudige, maar belangrijke vraag: als een dergelijke methode in enkele van de droogste regio's ter wereld werd toegepast en het daarna herhaaldelijk begon te regenen, waarom zou men haar onder de huidige klimatologische omstandigheden niet ook in Nederland en in België onderzoeken en toepassen? Sinds de toenmalige proeven zijn zowel het klimaat als de technische en meteorologische mogelijkheden aanzienlijk veranderd. Naar mijn mening zouden wij ons daarom niet te lang moeten ophouden met de theoretische vraag of de methode mogelijk is of niet. Doorslaggevend zou zijn de proef onder de huidige omstandigheden met wetenschappelijke begeleiding te starten en te observeren wat er werkelijk gebeurt. Pas een praktische veldproef kan aantonen welk effect de methode onder reële omstandigheden heeft. Mocht blijken dat de methode werkt, dan zou haar nut voor landbouw, bossen, rivieren en watervoorziening en niet in de laatste plaats voor de bestrijding van de opwarming van de aarde van groot belang kunnen zijn. Wie kent het niet – het uitgesproken weldadige effect van de afkoeling wanneer na een langere hitte- of droogteperiode eindelijk aanhoudende regen valt: binnen de kortste keren dalen de omgevingstemperaturen aanzienlijk, en niet in de laatste plaats koelt ook de eerder sterk opgewarmde bodem merkbaar af. Ik zou mij goed kunnen voorstellen dat juist deze methode van het „regen maken" ertoe zou kunnen bijdragen om door gericht opgewekte regenval niet alleen hitte- en droogteperioden te voorkomen, maar ook de toenemende opwarming van de aarde tegen te gaan.

Inhoud

Geschatte leestijd proloog tot conclusie en vooruitblik: ca. 17 minuten

Proloog – Waarom ik deze documentatie heb opgesteld 2
1. Inleiding – Klimaatveranderingen in Nederland, België en Europa 4
2. Oorsprong van de methode – Hans Hangartner 6
3. Veldproeven en het experiment in Gujarat, India (1988) 7
4. Oproep aan politiek, wetenschap, bedrijfsleven en belangenorganisaties – Voorstel voor een pilotproject 9
5. Verschillende bouwvarianten van de sproeikopeenheid 10
6. Conclusie en vooruitblik 14
7. De methode «Regen maken» – basisprincipe 15
8. Meteorologische achtergronden 19
9. Bronnen en verwijzingen 20

1. Inleiding – Klimaatveranderingen in Nederland, België en Europa

Nederland, België en grote delen van Europa ervaren sinds enkele jaren een merkbare verschuiving van het klimaat. Droogteperioden komen vaker voor, duren langer en gaan gepaard met uitgesproken hitte. Zomers zoals 1976, 2003, 2018, 2022 en vooral 2026 hebben laten zien hoe sterk aanhoudende droogte kan doorwerken op landschap, economie en bevolking. In België was de zomer van 2026 met gemiddeld 20,3 °C de warmste sinds het begin van de metingen in 1833; de periode van 1 juli tot 15 augustus was in Ukkel de op twee na droogste periode sinds 1892. [25]

Bijzonder zichtbaar wordt deze ontwikkeling bij de grote rivieren. Rijn, Maas, Schelde en andere waterwegen bereiken in droge zomers steeds vaker waterstanden waarbij de binnenvaart nog slechts beperkt of helemaal niet meer mogelijk is. In juli 2026 stond de Rijn bij het meetpunt Lobith lager dan ooit; sluizen konden nog slechts beperkt worden bediend, de sluis Eefde moest volledig worden gesloten. Omdat via deze waterwegen – met de havens van Rotterdam en Antwerpen als belangrijke knooppunten van Europa – een aanzienlijk deel van grondstoffen, brandstoffen en goederen wordt vervoerd, leiden lage waterstanden tot leveringsknelpunten en stijgende transportkosten, die zich uiteindelijk vertalen in hogere prijzen voor talrijke goederen. [24]

Voeren de rivieren weinig water, dan dringt bovendien zeewater via de riviermondingen steeds verder landinwaarts door. Deze verzilting schaadt de natuur en kan ook de landbouw aantasten. [24] Ook de drinkwatervoorziening komt onder druk te staan: in België moest de wateronttrekking uit de Maas voor de voorziening van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest al worden beperkt, en in talrijke Waalse gemeenten golden beperkingen op het waterverbruik. [26]

Ook de landbouw wordt rechtstreeks getroffen: in grote delen van Nederland golden in de zomer van 2026 onttrekkingsverboden voor grond- en oppervlaktewater, zodat gewassen niet meer zoals gewoonlijk of helemaal niet meer konden worden beregend. In Vlaanderen lag de aardappeloogst ongeveer 20 % lager dan het jaar ervoor, en ook de maïs leed sterk onder de droogte. [24, 27] Groeit het gras op weiden en graslanden in droge perioden niet meer voldoende, dan moeten boerinnen en boeren voer bijkopen of de veestapel verkleinen – met overeenkomstige gevolgen voor de prijzen van landbouwproducten.

De aanhoudende droogte verhoogt bovendien het risico op bos- en natuurbranden: uitgedroogde bodems en verdorde vegetatie vormen een voedingsbodem voor snel uitbreidende branden – een fenomeen dat inmiddels ook Nederland en België regelmatig bezighoudt. In Nederland werden in 2026 meer dan 900 natuurbranden gemeld; in België telde men tot half augustus 234 natuurbranden – meer dan dubbel zoveel als in heel 2025. [28, 29]

Steeds meer komt ook de elektriciteitsvoorziening onder druk te staan. Ongeveer de helft van de grote Nederlandse elektriciteitscentrales ligt aan rivieren – vooral aan de Maas – en is voor de koeling aangewezen op rivierwater. Dalen de waterstanden bij aanhoudende droogte te sterk of stijgen de watertemperaturen te ver – kritiek wordt het vanaf ongeveer 28 °C, begin augustus 2026 bereikte de Maas bij Maastricht al ongeveer 25 °C –, dan mogen de centrales minder koelwater onttrekken en moeten zij hun vermogen terugschroeven. Bij de Franse kerncentrale Chooz aan de Maas, vlak bij de Belgische grens, lag de productie stil vanwege de lage waterstand, en de inkoopprijs voor stroom steeg in Nederland binnen een maand van ongeveer 80 naar 150 tot 200 euro per megawattuur. Aangezien vrijwel het gehele Europese gebied met dezelfde problemen wordt geconfronteerd, zou de beschikbare stroom juist in langdurige droogte- en hitteperioden steeds schaarser kunnen worden. [30]

Naast de economie komt steeds meer ook de bevolking zelf centraal te staan. Volgens een analyse van het Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) overleden tijdens de hittegolf eind

juni 2026 in Nederland ongeveer 900 mensen meer dan gebruikelijk – vooral mensen van 80 jaar en ouder.[31] In België registreerde het gezondheidsinstituut Sciensano tijdens de drie hittegolven van de zomer van 2026 in totaal 2.935 extra sterfgevallen.[32] Bijzonder kwetsbaar zijn ouderen en mensen met reeds bestaande gezondheidsproblemen: bij aanhoudende hitte neemt voor hen het risico op gezondheidscomplicaties duidelijk toe, vooral wanneer lichaam en woonruimten ook ’s nachts niet meer voldoende kunnen afkoelen.[31, 32]

Tegen deze achtergrond wint de vraag aan belang of en hoe de vorming van neerslag in droogteperioden gericht kan worden ondersteund. Of zou het zelfs denkbaar zijn dat tijdens zulke droogteperioden gericht neerslag oftewel regen kan worden „opgewekt”? De voorliggende documentatie stelt een methode voor die al decennia bestaat, maar tot nu toe nooit systematisch en met wetenschappelijke begeleiding is beproefd en toegepast:

Het zogeheten «regen maken» met behulp van een mobiele sproeikopeenheid.

