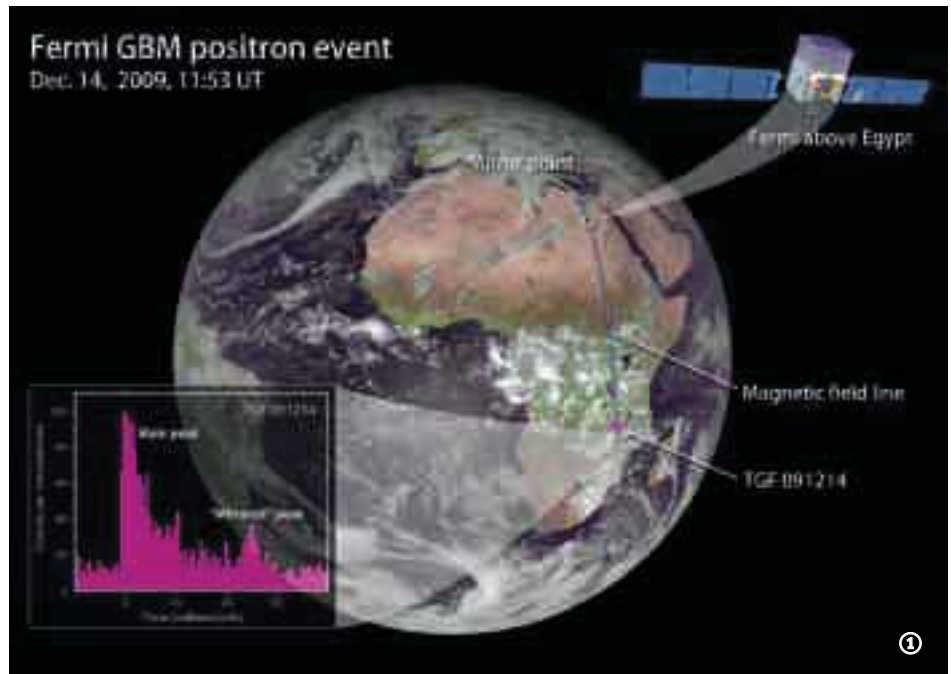


# Vonken als elektronenversnellers en scheikundige reactoren

universiteit: Centrum Wiskunde & Informatica

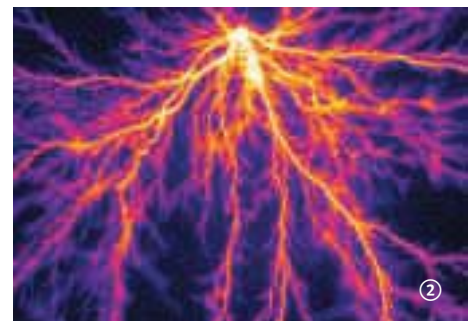
Volgens nieuwe metingen produceert onweer niet alleen harde gammastraling, maar zelfs veel antimaterie in de vorm van positronen. Projectpartner Guus Pemen en collega's in de elektrotechniek van de TU/e demonstreren hoe 'minibliksems' de lucht van snelwegen en varkensstallen kunnen zuiveren. Ook al zijn processen in onweerswolken moeilijk te verkennen, de mechanismes van antimaterieproductie en luchtzuivering zijn waarschijnlijk dezelfde: hoge elektrische spanningen laten vertakte plasmakanalen groeien. Aan de groeiende uiteinden wordt elektrische energie gebundeld, en knallen versnelde elektronen op luchtmoleculen. Dit leidt tot scheikundige reacties, maar in extreme gevallen worden elektronen ook doorversneld en produceren door botsing met luchtmoleculen uiteindelijk harde röntgen- en gammastraling en zelf antimaterie.

De allereerste fase van de ontlading, de 'streamer', zet elektrische energie het meest efficiënt om in scheikundige en andere producten: de lokale velden en elektronenenergieën lopen zeer hoog op, terwijl het gas koud blijft. Streamerontladingen in lucht lopen met snelheden vergelijkbaar met lokale elektronensnelheden, maar ze lopen het gemakkelijkst tegen de elektronenbeweging in! De ontlading met de elektronendrift richting mee te laten lopen is veel moeilijker en vergt hogere spanningen, en de ontladingen blijken ook iets langzamer te zijn. Dit leek ons eerst een paradox, maar we konden het uiteindelijk verklaren: simulaties tonen aan dat 'meelopende' ontladingen door de elektronendrift breder worden en het veld vóór hun uiteinde daarom minder versterken.



Maar 'tegen-lopende' ontladingen hebben een bron van elektronen voor hun uiteinde nodig. In  $N_2:O_2$  mengsels zoals lucht genereren fotonen deze elektronen. In puur  $N_2$  werkt dit mechanisme niet meer, maar in het experiment bleven de streamers lopen!

Uiteindelijk kwamen theorie en experiment overeen: ook een verontreiniging van minder dan 1 ppm zuurstof, die experimenteel niet te voorkomen is, laat de ontlading lopen. Zoals te zien op de foto, zijn de kanalen nu dun en kronkelig en sterk vertakt. De simulatie laat zien dat de veldversterking hoger is, maar experiment en theorie tonen ook aan, dat de snelheid bijna dezelfde is, ook al verandert de  $O_2$ -concentratie met een factor  $10^6$ . Door zijn nietlineariteit is de ontlading een uitermate robuust verschijnsel! Dit zet een volgende stap in ons kwantitatief begrip van 'vonken' als elektro-



① Antimaterie in de dampkring, gemeten vanuit een satelliet. foto: NASA

② In stikstof met minder dan 1 ppm zuurstof worden 'positieve' streamerontladingen kronkelig. De haar-dunne zijtakjes zijn naar onze schattingen door enkele elektronen opgewekt, die ionisatielawines naar het kanaal toe opwekken.

nerversnellers en zelfgeorganiseerde scheikundige reactoren. Bekende toepassingsgebieden zullen vooruitgaan door dit begrip. En misschien worden ook nieuwe toepassingsgebieden ontsloten?