

Zou je uit bliksem energie kunnen winnen?

UTE EBERT

Een bliksemschicht is een machtige gebeurtenis. Het kan mensen en dieren doden, het spoor ontregelen, windturbines, helikopters en industriële gebouwen verwoesten en boomschors regelrecht doen ontploffen. In het Nederlandse onweer zien we maar een zwakke afspiegeling van wat er elders op onze planeet plaatsvindt, met maar drie bliksemschichten per km² per jaar, want onweerswolken worden gedreven door zonnestraling en luchtvochtigheid, die in tropische gebieden in veel ruimere mate beschikbaar zijn dan bij ons. Al rond de Middellandse Zee komt bliksem veel vaker voor, en in Midden-Afrika slaat bliksem meer dan 100 keer zo vaak in als in Nederland. Deze gebieden, en ook het middenwesten van de vs, kennen onweerscomplexen, die zich over aardoppervlaktes van wel 50 x 50 km² kunnen uitstrekken.

Je ziet een onweerswolk wel eens van binnenuit oplichten, maar je kunt er niet echt in kijken. Sinds de jaren zeventig hebben wetenschappers hun oor te luisteren gelegd aan onweerswolken door radiogolven uit de wolk op te vangen, en ze hebben daaruit de bliksemstromen binnen de wolk gereconstrueerd. Daaruit blijkt dat de zichtbare bliksem tussen wolk en aarde maar een klein uitvloeisel en een mogelijk eindstadi-

um is van de enorme processen, die zich binnen in de wolk afspelen. En dat is eigenlijk ook logisch. In het wervelend geweld van de luchtstromen in een onweerswolk worden positieve en negatieve ladingen van elkaar gescheiden (ook al begrijpen we dit proces nog niet kwantitatief). Daarbij wordt elektrostatische energie opgeslagen, en bij de ontlading komen de tegengestelde ladingen weer bij elkaar en de opgeslagen energie komt weer vrij. In een onweerswolk zitten dus verschillende gebieden met overwegend positieve en andere met overwegend negatieve ladingen. En de ontladingen vinden plaats tussen deze ladingscentra. Daarom is een ontlading naar de grond eerder een uitzondering en maakt maar 10 procent van alle bliksemschichten uit.

Zo gezien hangen er bij onweer dus eigenlijk enorm grote accu's boven onze hoofden. Een ruwe schatting gebaseerd op de elektrische velden in de wolk levert 5 tot 20 kWh per km² van de wolkenbedekking op. Een actieve onweerswolk, die een aardoppervlak van 30 x 30 km² bedekt, bevat dus elektrische energie in de orde van 10.000 kWh (ter waarde van ongeveer 2.500 euro), dat staat gelijk aan de energie die alle Nederlandse energiecentrales binnen een seconde in het elektriciteitsnet kunnen voeden.

Dus kunnen we misschien geleiders in onweerswolken steken en de elektrische energie aftappen?

Het eerste probleem: hoe steek je geleiders in een wolk? Met een toren, maar dan moet je van tevoren weten, waar die te bouwen – je wilt zeker niet heel Nederland ermee vol zetten. Misschien kun je windturbines ervoor gebruiken, alleen reiken die meestal niet tot aan de wolk. Dan heb je nog een vlieger of ballon aan een geleidend touw. Daarmee ben je flexibeler, afhankelijk van de ontwikkeling van het onweer. Maar daarmee komen we bij het tweede probleem: waar steek je de geleiders precies in? En gaat dan ook elektrische stroom vloeien?

En. Een bliksemschicht concentreert zijn energie binnen een hele korte tijd in een ruimtelijk zeer beperkt gebied. Daarom is bliksem zo gevaarlijk. De bliksemenergie blijft achter in de lucht – in de vorm van lichtflits, donder, verhitting, straling en scheikundige omzettingen van de luchtmoleculen (die trouwens substantieel bijdragen tot het broeikas effect). En zoals we sinds vijf jaar weten, kan hierbij zelfs antimaterie ontstaan. De energie komt dus vrij in de lucht, maar in allerlei vormen, en helaas niet in een vorm, die we aan het voetpunt van onze geleider in onze elektriciteitsnetten zouden kunnen voeden.

