

Een deeltjesdouch
veroorzaakt door een
kosmische inslag bereikt
LOFAR door een
donderwolk.



WETENSCHAP

TWEE WETENSCHAPPERS VERTELLEN

HEINO FALCKE OVER: hoe sterrenexplosies helpen om onweer te begrijpen

Het elektrische veld in een donderwolk is voor het eerst gemeten met behulp van kosmische deeltjes. Onderzoek binnen het FOM-project 'Cosmic Lightning' laat zien dat metingen van de Nederlandse radiotelescoop LOFAR kunnen helpen het raadsel hoe bliksem ontstaat, op te lossen. Heino Falcke en zijn collega's publiceerden hun bevindingen dit voorjaar in Physical Review Letters.

Normaal gesproken gebruiken astrodeeltjesfysicus Heino Falcke van de Radboud Universiteit en zijn collega's de LOFAR (Low Frequency Array) radiotelescoop om meer te weten te komen over imploderende sterren en andere fenomenen diep in het heelal. "Als een ster ineens stort, vliegen er allerlei elementaire deeltjes de ruimte in, vaak met veel hogere energieën dan de snelste deeltjes in een deeltjesversneller", vertelt Falcke. "Als zulke snelle deeltjes de dampkring bereiken, ontstaat er door botsingen en verval een lawine aan secundaire deeltjes." De LOFAR-telescoop detecteert deze lawine, ook wel air shower of deeltjesdouch genoemd, samen met het radiosignaal van de imploderende ster.

'Verpeste' metingen

In vrijwel alle gevallen sliuven de LOFAR-metingen goed aan bij de simulaties die Falcke en zijn collega's van ruimtestraling maken. Een enkele keer gaat de deeltjesdouch echter dwars door een onweerswolk heen. "In dat geval wijken de signalen heel erg af. De gemeten



Heino Falcke

straling is veel te hoog en de polarisatie lijkt volledig in de war. We gebruiken die metingen dus niet", aldus Falcke. "Maar het geeft toch een wat ongemakkelijk gevoel als je een deel van je metingen niet kunt verklaren."

Zo ontstond het idee om de 'verpeste' metingen te gebruiken om iets over bliksem te leren. Falcke zocht samenwerking met onder andere bliksemhoogleraar Ute Ebert van het Centrum voor Wetenschap en Informatica (CWI), Olaf Scholten van de Rijksuniversiteit Groningen, en Stijn Buijntink van de Vrije Universiteit Brussel. Zij maakten een voorstel voor het FOM-project 'Cosmic Lightning'.

Sterk geladen

Bliksemontlading is nog steeds een groot mysterie, waar wetenschappers veel vragen over hebben. Men vermoedt dat het elektrisch veld in een onweerswolk enorm is, maar in de praktijk is het moeilijk om dit veld te meten. Metingen met bijvoorbeeld vliegtuigen of ballonnen zijn vaak erg gevaarlijk of te lokaal om zinnige voorspellingen te doen.

Ook kan het meetinstrument de meting beïnvloeden. Kosmische straling doet dat niet.

Falcke: "We bekeken de LOFAR-metingen die gedaan waren tijdens onweer opnieuw en voegden een elektrisch veld toe aan de simulaties. Voor het eerst kunnen we uit metingen aan de deeltjesdouch het elektrisch veld in een donderwolk bepalen op een statistisch relevante manier." Dit elektrische veld blijkt op te lopen tot ruim 50 kilovolt per meter, oftewel honderden miljoenen volts over kilometers afstand.

