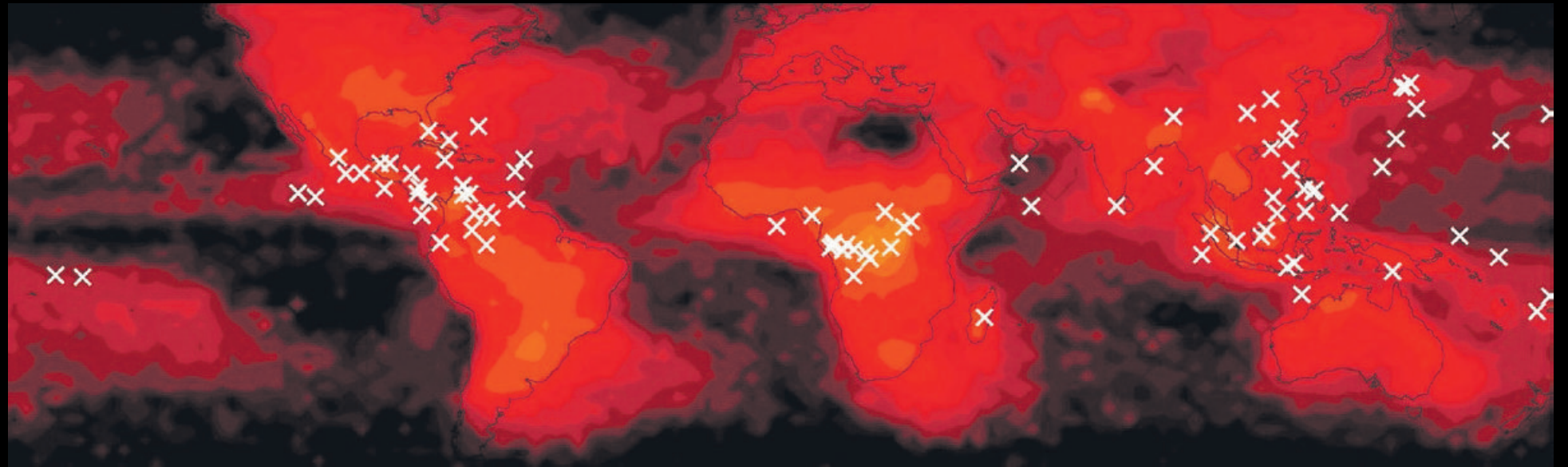


deeltjes versnellen



onweersactiviteit. De kleurenschaal rechts toont het aantal bliksemontladingen per vierkante kilometer per jaar. D. M. SMITH/RHESSIE)

AL SINDS DE JAREN negentig nemen satellieten gammaflitsen waar in de atmosfeer. Gammaflitsen zijn korte uitbarstingen van elektromagnetische straling die energierijker is dan röntgenstraling – ook wel gammastraling genoemd. Ze worden gezien op zo'n 15 kilometer hoogte en hangen samen met bliksemontladingen, maar wat er precies gebeurt was altijd onduidelijk. De flitsen zijn een van de meest intrigerende verschijnselen in de geofysica. Maar nu is ontdekt dat ze ontstaan in een zichzelf versterkende elektronenlawine in de toppen van tropische onweersbuien. Met deze en andere ontdekkingen blijkt een gewone bliksem opeens de krachtigste natuurlijke deeltjesversneller op aarde te zijn.

Ooit werd naar gammaflitsen gespeurd om te voorkomen dat de Russen stiekem kernproeven zouden nemen, tegen de gesloten verdragen in. Want gammaflitsen komen ook vrij als een atoombom ontploft. En in 1967 zagen de satellieten ook die gammaflitsen. Die kwamen echter van boven, uit de ruimte, niet uit de Sovjet-Unie.

KRETEN Later zagen ook andere satellieten die kosmische flitsen. Astronomen waren benieuwd naar hun herkomst. Het Amerikaanse Compton Gamma Ray Observatory (1991-2000) registreerde er ongeveer één per dag, die gemiddeld enkele seconden duurde. Pas in 1997 werd met de Italiaans-Nederlandse satelliet BeppoSAX (1996-2002) ontdekt dat zij uit verre sterrenstelsels komen. Het zijn veelal kreten van sterren die aan het einde van hun leven exploderen. Pas later zagen de onderzoekers dat de Compton-satelliet soms ook gammaflitsen uit de richting van de aarde registreerde. Die duurden geen seconden, maar hooguit enkele milliseconden en ze kwamen vooral uit ge-

bieden met een grote onweersactiviteit. Amerikaanse onderzoekers onder leiding van Gerald Fishman publiceerden er in mei 1994 voor het eerst over in *Science*.

SPRITES Direct werd gesuggereerd dat die aardse gammaflitsen samenhangen met de kort daarvoor ontdekte 'sprites': vreemde lichtverschijnselen op hoogten tussen 30 en 80 kilometer na een bepaald type bliksemontlading.

Het onderzoek naar deze aardse gammaflitsen kreeg een belangrijke impuls na de lancering in 2002 van de Reuven Ramaty High-Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI). RHESSI bestudeerde de zon, maar zag ook om de twee tot drie dagen een gammaflits in de atmosfeer. Zo'n flits bestond uit fotonen met een energie tot wel 20 miljoen elektronvolt. De flitsen kwamen echter niet uit het gebied van de sprites, maar ontstonden veel lager, op 15 kilometer hoogte.

