Marine Cloud Brightening, een extra wapen tegen de opwarming van de aarde

Door Evert van Voorthuysen.*

Juli 2026.

Dit document geeft informatie ten behoeve van politieke besluitvorming.

Inhoud.

Samenvatting 1
Waarom is toepassing van klimaatengineering op korte termijn noodzakelijk? 1
We passen al eeuwenlang allerlei vormen van klimaatengineering toe! 5
De abrupte stopzetting van Marine Cloud Brightening MCB in 2020. 7
Technische beschrijving van Marine Cloud Brightening (MCB) = Wolken Witter Maken (WWM) met zeezoutdeeltjes. 9
Toepassingen van MCB 10
MCB-onderzoek en ontwikkeling 11
Voorstel voor een Nederlands MCB project. 11
Governance 12
Politieke actie is geboden. 13

Samenvatting.

Marine Cloud Brightening (MCB) is een technologie waarmee de gemiddelde temperatuur op Aarde snel met meerdere tienden van een graad kan worden verminderd. De effectiviteit is bewezen door de waargenomen temperatuurstijging na het ingaan van het verbod op zwavelhoudende scheepsbrandstof in 2020. Het voorstel is om de vervuilende zwaveluitstoot te vervangen door de uitstoot van zoutdeeltjes die ontstaan uit minuscule druppels zeewater uit grote spuiten die op de schepen worden geplaatst. Hierdoor wordt de koeling hersteld zonder schadelijke neveneffecten. MCB kan op ieder tijdstip gestaakt worden, mochten er onverwacht schadelijke neveneffecten optreden. Er zijn geen langdurige schadelijke gevolgen bekend. Het onderzoek naar nevenschade dient correct plaats te vinden, zodat de juiste politieke beslissingen kunnen worden genomen. Het algemeen belang is ermee gediend dat politieke partijen MCB opnemen in hun verkiezingsprogramma's.

Zie voor een bondige samenvatting verder: https://srm360.org/article/marine-cloud-brightening/

Waarom is toepassing van klimaatengineering op korte termijn noodzakelijk?

In het Klimaatverdrag van Parijs van 2015 hebben alle landen besloten om de temperatuurstijging op Aarde ten opzichte van het pre-industriële tijdperk te beperken tot ver onder 2 graden Celsius, en zich in te spannen om de stijging niet groter dan 1,5 graden te laten worden.

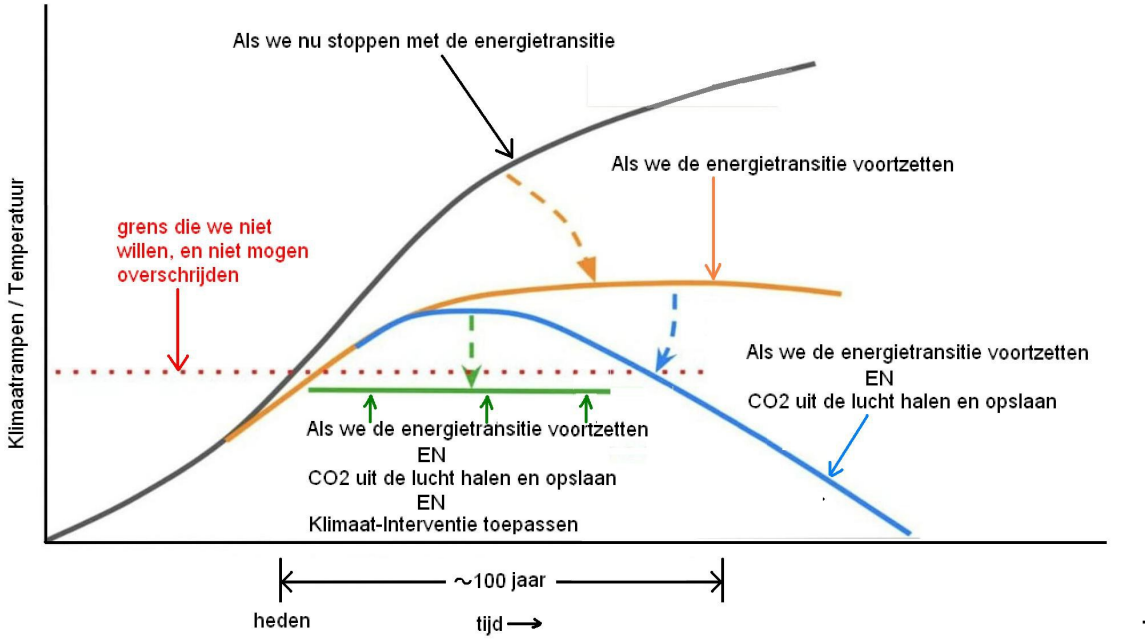
Vooral tijdens de laatste jaren is de gemeten temperatuur vrijwel overal op Aarde in een ongekend tempo gestegen, en is de 1,5 graad limiet nu al vrijwel bereikt. Op alle continenten nemen de klimaatrampen toe: bosbranden, extreme droogte, extreme overstromingen, smeltende gletsjers, enz. Onder de huidige fysieke, economische en politieke omstandigheden is het zeker dat de 2 gradengrens zal worden doorbroken, met alle consequenties van dien. De klimaatcrisis is een feit geworden.

