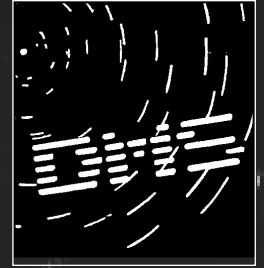


# *Radiant*

Journal of the Dutch Meteor Society



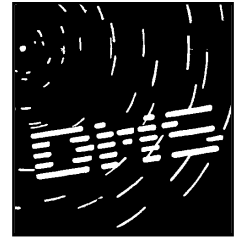
## **In dit nummer:**

**Alpha Monocerotiden uitbarsting**

**Phoenicidenuitbarsting met CAMS vastgelegd**

**De Noordzee vuurbol van 3 december 2019**

**JOURNAL OF THE DUTCH METEOR SOCIETY**  
*Twee maandelijks e-zine voor  
meteorenwaarnemers*  
**December 2019**  
**Jg. 41 nr. 6**



Radiant verschijnt zes maal per jaar.  
 Artikelen kunnen gestuurd worden naar:  
[hans.betlem@protonmail.com](mailto:hans.betlem@protonmail.com)

### **Auteursinstructies**

Artikelen in Word zonder opmaak. Illustraties als afzonderlijke documenten. Foto's in de hoogste resolutie.

Diagrammen, aangemaakt in Excel aanleveren in Excel bestand, samen met de brongegevens, dus niet als jpeg in een document plakken.

Geef in de documenten met een markering aan, waar illustraties een plaats moeten krijgen.

Internet links in teksten en referenties duidelijk aangeven.

Bijdragen worden ter teruglezing aan de auteur aangeboden.

### **Voorplaat**



Uitbarsting van de alpha Monocerotiden vastgelegd met CAMS in een combinatie montage van CAMS3900 van de Société Lorraine d'Astronomie or S.L.A. and CAMS network, Nancy, Frankrijk.

### **In dit nummer**

Alfa Monocerotiden uitbarsting 2019 <i>Paul Roggemans, Andreas Howell en Tioga Gulon</i>	114
Resultaten CAMS oktober 2019 <i>Carl Johannink</i>	119
Opleving Phoeniciden vastgelegd met CAMS <i>Carl Johannink</i>	120
De vuurbollen van 19 september 2019 en 19 oktober 2019 <i>Hans Betlem</i>	124
De vuurbollen van 24 februari 2018 en 13 juni 2018 <i>Hans Betlem</i>	129
De Noordzee vuurbol van 3 december 2019 en zijn kleinere broertje <i>Hans Betlem</i>	135
Post Twisk: van bewaking tot volwaardige all-sky <i>Marco Verstraaten</i>	140
Uit de oude doos: 25 jaar geleden <i>Hans Betlem</i>	144

# Alfa Monocerotiden uitbarsting 2019

Paul Roggemans<sup>1</sup>, J. Andreas (Andy) Howell<sup>2</sup> en Tioga Gulon<sup>3</sup>

1. Pijnboomstraat 25, 2800 Mechelen, Belgium paul.roggemans@gmail.com

2. Coordinator, CAMS-Florida, USA camsfloida@gmail.com

3. 6, rue Rodin, F-54710 Fléville-devant-Nancy, France france.allsky.camera@gmail.com



## Samenvatting

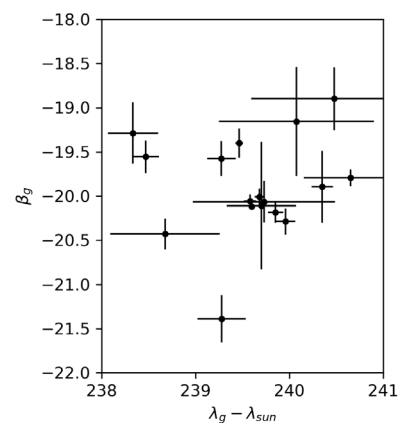
De voorspelde alfa Monocerotiden uitbarsting is uitgekomen. Hoewel de eerste visuele- en radiowaarnemingen ‘enige’ activiteit aangaven, registreerden verschillende videocamera’s onder goede omstandigheden in een kort tijdsinterval een aanzienlijk aantal alfa-Monocerotiden, precies volgens de prognoses van Peter Jenniskens en Esko Lyytinen. Hoewel de activiteit niet kan worden vergeleken met de terugkeer in 1995 en er absoluut geen meteorenstorm plaatsvond zoals aangekondigd in sommige sensatiemedia, concludeert Peter Jenniskens dat dit niet zo maar ‘enige activiteit’ was, maar een echte zwermtuitbarsting. Ook de waarnemingen van het Global Meteor Network gecoördineerd door Denis Vida laten duidelijke alfa Monocerotiden activiteit zien. Het gebrek aan heldere meteoren verklaart waarom visuele waarnemers weinig alfa Monocerotiden zagen, vooral waar een lage hoogte van de radiant, maanlicht en schemering de waarnemingen bemoeilijkten.