Vereenvoudigd kan het onderliggende principe als volgt worden beschreven: boven het opgewarmde land stijgt vochtige lucht op en condenseert op hoogte tot wolken; de nu drogere lucht stroomt terug naar het wateroppervlak en neemt daar opnieuw vocht op. Kort gezegd: bij het gericht opwekken van regen wordt water – bijvoorbeeld uit een meer, rivier of zee – verdampt om de beschreven kringloop op gang te brengen en geleidelijk te versterken. **Stelt u zich dit proces voor als een grote, krachtige motor: de methode om gericht regen op te wekken is de sleutel die hem in gang zet.**

2. Oorsprong van de methode – Hans Hangartner

De hier voorgestelde methode gaat terug op de Zwitser Hans Hangartner, geboren in 1921 als zoon van een naar het Roemeense Zevenburgen geëmigreerde Zwitserse melker. Als twaalfjarige kwam hij met zijn familie naar Zwitserland, waar de familie een tijdlang in grote armoede leefde. Hangartner werkte in de machinebouw, maar was zijn hele leven een autodidactische knutselaar met een uitgesproken belangstelling voor natuurverschijnselen.[4, 5]

Naar eigen zeggen hield hij zich intensief bezig met thermiek, verdampingsfysica, weerkaarten en wind- en zeestromingen. Een beslissende impuls kreeg hij naar eigen zeggen in 1977 door inzichten uit de koudefysica van de ijsproductie, die hem op het basisidee van zijn latere methode brachten.[4, 5]

Op 1 juni 1989 diende Hangartner bij het Zwitsers Federaal Instituut voor Intellectuele Eigendom het octrooi CH 679 262 A5 in met de titel «Methode en inrichting voor het teweegbrengen van regen». Het octrooi werd op 31 januari 1992 verleend. Het beschrijft zowel de methode – het verdampen van in warme, droge lucht versproeid zeewater om neerslag op te wekken – als een bijbehorende, gemakkelijk verplaatsbare inrichting.[3]

Hangartner liet het niet bij de loutere octrooiaanvraag, maar beproefde zijn methode decennialang in de praktijk – en dat op enkele van de droogste plaatsen ter wereld. Zijn inzetten brachten hem onder meer naar Marokko, Mauritanië, Israël, Tunesië, Togo, Namibië, de West-Afrikaanse Sahelzone en naar India. Tot grote vreugde van de bevolking begon het daarna telkens daadwerkelijk te regenen. De plaatselijke deskundigen bevestigden deze neerslaggebeurtenissen zonder uitzondering – of zij causaal op het regenmakersexperiment konden worden teruggevoerd, kon wetenschappelijk weliswaar niet definitief worden opgehelderd. Vast staat echter:

De regen viel en het verband in de tijd tussen experiment en neerslag bleef opvallend en opmerkelijk.[4, 5]

Ik weet niet of het de steeds terugkerende twijfels van de deskundigen aan de werkzaamheid van zijn methode waren die Hans Hangartner in juni 1988 ertoe brachten zich opnieuw naar de Indiase deelstaat Gujarat te wagen – een regio waar van 1985 tot 1988 aantoonbaar een zware droogte heerste – om daar eens te meer te bewijzen dat zijn methode daadwerkelijk regen kan opwekken. De correspondent van de Tages-Anzeiger, die het experiment ter plaatse volgde, berichtte op 27 juli 1988 over de eerste echte regen in vier jaar.[5, 6, 7, 8]

En toch bleef de verdiende erkenning zijn leven lang uit. Want het basisprobleem is hetzelfde gebleven: regen laat zich niet in het laboratorium reproduceren, en een sluitend wetenschappelijk bewijs dat de neerslag causaal op het sproei-experiment terug te voeren is, kon nooit worden geleverd. Meteorologen, wetenschappers en overheden trokken de successen steeds weer in twijfel – niet kwaadwillig, maar consequent: toeval zou men nooit kunnen uitsluiten.

Wat blijft, is het beeld van een buitengewone Zwitserse uitvinder die met bescheiden middelen en onwrikbaar geloof zijn methode juist inzette in gebieden waar anderen het allang hadden opgegeven – een man die overal waar hij kwam, - regen bracht - en die er toch nooit in slaagde de wereld van het tegendeel van toeval te overtuigen.

3. Veldproeven en het experiment in Gujarat, India (1988)

Bijzondere aandacht verdient een veldproef die Hangartner begin juli 1988 in Jamnagar in de Indiase deelstaat Gujarat uitvoerde. Jamnagar ligt op een schiereiland in het district Saurashtra en werd toen getroffen door een droogte die al vier jaar aanhield en die de toch al arme en economisch achtergebleven deelstaat (ongeveer 178.000 vierkante kilometer – dat komt overeen met ongeveer 2,5 keer de oppervlakte van Nederland en België – toen ongeveer 40 miljoen inwoners) hard had getroffen. De inzet werd begeleid door de toenmalige China- en Azië-correspondent van de Zwitserse «Tages-Anzeiger», H. B., die de veldproef ter plaatse samen met zijn vrouw journalistiek documenteerde. [6, 7, 8]

De inzet kwam tot stand via het Indiase industrieconcern Tata, dat Hangartner naar Gujarat uitnodigde. De proef vond plaats in Jamnagar; in de nabijheid exploiteerde Tata Chemicals een grote productie-installatie. De ingenieurs en chemici daar volgden de opbouw van Hangartners installatie aanvankelijk met onverholen scepsis. [6]

«Met uitbundige vreugde viert de bevolking de eerste echte regen in vier jaar.» [6]

Tages-Anzeiger, 27 juli 1988

Zoals in het bovenstaande artikel beschreven, begon het ongeveer twee weken na Hangartners aankomst, op 14 juli 1988, daadwerkelijk te regenen. Voor deze inzet had de Zwitser opnieuw slechts zijn gebruikelijke, ongeveer 150 - 180 kilogram zware mobiele uitrusting meegenomen – bestaande uit een compressor, hogedrukbuizen en slangen –, waarmee hij telkens probeerde een gebied van meerdere honderden vierkante kilometers te beïnvloeden. Uitgedroogde rivierbeddingen vulden zich binnen korte tijd met water, zodat provisorisch gebouwde hutten aan de oevers haastig moesten worden ontruimd. Terwijl de aanvankelijk sceptische Tata-deskundigen zichtbaar verrast reageerden, vierde de bevolking van Jamnagar de invallende regen uitbundig: jongeren lieten zich door de regen doorweken, kinderen dartelden rond, en vrouwen schepten water uit de ontstane plassen om mee te koken. Hangartner zelf verklaarde in zijn hele leven nog nooit iets vergelijkbaars te hebben meegemaakt. De aanhoudend zware neerslag dwong hem uiteindelijk zelfs zijn terugvlucht naar Zwitserland twee dagen uit te stellen. [6]



Een tent, een 'sproeistandaard' en een compressorpomp – en kort daarna regent het voor het eerst in Gujarat, West-India.



Historische sproei-inrichting van Hans Hangartner tijdens de inzet in India in juli 1988. De eenvoudige constructie bestond uit meerdere hoog geplaatste sproeibuizen en werd gebruikt voor het fijn vernevelen van het water. [4]

Ook de officiële neerslagstatistieken van de Indiase weerdienst voor de betrokken regio's geven een duidelijk beeld: [7, 8]

Regio	01.01.–31.12.1987	01.01.–30.06.1988	Na het experiment: 01.07.–31.12.1988
Saurashtra en Kutch	92,5 mm	14,9 mm	773,2 mm
Deelstaat Gujarat	405 mm	75,6 mm	1.094,3 mm

Bron: India Meteorological Department, imdpune.gov.in (Subdivisional Rainfall Data).
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (ca. 30 sec. tot de link opent)
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html [7, 8]