De strijd tegen de opwarming van de aarde wordt totdusver op slechts één front gevoerd, nl. vervanging van de fossiele brandstoffen door energiebronnen die geen broeikassen uitstoten, samen met een efficienter gebruik van energie. Dit front staat bekend onder de naam klimaatmitigatie. Ondanks het daverende succes van zonne-energie en windenergie is de mensheid deze strijd aan het verliezen, met catastrofale gevolgen.

Met andere woorden, mitigatie-maatregelen gaan de mensheid niet meer redden, de energietransitie is helaas te traag op gang gekomen, de atmosfeer is reeds te veel vergiftigd door CO_2.

Er moet een nieuw front worden geopend. De Tweede Wereldoorlog werd gewonnen door een tweede front te openen, de invasie in Normandie in 1944. Laten we de klimaatoorlog gaan winnen met een nieuw front, te weten klimaatinterventie, en met de meest veelbelovende uitvoeringsvorm: Marine Cloud Brightening (MCB).

Nu meer in detail. Op Figuur 1 zien we hoe de gemiddelde temperatuur op Aarde uit de hand loopt.



Figuur 1. Mogelijke scenario's op het gebied van klimaatpolitiek.

Figuur 1 (zie ook https://srm360.org/infographic/a-brief-history-of-solar-geoengineering/) geeft (kwalitatief) de gemiddelde temperatuur op Aarde voor 4 scenario's. Als de temperatuur een fatale grens, de stippellijn, overschrijdt is de kans groot dat er een zg. Tipping Point, een kantelpunt, wordt overschreden, en er geen weg meer terug is. Zie ook het rapport van The Climate Overshoot Commission, Lamy (2023) https://www.overshootcommission.org/report.

Zwarte lijn: zwakke energietransitie, de huidige gang van zaken.

Oranje lijn: versterkte energietransitie, met sterkere vervanging van fossiele brandstoffen door hernieuwbare energiebronnen, volgens de huidige voornemens. Door het trage effect van alle broeikasgassen die afgelopen decennia al zijn uitgestoten zal de temperatuur de eerste 1000 jaar nog op een gevaarlijk niveau blijven.

Op de COP30 klimaatconferentie eind 2025 in Belem (Brazilië) is o.a. geconcludeerd dat het niet meer mogelijk is om de gemiddelde temperatuur op Aarde binnen de gestelde grenzen te houden door uitsluitend een versterkte energietransitie (Trouw, 28 november 2025, https://krant.trouw.nl/titles/trouw/8321/publications/2646/pages/2/articles/2404496/3/1).

Een maximale opwarming van 1,5 graad is onhaalbaar zonder koolstofverwijdering uit de atmosfeer, aldus secretaris-generaal António Gjuterres van de Verenigde Naties.

Blauwe lijn: versterkte energietransitie + Carbon Dioxide Removal (CDR), dat is het onttrekken van CO_2 uit de atmosfeer door middel van extra maatregelen. CDR is een vorm van geo-engineering, ook wel klimaatengineering of klimaatinterventie genoemd. Ook hier een traag resultaat omdat het opwarmend effect van ieder CO_2-molecuul zich uitstrekt over vele decennia en zelfs eeuwen.

Groene lijn: versterkte energietransitie + Carbon Dioxide Removal (CDR) + Solar Radiation Modification (SRM), waarbij de intensiteit van de zonnestraling die het aardoppervlak (land en zee) treft wordt verminderd, oftewel het albedo van de Aarde wordt verhoogd. SRM is ook een vorm van klimaatengineering en heeft een vrijwel onmiddellijk effect op de gemiddelde temperatuur op Aarde. Door toepassing van SRM kan worden voorkomen dat de gemiddelde temperatuur op Aarde de fatale temperatuur, de stippellijn, overschrijdt.

Voor brede informatie over alle aspecten van SRM, inclusief de politieke en morele bezwaren, zie https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_radiation_modification. Zie ook https://srm360.org/

De meest veelbelovende vorm van SRM is Marine Cloud Brightening (MCB) oftewel Wolken Witter Maken (WWM), zie Feingold (2024) of https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_cloud_brightening
In Nederland maakt de stichting Blue Cooling Initiative https://bluecooling.org zich sterk voor MCB. Zie ook https://srm360.org/article/marine-cloud-brightening/.

Figuur 1 geeft duidelijk aan dat toepassing van Solar Radiation Management SRM gedurende de komende decennia, en wel met onmiddellijke ingang, noodzakelijk is om de kans op verdere klimaatrampen te verminderen. Het grootste gevaar is het overschrijden van een kantelpunt. Het meest bedreigende kantelpunt is het tot stilstand komen van de Warme Golfstroom in de Atlantische Oceaan, de Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC), zie Ditlevsen (2023).