## Inleiding

Voorspellingen suggereerden een flinke kans om een kortstondige uitbarsting van de alfa-Monocerotiden te zien in de ochtend van 22e november 2019. De maximum activiteit werd verwacht rond 04:50 UT met een duur van tussen de 15 en 40 minuten. (Lyytinen en Jenniskens, 2020; Jenniskens en Lyytinen, 2019a). Deze voorspellingen kregen wereldwijd veel media-aandacht. Sommige journalisten letten niet op de details in de oorspronkelijke publicatie en kondigden een spectaculaire meteorenstorm aan met meer dan 1000 vallende sterren, terwijl geen enkele wetenschapper ooit zo’n spectaculaire gebeurtenis voorspelde. Zelfs als er een sterke uitbarsting zou zijn opgetreden, zou het werkelijke aantal waargenomen meteoren niet zo indrukwekkend zijn vanwege de zeer korte duur van de doortocht door het stofspoor. Voor de meeste gelegenheidskijkers met slechte weersomstandigheden, lage radianthoogte, lichtvervuiling, maanlicht en schemering zou het aantal zichtbare meteoren slechts een fractie van het werkelijke aantal zijn. Waarnemers met te hoge verwachtingen zouden zeker zijn teleurgesteld. Vooral de lage radianthoogte op sommige locaties verminderde het zichtbare aantal meteoren tot een fractie van wat onder perfecte omstandigheden met de radiant in het zenit kon worden gezien.

Denis Vida publiceerde de eerste voorlopige banen. Denis schrijft: “*De alfa Monocerotiden waren snel en zwak, dus er waren niet veel datapunten per meteor. De gemiddelde meteorduur was ongeveer 0,3 s, wat zich vertaalt in slechts 7 punten per station bij 25 FPS. Dit maakt de banen vrij onnauwkeurig, maar een nauwe cluster van radianten met kleine onzekerheden rond  $\lambda_g - \lambda_{\odot} = 239.8^\circ$  en  $\beta_g = -20.25$  is te zien op de kaart met de radiant (figuren 1, 2 en 3)*”.

Peter Jenniskens meldt dat de alfa Monocerotiden-uitbarsting bevestigd werd door het Braziliaanse CAMS-EXOSS-netwerk (figuur 5). CAMS Chili registreerde tijdens de uitbarsting 14 alfa-Monocerotiden banen en CAMS Florida registreerde er 32. CAMS Chili rapporteerde bewolking in La Serena. De gedetecteerde alfa Monocerotiden bevonden zich in het magnitude bereik van +4 tot +1, de meeste waren magnitude +3 en +2. De zwerm piekte duidelijk in een korte periode. Ondanks het slechte weer in de BeNeLux is er toch een alfa Monocerotide simultaan vastgelegd door CAMS BeNeLux. Tioga Gulon (3900-Nancy-Frankrijk) en Steve Rau (3852-Zillebeke-België) hebben tijdens het maximum een AMO simultaan gepakt. De CAMS-netwerken registreerden ook enkele alfa Monocerotiden in de nacht van 21 november, de nacht vóór de verwachte verhoogde activiteit.



**Figuur 1.** Heliocentrische ecliptische coördinaten in het interval  $\lambda_{\odot}$  238,0 tot 240,0°. De zeer compacte radiant is opvallend. (met dank aan Denis Vida).

Figuur 6 toont de positie van de alfa Monocerotiden radianten, vastgelegd op 21 november samen met enkele andere actieve radianten. Dit betekent dat het stof van deze zwerm al flink verspreid is. Figuur 7 toont de kaart van 22 november met de banen die zijn vastgelegd tijdens de uitbarsting.