Multidisciplinair

Kosmische deeltjes die een donderwolk passeren, nemen informatie over de onweersbui gratis mee. Falcke denkt dat er nog veel meer te ontdekken valt uit metingen aan de deeltjesdouch tijdens onweer én aan de bijbehorende radiosignalen. "Dit onderzoek is een prachtig voorbeeld van multidisciplinaire samenwerking tussen astronomen, deeltjesfysici en geofysici. We kunnen niet zonder elkaars expertise", zegt hij. Het zou mooi zijn als in de toekomst een groter deel van de data die Falcke gebruikt voor zijn onderzoek naar verre sterren en zwarte gaten een toepassing kan krijgen in het bliksemonderzoek. "Het bliksemraadsel is nog niet opgelost, maar de metingen met LOFAR kunnen het bliksemonderzoek in Nederland zeker verder helpen." De data blijven in elk geval binnenstromen, weer of onweer. (BV)

KOBUS KUIPERS OVER: lichtwervelingen in een fotonisch kristal

Met een klassiek experiment kunnen groepsleider Kobus Kuipers en zijn collega's van het FOM-instituut AMOLF voorspellingen doen over hoe licht zich gedraagt in de quantumwereld. De onderzoekers ontdekten dat wanneer circulair gepolariseerd licht slechts in twee richtingen kan ontsnappen uit een fotonisch kristal, de richting die het licht neemt, wordt bepaald door de richting van haar polarisatie en daarmee door de quantumtoestand van de lichtbron. Hun werk, dat mooi aansluit bij het Internationaal Jaar van het Licht, verscheen dit voorjaar in Nature Communications.

Licht met richting

"Al enige tijd geleiden deden we een interessant experiment met licht in fotonische kristallen. De trillingrichting van het licht, dat in één bepaalde richting door de nanostructuur werd gestuurd, bleek op heel specifieke punten aan het oppervlak zich speciaal (singulier) te gedragen", vertelt Kobus Kuipers. "Op deze plekken gaat het licht van nature wervelen en in het centrum van de wervel is het elektrische veld circulair gepolariseerd. De theorie hierover was ontwikkeld door de Britse natuurkundigen John Nye en Michael Berry, waarvan de laatste eind vorig jaar de Lorentzmedaille van de KNAW ontving. Wij hebben experimenteel laten zien dat deze speciale wervelpunten in een nanostructuur bestaan."

Omkeren

De onderzoekers wilden dit eerdere experiment graag omdraaien: met een quantumlichtbron op zo'n singuliere plek in een fotonisch kristal zou de richting waarin het licht zich voorplant in de structuur, onthullen wat de quantumtoestand (spin) van de bron was. Of het circulair gepolariseerde licht uit een quantum-emitter linksom of rechtsom draait (en zich dus naar de ene, of de andere kant door het fotonisch kristal gaat voorplanten), hangt namelijk direct samen met de quantumtoestand (spin) van de emitter. Het fotonisch kristal dat Kuipers en zijn collega's gebruiken, is slechts 220 nanometer dikke

plak silicium, waarin een patroon van gaten is geëtst, waardoor licht slechts langs één lijn in twee richtingen kan voortbewegen. De propagatierichting bepaalt de draairichting in de wervels. "Het moeilijke aan het ideale quantumexperiment is het plaatsen van de emitter. Die plaats luistert namelijk heel nauw. En het is technisch juist heel moeilijk om een quantumbron op één bepaalde plek in een fotonisch kristal te plaatsen," aldus Kuipers.

Nagebootst

Daarom hebben Kuipers en zijn collega's in hun experiment de quantum-emitter nagebootst. "We gebruiken een heel kleine klassieke lichtbron: een naald waar licht uit komt", vertelt hij. "We kunnen de polarisatie van dit licht variëren en de naald heel precies positioneren boven het fotonisch kristal."

En wat bleek? Wanneer de onderzoekers de naald boven een -vooraf berekend- wervelpunt plaatsten, viel al het licht dat het kristal inging, op slechts één van de twee detectoren die aan beide



Kobus Kuipers

uiteinden stonden. Kuipers: "Dit laat zien dat we de eigenschappen van een fotonisch kristal kunnen gebruiken om uitgezonden licht met een bepaalde polarisatie volledig naar één kant door het kristal te sturen. Nu hebben we dit met een klassieke lichtbron aan de oppervlakte gedaan, maar uiteindelijk willen we quantumbronnen binnenin het kristal gaan gebruiken."