De consequenties van het stoppen van de AMOC zijn rampzalig, niet alleen voor Europa, maar voor de hele wereld, met o.a. sterk veranderende regenval en honderden miljoenen die moeten vluchten voor de snel stijgende zeespiegel. Op de Universiteit Utrecht wordt baanbrekend onderzoek gedaan, Westen (2024). Volgens recent onderzoek in Utrecht is de kans 50% dat de Warme Golfstroom over 40 tot 60 jaar tot stilstand komt.

Met een wereldwijde inzet van MCB kan de mensheid ervoor zorgen dat de 1,5 graad limiet van het Akkoord van Parijs niet wordt overschreden.

We passen al eeuwenlang allerlei vormen van klimaatengineering toe!

Figuur 2 toont een satellietfoto van een stukje van de Grote Oceaan. Links boven een gesloten wolkendek, in het midden een gebied met een gedeeltelijk wolkendek, ten Oosten daarvan ontbreken wolken en is de oceaan zichtbaar. De warmteafgifte van de zon aan de aarde is links boven gering, want het grootste deel van de zonnestralen wordt verstrooid door de waterdruppeltjes in de wolken, en komen voor een flink deel niet in de zee, maar in de ruimte terecht. De zonnestralen die het zeeoppervlak treffen (in het donkere deel van de foto) worden vrijwel allemaal geabsorbeerd, en de energie in die stralen wordt vrijwel volledig omgezet in warmte, het oceaanoppervlak warmt op, en daarmee ook de wind, die de warmte naar het land voert. Dus hoe meer bewolking, hoe geringer de temperatuurstijging op Aarde.

In het middengebied bevindt zich een gedeeltelijk wolkendek, en is iets bijzonders zichtbaar. De witte strepen zijn langgerekte gebieden met een gesloten bewolking waar kort tevoren een schip heeft gevaren. De dieselmotor van het schip wordt gestookt met goedkope zwavelhoudende olie. De rookgassen bevatten zwaveldioxide , SO_2, dat zich snel transformeert naar kleine (< 0,1 mm) druppeltjes zwavelzuur. Die fungeren als condensatiekernen (aerosolen) voor de zich vormende wolken. In het middengebied van Figuur 2 is er voldoende oververzadigde waterdamp aanwezig om wolken te vormen, dus hoe meer aerosolen, hoe meer wolken, en vooral hoe witter de wolken. We zien dat de door de schepen veroorzaakte wolken witter zijn dan de reeds aanwezige wolken. En hoe witter de wolken, hoe meer zonnestralen worden teruggekaatst, en hoe lager het tempo waarmee de aarde wordt verwarmd. De schepen maken de reeds aanwezige wolken helderder, en vergroten de hoeveelheid wolken.

De schepen die naar het Zuidoosten varen komen in een droog gebied waar de aerosolen die ze uitstoten geen wolken kunnen veroorzaken omdat ze niet terechtkomen in lucht met 100% of nog meer waterdamp. De schepen die vanaf het middengebied naar het Noordwesten varen komen onder een gesloten wolkendek, en hun aerosolen maken dan weinig verschil.



Figuur 2. Satellietfoto van Stille Oceaan bij NW Verenigde Staten gemaakt voor 2020. De door schepen veroorzaakte wolkensporen zijn duidelijk te zien. Foto van NASA en de University of Washington, Washington (2025).

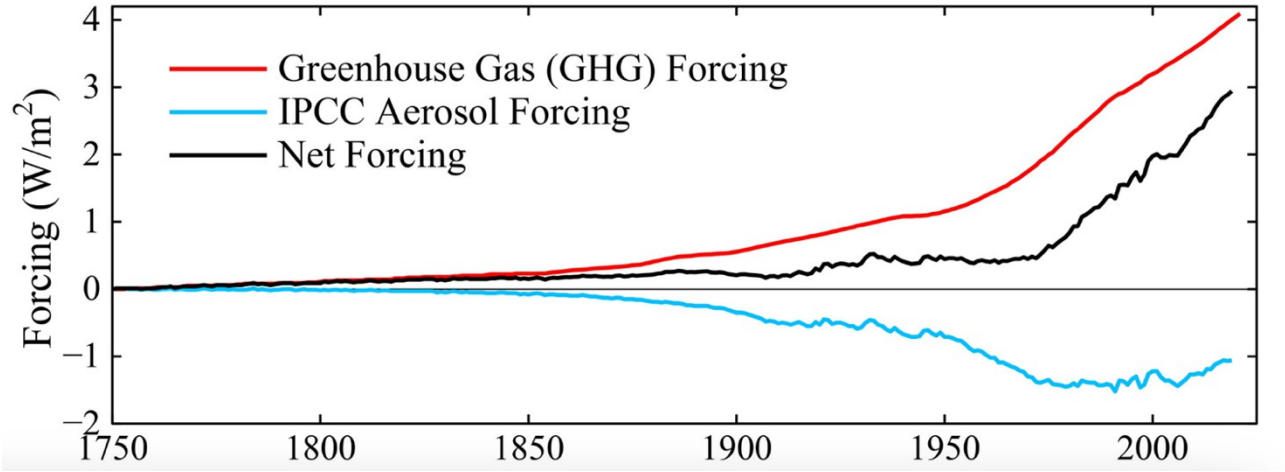
Het Wolkwitmaakeffect dat we op Figuur 2 zien heet het Twomy-effect, zie https://en.wikipedia.org/wiki/Twomey_effect.