J. Andreas (Andy) Howell meldt: “*CAMS-Florida registreerde 44 simultane meteoren van de alfa Monocerotiden tijdens de avond van 21-22 november. De radiant stond 35 graden boven de oostelijke horizon en de hemel was overwegend helder. Activiteit werd gezien in het tijdsinterval 04h38m tot 05h37m UT met een eenzame meteor van deze zwerm die later in de nacht om*

07h55m UT werd gedetecteerd. Hoogste activiteit vond plaats rond 05h02m UT op 22 november. Het grootste deel van de gedetecteerde meteoren was magnitude +1 of +2. Figuur 8 is een videocompositie van CAMS 5001 in Gainesville, Florida. Figuur 9 toont de tijdsverdeling van de meteoren. ”

De gemiddelde tijd tussen de door CAMS Florida geregistreerde alfa Monocerotiden was 83,5 seconden. Echter, vanaf 05:07 UT werden 6 alfa Monocerotiden geregistreerd met intervaltijden van 3s, 4s, 46s, 20s, 6s en 2s. Dat ligt flink onder de gemiddelde interval tijd en dit suggereert dat er een significante verhoging van de activiteit was gedurende ongeveer 1 minuut beginnend om 5u07m UT.

Enrico Stomeo rapporteert over de video waarnemingen die hij in de nacht van 21 op 22 november heeft gemaakt met drie camera's op zijn observatorium nabij Venetië. Helaas was de hemel gedurende de nacht meestal grotendeels bedekt met wolken. Het was zelfs totaal bewolkt op het tijdstip van de piek van de alfa-Monocerotiden.

De waarnemingen:

- NOA38 cam

20:30:00 – 04:50:00 UT, Teff 3,93 uur  
TOT 17 = 3 AMO, 2 LEO, 12 SPO.

Twee aMON's verschenen binnen vier minuten op 044134 en 044550 UT.

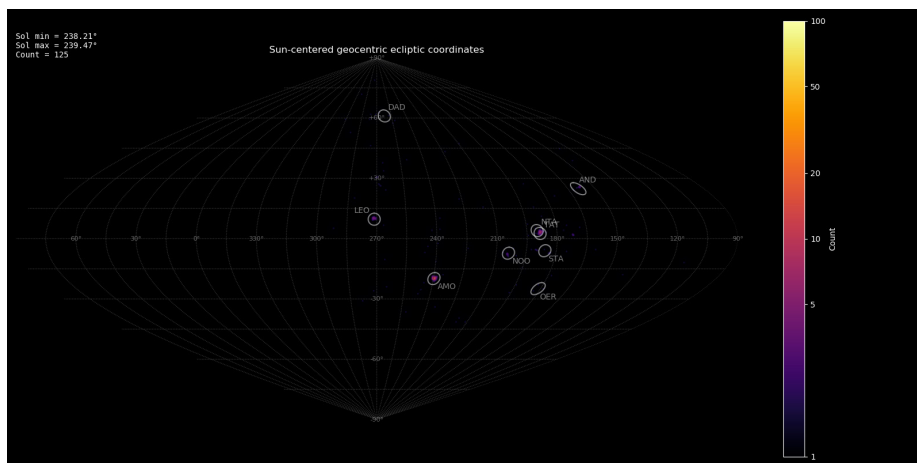
- MIN38 cam

20:46:00 – 04:44:00 UT, Teff 3,38 uur  
TOT 21 = 2 NTA, 1 LEO, 1 STA, 17 SPO.

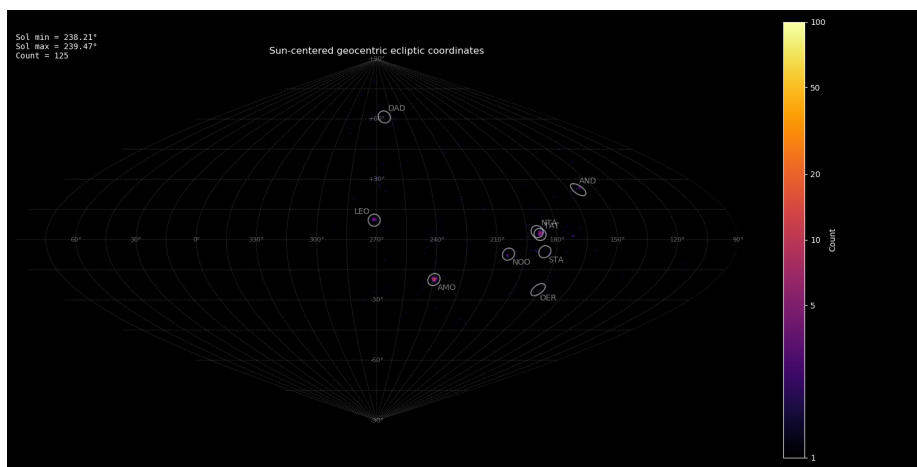
- SCO38 cam

20:44:00 – 04:39:00 UT, Teff 3.30 uur  
TOT 15 = 1 AMO, 2 STA, 1 LEO, 1 NTA, 10 SPO.