Opmerkelijk is het verband in de tijd: tot eind juni 1988 heerste in beide regio's nog steeds een buitengewone neerslagarmoede en droogte, terwijl direct na het experiment in de tweede jaarhelft een duidelijk neerslagrijkere periode volgde. Een wetenschappelijk onomstotelijk bewijs dat deze ommekeer daadwerkelijk op het sproei-experiment terug te voeren is, valt naar zijn aard principieel slechts moeilijk te leveren – een volledig gecontroleerde vergelijkende studie zou vereisen dat dezelfde weersituatie eenmaal met en eenmaal zonder sproei-inzet wordt herhaald, wat praktisch onmogelijk is. De statistische gegevens zijn in elk geval een sterke aanwijzing voor de werking van de methode, temeer daar de regenval na vier jaar aanhoudende droogte daadwerkelijk inzette. Het misschien sterkste argument voor de werkzaamheid van de sproeimethode blijft echter een opvallend patroon:

Overal waar Hangartner zijn methode toepaste
– in enkele van de droogste regio's ter wereld – viel de regen! [4, 5]

Terwijl voor de werking van de installatie gedurende 14 dagen slechts ongeveer
42 m³ water werd ingezet, viel in het gebied Saurashtra en Kutch in de tweede jaarhelft van 1988 773,2 mm neerslag. Trekt men daarvan de gemiddelde jaarlijkse neerslag van de voorafgaande 3,5 jaar van 202,5 mm af, dan blijft 570,7 mm extra neerslag over. Op een oppervlakte van ongeveer 109.000 km² komt dit overeen met een hoeveelheid water van ongeveer **62,2 miljard m³**. [23]

4. Oproep aan politiek, wetenschap, bedrijfsleven en belangenorganisaties – Voorstel voor een pilotproject

Gezien de in de inleiding beschreven klimatologische ontwikkeling wil ik u de methode ter beoordeling voorleggen. Uitgangspunt van dit voorstel is de vaststelling dat de droogte- en hitteperioden in Nederland, België en Europa in frequentie en duur toenemen, en de daaruit afgeleide vraag of met een relatief eenvoudige, technisch overzichtelijke methode neerslag gericht zou kunnen worden bevorderd.

Het voorstel houdt in dat Nederland en België – graag ook gezamenlijk, met provincies, gewesten, bedrijfsleven, wetenschap en verenigingen – een wetenschappelijk begeleid pilotproject op gang brengen. Centraal zou daarbij niet een jarenlang theoretisch vooronderzoek moeten staan, maar de praktijkgerichte vraag of onder reële omstandigheden daadwerkelijk neerslag kan worden opgewekt of ten minste bevorderd.

Een wetenschappelijk begeleide pilotproef onder reële omstandigheden zou de logische volgende stap zijn om het potentieel van de Regenmaker-methode in Nederland en België in de praktijk te toetsen. Juist tijdens een uitgesproken droogte- en hitteperiode zouden de meteorologische voorwaarden, het verloop van het sproeien en mogelijke veranderingen in luchtvochtigheid, luchtstromingen, wolkenvorming en neerslag uitgebreid kunnen worden vastgelegd en gedocumenteerd.

Daarbij zou de wetenschappelijke begeleiding de praktische proef moeten ondersteunen en evalueren – maar haar niet onnodig vertragen door langdurige voorstudies, theoretische principiële discussies of buitensporige administratieve drempels. Bij een technisch relatief eenvoudige en overzichtelijke methode zou het mogelijk moeten zijn de noodzakelijke veiligheidsvoorwaarden en randvoorwaarden snel vast te stellen en vervolgens een goed gedocumenteerde veldproef uit te voeren. Veel van de beslissende vragen kunnen uiteindelijk hoe dan ook pas onder reële omstandigheden worden beantwoord. Het doel zou daarom moeten zijn: zorgvuldig voorbereiden, wetenschappelijk begeleiden – maar vooral uitproberen.

Een mogelijke mobiele proefeenheid voor een dergelijk pilotproject zou volgens het voorstel uit de volgende componenten kunnen bestaan:

- een aanhanger met sproeikopeenheid en voorgemonteerde waterpomp, compressor en eventueel ventilator
- een tweede aanhanger met stroomgenerator voor de voeding van de pompinstallatie, ventilator
- de benodigde waterleidingen, sproeikoppen en eventuele meet- en besturingsinrichtingen voor de wetenschappelijke begeleiding van de proef

Een dergelijke installatie zou ongeveer 180.000 tot 250.000 euro kosten, en in de uiteindelijke opbouw zouden naar verwachting twee tot drie installaties volstaan om in Nederland en België gericht regen op te wekken. Zoals in de documentatie vermeld, zou met deze methode niet alleen het neerslagtekort kunnen worden bestreden, maar zouden ook de voortdurend stijgende lokale temperaturen kunnen worden verlaagd. Als men bedenkt dat Nederland jaarlijks ongeveer 25 miljard euro en België ongeveer 16 miljard euro uitgeeft aan milieu- en klimaatbescherming, zou een dergelijke proefinstallatie een verwaarloosbaar kleine uitgave zijn. Ik ben er echter van overtuigd dat het effect ervan groot zou zijn.

Laten wij de moed hebben eventuele vooroordelen, vastgeroeste denkpatronen en voorbarige twijfels af te leggen en nieuwe oplossingsrichtingen open tegemoet te treden. Juist gezien de toenemende uitdagingen door droogte, hitte en watertekort en de opwarming van de aarde zouden wij open moeten staan voor technologieën en nieuwe oplossingsrichtingen. De Regenmaker-methode laat zien dat mogelijk al met een relatief eenvoudige, goedkope en milieuvriendelijke technologie veel kan worden bereikt. Doorslaggevend zou daarom niet moeten zijn of een idee op het eerste gezicht ongewoon lijkt, maar of het onder reële omstandigheden werkt en een concreet nut oplevert. De moed hebben dit onbevooroordeeld te onderzoeken en in de praktijk te beproeven, zou weleens veel belangrijker kunnen blijken dan wij vandaag misschien nog kunnen vermoeden.

5. Verschillende bouwvarianten van de sproeikopeenheid

Voor de praktische uitvoering van de methode zijn verschillende mobiele bouwvormen mogelijk. Op de voorgrond staan drie technische basisvarianten: een sproei-eenheid met hogedrukpomp, een sproei-eenheid met waterpomp en gecombineerde persluchtinjectie, en een uitvoering met extra verticale ventilator volgens een vergelijkbaar basisprincipe als bij een sneeuwkanon. De volgende bouwvormen tonen mogelijke constructievarianten voor een later prototype.

Variant 1 – Sproeikopeenheid met hogedrukpomp

Het water wordt uit een meer, rivier of zee aangezogen, gefilterd en met een krachtige hogedrukpomp naar de verdeler en de sproeibuizen gepompt. De vereiste sproeidruk wordt volledig door de waterpomp opgewekt; de sproeikoppen vernevelen het water tot fijne druppeltjes. Deze uitvoering kan bovendien worden gecombineerd met een of meer naar boven gerichte ventilatoren.

Voordelen: eenvoudige opbouw; hoge waterdoorvoer; minder componenten; geringer onderhoud.

Nadelen: voor zeer fijne verneveling is een navenant hoge waterdruk vereist; de druppelgrootte hangt sterk af van sproeikop en druk. [13]

Variant 2 – Sproeikopeenheid met pomp en persluchtinjectie (compressor)

De waterpomp voert het water naar tweestofsproeiers oftewel pneumatische verstuiversproeiers; de compressor levert afzonderlijk de perslucht. Pas in de sproeikop of direct buiten de sproeikop komen lucht en water samen. De snelle luchtstroom scheurt de waterstraal in wezenlijk kleinere druppeltjes. Bij bepaalde tweestofsproeiers volstaan bijvoorbeeld waterdrukken van ongeveer 1–10 bar en luchtdrukken van ongeveer 1–15 bar. Afhankelijk van het systeem zijn druppeltjes tot in het bereik van enkele micrometers mogelijk. Ook deze variant kan met een extra ventilator worden gecombineerd.

Voordelen: zeer fijne en goed regelbare verneveling; lagere benodigde waterdruk; druppelgrootte via water- en luchtdruk te beïnvloeden.

