

De Pinkstervuurbol van 27 mei 2023

Op 27 mei 2023 verscheen een spectaculaire vuurbol aan de hemel die door verschillende waarnemers werd geobserveerd en vastgelegd. Uit de verzamelde gegevens wist de Dutch Meteor Society het een en ander af te leiden over onder meer de baan van de meteoroïde die de vuurbol veroorzaakte.

Door Hans Betlem (Dutch Meteor Society)

Het was een heldere, sterrenrijke nacht, de zaterdag voor Pinksteren. De maan, net vóór het eerste kwartier, was al enkele uren onder de horizon, toen een stuk van een planetoïde van ongeveer drie kilogram de aarde ter hoogte van het Belgische Westmalle op een hoogte van 85,3 km met een snelheid van een kleine 18 km/s onder een hoek van 20 graden binnendrong. Tien seconden vuurwerk langs de nachtelijke hemel volgden, waarbij een vuurbol van magnitude -10,5 langs de hemel trok. Het brok materie viel tijdens de vurige tocht door de dampkring in vele tientallen, wellicht honderden fragmenten uiteen. Het spoor van dit object eindigde op een hoogte van 32 km boven het Gelderse Twello, enkele kilometers ten noorden van de Volkssterrenwacht te Bussloo (Figuur 2).

Door de tocht door de atmosfeer was er op dat moment nog maar een kleine 200 gram eindmassa, vermoedelijk gefragmenteerd in tientallen splinters, over. Een waarnemer te Bussloo had juist de deuren van het observatorium gesloten...

In de laatste decennia van de vorige eeuw zou een grote campagne van informatie verzamelen via de pers met



Figuur 1. Figuur 4: De Pinkstervuurbol van 27 mei 2023, gefotografeerd door station EN906 vanuit de Volkssterrenwacht Bussloo. Apparatuur: Sigma f/3,5-8 mm fisheye-lens op Canon 6D body.

interviews en metingen ter plekke volgen om te proberen uit visuele waarnemingen het traject van de vuurbol te bepalen. Dat is anno 2023 allemaal niet meer nodig. Cameranetwerken en fotometers doen het werk.

Ooggetuigenverslagen

'Ik vroeg mij al af of iemand anders deze vuurbal heeft gezien.... Ik was toevallig even buiten om ongeveer 3.10 uur. Kijk altijd even naar onze mooie sterrenhemel, zag richting het zuiden van west naar oost deze vuurbal, oranje, geel wit en groen licht in een lange streep naar het oosten. Daarom heen vuurspetters.... Zo mooi!!! Nog nooit eerder gezien.'

'Ik zag hem tijdens het vergrendelen van de deur van het observatorium. De gevel en het dak werden opeens fel verlicht. Ik keek omhoog en zag een langzaam bewegende lichtpit, als brandend magnesium en uit elkaar vallend in oranje brokstukken in de zenitregio. Daarna, iets van drie minuten later: boemboemboemboem... Prachtig!'

Europees Netwerk

Twaalf camera's van het Europees Netwerk in Nederland, België en Duitsland [1] hebben de vuurbol in volle glorie vastgelegd. Sinds eind april 2023 is in het meteorobservatorium in het Winterswijkse Woold een fotometer van de Tsjechische Academie van Wetenschappen opgesteld, die de helderheid van vuurbollen 5000 maal per seconde kan meten en vastleggen.

Met dit instrument is een bijzonder nauwkeurig helderheidsprofiel van de vuurbol vastgelegd, waarmee we kunnen bepalen welke fragmentatie op welke hoogten heeft plaatsgevonden.

De in het kader beschreven waarnemingen wijzen al op een uiteenvallen van het object; de fotometer legt dit onweerlegbaar vast. Ook op enkele *all sky*-opnamen van het netwerk is de fragmentatie van grotere brokken te zien. De vuurbol werd vastgelegd door de stations te Herford (D), Winterswijk-Woold, Humain (B), Wilderen (B), Terschelling, Hoegaarden (B), Benningbroek, Bussloo, Oostkapelle, Ermelo, Twisk en Dwingeloo.