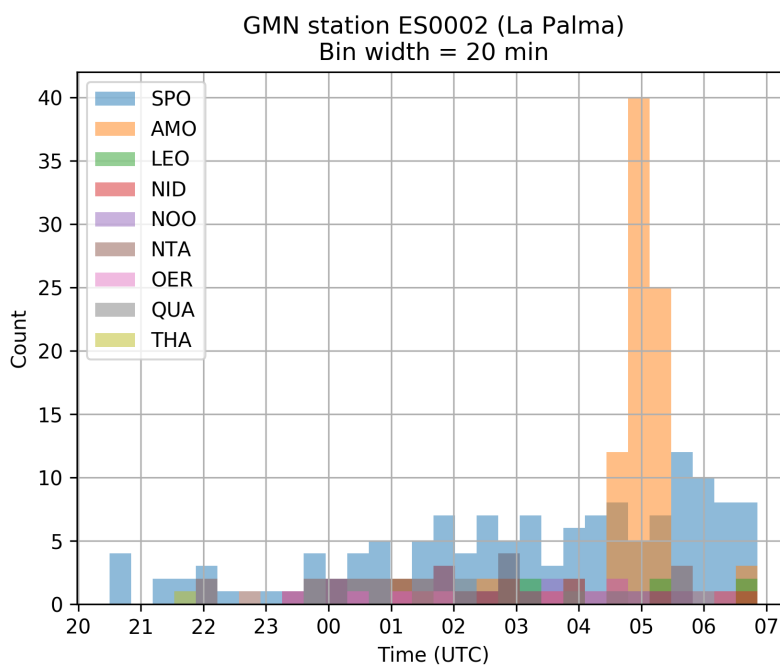
John W. Briggs rapporteerde aan het Global Meteor Network: “Mijn familie en ik namen waar op de FOAH Observatory (IAU-code V23) nabij Magdalena, New Mexico, VS. Gedurende ongeveer 25 minuten rond het voorspelde maximum voor de alfa-Monocerotiden (gecentreerd op ongeveer 04:50 UT), en we zagen twee ongewone meteoren waarvan ik denk dat het alfa Monocerotiden waren. Beiden waren ongeveer magnitude +3 en bewogen als zeer lange bogen aan de oostelijke hemel. Een van hen reikte bijna tot in het



**Figuur 2.** Heliocentrische ecliptische coördinaten in het interval 238,0 tot 240,0° met kleurverloop in functie van de geocentrische snelheid  $v_g$  (met dank aan Denis Vida).



**Figuur 3.** Heliocentrische ecliptische coördinaten in het interval 238,0 tot 240,0° met kleurverloop in functie van de dichtheid (met dank aan Denis Vida).



**Figuur 4.** Een aantal AMO meteoren geregistreerd door het Global Meteor Network-station ES0002 (La Palma) (met dank aan Denis Vida).



zenit. Hoewel we hier geen meteoren “storm” zagen, was het zien van deze nogal ongewone meteoren de moeite waard! We hadden het geluk dat we gedurende deze periode kort een heldere hemel hadden na een zeer regenachtige dag.”

Jiri Borovicka rapporteerde: “We hebben simultane video-waarnemingen met twee stations onder heldere hemel uitgevoerd in het zuiden van Tsjechië. Duidelijke alfa Monocerotiden activiteit maar veel lager dan in 1995. Toch telde ervaren waarnemer Kamil Hornoch 44 alfa Monocerotiden gedurende één uur (4h26m – 5h23m UT), 16 daarvan gedurende het interval van 10 minuten gecentreerd op 4h50m UT (de grensmagnitude was toen bijna 6,5). Voorlopige inspectie van onze videocamera’s met beeldversterkers onthulde slechts enkele alfa Monocerotide.

Ivan Sergei uit Wit-Rusland meldt: “Ik heb de logbestanden van mijn RMS (Radio Meteor System, 88,6 MHz) bekeken. Op het interval 04h40m - 05h00m UT is enige toename geregistreerd in het niveau van meteoren echo’s. Op 22 november tussen 03:42 UT tot 05:00 UT registreerde ik



**Figuur 5.** Een compositie van alfa-Monocerotiden die zijn vastgelegd op een van de CAMS-EXOSS-camera’s (nr. 9999) in Brazilië tussen 04h49m en 05h14m UTC, 22 november (met dank aan Marcelo De Cicco). De compositie is gemaakt door Peter Jenniskens.