Nadelen: compressor en afzonderlijk luchtleidingsysteem vereist; hoger energieverbruik; technisch bewerkelijker. [14, 15]

Variant 3 – Sproeikopeenheid met pomp, persluchtinjectie (compressor) en verticale ventilator

Deze bouwvorm verbindt de pneumatische verneveling met een naar boven gerichte luchtstroom en sluit technisch aan bij het principe van een sneeuwkanon. Anders dan bij het maken van sneeuw mag het water echter niet bevriezen, maar moet het zo fijn mogelijk in warme lucht worden verdeeld en verdampt. Een of meer verticale ventilatoren transporteren de druppeltjes naar boven, voeren voortdurend omgevingslucht aan en verlengen de verblijfsduur van de waternevel in de lucht.

Voordelen: zeer fijne verneveling; intensieve menging met omgevingslucht; langere zweef- en verdampingstijd; gericht transport naar boven.

Nadelen: hoogste technische en energetische inspanning; extra gewicht; ventilator-, compressor- en pompvermogen moeten op elkaar worden afgestemd. [16]

Mogelijke constructieve uitvoeringsvormen

De volgende voorbeelden tonen verschillende opstellingen van de sproeikopeenheid en mogelijke combinaties van de drie technische basisvarianten.

Opmerking bij de afbeeldingen: bij de weergegeven sproeikopeenheden gaat het om conceptvisualisaties en niet om foto's van bestaande installaties. De weergaven zijn als door AI ondersteunde ontwerpvisualisaties volgens de aanwijzingen van de auteur gemaakt. [17]



Sproei-eenheid met ringsproeikoppen en verticale ventilator

Inzet: Met pomp, compressor en verticale ventilator.

Transport: De mast is kantelbaar; ringsproeikopeenheid en ventilator zijn voor het transport demonteerbaar



Cirkelvormige opstelling van een sproeikopeenheid

Inzet: Met pomp, compressor en verticale ventilator.

Transport: Het bovenste deel van de sproeibuizen en de ventilator zijn demonteerbaar.



Dubbelrijige sproeikopeenheid

Inzet: Met hogedrukpomp of met pomp en compressor.

Transport: Het bovenste deel van de sproeibuizen is demonteerbaar.



Ringsproeikopeenheid

Inzet: Met hogedrukpomp of met pomp en compressor.

Transport: De mast is kantelbaar; het bovenste deel van de ringsproeikopeenheid is demonteerbaar.



Enkelrijige sproeikopeenheid

Inzet: Met hogedrukpomp of met pomp en compressor.
Transport: Het bovenste deel van de sproeibuizen is demonteerbaar.



Bundelsproeikopeenheid

Inzet: Met hogedrukpomp of met pomp en compressor.
Transport: Het bovenste deel van de sproeibuizen is demonteerbaar.

6. Conclusie en vooruitblik

De methode «De Regenmaker» verbindt een relatief eenvoudig technisch en fysisch basisidee met een mogelijk buitengewoon groot nut. De ervaringen en veldproeven tot nu toe tonen aan dat er naar mijn mening voldoende redenen zijn om deze methode onder de huidige klimatologische omstandigheden opnieuw op te pakken en in de praktijk te beproeven.

Juist gezien de toenemende neerslagtekorten, langere droogte- en hitteperioden en de daarmee verbonden gevolgen voor landbouw, bossen, rivieren, watervoorziening, economie en bevolking rijst de vraag of wij het ons kunnen veroorloven een dergelijke mogelijkheid onbenut te laten. Daarbij komt de direct merkbare verkoelende werking van aanhoudende regen: na langere hitteperioden daalt de omgevingstemperatuur binnen korte tijd duidelijk, en ook de eerder sterk opgewarmde bodem wordt langdurig afgekoeld. Mocht het met de Regenmaker-methode daadwerkelijk mogelijk zijn neerslag gericht op te wekken of te bevorderen, dan zou daarmee mogelijk niet alleen droogte worden bestreden, maar door deze verkoelende werking ook de toenemende opwarming van de aarde worden tegengegaan.

Daarom zouden wij ons niet te lang moeten ophouden met de theoretische vraag of de methode mogelijk is of niet. Doorslaggevend zou zijn de proef onder de huidige omstandigheden met wetenschappelijke begeleiding te starten en te observeren wat er werkelijk gebeurt.

Wat als de Regenmaker-methode succesvol zou zijn – waarvan ik overtuigd ben – en wij daarmee op een dag niet alleen in Nederland en België, maar misschien ook in Europa neerslag gericht zouden kunnen beïnvloeden of «sturen», zodat neerslagtekorten en langdurige droogteperioden steeds meer onbekende begrippen zouden worden?

Niet minder belangrijk zou de inzet kunnen zijn in ontwikkelingslanden, waarvan de levens- en ontwikkelingsmogelijkheden juist door ontbrekende neerslag en chronisch watertekort sterk beperkt zijn. Een relatief eenvoudige technologie die daar op betrouwbare wijze regen mogelijk zou kunnen maken, zou voor landbouw, watervoorziening en voedselzekerheid een nauwelijks te overschatten betekenis hebben.

De voorliggende documentatie wil daartoe een zakelijke bijdrage leveren en geïnteresseerde instanties in politiek, wetenschap, bedrijfsleven, verenigingen en overheid dienen als basis voor een diepgaander onderzoek.

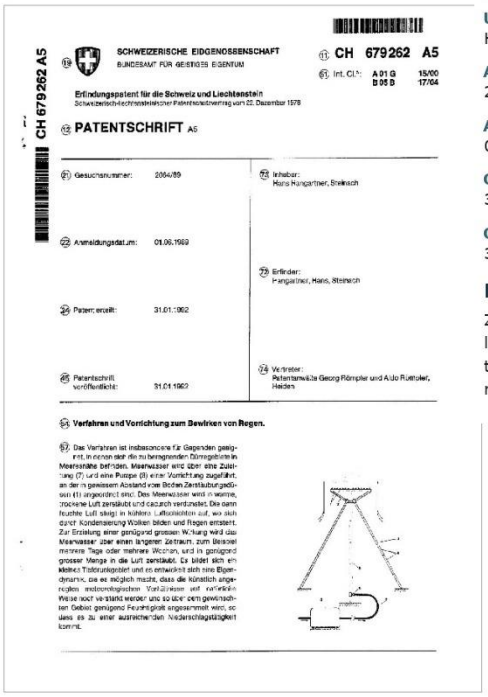
Want uiteindelijk kan alleen een praktische proef laten zien wat werkelijk mogelijk is.

«Wat mogelijk is, ervaren wij niet door twijfel alleen,
maar door de moed te hebben het te proberen.» [22]

7. De methode «Regen maken» – basisprincipe

Hans Hangartner en octrooi CH 679 262 A5

„Methode en inrichting voor het teweegbrengen van regen"



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 679262 A5

(51) Int. Cl.: A 01 G 15/00, D 06 B 17/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 2064/89
(22) Anmeldungsdatum: 01.06.1989
(24) Patent erteilt: 31.01.1992
(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1992

(73) Inhaber: Hans Hangartner, Steinach
(72) Erfinder: Hangartner, Hans, Steinach
(74) Vertreter: Patentanwälte Georg Römpler und Aldo Ruetsch, Heiden

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen.

(57) Das Verfahren ist insbesondere für Gegenden geeignet, in denen oder die zu beregnenden Dürregebiete in Meeresnähe befinden. Meerwasser wird über eine Zuleitung (7) und eine Pumpe (8) einer Vorrichtung zugeführt, an der in gewissem Abstand vom Boden Zerstäubungsdüsen (1) angeordnet sind. Das Meerwasser wird in warme, trockene Luft zerstäubt und danach verdunstet. Die dann feuchte Luft steigt in höhere Luftschichten auf, wo sich durch Kondensierung Wolken bilden und Regen entsteht. Zur Erzielung einer genügend grossen Wirkung wird das Meerwasser über einen längeren Zeitraum, zum Beispiel mehrere Tage oder mehrere Wochen, und in genügend grosser Menge in die Luft zerstäubt. Es bildet sich ein kaltes Tiefdruckgebiet und es entwickelt sich eine Eigendynamik, die es möglich macht, dass die künstlich angeregten, meteorologischen Verhältnisse auf natürliche Weise noch verstärkt werden und so über dem gewünschten Gebiet genügend Feuchtigkeit angesammelt wird, so dass es zu einer ausreichenden Niederschlagstätigkeit kommt.