De tabel aan het einde van dit artikel geeft de uit deze opnamen verkregen gegevens van het traject in de atmosfeer en de baan in het zonnestelsel van het object, voordat het de aarde trof.



Figuur 2. Het grondtraject van de vuurbol van 27 mei boven Nederland en België. Het uitdoofpunt lag nét ten noorden van de Volkssterrenwacht Bussloo, waar de vuurbol in het zenit eindigde en sonic booms werden gehoord.



Figuur 3. De vuurbol vastgelegd door het all sky-station EN908 te Ermelo. Apparatuur identiek aan die van Figuur 1. De ingebouwde shutter maakte 15 afdekkingen per seconde. (Koen Miskotte)

Afhankelijk van de hoogte boven de horizon bedraagt de uitmeetnauwkeurigheid per opname tussen de 0,008 en 0,025 graden. Met deze meetnauwkeurigheid aan de full frame-opnamen is de gemiddelde nauwkeurigheid per meetpunt (lichtmoot) ongeveer 20 á 30 meter. Per opname zijn ter referentie tussen de 200 en 600 sterren uitgemeten.

De radiant van de vuurbol lag in het sterrenbeeld Weegschaal nabij de ster β Lib. De intreesnelheid in de atmosfeer was $17,83 \pm 0,02$ km/s maar tijdens de 10 seconden durende tocht door de dampkring nam deze af tot $5,68 \pm 0,016$ km/s op 32 km hoogte.

Fotometrie

Méér dan het vastleggen van het traject en het berekenen van het zoge-

naamde *dark flight*-traject – het berekende stuk traject dat een fragment na uitdoven nog aflegt – is het verkrijgen van nauwkeurige fotometrische gegevens van belang om vast te stellen of er meteorieten zijn neergekomen. Daartoe moeten van liefst meerdere stations de opnamen nauwkeurig gefotometreerd worden: dat wil zeggen de fotometrische helderheid van de vuurbol moet per lichtmoot worden bepaald aan de hand van een aantal vergelijksterren. Bij onze opnamen worden steeds 250 sterren gebruikt voor het vaststellen van de karakteristieke curve, die het verband aangeeft tussen de zwarting van de opname en de helderheid van de referentiestar. Alleen RAW-beelden zijn geschikt voor deze berekeningen. Jpeg-plaatjes hebben een 8 bits dynamisch bereik

en zijn bij ruwweg magnitude -8 al verzadigd (maximale dichtheid). De RAW-beelden worden in 16 bits dynamisch bereik verwerkt.