Op die hoogte bevinden zich de toppen van tropische onweerswolken en de gammaflitsen bleken soms vrijwel gelijktijdig op te treden met bliksem. Morris Cohen en collega's stelden onlangs vast dat niet alleen het tijdstip

maar ook de posities van bliksem en gammaflits samenvallen (*Geophysical Research Letters*, 22 januari).

Het idee is nu dat de gammaflitsen ontstaan wanneer elektronen die met bijna de lichtsnelheid door de atmosfeer bewegen, tegen atomen en moleculen botsen. Hun energie komt dan vrij als 'remstraling' en gammafotonen. Soms stoten de elektronen ook elektronen uit de atomen los, die ook weer elektronen vrijmaken en gammastraling produceren. Zo ontstaat een zichzelf versterkende elektronenlawine, een *runaway relativistic electron avalanche* (RREA).

LAWINE De versnelling van de elektronen gebeurt in gebieden waarin over korte afstanden grote spanningsverschillen optreden, wat inderdaad bij onweerswolken het geval is. De lengte van de elektronenlawine hangt af van de sterkte van het elektrische veld en de dichtheid van de lucht. Op 15 kilometer hoogte kan zo'n lawine wel 400 meter lang worden.

De hamvraag is waar de eerste elek-

tronen van zo'n lawine vandaan komen. Misschien worden zij gecreëerd door deeltjes van de kosmische straling die met grote snelheid de atmosfeer binnenvliegen, of door het verval van natuurlijke radioactieve isotopen in de lucht. Sommige onderzoekers denken dat het eerder de bliksem zelf is die als 'starter' fungeert. Een eenduidig antwoord hierop laat nog op zich wachten.

BLIKSEM Het verband tussen gammaflitsen en bliksemontladingen heeft er ook toe geleid dat ook het onderzoek aan de bliksem zelf een nieuwe impuls heeft gekregen. Tot voor kort werd bliksem beschouwd als een vrij gewone elektrische ontlading, waarbij alleen elektronen met een energie van slechts enkele elektronvolts (eV) betrokken zijn. De ontdekking, recentelijk gedaan met de Italiaanse AGILE-satelliet, dat zulke ontladingen ook gammafotonen met een energie tot meer dan 40 miljoen eV kunnen produceren heeft dit beeld ingrijpend veranderd. De bliksem is opeens de krachtigste natuurlijke deeltjesver-

GAMMAFLITSEN ZIJN NIET ONGEVAARLIJK

Gammaflitsen ontstaan op hoogten waar intensief luchtverkeer plaatsvindt. En aangezien hun fotonen een energie van tientallen miljoenen elektronvolt hebben, zijn ze niet geheel ongevaarlijk. Joseph Dwyer en zijn collega's hebben berekend dat als een vliegtuig op kruishoogte – 12 kilometer –

door of vlak langs het gebied komt waarin zo'n flits wordt geproduceerd, passagiers en bemanning een stralingsdosis van 0,1 sievert zouden kunnen oplopen. Dat komt overeen met ruwweg 500 röntgenfoto's voor longonderzoek. Nu vermijden vliegtuigen onweerscomplexen sowieso vanwe-

ge turbulenties en mogelijke schade door hoge en bliksem. Verder hangt de feitelijke stralingsdosis af van de grootte van het gebied waarin de gammastraling wordt opgewekt, de richting waarin hij wordt uitgezonden en de mate van bundeling. Daarom is deze eerste berekening zeker geen reden om niet

meer het vliegtuig te nemen. Gezien de grote aantallen luchtreizigers is verder onderzoek hiernaar zeker gerechtvaardigd, aldus de aanbeveling van Dwyer en collega's in een artikel dat binnenkort in het *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* verschijnt.

sneller op aarde geworden.

Maar als gammaflitsen samenhangen met bliksem, waarom worden er dan zo weinig flitsen gedetecteerd? Iedere dag vinden er wereldwijd meer dan 4 miljoen bliksemontladingen plaats, terwijl er slechts zo'n 50 gammaflitsen worden gedetecteerd. Misschien is het waargenomen aantal flitsen alleen schijnbaar zo klein, doordat de gammastraling gebundeld omhoog wordt uitgezonden en er dus maar een kleine kans is dat een satelliet precies op het juiste moment door zo'n bundel beweegt. In dit opzicht lijken de flitsen op hun kosmische tegenhangers: ook die worden alleen gezien als hun gammabundel naar de aarde is gericht.

Misschien komen gammaflitsen in de atmosfeer dus veel vaker voor dan nu lijkt. Dat hopen wetenschappers te kunnen onderzoeken met projecten die tot doel hebben de flitsen in combinatie met bliksem waar te nemen vanuit vliegtuigen (zoals ADELE, van de Universiteit van Californië), satellieten (zoals TARANIS, van de Franse ruimtevaartorganisatie CNES) en het Internationale Ruimtestation (het ESA-project ASIM).

STRALINGSGORDEL Het verband tussen gammaflitsen en bliksemontladingen is in de afgelopen jaren ook uitvoerig bestudeerd door Joseph Dwyer van het Florida Institute of Technology in Melbourne, Florida (vs). Hij denkt dat gammaflitsen verantwoordelijk kunnen zijn voor sommige van de energierijkste deeltjes in de binnenste stralingsgordel rond de aarde. De gammafotonen produceren tijdens botsingen tegen lucht moleculen elektronen en positronen, waarvan sommige via de magnetische veldlijnen de magnetosfeer bereiken. Ook in de magnetosfeer van de reuzenplaneten zouden zich deeltjes kunnen bevinden die afkomstig zijn van gammaflitsen c.q. bliksemontladingen in hun atmosfeer. ●