Uitvinder / houder
Hans Hangartner, Steinach

Aanvraagnummer
2064/89

Aanvraag
01.06.1989

Octrooi verleend
31.01.1992

Octrooischrift gepubliceerd
31.01.1992

Kernboodschap van het octrooi

Zeewater moet nabij de kust dicht bij de grond fijn verneveld worden. In warme, droge lucht moet het snel verdampen. De vochtigere lucht moet in hogere, koelere luchtlagen terechtkomen, waar wolken en neerslag kunnen ontstaan. De inzet is voorzien voor meerdere dagen of weken.

Fragment uit het ter beschikking gestelde octrooischrift CH 679 262 A5.

Basis van de methode is een uiterst eenvoudige fysische overweging: wordt water – idealiter water uit een beek, rivier, meer of zee – via een buizenstelsel naar een hoogte van ongeveer vijf tot negen meter gepompt en daar tot uiterst fijne druppeltjes verneveld, dan vergroot het totale wateroppervlak zich zeer sterk. Daardoor kan binnen korte tijd een grote hoeveelheid water verdampen. De verdamping onttrekt warmte aan de omringende lucht en verrijkt deze tegelijk met extra vocht. Juist deze verandering van de luchtlaag nabij de grond zou gunstige voorwaarden moeten scheppen voor luchtbeweging, thermiek, wolkenvorming en uiteindelijk regen. [3, 4]

De sterk opgewarmde lucht nabij de grond wordt door het sproeien bevochtigd en plaatselijk afgekoeld. In samenspel met de voortgezette opwarming van de bodem en de daardoor bestaande temperatuur- en dichtheidsverschillen kan zich een plaatselijke opwaartse luchtstroming ontwikkelen. Wordt dit proces gedurende langere tijd – volgens de beschikbare documenten meerdere dagen tot weken – ononderbroken voortgezet, dan zou zich daaruit aan de grond een klein, maar stabiel lagedrukgebied oftewel een toenemende luchtcirculatie ontwikkelen. [3, 4]

Dit plaatselijke systeem ontwikkelt volgens de beschikbare beschrijvingen een zekere eigen dynamiek: vochtigere lucht uit de omgeving – in het bijzonder van een aangrenzend wateroppervlak – wordt aangevoerd. De opstijgende lucht komt in koelere luchtlagen terecht, waar waterdamp kan condenseren en wolken kunnen ontstaan. Volgens de historische verslagen zou het werkingsgebied zich in de loop van meerdere dagen vergroten, totdat een uitwisseling tot stand komt tussen de hete lucht boven het droge land en de vochtigere lucht boven de zee of een meer. [3, 4]

De bijzondere betekenis van zee- of zout water

Voor de Regenmaker-methode is zee- of zout water om twee redenen bijzonder interessant. Enerzijds vervult het, zoals elk versproeid water, de thermische functie van de methode: de sterke oppervlaktevergroting van de uiterst fijne druppeltjes bevordert de verdamping, koelt de omringende lucht af en verhoogt tegelijk het vochtgehalte ervan.

Anderzijds komen met zee- of zout water opgeloste zouten en mineralen in uiterst kleine druppeltjes in de lucht terecht. Verdampt een deel van het water, dan blijven zeer kleine zouthoudende deeltjes achter. Deze zijn hygroscopisch, kunnen dus vocht uit de omgeving opnemen. Daardoor komt bij de thermische werking van het sproeiwater een microfysische werking, die voor de vorming en de groei van wolkendruppeltjes van belang kan zijn. [11]

Het mogelijke voordeel van zee- of zout water ligt dus niet in het feit dat zout water sterker of sneller verdampt dan zuiver water. Veeleer verbindt het de toevoer van water met de extra inbreng van natuurlijke zouthoudende aerosol- en condensatiekernen. In die zin kan zee- of zout water de beschreven methode ten opzichte van zeer mineraalarm zoet water functioneel aanvullen en mogelijk efficiënter maken. [11]

Condensatiekernen en wolkendruppeltjes

Opdat waterdamp in de atmosfeer tot wolkendruppeltjes kan condenseren, spelen zogeheten condensatiekernen een belangrijke rol. Daarbij gaat het om zeer kleine deeltjes in de lucht waaraan watermoleculen zich kunnen hechten. Bij het versproeien van water met opgeloste mineralen – bij zeewater bijzonder uitgesproken, bij meer- of rivierwater in mindere mate – kunnen na gedeeltelijke of volledige verdamping uiterst fijne zout- oftewel mineraaldeeltjes achterblijven. [11]

Zulke hygroscopische deeltjes kunnen vocht opnemen en onder geschikte omstandigheden als natuurlijke wolkencondensatiekernen werken. In een zich ontwikkelende wolk kunnen de daaruit ontstane kleine druppeltjes verder aangroeien en zich met andere druppeltjes verbinden. Opdat uit wolkendruppeltjes uiteindelijk neerslag ontstaat, moeten echter bovendien de daarvoor noodzakelijke meteorologische omstandigheden aanwezig zijn. [11]

De wet van Raoult

In het verslag «Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess» uit 1989 wordt in verband met Hangartners regenactivering uitdrukkelijk verwezen naar professor François-Marie Raoult in Grenoble en de naar hem genoemde wet van Raoult. Het toenmalige verslag verbindt deze wet met de vriespuntsdaling en de kookpuntsverhoging van oplossingen. [4, 9]

Voor de hier beschouwde werking van zouthoudend water is vooral de dampdruk van een oplossing interessant. Vereenvoudigd beschrijft de wet van Raoult dat water met opgeloste zouten of andere stoffen – dus bijvoorbeeld zee- of zout water – een iets lagere dampdruk heeft dan nagenoeg zuiver oftewel gedestilleerd water. Ook zoet water bevat doorgaans opgeloste mineralen en zouten, zij het meestal in lagere concentratie dan zeewater. Dit zogeheten Raoult-effect is ook bij zeer kleine zouthoudende druppeltjes oftewel aerosoldeeltjes van belang. [9]

$$p(\text{water, oplossing}) = x(\text{water}) \times p^{o}(\text{water})$$

De Köhler-theorie – verband met de wolkenvorming

Een verdere fysische duiding biedt de Köhler-theorie van de wolkenmicrofysica. Zij beschrijft onder welke omstandigheden kleine hygroscopische aerosoldeeltjes water opnemen, verder aangroeien en als wolkendruppeltjes geactiveerd kunnen worden. Daarbij wordt de invloed van opgeloste stoffen, zoals die met het Raoult-effect wordt beschreven, verbonden met de invloed van het gekromde oppervlak van zeer kleine druppeltjes.[10, 11]