Het resultaat van de mondiale zeescheepvaart is een vergroting van het wolkendek boven de oceanen en vooral het witter maken van de reeds bestaande wolken. Hierdoor neemt het albedo van de aarde toe, en wordt de opwarming door het dekeneffect van de broeikasgassen getemperd.

Daarnaast wordt een deel van de zonnestraling ook tegengehouden door aerosolen in de stratosfeer.

Het wittere en grotere wolkendek treedt vooral op boven het Noordelijk deel van de Atlantische Oceaan en de Stille Oceaan, want daar is de scheepvaart het meest intensief.

We zien dat door menselijke activiteit het albedo van de aarde groter is gemaakt, waardoor de gemiddelde temperatuur lager is geworden dan het geval zou zijn geweest zonder menselijke activiteit. Dit is een voorbeeld van (in dit geval nog onbewuste) beïnvloeding van het klimaat, oftewel klimaat-engineering. De aerosolen hebben de wolken witter en talrijker gemaakt. Deze vorm van klimaat engineering wordt Marine Cloud Brightening (MCB) genoemd.



Figuur 3. Uit Hansen (2025). De gemiddelde netto warmtestroom naar de aarde van 1750 tot 2020. De rode lijn geeft de gemiddelde warmtestroom op het aardoppervlak ten gevolge van het dekeneffect van de broeikasgassen. De blauwe lijn is de negatieve opwarming (= koeling) door de aerosolen in de stratosfeer (direct cooling) en de aerosolen in de wolken (indirect cooling). Vanaf 1800 wordt het effect van menselijke activiteiten zichtbaar, de toename van broeikasgassen en van aerosolen. De gemeten temperatuur, de zwarte lijn, is de algebraïsche som van de opwarming door de CO_2 enz. en de koeling door de aerosolen.

We zien in Figuur 3 dat de opwarming van de aarde niet alleen wordt beïnvloed door de broeikasgassen, maar in belangrijke mate eveneens door de hoeveelheid aerosolen in de stratosfeer en in de wolken. Het is dus zinvol om de klimaatpolitiek niet alleen te richten op vermindering van de uitstoot van CO_2, maar ook serieus na te denken over methoden om op de juiste tijden en locaties de hoeveelheid aerosolen te verhogen.

De abrupte stopzetting van Marine Cloud Brightening MCB in 2020.

In 2020 werden nieuwe voorschriften van de International Maritime Organization (IMO) van kracht met enorme consequenties, zie IMO (2020).

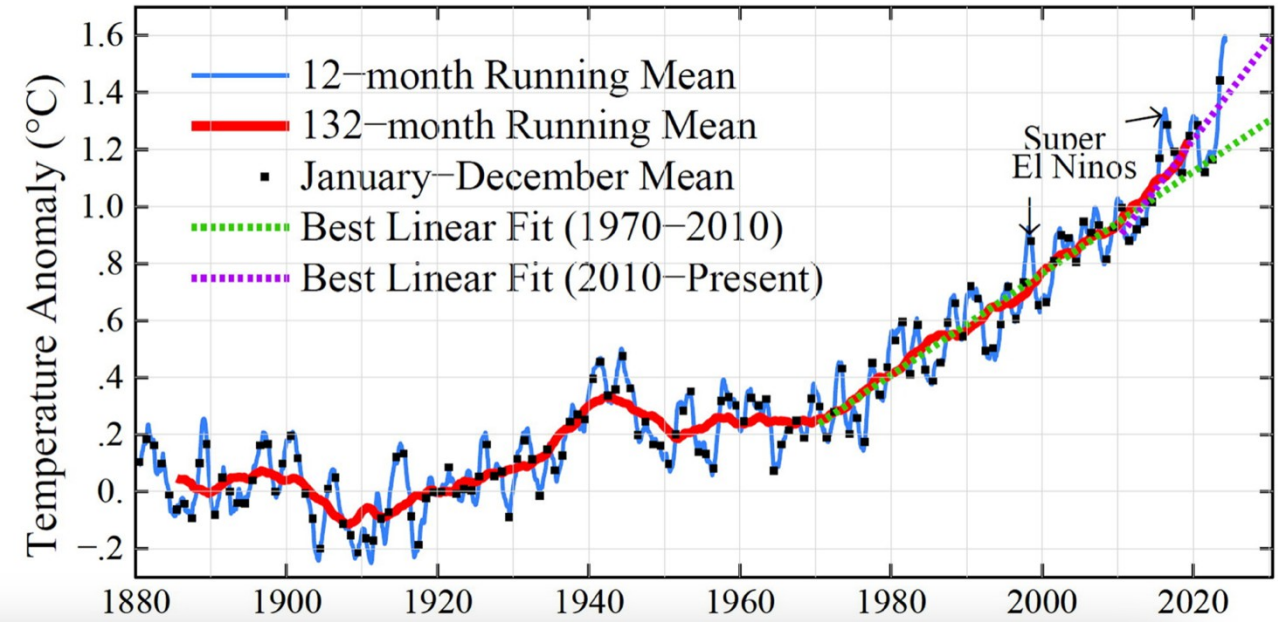
Vanaf 2020 moeten alle zeeschepen voldoen aan strenge voorschriften betreffende de toegestane maximale zwaveluitstoot door de schepen. De hoeveelheid aerosolen die de schepen vanaf 2020 uitstoten is abrupt verminderd, met ongeveer 80%. Tegenwoordig worden op satelietfoto's veel minder sporen van schepen gevonden.