91 meteoren. Korte samenvatting: er is enige verhoging opgetreden in de meteoren activiteit in het radiobereik. “

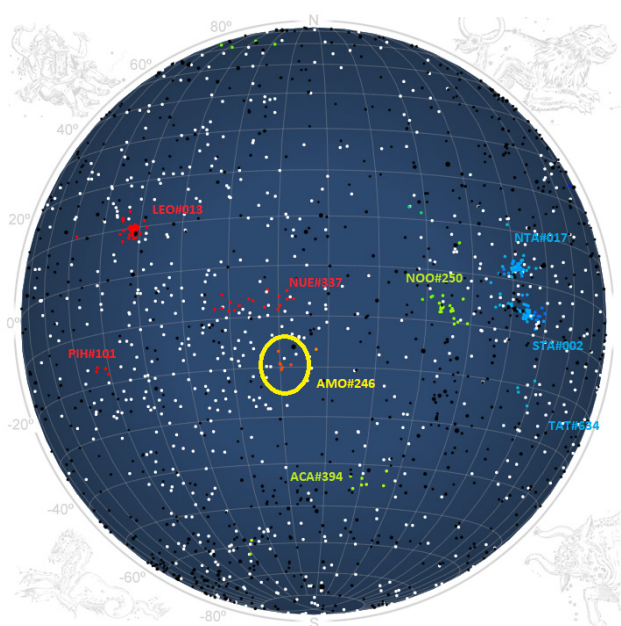
#### Referenties

- 1] Jenniskens P., Lyytinen E. (2019a). “Alpha Monocerotid meteors 2019”. CBAT 4692. D.W.E. Green (editor). Central Bureau for Astronomical

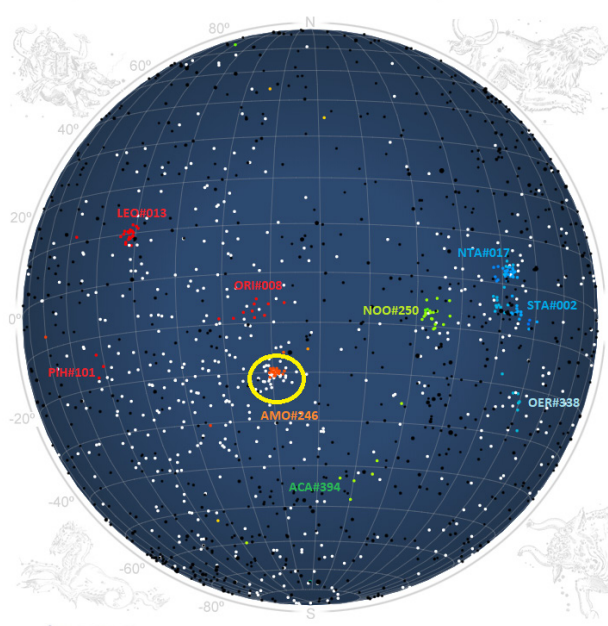
Telegrams.

- 2] Jenniskens P., Lyytinen E., et al. (2019b). “Alpha Monocerotid meteors 2019”. CBAT 4699. D.W.E. Green (editor). Central Bureau for Astronomical Telegrams.

- 3] Esko Lyytinen and Peter Jenniskens (2020). “Likely alpha Monocerotids (AMO#246) outburst on the morning of November 22, 2019”. eMetN, 5, submitted.



**Figuur 6.** De radianten van de banen verzameld door de CAMS-netwerken in de nacht vóór de voorspelde uitbarsting, 20-21 november. De alfa-Monocerotiden zijn gemarkeerd met een gele cirkel.