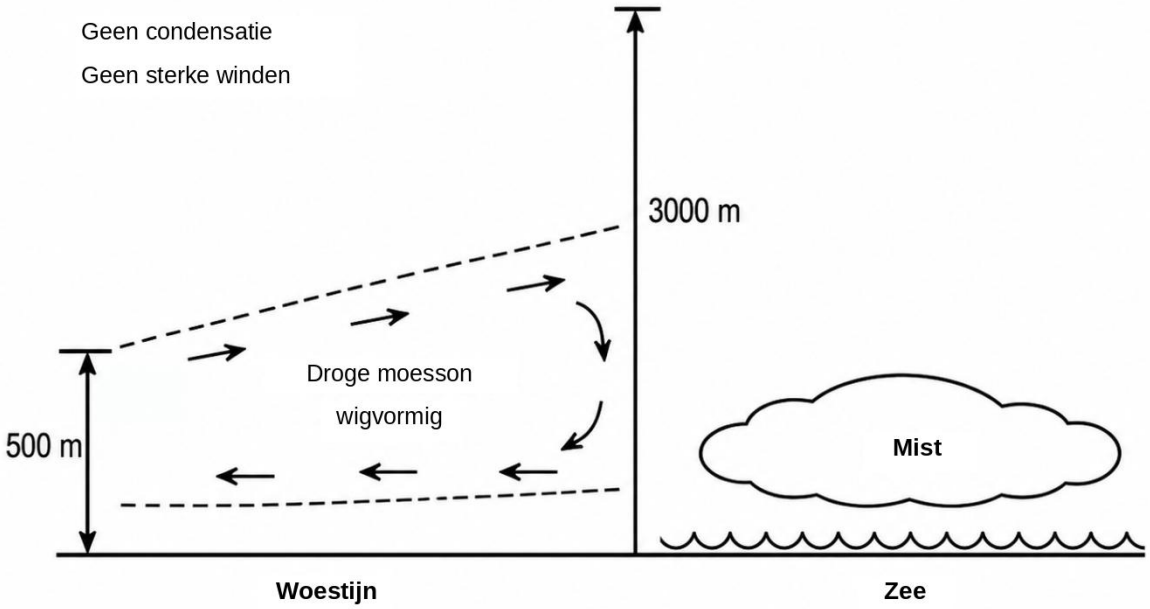
Juist bij zeezout is dit verband van bijzonder belang: zeezoutdeeltjes kunnen dankzij hun hygroscopische eigenschappen water opnemen en bij geschikte luchtvochtigheid oftewel oververzadiging als wolkencondensatiekernen worden geactiveerd. Daarmee krijgt Hangartners verwijzing naar zeewater en naar de wet van Raoult een aanvullende microfysische verklaring.[10, 11]

Kort samengevat
Zoet water werkt in de beschreven methode vooral via verneveling, verdamping, afkoeling en vochtverrijking. Zee- of zout water verbindt deze werking bovendien met de inbreng van hygroscopische zoutdeeltjes die als condensatiekernen kunnen werken. Daardoor kan zee- of zout water voor de methode een extra functioneel voordeel hebben.

Hangartners werkingsmodel – de twee schetsen

De twee door Hangartner gebruikte schetsen illustreren de door hem veronderstelde wisselwerking tussen droog land, zee en atmosfeer. Voor de documentatie werden zij opnieuw getekend en duidelijk van opschriften voorzien, zodat zij later ook eenvoudig in andere talen kunnen worden overgezet.[4]

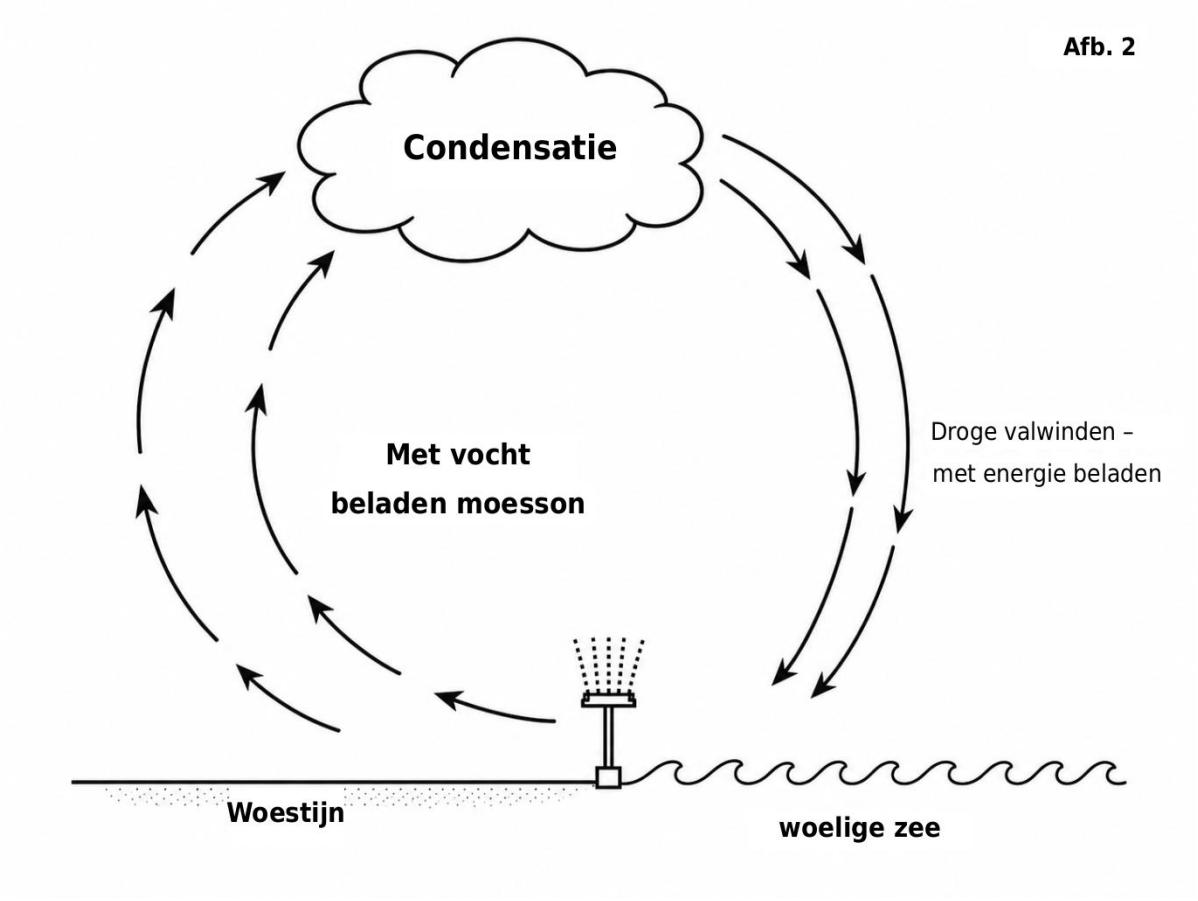
Afb. 1



Afb. 1 (opnieuw getekend): Uitgangssituatie volgens Hangartner – droge, wigvormige moesson boven de woestijn; boven de zee ligt een mistbank.

Afb. 1 toont de uitgangssituatie: boven de woestijn beweegt zich volgens Hangartners weergave een droge, wigvormige moesson slechts op relatief geringe hoogte. Boven de zee ligt daarentegen een

mistbank. De schets kenmerkt deze toestand mit «Geen condensatie» en «Geen sterke winden». De vochtuitwisseling tussen zee en land is in deze weergave nog zwak ontwikkeld.[4]



Afb. 2 (opnieuw getekend): Versterkte kringloop – met vocht beladen lucht stijgt op, condensatie treedt in, droge valwinden – met energie beladen – stromen terug naar het wateroppervlak.

Afb. 2 toont de volgens Hangartners opvatting geactiveerde kringloop. Met vocht beladen lucht stroomt van een naburig wateroppervlak – zee, meer of rivier – in de richting van het warmere land en stijgt daar op. Op grotere hoogte treedt condensatie in, waarbij warmte vrijkomt. De daarna drogere lucht daalt weer en stroomt – in Hangartners schets aangeduid als «droge valwinden – met energie beladen» – terug in de richting van het wateroppervlak. Daar kan opnieuw vocht worden opgenomen. Het voortgezette sproeien zou deze kringloop moeten aanzetten en steeds verder versterken.[4]

Opmerking: basis van de twee opnieuw getekende afbeeldingen zijn de handgetekende schetsen in het artikel van Hans-Joachim Ehlers, «Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess», raum&zeit 43/89, p. 70. De weergegeven grondgedachte werd bij het opnieuw tekenen behouden.[4]

Twee met elkaar verbonden werkingsniveaus

De schetsen beschrijven vooral het grootschalige dynamische niveau van de methode: luchtbeweging, vochttransport, opstijging, condensatie en terugstroming.