In feite heeft de mensheid het volgende klimaat-engineerings experiment uitgevoerd:

1. Van ruwweg 1850 tot 2020 extra aerosolen toevoegen aan de groeiende wolken boven de zeeën en oceanen, met als gevolg extra koeling door het Twomy-effect;

2. Het vanaf 2020 abrupt stopzetten van bovengenoemde koeling.

Het resultaat van de actie van IMO is te zien op figuur 4, blauwe curve. We zien vooral vanaf 2023 een enorme temperatuurstijging, waar de klimaatmodellen die binnen het IPCC gangbaar zijn geen goede verklaring kunnen geven, een wetenschappelijk dilemma.



Figuur 4 (Uit Hansen (2025)). Gemiddelde temperatuur op Aarde t.o.v. de gemiddelde temperatuur in de periode 1880-1920.

In februari 2025 verscheen een zeer belangrijk artikel, geschreven door de befaamde klimaatwetenschapper James E. Hansen met 16 co-auteurs, Hansen (2025). Zie ook Yuan (2024).

Op grond van talloze metingen uit satellieten en metingen op Aarde trekt hij de volgende conclusies:

1. De blauwe lijn in Figuur 3, die berekend is met de gangbare computermodellen van het IPCC, is een onderschatting van het daadwerkelijke koelvermogen door het Twomey-effect.

2. Voor 2020 was het koeleffect van de door de schepen uitgestoten aerosolen 0,5 Watt per vierkante meter. Dit bedrag is een factor 4 groter dan de gemiddelde waarde uit een flink aantal eerdere publicaties. Vanaf 2020 is deze koeling uitgeschakeld, met als gevolg de temperatuurstijging van ongeveer 0,2 ^{o}C die we op Figuur 4 zien.

Het grote temperatuureffect van het hier beschreven klimaatengineerings experiment illustreert het enorme effect van de bewolking op het klimaat. In een recent artikel, Allan (2025), wordt dit beschreven.

We weten nu hoe we deze 0,2 ^{o}C ongewenste temperatuurstijging kunnen uitschakelen. Gewoon weer vervuilende zwavelrijke olie gaan verstoken in de zeescheepvaart, en de vervuiling op de koop toenemen. Er is echter een bruikbaar alternatief, en dat is Marine Cloud Brightening (MCB) met aerosolen die bestaan uit zoutkristalletjes. Kristalletjes van onschuldig keukenzout, die vergeleken met de zwavelzuuraerosolen van voor 2020 onschadelijk zijn.

Technische beschrijving van Marine Cloud Brightening (MCB) = Wolken Witter Maken (WWM) met zeezoutdeeltjes.

Zie https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_cloud_brightening

Honderden tot duizenden schepen worden uitgerust met sproeiers op hun dek die zeewater vernevelen tot een mist van piepkleine druppeltjes, die snel verdampen waardoor er kleine zoutkristalletjes ontstaan met de optimale grootte, 30 tot 60 nm. Aangestuurd vanuit satelieten worden de sproeiers geactiveerd zodra het schip in een gebied vaart waar wolken kunnen ontstaan boven de zee (bijvoorbeeld het middengebied op Figuur 2). De zoutkristalletjes stijgen samen met de vochtige lucht op tot de zg. boundary layer, waar het kouder is, en de waterdamp gaat condenseren op de zoutkristalletjes. Hoe meer zoutkristalletjes, hoe meer waterdruppels in de wolk, en hoe helderder de wolk.

Op alle containerschepen staan op het bovenste dek een of meerdere MCB-containers met mistsproeiers die zeewater vernevelen. De aansturing vergt een voortdurende en gedetailleerde waarneming van het wolkendek vanuit satellieten.

In de literatuur worden kosten genoemd van 70 miljard dollar/jaar om een even grote koeling te bewerkstelligen als de opwarming ten gevolge van een verdubbeling van de hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer, dus ongeveer 10 dollar per persoon per jaar, wat redelijk betaalbaar is.

