

HET WEER DONDER EN BLIKSEM

Koning der wolken krijgt hulp uit de ruimte

Het dondert en bliksemt dagelijks in de atmosfeer, maar hoe die bliksem kan ontstaan, is nog steeds een raadsel. Onderzoekers komen er nu achter dat de onweerswolk steun krijgt van buiten.

Joep Engels
REDACTIE WETENSCHAP

Hij wordt de koning der wolken genoemd. De *cumulonimbus*, beter bekend als de onweerswolk. Kilometers hoog torent hij boven het land uit, één bonk energie. Een stevige onweerswolk heeft de kracht van tien Hiroshima-bommen. Energie die tot ontlading komt in krachtige bliksemflitsen.

Voor zo'n wolk zijn slechts drie ingrediënten nodig: een instabiele atmosfeer, een zetje in de juiste richting en voldoende vocht. Meteorologen noemen de atmosfeer instabiel als het dicht bij de grond een stuk warmer is dan op grote hoogte, een kilometer of vijf. Dat is in de zomermaanden goed voorstelbaar – in de ochtend warmt de aardbodem snel op terwijl de lucht nog koud is. Maar het kan ook in de winter onverenigbaar als een koude, hoge luchtstroom voor het verschil zorgt.

In zo'n instabiele atmosfeer stijgen warme en dus lichte luchtballen razendsnel op. Tenminste, als het weer meewerkt, zegt Rob Groenland van het KNMI. "Je hebt een forcing nodig. Dit is een verzamelterm voor alle weersverschijnselen die een stijgende luchtbeweging kunnen veroorzaken. Dat kan de passage van een storing zijn, maar ook een bergketen waar de lucht overheen moet stromen. Zonder zo'n zetje in de juiste richting wordt het proces niet in gang gezet en kan zelfs op vochtige en warme dagen een onweersbui uitblijven."

Is dat zetje er wel, dan stijgen de luchtballen zo snel dat ze niet de

kans krijgen om hun warmte af te geven en de temperatuur van hun omgeving aan te nemen. Met als gevolg dat ze maar door blijven stijgen. Totdat ze op de tropopauze stuiten. Die laag van de atmosfeer is een soort thermisch deksel: de temperatuur neemt er niet met de hoogte af waardoor de luchtballen niet meer kunnen stijgen en breed uitwaaien. De wolk krijgt zijn bekende aambeeldvorm.

Waterdamp

Maar zonder het derde ingrediënt gebeurt er dan nog niets dat de weerman het vermelden waard vindt. Zonder vocht geen onweerswolk. De waterdamp in de luchtballen condenseert tot druppeltjes – een proces waar veel energie bij vrijkomt, wat een flinke luchtstroom in de wolk genereert. Maar aan de bovenkant van de wolk, op een hoogte van soms vijftien kilometer, vriest het wel vijftig graden waardoor ijskristallen ontstaan. Sommige waterdruppels bevriezen tot hagelstenen die vervolgens de donderwolk in vallen. Daar treffen ze kleine ijskristalletjes die door de luchtstromen in de wolk opstijgen. De hagelstenen schrapen als het ware elektronen van het ijs waardoor er op de wolk een ladingsverdeling ontstaat. Het overschot aan elektronen maakt de onderkant negatief geladen terwijl de bovenkant positief wordt. Het is in principe hetzelfde proces als wanneer iemand over een synthetisch tapijt sloft. Met zijn voeten schraapt hij de elektronen van de vloer en

maakt zichzelf negatief geladen. Probeert hij vervolgens een metalen deurknop vast te pakken, dan springt de lading knetterend over.

Voor die vonk bij de deurknop is een zekere doorslagspanning nodig. Pas bij drie miljoen volt per meter wagen de eerste elektronen de sprong. Maar dan gaat het ook lopen. Tijdens die sprong effenen de eerstelingen de weg voor nakomers: ze botsen de elektronen van bijvoorbeeld zuurstofmoleculen weg waardoor die weer positief geladen worden en er een geïoniseerd kanaal ontstaat dat een elektrische stroom, een bliksemflits, kan geleiden.

In wolken is echter nooit een voldoende grote doorslagspanning gemeten, hoeveel weerballonnen er de laatste decennia ook zijn opgelaten. Dat hoeft geen probleem te zijn, zegt Casper Rutjes van het Centrum Wiskunde & Informatica. Spitse hagelstenen kunnen het elektrisch veld – net als de deurknop – focuseren waardoor die spanning lokaal wel hoog genoeg is.



Geëxplodeerde sterren

Er is een ander probleem: er zijn in een onweerswolk te weinig vrije elektronen. Dat probleem wordt opgelost door hulp uit de ruimte. Hoog-energetische deeltjes, afkomstig bijvoorbeeld van geëxplodeerde sterren, kunnen in de atmosfeer elektronen vrijmaken, zo de onweerswolk tot bliksemen aanzetten.

Het idee van hulp uit de ruimte is al ouder: in de jaren negentig zagen ruimtetelescopen, speurend naar dergelijke sterexplosies, dat die kosmische deeltjes het ook op aarde konden laten knetteren. Twee jaar geleden liet Rutjes samen met collega's zien hoe die hulp precies werk. In het vakblad *Physical Review Letters* schreven ze dat de kosmische deeltjes niet het elektrisch veld versterken. Dat doen de puntige hagelstenen.

Het kosmisch deeltje zorgt voor de vrije elektronen waarna de ontlading kan beginnen. "Maar dan heb je pas een zogeheten streamer, de prille beginfase van een flits."

DE BLIKSEMFLITS

Een bliksemflits verhit de omringende lucht korte tijd tot bijna **30.000 kelvin**. Dat is vier, vijf keer de oppervlaktetemperatuur van de zon. Daarbij zet de lucht explosief uit. Die schokgolf neemt de mens waar als een donderslag en dat geluid kan tot **130 dB** reiken.

Hoewel de stroomsterkte in een bliksemflits wel **50.000 ampère** kan zijn, bij een spanning van 100 miljoen volt (door een lamp van 100 watt gaat bij 220 volt nog geen halve ampère), is de hoeveelheid energie beperkt: 100 kWh. Een gezin verbruikt het in tien dagen. Gemiddeld worden in Nederland 100 à 300 duizend bliksemflitsen per jaar gemeten. Als het KNMI een onweersbui met meer dan 100 flitsen per minuut verwacht, geeft het code rood af.

De langste bliksemflits ooit mat 321 kilometer (Oklahoma VS, 20 juni 2007)

De **langstdurende flits: 7.74 seconde** (Provence, 30 augustus 2012)

MEER VAN MARACAIBO

Bliksem boven het Meer van Maracaibo, bij het dorp Congo Mirador in Venezuela. De rivier de Catatumbo komt uit in het meer. Het bliksemt bij deze rivier meer dan elders, zo'n 260 nachten per jaar treedt het verschijnsel op. Deskundigen denken dat dat komt door een combinatie van ligging en windpatronen.

FOTO JORGE SILVA, REUTERS