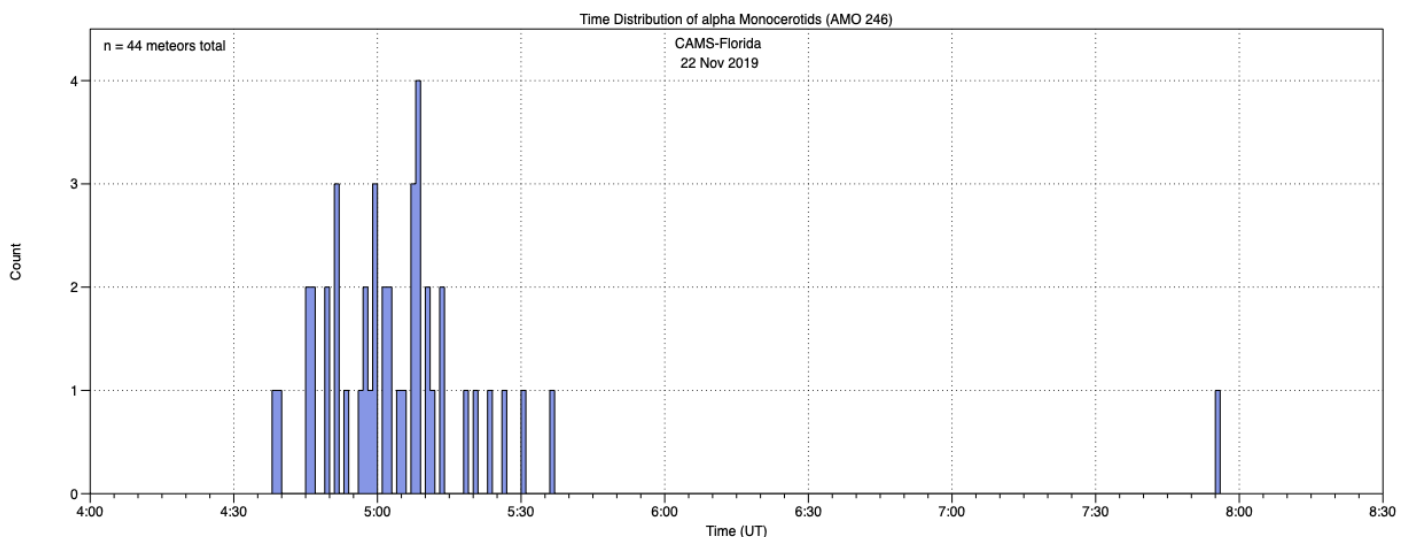
**Figuur 7.** De 46 radianten van de AMO#246 banen verzameld door de CAMS-netwerken tijdens de uitbarsting op 22 november. De alfa-Monocerotiden radianten zijn gemarkeerd met een gele cirkel.



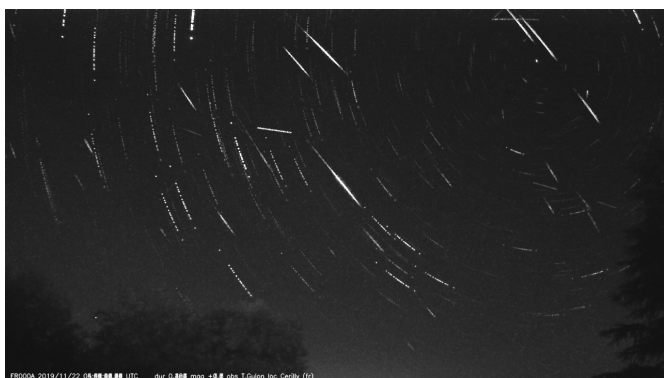
**Figuur 8.** Stack van de alfa-Monocerotiden van CAMS 5001 in Gainesville, Florida (met dank aan J. Andreas (Andy) Howell).

Datum	Tijd UTC	Zwerm	Mag	H radiant
11/22/2019	04:43:00.090	AMO	1.5	38.9
11/22/2019	04:47:30.330	AMO	1	38.6
11/22/2019	04:55:20.670	AMO	-0.3	37.9
11/22/2019	04:55:38.489	AMO	1.3	37.9
11/22/2019	04:56:53.969	AMO	2.4	37.8
11/22/2019	04:56:53.949	AMO	1.3	37.8
11/22/2019	04:57:14.589	AMO	2.8	37.8
11/22/2019	04:58:01.349	AMO	1.6	37.7
11/22/2019	05:00:01.069	AMO	1.1	37.5
11/22/2019	05:00:56.889	AMO	0.9	37.4
11/22/2019	05:03:16.609	LEO	0.6	59.2
11/22/2019	05:04:19.190	AMO	-0.4	37.1
11/22/2019	05:05:19.609	AMO	2.2	37
11/22/2019	05:10:33.289	AMO	1.4	36.6

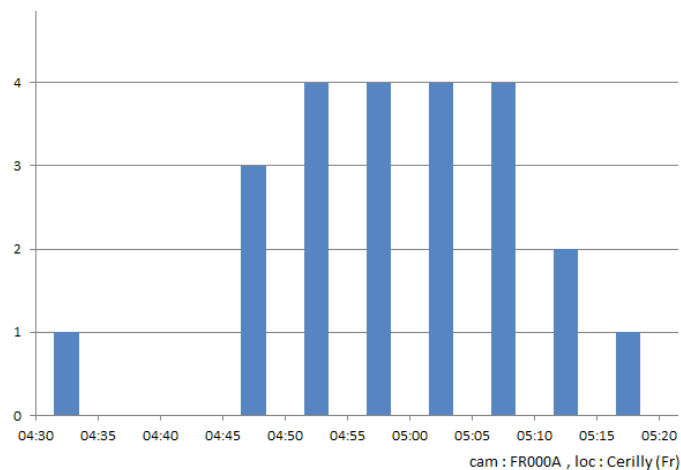
**Tabel 1.** CAMS zwerm identificatie voor één station met CAMS 3900 en 3901 gehost door Société Lorraine d'Astronomie in Nancy, Frankrijk, door Tioga Gulon.