Voor verdere technisch-wetenschappelijke informatie over MCB zie Feingold (2024).

Een alternatieve aanpak is de vervanging van mistsproeiers op schepen door sproeiers van droge zoutdeeltjes vanuit drones, CLaudel (2024), wat diverse voordelen heeft. Poeder van droge zoutdeeltjes wordt dan in fabrieken op de vaste wal geproduceerd.

Een ander alternatief is om de mistsproeiers op schepen te vervangen door sproeiers van droge zoutdeeltjes.

Toepassingen van MCB

1. De belangrijkste toepassing is het wereldwijd vergroten van de reflectie van het wolkendek op Aarde waardoor het albedo toeneemt, de rechtstreekse opwarming door de zonnestraling afneemt, en de natuurlijke infrarood uitstraling van de aarde een gewenste netto afkoeling veroorzaakt.
2. Het veroorzaken van een lokale temperatuurdaling van het zeewater met als doel het afsterven koraalriffen te voorkomen. De MCB-activiteiten in Australië hebben als primair doel om het leven op het Great Barrier Reef te beschermen door het zeewater rondom de riffen af te koelen.

   In de Caribische zee worden de koraalriffen ook ernstig bedreigd. Nederland zou een eigen MCB project kunnen uitvoeren ter bescherming van de koraalriffen op Bonaire, Curaçao, Aruba en de andere eilanden.
3. Tropische orkanen ontstaan boven zeegebieden waarin de watertemperatuur gestegen is tot boven 26,5 °C. Als met behulp van MCB de orkaanschade in de VS zou worden beperkt, zou het interessant zijn voor Amerikaanse verzekeringsmaatschappijen om MCB-investeringen en MCB -exploitatie te gaan financieren.

MCB-onderzoek en ontwikkeling

Het meeste onderzoek vindt momenteel plaats in de USA, Washington (2025), en Australië, Harrison (2023). Het Australische onderzoek is in eerste instantie gericht op het afkoelen van het zeewater bij het grote koraalrif, de Barrier Reef, om het afsterven van het koraalrif te bestrijden. In Nederland wordt MCB onderzocht op de TU Delft, door een groep onder leiding van prof.dr.Herman Russchenberg. Deze groep is bezig met de voorbereiding van een veldexperiment zodra er voldoende ondersteuning voor is gekregen, Russchenberg (2026).

Het Nederlandse onderzoek wordt totdusver voornamelijk door particulieren gefinancierd. Wij vinden dit geen goede zaak. MCB is van een dermate groot algemeen belang dat dit onderzoek door de Staat zou moeten worden betaald.

Vrijwel alle onderzoek betreft theoretische berekeningen, en de analyse van satellietwaarnemingen, bv. Wood (2021).

Voor een overzicht van het onderzoek naar het transport van zoutaerosolen naar de cloud base, op typisch 800-1000 meter hoogte, zie Hernandez (2025). Experimentele waarnemingen zijn nog schaars, in feite is de Australische groep de enige die tot nu toe succesvolle metingen heeft gepubliceerd, Hernandez (2025)a.

Klimaat- en weermodellen dienen veel fijnmaziger te worden, zodat het effect van afzonderlijke wolken waargenomen en doorgerekend kunnen worden en de juiste instructies kunnen worden gegeven aan de zeewatersproeiers op de schepen die er onderdoor varen, zodat er op de juiste tijden gesproeid gaat worden.

Het ligt voor de hand om het NIOZ en het KNMI bij MCB-onderzoek te betrekken.

Voorstel voor een Nederlands MCB project.

Wij bepleiten een samenwerking tussen een of meerdere Nederlandse instituten, universiteiten en ondernemingen met de Southern Cross University in Australië en de European Space Agency ESA, met het doel om op korte termijn een zeecontainer met één of meerdere zeewatersproeiers te laten transporteren door een regulier containerschip. Op geschikte locaties krijgen de sproeiers het commando: spuiten, en een camera op de satelliet moet dan wolkensporen aantonen.

Een alternatief is stationering van sproeiers op een van de eilanden in de Caribische Zee die onderdeel zijn van het Koninkrijk. Waarneming van wolkvorming, bij voorkeur vanuit een satelliet, is een essentieel onderdeel van het onderzoek.

Governance

Klimaatengineering ondervindt veel kritiek, om drie verschillende redenen.

1. Zoals iedere grootschalige menselijke ingreep in de natuur hebben we te maken met ongewenste neveneffecten. Een volledig overzicht van de gevaren van een grootschalige uitrol van Marine Cloud Brightening is gegeven in een recent review Foster(2025). Hierbij is alleen gekeken naar lokale MCB-projecten, niet naar de effecten van een wereldwijde uitrol van MCB. Zoals bij iedere menselijke ingreep zijn schadelijke bijeffecten onvermijdelijk. Bij de politieke beslissing om MCB toe te passen dient de te verwachten schade afgewogen te worden tegen het alternatief: de schade door de sterkere temperatuurstijging op Aarde en toenemende kans op het overschrijden van een fataal kantelpunt (tipping point), zie Figuur 1. Voor een meer gedetailleerd betoog zie Diamond(2022) en grote artikel Feingold(2024).