Over andere gebruiken van bliksemener-

‘Bij onweer hangen enorm grote accu’s boven onze hoofden’

In de lucht van de onweerswolk zitten gewoonlijk maar een paar ionen, die niet veel elektrische geleiding tot stand brengen. De meeste elektrische ladingen zitten vast aan waterdruppels, hagel en sneeuw. Om ladingen te doen stromen, moeten er geleidende bliksemkanalen gevormd worden door een ionisatieproces waarbij vrije elektronen met luchtmoleculen botsen en de moleculen opbreken in elektronen en positieve ionen. Vrije elektronen kunnen dus in een kettingreactie weer meer elektronen vrijmaken. Dit is een explosief proces, waarbij in de niet-geleidende lucht plotseling extreem geleidende paden ontstaan. Waarschijnlijk zal een geleidend pad met zijn ontlading dan langs het touw van de vlieger lopen en het opbla-

gie gesproken: bliksemachtige ontladingen kunnen wel uitermate energie-efficiënt zijn, maar dan in de scheikunde, de heelkunde of zelfs de landbouw. De vrije elektronen van een ontlading kunnen namelijk heel efficiënt scheikundige veranderingen in de lucht of ander gas op gang brengen, wanneer ze met de gasmoleculen botsen. Deze scheikundige producten kun je gebruiken voor desinfectie, ontsmetting, kankerbehandeling, en ook als meststof! Hier wordt in Nederland toonaangevend onderzoek aan gedaan.

Nederland speelt trouwens ook al lang een vooraanstaande rol in het bliksemonderzoek door een unieke bundeling van complementaire expertise – want in een

klein land ontmoet je makkelijk experts uit andere gebieden.

Op het Centrum Wiskunde & Informatica in Amsterdam lopen we internationaal voorop in de berekening en voorspelling van de eerste bliksemfase, die ook in de verschillende technische toepassingen gebruikt wordt. We hebben recent verklaard hoe een ontlading in een onweerswolk überhaupt kan beginnen door de samenwerking van een hagelkorrel met een hoogenergetisch elementair deeltje uit het heelal. We beginnen ook het ontstaan van energetische straling en de productie van antimaterie in een onweerswolk te begrijpen, maar er zijn nog veel open vragen.

De laboratoria van de plasmafysica en de hoogspanningstechnologie aan de TU Eindhoven bieden unieke mogelijkheden om bliksem systematisch en met de nodige tijdsoplossing te bestuderen: Wanneer en hoe begint de ontlading, hoe groeit ze en welke straling komt erbij vrij?

Een heel interessante nieuwe samenwerking is met LOFAR, een enorm netwerk van radioantennes in Drenthe en daarbuiten, opgebouwd voor sterrenkundig onderzoek. Collega's aan het Kernfysisch Versneler-Instituut in Groningen en bij LOFAR konden aantonen, dat je door middel van een hoogenergetisch deeltje uit het heelal dat door een onweerswolk richting LOFAR schiet, het elektrische veld in de wolk op een veel betere manier kunt meten. En LOFAR zou ook veel beter de radiogolven uit de onweerswolk kunnen afuisteren en de inwendige ontladingsdynamica ontrafelen dan traditionele apparatuur. Dit zou ons unieke nieuwe waarnemingsmogelijkheden geven, misschien wel gecoördineerd met bliksem-

waarnemingen vanuit het internationaal ruimtestation door de Europese ASIM-module, die ESA-ESTEC in Noordwijk in 2017 gaat lanceren.

Bliksemschichten zitten dus op een interessant raakvlak tussen aardwetenschappen, natuurkunde en technologie. Ook al kunnen ze moeilijk bijdragen aan onze bronnen van elektrische energie, vormen ze onder meer de basis van veelgebruikte en ook nieuw te ontwikkelen energie-efficiënte technologie, en blijven ze een indrukwekkend en gevaarlijk natuurverschijnsel, dat de wetenschap steeds weer nieuwe raadsels opgeeft.

Ute Ebert studeerde natuur- en wiskunde aan de Universiteit Heidelberg, promoveerde aan de Universiteit Essen, en begon als postdoc aan de Universiteit Leiden haar theoretisch onderzoek aan elektrische ontladingen. Daarmee won ze in 1999 een vaste aanstelling aan het Centrum Wiskunde & Informatica in Amsterdam en in 2004 de Minerva-prijs van FOM. Sinds 2002 verbindt ze de leiding van de CWI-onderzoeksgroep Multiscale Dynamics met een hoogleraarschap natuurkunde aan de TU/e. Sindsdien heeft ze de in het artikel genoemde disciplines en groepen weten in te binden in een multidisciplinair en internationaal vooraanstaand onderzoeksteam, dat gesteund wordt door NWO, FOM, STW, de EU en de industrie.