Quantuminformatie

Want dat maakt het nog spannender, vindt Kuipers: "Quantumbronnen kunnen een verstrengelde quantumtoestand hebben. Die toestand kan op twee manieren vervallen, wat leidt tot twee verschillende draairichtingen van het uitgezonden licht. Zit de quantumbron precies op een wervelpunt, dan zou de richting waarin het licht uit het fotonisch kristal ontsnapt, onthullen wat de spintoestand van de bron was. En dan wordt de richting van het licht een bron van quantuminformatie. Omgekeerd kunnen bepaalde quantumtoestanden dan ook alleen worden aangeslagen door licht komende uit één bepaalde richting. Uiteindelijk kan dit van belang zijn bij de ontwikkeling van quantumcomputers." (BV)

Foto: Heino Falcke

TOPSECTOREN

KENNIS- EN INNOVATIEAGENDA'S TOPSECTOREN 2016-2019 WORDEN OPGESTELD

Negen gebieden die voor de Nederlandse economie van bijzonder belang zijn en waarvoor de regering sinds 2011 een samenhangende agenda ontwikkelt met als kernwoorden innovatie, creativiteit en ondernemerschap. Dat zijn de negen topsectoren. De fysica is het meest betrokken bij de topsectoren Energie en High Tech Systemen en Materialen (HTSM). De topsectoren zijn momenteel bezig met de afronding van hun Kennis- en Innovatie-Agenda's, waarin hun plannen voor de periode 2016-2019 beschreven staan. Uit de Kennis- en Innovatie Agenda's (KIA) vloeit een overkoepelend twejaarlijks Kennis- en Innovatiecontract voor alle topsectoren voort dat de over-

heid, topsectoren en kennisinstellingen op 5 oktober ondertekenen. FOM en de andere NWO-gebieden en -instellingen leveren input voor de bijdrage van NWO aan dit contract. Zo zijn er vanuit FOM voorstellen ingediend voor onder andere de topsectoren Energie en HTSM die ook gelinkt zijn aan de doelstellingen uit het Strategisch Plan 2015-2019 van FOM. De bijdrage van FOM bestaat naast voorstellen voor diverse Industrial Partnership Programmes (IPPs) ook uit strategische initiatieven, zoals bijvoorbeeld de initiatieven 'Bouwstenen van leven', 'Materials Science' en 'Advanced Instrumentation'.

➔ www.topsectoren.nl

FOM-INSTITUTEN PRESENTEREN ZICH OP DE HANNOVER MESSE

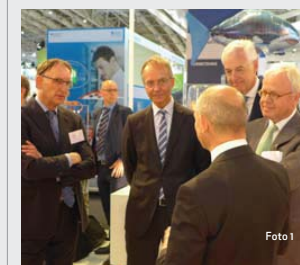


Foto 1

Van 13 tot en met 17 april vond de jaarlijkse technologiebeurs Hannover Messe 2015 plaats. Diverse NWO-instituten presenteren zich daar via het Holland High Tech House vanuit de Topsector HTSM. Vanuit FOM waren AMOLF, DIFFER, Nihkef en het Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL) vertegenwoordigd. Op foto 1 is ARCNL-directeur Joost Frenken in gesprek met een delegatie die een rondgang maakte en het Holland High Tech House bezocht, bestaande uit EZ-minister Henk Kamp (midden), voormalig FOM-directeur Wim van Saarloos (links), HTSM-boegbeeld Amandus Lundqvist (rechts) en HTSM-topteamlid Marc Hendrikse (tweede van rechts). Frenken sprak over de bijdrage die een ARC kan leveren aan het wetenschappelijk en innovatiedomein in Nederland. Op foto 2 spreekt de delegatie met DIFFER-directeur Richard van de Sanden (tweede van links) over de thema's energie en remote handling, en de rol van het onderzoek bij technologieontwikkeling die noodzakelijk is voor de toekomstige duurzame energie-infrastructuur.



Foto 2

Foto: Ronald Heijerink