Als de mensheid, meer in het bijzonder de IMO, het besluit zou nemen om op alle zeeschepen een zeewater-sproei installatie te installeren die evenveel zout-aerosolen zou afleveren aan de wolken als voor 2020 aan zwavel-aerosolen, dan zou de wereld weer snel met 0,2 ^{o}C afkoelen. De schadelijke neveneffecten van zo'n besluit op het gebied van invloeden op het weer zijn dan grotendeels bekend. want de wereld schakelt terug naar een bekende toestand uit het recente verleden. Met mogelijke effecten van de vervanging van de zwavelaerosolen door zoutaerosolen dient wel rekening te worden gehouden, Horowitz (2020). Rapportage op het gebied van governance is verder beperkt nodig.

Het wordt anders als we het aantal sproeiers per schip zouden verhogen, en/of extra schepen of vliegtuigen zouden inzetten om zout-aerosolen af te leveren aan wolken, met het doel om een nog grotere koeling te realiseren. Een gedegen analyse van mogelijke schadelijke neveneffecten is dan zeker nodig. De verdeling van MCB-acties over de oceanen moet zorgvuldig gebeuren om ongewenste lokale schade te voorkomen. De bestaande weermodellen en klimaatmodellen moeten veel fijn maziger worden om de effecten te kunnen voorspellen.

Wel kan op ieder moment de MCB actie ongedaan worden gemaakt, want de aerosolen blijven slechts enkele dagen in de lucht hangen. Bij stopzetting van de sproeiers is er na een week geen enkel effect meer.

Wanneer in het kader van een internationaal verdrag wordt besloten om op grote schaal MCB toe te gaan passen, zou het een goede zaak zijn dat er een door de VN beheerd fonds wordt opgericht waaruit eventuele nevenschade kan worden

uitgekeerd aan gedupeerde landen of partijen. Dit fonds zou moeten worden gevuld uit opcenten op MCB-investeringen.

2. Klimaatengineerings projecten die de nodige schaal hebben zijn kostbaar, en het gevaar dreigt dat investeringen in MCB ten koste zullen gaan van de eveneens noodzakelijke investeringen in de energietransitie. De politiek dient er zorg voor te dragen dat dit niet gebeurt. Al was het alleen maar om de verdere verzuring van de oceanen tegen te gaan. De mensheid moet blijven streven naar de veilige situatie, in Figuur 1 de blauwe curve aan de rechterkant.

3. Nadat de wereld is overgegaan naar een grootschalige toepassing van een klimaatengineeringstechnologie komen we in een lock-in situatie terecht. Als er onverhoopt wordt gestopt met MCB zal de temperatuur snel stijgen, precies zoals we in 2021-2024 hebben zien gebeuren. Een dergelijke temperatuurschok zal ongetwijfeld grote schadelijke effecten hebben. Eenmaal gestart met MCB zal de wereld hier eeuwenlang mee door moeten gaan. Tenzij er ook een ambitieus CDR programma wordt uitgevoerd. In dat geval kan uiteindelijk met MCB gestopt worden, zie figuur 1, rechter deel.

In oktober 2023 is op de LC45/LP18 bijeenkomst van de London Convention het volgende besloten:

Marine geoengineering - statement .

Parties to the treaties which regulate the dumping of wastes at sea have reiterated, in a statement, their concern about marine engineering techniques, which have the potential for deleterious effects that are widespread, long-lasting or severe. They state that such marine geoengineering activities (*including MCB*), other than legitimate scientific research, should be deferred.

(deferred = uitgesteld).

Hierbij zijn de gevaren van MCB onterecht op een lijn gesteld aan de gevaren van veel ingrijpender geoengineeringstechnieken zoals alkalinity enhancement, biomass cultivation for carbon removal; en surface albedo enhancement involving reflective particles and/or other materials.

Politieke actie is geboden.

De nood is hoog, temperaturen stijgen overal op Aarde in een alarmerend tempo. Het risico van het overschrijden van kantelpunten is groot, de wereld moet naast

klimmaatmitigatie ook CO_2 gaat invangen en de mogelijkheden van klimaatinterventie wetenschappelijk gaan onderzoeken, Lamy (2023).

Met uitsluitend traditionele klimaatpolitiek redden we het niet meer. We moeten nieuwe technologie inzetten om verder opwarming tegen te gaan. Voor een vurig pleidooi lees het artikel *We passed the 1.5C climate threshold. We must now explore extreme options* van David King in The Guardian van 7 april 2025 (King (2025)).

Marine Cloud Brightening heeft de grootste kans van slagen, met de minste kans op schadelijke bijwerkingen. De wetenschappelijke en technische kennis betreffende Marine Cloud Brightening is nu van voldoende kwaliteit. Bij voldoende investering in MCB kunnen we de Aarde binnen 10 jaar met 1,0 graad afkoelen (Russchenberg (2025)).