De wet van Raoult en de Köhler-theorie vullen dit model aan op het microfysische niveau: zij verklaren het verband tussen opgeloste zouten, hygroscopische aerosoldeeltjes en de vorming oftewel activering van wolkendruppeltjes.[9, 10, 11]

Samengenomen ontstaat daarmee een uitgebreid werkingsmodel: de sproei-installatie zou enerzijds de lucht nabij de grond thermisch en dynamisch beïnvloeden en een grotere circulatie tussen land en water ondersteunen; anderzijds kunnen bij het gebruik van zee- of zout water bovendien natuurlijke zouthoudende condensatiekernen in de atmosfeer worden gebracht.

Volgens de beschikbare bronnen zou het beschreven effect – vanaf het begin van het sproeien tot het inzetten van neerslag – gewoonlijk na ongeveer drie tot veertien dagen optreden, waarbij dit afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden sterk kan variëren. [4, 6]

Het verslag uit de Sahelzone beschrijft dat zich na ongeveer drie dagen een voldoende grote circulatie had ontwikkeld en dat het op de vierde dag begon te regenen. Bij de inzet in India in 1988 begon het ongeveer twee weken na Hangartners aankomst, op 14 juli 1988, te regenen. [4, 6]

De Regenmakermethode werkt des te beter naarmate de lucht droger en de zonnestraling intensiever is.

8. Meteorologische achtergronden

De verhouding tussen lage- en hogedruk

Voor de methode is het temperatuur- en drukverschil tussen het sterk opgewarmde land en een naburig, koeler wateroppervlak van bijzonder belang. Boven het warme land stijgt lucht op, terwijl de lucht boven zee, meer of rivier relatief koeler en dichter blijft. Daardoor kan een luchtstroming ontstaan, zoals die in principe ook bekend is van de natuurlijke land-zeewindcirculatie. [12]

Betekenis van de inzetlocatie

De keuze van de inzetlocatie speelt daarom een centrale rol. De sproei-eenheid zou zo mogelijk direct aan een zee, meer, rivier of een ander voldoende groot wateroppervlak moeten worden ingezet. Daardoor is niet alleen voldoende water voor het sproeien beschikbaar, maar tegelijk ook een natuurlijke vochtbron in de directe nabijheid. [4, 5, 12]

Meteorologische omstandigheden

Hoe sterk het door de sproei-installatie in gang gezette proces zich ontwikkelt, hangt af van de betreffende meteorologische omstandigheden. Van belang zijn in het bijzonder:

- Luchttemperatuur en luchtvochtigheid
- Intensiteit van de zonnestraling
- Windrichting en windkracht
- Temperatuurverdeling in hogere luchtlagen
- Stabiliteit oftewel labiliteit van de atmosfeer
- Grootte en temperatuur van het aangrenzende wateroppervlak
- Terreinvorm en aanwezige regionale windsystemen. [12]

De keuze van tijdstip en plaats van de inzet is daarom doorslaggevend. Volgens de beschikbare beschrijvingen zijn bijzonder hete, droge en zonnige omstandigheden gunstig voor de methode.

Verdere invloeden

Het is denkbaar dat nog andere plaatselijke of meteorologische factoren het verloop van de methode beïnvloeden. Juist een proef in de praktijk zou ertoe kunnen bijdragen zulke verbanden direct te observeren en daarbij inzichten te verkrijgen over geschikte locaties, het optimale tijdstip van inzet en de werking onder verschillende weersomstandigheden.

9. Bronnen en verwijzingen

De onderstaande bronnen vormen de basis voor de historische, meteorologische, wetenschappelijke en technische gegevens in deze documentatie. De nummers komen overeen met de bronverwijzingen in de tekst.

Historische, meteorologische en wetenschappelijke bronnen

[1] Zwitsers Federaal Bureau voor Meteorologie en Klimatologie MeteoSwiss / ETH Zürich: Climate CH2025 – Drier summers / Swiss climate scenarios. Gegevens over toenemende zomerdroogte, verdamping, bodemvocht en hitteontwikkeling in Zwitserland. https://www.meteoswiss.admin.ch/climate/climate-change/drier-summers.html (geraadpleegd op 19.08.2026).

[2] Zwitsers Federaal Bureau voor Milieu BAFU: «Sommer 2026: Trockenheit und hohe Waldbrandgefahr», gepubliceerd op 24.07.2026. Gegevens over uitgesproken droogte, lage waterstanden en bosbrandgevaar in Zwitserland. https://www.bafu.admin.ch/de/sommer-2026-trockenheit-und-hohe-wassertemperaturen (geraadpleegd op 19.08.2026).

[3] Hans Hangartner: Zwitsers octrooi CH 679 262 A5, «Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen». Aanvraag 01.06.1989; octrooi verleend en octrooischrift gepubliceerd 31.01.1992. Bron: ter beschikking gesteld octrooischrift / Zwitsers Federaal Instituut voor Intellectuele Eigendom.

[4] Hans-Joachim Ehlers: «Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess», raum&zeit, nr. 43/89, p. 68–72. Bron: ter beschikking gesteld origineel artikel. Bijzonder relevant: p. 69 – na ongeveer drie dagen is de circulatie voldoende groot; op de 4e dag begint het te regenen.

[5] Edith Lier: «Hans Hangartner – Der verkannte Regengott», Beobachter, 08.07.2005. https://www.beobachter.ch/familie/hans-hangartner-der-verkannte-regengott (geraadpleegd op 19.08.2026).

[6] H. B: «Ein Schweizer als Regenmacher in Indien», Tages-Anzeiger, woensdag 27.07.1988, p. 48. Bron: ter beschikking gesteld origineel artikel. Bijzonder relevant: p. 48 – de regen zet op 14 juli 1988 in, ongeveer twee weken na Hangartners aankomst eind juni.

[7] India Meteorological Department (IMD): Subdivisional Rainfall Data – Saurashtra and Kutch. Historische maand- en jaarneerslag. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (geraadpleegd op 19.08.2026).

[8] India Meteorological Department (IMD): Subdivisional Rainfall Data – Gujarat Region. Historische maand- en jaarneerslag. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html (geraadpleegd op 19.08.2026).

[9] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC): «Raoult's law», Compendium of Chemical Terminology (Gold Book), DOI: 10.1351/goldbook.15349. https://doi.org/10.1351/goldbook.15349 (geraadpleegd op 19.08.2026).

[10] Köhler, H.: «The nucleus in and the growth of hygroscopic droplets», Transactions of the Faraday Society, 1936, Vol. 32, p. 1152–1161. DOI: 10.1039/TF9363201152.

[11] Kleinheins, J.; Shardt, N.; Lohmann, U.; Marcolli, C.: «The surface tension and cloud condensation nuclei (CCN) activation of sea spray aerosol particles», Atmospheric Chemistry and Physics, 25, 881–903, 2025. DOI: 10.5194/acp-25-881-2025.

[12] NOAA / National Weather Service: grondbeginselen van land-, zee- en zeewindcirculatie, thermisch bepaalde drukverschillen en sea-breeze-convergentiezones. https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU_Training_Page/winds/Wx_Terms/Flight_Environment.htm (geraadpleegd op 19.08.2026).

Technische bronnen over pomp-, sproeikop- en ventilatorsystemen

[13] Danfoss: «High-pressure water mist systems». Industriële hogedruk-waternevelsystemen met bedrijfsdrukken tot 100 bar en hoge doorstroomcapaciteiten. https://www.danfoss.com/en/products/hpp/high-pressure-water-mist-systems/high-pressure-water-mist-systems/ (geraadpleegd op 19.08.2026).

[14] Lechler: «KSD nozzle lances» – tweestofsproeiers met externe menging. Typisch drukbereik: vloeistof 1–10 bar, vernevelingslucht 1–15 bar. https://www.lechler.com/my-en/products/process-technology/nozzle-lances-and-systems-for-gas-cooling/ksd-nozzle-lances (geraadpleegd op 19.08.2026).

[15] Ikeuchi Europe: «AKIJet – Impinging-type pneumatic spray nozzle». Pneumatische fijnverneveling met een gemiddelde druppeldiameter van 10 µm of minder. https://www.ikeuchi.eu/catalogs/akijet/ (geraadpleegd op 19.08.2026).