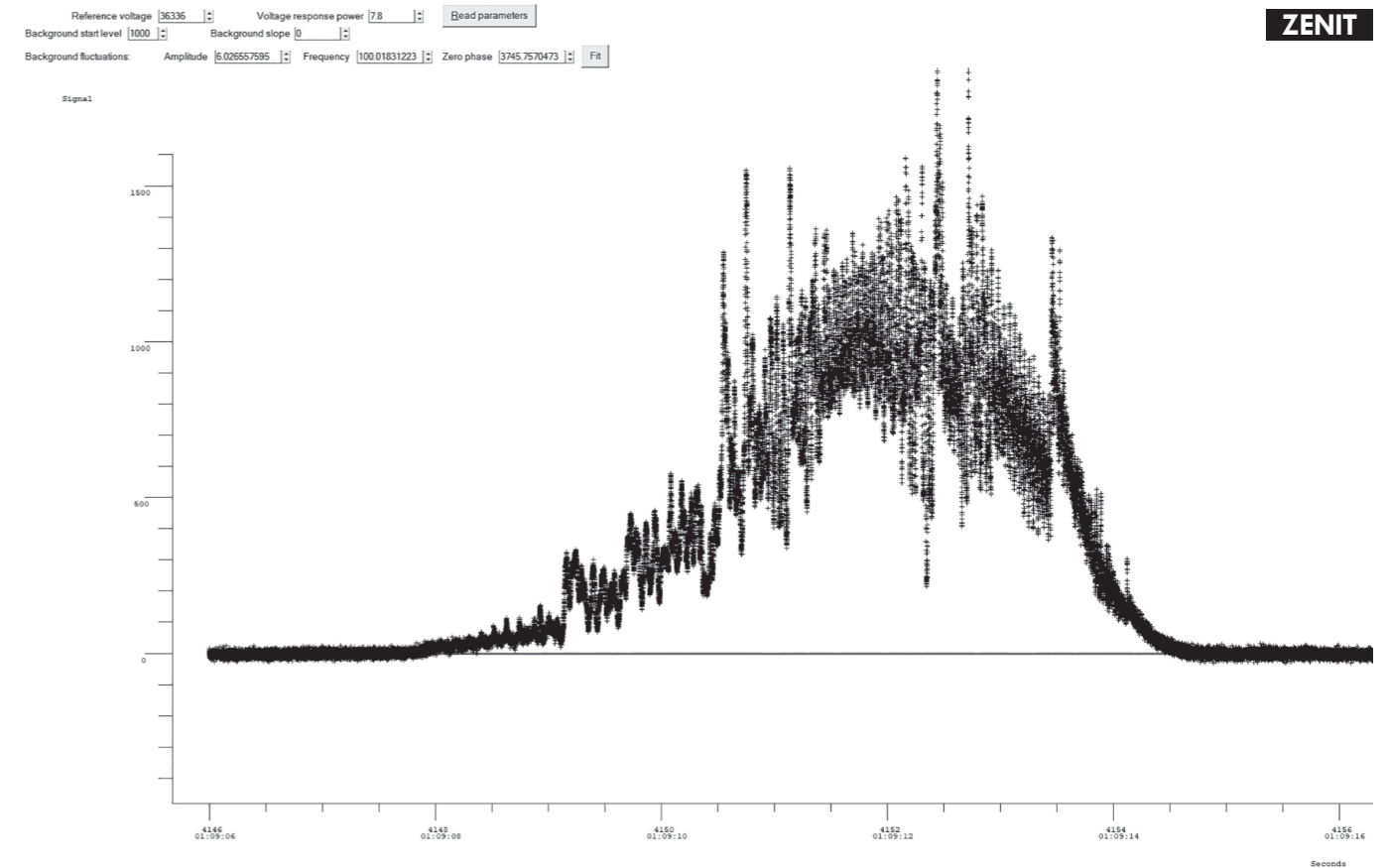
De opnamen van de stations Woold, Benningbroek en Ermelo leverden de beste fotometrie: ze tonen het spoor volledig, zijn niet onderbroken door wolken, zijn in RAW beschikbaar én zijn nergens verzadigd.

Lichtcurve

De fotometrie van de opnamen wordt gebruikt om de lichtcurve van de fotometer teijken: dat wil zeggen te voorzien van een magnitudeschaal. Dat gebeurt door de patronen (*flares*) van de fotografische opnamen op de fotometrische lichtcurve te superponeren. Hiermee worden uiteindelijk de vele gedetailleerde *spikes*, veroorzaakt door fragmentaties, van absolute magnituden voorzien. Het is dan mogelijk om precies vast te stellen op welke hoogtes fragmenten met welke massa's losgekomen zijn van de meteoroïde. Deze spikes in hoge resolutie zijn op fotografische opnamen niet zichtbaar vanwege de lagere resolutie. Dit gegeven is van cruciaal belang bij het vaststellen óf er materiaal is neergekomen en zo ja welke massa's op welke plaatsen in het strooiveld mogen worden verwacht. Deze werkwijze, die wordt toegepast sinds *hi-speed*-fotometers in het netwerk in gebruik zijn, heeft zijn waarde al bewezen bij verschillende meteorietvallen in Centraal-Europa en meer recent bij het neerkomen van frag-



Figuur 4. De vuurbol, gefotografeerd door station EN905 vanuit het Noord-Hollandse Benningbroek. Apparatuur identiek aan die van figuur 1. (Jos Nijland)



Figuur 5. Hoge resolutie-lichtcurve van de vuurbol, vastgelegd vanuit het Zdenek Cepelcha Observatorium te Winterswijk-Woold. De talrijke spikes wijzen op volledige fragmentatie.

menten van planetoïde 2023-CX1 in februari van dit jaar [2].