Nederland moet actie ondernemen bij de IMO om de beperking betreffende MCB in te trekken.

Jan Terlouw wees op het wezenlijke verschil tussen wetenschap en politiek. Een wetenschapper dient alles in twijfel te blijven trekken in de queeste naar de waarheid. Een politicus dient op het juiste moment een besluit te nemen, de knoop door te hakken, ook in geval van onzekerheden.

Het moment voor grootschalig MCB-onderzoek, grootschalige MCB-investeringen en MCB-operaties is nu aangebroken. Op nationaal, Europees en internationaal niveau.

*Dr.E.H.du Marchie van Voorthuysen.
voorthuysen@gezen.nl
www.gezen.nl, www.solaq.nlx

In samenwerking met Michel van der Vorst en Hans Vlemmings, samen met Evert van Voorthuysen leden van de Werkgroep Energie en Klimaat van de Thema-Afdeling Duurzaam van de politieke partij D66.

Referenties:

Allan (2025):
Reconciling Earth's growing energy imbalance with ocean warming
Richard P Allan* and Christopher J Merchant

Claudel (2024)
Marine-cloud brightening: an airborne concept
Christian Claudel, Andrew Lockley, Fabian Hoffmann and Younan Xia

Diamond (2022)**:**
To assess marine cloud brightening's technical feasibility, we need to know what to study —and when to stop.
Michael S. Diamond, Andrew Gettelman, Matthew D. Lebsock, Allison McComiskey, Lynn M. Russell, Robert Wood, and Graham Feingold. *Proc. Natl. Acad. Sci.* January 25, 2022 119,e2118379119;

Ditlevsen (2023):
Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation
Peter Ditlevsen, Susanne Ditlevsen *Nature Communications* volume 14, Article number: 4254 (2023)

Feingold (2024)
Physical science research needed to evaluate the viability and risks of marine cloud brightening.
Feingold, G., Ghate, V. P., Russell, L. M., Blossey, P., Cantrell, W., Christensen, M. W., Diamond, M. S., Gettelman, A., Glassmeier, F., Gryspeerdt, E., Haywood, J., Hoffmann, F., Kaul, C. M., Lebsock, M., McComiskey, A. C., McCoy, D. T., Ming, Y., Mülmenstädt, J., Possner, A., … Wood, R., Zheng, X. Science Advances, 10(12)

Foster (2025)**:**
Governing marine cloud brightening for ecosystem conservation under a warming climate
Rose Foster, Nicole Shumway, Daniel Harrison, and Pedro Fidelman

Hansen (2025):
Global Warming Has Accolated: Are the United Nations and the Public Well-Informed?
James E.Hansen et al.

Harrison (2023)**:**
Shielding the reef
Daniel Harrison

Hernandez (2025)
First generation outdoor marine cloud brightening trial increases aerosol concentration at cloud base height
by Diana Carolina Hernandez Jaramillo, Luke Harrison, Grace Gunner, Andrew McGrath, Wolfgang Junkermann, Wolfgang Lieff, Jorg Hacker, Daniel Rosenfeld, Brendan Kelaher and Daniel P. Harrison

Horowitz (2020):

Effects of Sea Salt Aerosol Emissions for Marine Cloud Brightening on Atmospheric

Chemistry: Implications for Radiative Forcing

Hannah M Horowitz [1,2,3,] , Christopher Holmes [4], Alicia Wright [2], Tomás Sherwen [5,6], Xuan Wang [7,8], Mat Evans[5,6], Jiayue Huang [2], Lyatt Jaeglé [2], Qianjie Chen [2,9], Shuting Zhai [2], Becky Alexander [2]

IMO (2020):
IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions

King (2025)

David King *We passed the 1.5C climate threshold. We must now explore extreme options*

The Guardian 7 april 2025.

Lamy (2023)

Pascal Lamy en anderen: *Reducing the Risk of Overshoot* en/of de samenvatting.

Russchenberg (2025)
Gesprek met prof.dr.Herman Russchenberg , Delft 3 juli 2025.

Russchenberg (2026).
Emailwisseling 8 oktober 2026.

Washington (2025):
MARINE CLOUD BRIGHTENING RESEARCH PROGRAM: PUBLICATIONS

Westen (2024):
Als de Golfstroom stilvalt
Presentatie van René van Westen (UU) bij denktank Auriga, 2 oktober 2024.

Wood (2021):
Assessing the potential efficacy of marine cloud brightening for cooling Earth using a simple heuristic model
Robert Wood

Yuan (2024):
Abrupt reduction in shipping emission as an inadvertent geoengineering termination shock produces substantial radiative warming
Tianle Yuan [1,2,] , Hua Song [2,3], Lazaros Oreopoulos [2], Robert Wood [4], Huisheng Bian [1,2], Katherine Breen [2,5], Mian Chin [2], Hongbin Yu [2], Donifan Barahona [2], Kerry Meyer [2], Steven Platnick [2]