[16] TechnoAlpin: technische gegevens over fan guns, o.a. TR10/MMS. Combinatie van waterdruk, compressor/nucleatoren en turbine; waterbedrijfsdruk doorgaans 8–40 bar. https://www.technoalpin.com/en/snow-guns/fan-guns/tr10/ (geraadpleegd op 19.08.2026).

[17] Conceptvisualisaties van de mobiele sproeikopeenheid: door AI ondersteunde ontwerpweergaven volgens de aanwijzingen van de auteur, gemaakt in 2026. De afbeeldingen dienen ter visualisatie van mogelijke bouwvormen en tonen geen bestaande serie-installaties.

Bronnen over energievoorziening en gezondheid

[18] Montel-analyse over de daling van de stroomproductie uit doorstroomwaterkrachtcentrales in Zwitserland en Oostenrijk, zomer 2026. https://www.wetterauer-zeitung.de/wirtschaft/duerre-legt-europas-kraftwerke-lahm-strom-wird-teurer-zr-94444778.html (geraadpleegd op 21.08.2026).

[19] 20 Minuten: «AKW Beznau halbiert Leistung – Aare zu warm für Kühlwasser», 23.06.2026. https://www.20min.ch/story/kanton-aargau-aare-ist-zu-warm-akw-beznau-muss-leistung-halbieren-103588881 (geraadpleegd op 21.08.2026).

[20] Zwitsers Federaal Bureau voor Milieu BAFU: Klima-Risikoanalyse für die Schweiz 2025; PLANAT – Nationaal Platform Natuurgevaren: «Hitze». https://www.bafu.admin.ch/de/klima-risikoanalyse-2025 en https://www.planat.ch/de/naturgefahren-/-risiken/hitze (geraadpleegd op 21.08.2026).

[21] Zwitsers Federaal Bureau voor Milieu BAFU / National Centre for Climate Services (NCCS): «Klimawandel und Gesundheit – Die Hitze ist ein stiller Killer». https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimawandel-und-gesundheit-die-hitze-ist-ein-stiller-killer.html (geraadpleegd op 21.08.2026).

Aanvullende bronnen voor de uitgave Nederland / België

[24] Rijkswaterstaat: «Droogte blijft toenemen: Rijn op laagste punt ooit», nieuwsbericht, 30.07.2026. Gegevens over de laagste ooit gemeten Rijnwaterstand bij het meetpunt Lobith, geringe afvoer van de Maas, toenemende verzilting, beperkte sluisbediening (sluis Eefde gesloten) en onttrekkingsverboden voor grond- en oppervlaktewater in Nederland. https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2026/07/droogte-blijft-toenemen-rijn-op-laagste-punt-ooit (geraadpleegd op 15.10.2026).

[25] Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI/IRM): «De zomer van 2026 in België: Hitte en droogte, signalen van een ontregeld klimaat», 2026. Warmste zomer sinds het begin van de metingen in 1833 (gemiddeld 20,3 °C; vorig record 2018: 19,9 °C), drie officiële hittegolven; 1 juli tot 15 augustus op twee na droogste periode in Ukkel sinds 1892. https://www.meteo.be/nl/info/nieuwsoverzicht/de-zomer-van-2026-in-belgie-hitte-en-droogte-signalen-van-een-ontregeld-klimaat (geraadpleegd op 15.10.2026).

[26] VRT NWS: «België stevent af op grootste droogte sinds jaren 70: Brusselse drinkwaterproducent Vivaqua kan minder water uit Maas halen», 23.09.2026. Neerslagtekort in ongeveer 80 % van België, beperking van de drinkwateronttrekking uit de Maas voor Brussel, beperkingen op het waterverbruik in Waalse gemeenten. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/09/22/droogte-in-belgie-drinkwaterproductie-gevolgen/ (geraadpleegd op 15.10.2026).

[27] ILVO – Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek: «De zomer van 2026: Crisis of het nieuwe normaal?», 10.09.2026. Ongeveer 20 % lagere aardappelopbrengsten, sterke verliezen bij maïs, lage grondwaterstanden en oppompverboden in Vlaanderen. https://elk.ilvo.vlaanderen.be/nl/nieuws/de-droogte-van-2026-crisis-of-het-nieuwe-normaal (geraadpleegd op 15.10.2026).

[28] Rijksoverheid: «Kabinet komt met extra stappen om natuurbrandrisico te verkleinen», 02.09.2026. Meer dan 900 gemelde natuurbranden in Nederland in 2026. https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2026/09/02/kabinet-komt-met-extra-stappen-om-natuurbrandrisico-te-verkleinen (geraadpleegd op 15.10.2026).

[29] VRT NWS: «België telt dit jaar al 234 natuurbranden: ruim dubbel zoveel als in heel 2025», 17.08.2026. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/08/17/belgie-telde-op-13-augustus-al-234-natuurbranden-helft-meer-dan/ (geraadpleegd op 15.10.2026).

[30] NOS: «Energieprijs ook in Nederland omhoog door problemen met koelwater door droogte», 05.08.2026. Ongeveer de helft van de grote Nederlandse elektriciteitscentrales aan rivieren, vooral aan de Maas; kritieke watertemperatuur vanaf 28 °C; productiestop bij de kerncentrale Chooz aan de Maas; inkoopprijs stroom 150–200 euro/MWh. https://nos.nl/artikel/2625684-energieprijs-ook-in-nederland-omhoog-door-problemen-met-koelwater-door-droogte (geraadpleegd op 15.10.2026).

[31] NOS: «Zeker 900 mensen meer dan normaal overleden tijdens hittegolf met code rood», 15.07.2026. Analyse van het RIVM over de oversterfte van 22.06. tot 05.07.2026 in Nederland, vooral bij mensen van 80 jaar en ouder. https://nos.nl/l/2623082 (geraadpleegd op 15.10.2026).

[32] VRT NWS: «Sciensano komt met cijfers voor hele zomer: bijna 3.000 hittedoden tijdens 3 hittegolven», 02.09.2026. 2.935 extra sterfgevallen tijdens de drie hittegolven van de zomer van 2026 in België. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/09/02/hittedoden-zomer-2026-sciensano-hittegolf-klimaat-belgie/ (geraadpleegd op 15.10.2026).

Citaat van de auteur

[22] Jonathan Hertig: «Wat mogelijk is, ervaren wij niet door twijfel alleen, maar door de moed te hebben het te proberen.» Citaat van de auteur, 2026.

[23] Eigen berekening van de auteur van de door het regenexperiment vrijgekomen hoeveelheid water von ongeveer

62,2 miljard m³, afgeleid uit de neerslaggegevens von het India Meteorological Department voor Saurashtra en Kutch [7]. Berekeningsgrondslagen en afleiding zie documentatie «De Regen-maker», p. 20.

Berekeningsdetails inzet von water voor het opwekken von regen en regenhoeveelheid: [23]

In de jaren:

- 1985 297,7 mm jaarneerslag
- 1986 303,8 mm jaarneerslag
- 1987 92,5 mm jaarneerslag
- 1988 14,9 mm halfjaarneerslag januari–juni 1988
  708,9 mm totale neerslag / 3,5 jaar = **202,5 mm gemiddelde neerslag** per jaar
  (Begin juli is Hangartner met het «regenexperiment» begonnen, en op 14 juli 1988 is de regen ingevallen)

  Na het regenexperiment van 1–14 juli 1988 viel tot eind 1988 **773,2 mm regen** (zie documentatie «De Regenmaker»).

- Hangartner verbruikte gedurende de 14 dagen telkens ca. 3 m³ water per dag = **totaal 42 m³ water**
- Oppervlakte von het gebied Saurashtra + Kutch in India = 109.000 km²
- Neerslaghoeveelheid: regen tot eind 1988: 773,2 mm, min 202,5 mm, = **570,7 mm** gemiddelde neerslag **× 109.000 km² =** totaal 62.206.300.000 m³ (**62,2 miljard m³ regenhoeveelheid)**

  Neerslaggegevens von het India Meteorological Department voor Saurashtra en Kutch: https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (link opent in ca. 30 seconden)