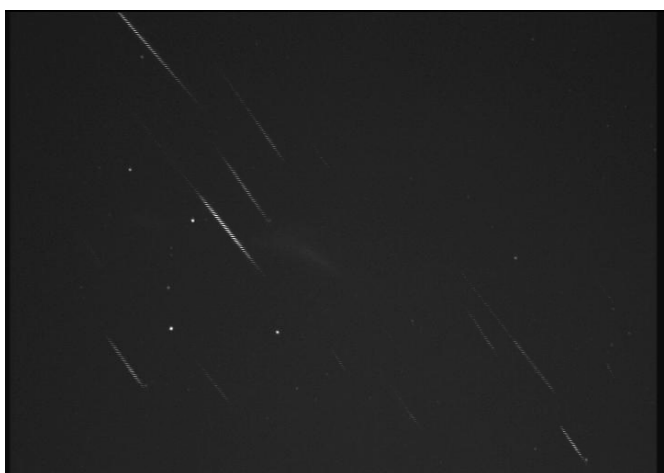
**Figuur 9.** De tijdsverdeling van simultane meteoren (met dank aan J. Andreas (Andy) Howell).



**Figuur 10.** Een stack van de 23 AMO-meteoren geregistreerd door de RMS FR000A in Cerilly, Frankrijk (met dank aan: Tioga Gulon).



**Figuur 11.** Tijdsverdeling van de verschijning van de AMO-meteoren (met dank: Tioga Gulon).



**Figuur 12.** Stacked beeld van 17 AMO's op CAMS 3900 gehost door Société Lorraine d'Astronomie, 22 november 04h43m - 05h21m UT, Nancy, Frankrijk (met dank aan Tioga Gulon).



**Figuur 13.** BRAMON SMZ1 station, Brazilië (Met dank aan Sergio Mazzi).



**Figuur 14.** BRAMON Station Maranguape Ceará, Brazilië (met dank aan Lauriston de Sousa Trindade).

22.11.2019		21.11.2019	
3.00-03.20 UT	10	03.00-03.20 UT	22
3.20-03.40 UT	6	03.20-03.40 UT	18
3.40-04.00 UT	6	03.40-04.00 UT	25
04.00-04.20 UT	10	04.00-04.20 UT	15
04.20-04.40 UT	8	04.20-04.40 UT	15
4.40-05.00 UT	30	04.40-05.00 UT	18
5.00-05.20 UT	19	05.00-05.20 UT	11
05.20-05.40 UT	14	05.20-05.40 UT	8
05.40-06.00 UT	14	05.40-06.00 UT	20

**Tabel 2.** Radio Meteor-systeem, 88,6 MHz beheerd door Ivan Sergei in Wit-Rusland.



# CAMS BeNeLux: resultaten in oktober 2019

Carl Johannink



## Inleiding

De maand oktober was een vrij sombere maand.

Het aantal uren zon was slechts 55% van het aantal uren in oktober 2018.

De maand was qua zonneschijn de somberste sinds 1998. Vooral gedurende de eerste twee decaden was het 's nachts vaak bewolkt, waardoor het aantal simultanen beperkt bleef. In totaal werden deze maand 3344 banen vastgelegd (figuur 1). Dit is een fors lager aantal dan in 2018, maar toen hadden we ook een bijzondere nacht erbij zitten met de uitbarsting van de Draconiden. In de laatste week van oktober was het wel overwegend helder, in die periode werd zo'n 60% van de oogst binnen gehaald.

## Resultaten

In figuur 2 zien we de radiantposities van alle in oktober vastgelegde banen.

We zien grote concentraties aan radianten rondom de posities die we kennen als de meteoroorzwermen Orioniden en Tauriden.

Voor de 94 Orioniden met een D-criterium  $D < 0,04$  [1] werd de mediaan van de radiantpositie en van de baanelementen bepaald.

Het resultaat staat in tabel 1.