Meteoriet... of niet...

Zodra er nieuws over een heldere vuurbol in de media komt, valt onmiddellijk het M-woord. Alle andere informatie wordt genegeerd: het gaat om der zoektocht naar de zwarte stenen. We zagen dit eerder gebeuren bij de media-aandacht voor de vuurbol van Lievegem op 16 december 2022. Om vast te stellen of er sprake is van een meteorietval, bekijken we vier criteria die eigenlijk allemaal positief moeten uitpakken:

- Uitdoofhoogte 25 km of lager;
- Beginsnelheid 20 km/s of lager;
- Superbolide: magnitude -15 of helderder;
- Zeer weinig fragmentatie.

Passen we deze criteria toe op de vuurbol van 27 mei 2023, dan wordt alleen voldaan aan het tweede criterium. De eindhoogte van 32 km is veel te hoog; de helderheid van magnitude -1,5 te gering en was er sprake van een vrijwel volledige fragmentatie langs het hele traject.

Uit onze berekeningen volgt een eindmassa van 165 gram op 32 km hoogte, totaal gefragmenteerd. Het is theoretisch mogelijk dat minuscule stukjes

het aardoppervlak hebben bereikt. Maar het vinden van wat versplinterd gruis in een periode waarin de vegetatie het snelst groeit is onbegonnen werk. We geven daarmee meteen het antwoord op de media die zich afvragen: 'Waar is de meteoriet van Salland?' Een incidentele vondst van een klein gruisdeeltje zou in combinatie met de zeer nauwkeurige baan- en trajectgegevens echter van grote waarde zijn!

Tot slot

Deze fraaie resultaten zijn zo snel tot stand gekomen door de immer actieve operators in ons netwerk: Jörg Strunk (EN89 Herford), Hans Betlem (EN900 Winterswijk-Woold), Jean-Marie Biets (EN901 Humain en EN902 Wilderen), Marco Verstraaten (EN903 Terschelling en EN909 Twisk), Joost Verheijden (EN904 Hoegaarden), Jos Nijland (EN905 Benningbroek), Marc-Jaap ten Hove en Jaap van 't Leven (EN906, Volkssterrenwacht Bussloo), Klaas Jobse (EN907 Oostkapelle), Koen Miskotte (EN908 Ermelo) en Felix Bettonvil (EN915 Dwingelo). De fotometrische data werden uitgelezen en verwerkt door Pavel Spurný (Tsjechische Academie van Wetenschappen). ●

Verder lezen

- 1] *Zenit* mei 2023 blz. 12 ev.
- 2] *Zenit* mei 2023 blz. 18 ev.
- 3] www.dutch-meteor-society.nl/

Trajectgegevens

beginpunt	Lengte (OL)	4,69604 ± 0,00007	
	Breedte (NB)	51,30149 ± 0,00009	
	Hoogte (km)	85,352 ± 0,005	
eindpunt	snelheid (km/s)	17,827 ± 0,023	
	Lengte (OL)	6,09367 ± 0,00005	
	Breedte (NB)	52,22517 ± 0,00007	
gemiddelde	Hoogte (km)	31,355 ± 0,004	
	snelheid (km/s)	5,684 ± 0,016	
	Breedte (NB)	51,81918	
	Hoogte (km)	54,867	

Baangegevens

Radiant (2000.0)	RA	226°,668 ± 0°,0037	
	DEC	-8°,293 ± 0°,003	
Baanelementen	<i>a</i> (AE)	2,261 ± 0,008	
	<i>e</i>	0,624 ± 0,001	
	<i>q</i> (AE)	0,8489 ± 0,0003	
	<i>i</i>	0°,232 ± 0°,001	
	ω	55°,36 ± 0°,005	
	Ω	244°,49 ± 0°,04	
	π	299°,86 ± 0°,01	
Fysische gegevens	beginmassa	2,8 kg (dynamisch)	
	eindmassa	160 g (dynamisch)	
	Max. magn.	-10,48 (op 53,1 km)	