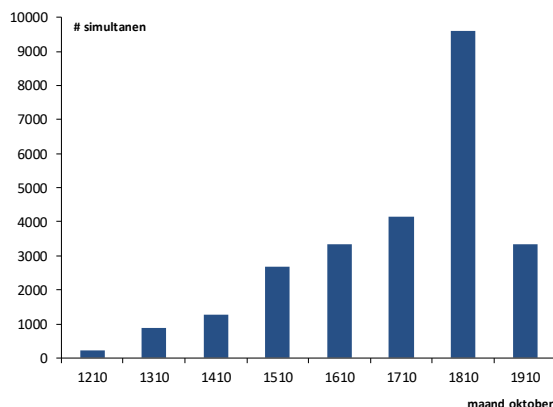
Het vaak bewolkte weer zorgt ervoor dat we uit de periode voor- en tijdens het Orionidenmaximum weinig banen ter beschikking hebben.

De uitkomsten voor CAMS dit jaar zijn daarom hooguit indicatief.

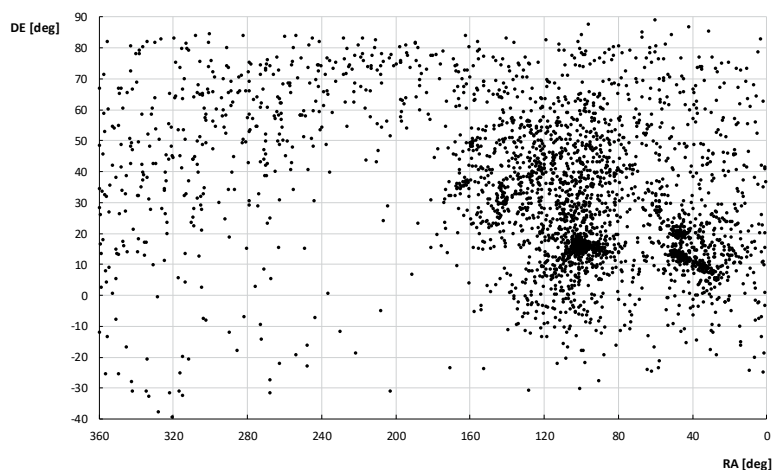
Deze 94 meteoren werden ook gebruikt voor het bepalen van de radiantdrift.

We vonden  $\Delta RA = 0,951$  graden [1,03] en  $\Delta DE = 0,004$  graden [-0,05].

Tussen [] de waarden in [2].



**Figuur 1:** aantal simultanen met CAMS gedurende de oktobermaanden 2012 t/m 2019.



**Figuur 2:** radiantposities van alle in oktober 2019 met CAMS vastgelegde banen.

## Referenties

[1] Drummond J. D. (1981). "A test of comet and meteor shower associations" Icarus 45, p. 545–553

[2] P. Jenniskens et al., The established meteor showers as observed by CAMS, Icarus 266 (2016) p. 331 – 354

[3] P. Jenniskens, P.S. Gural, L. Dynneson, B.J. Grigsby, K.E. Newmane, M. Borden, M. Koop, D. Holman, CAMS: Cameras for Allsky Meteor Surveillance to establish minor meteor showers, ICARUS 216 (2011), p.40 – 61.

	RA geo	DEC geo	V geo	$\lambda_c$	$q$	$a$	$e$	$i$	$\omega$	$\Omega$
<b>CAMS 2019</b>	98,4	15,7	66,2	212,0	0,549	13,2	0,957	164,3	85,1	34,0
<b>Jenniskens 2016 [2]</b>	95,9	15,7	66,3	209	0,578	6,87	0,944	163,9	82,2	28,3

**Tabel 1:** mediaan van radiantpositie en baanelementen van 94 Orioniden met  $D < 0,04$ .

# Opleving Phoeniciden-activiteit vastgelegd met CAMS

Carl Johannink



## Inleiding

Op 5 december 1956 werd een duidelijke activiteit van de Phoeniciden opgemerkt door veel waarnemers in Australië en Zuid-Afrika. Deze meteoren werden omschreven als traag, met een grote spreiding in helderheid. De veelal lange sporen waren vaak geel, oranje of rood van kleur.

Het maximum, met een ZHR rond de 50, viel dat jaar rond zonslengte 254.14.

De toenmalige directeur van de BAA Meteor Section, Harold B. Ridley, legde in 1957 als eerste een link tussen deze meteoren, Phoeniciden genoemd, en de komeet D/1819 W1 (Blanpain).

Deze werd op 28 november 1819 ontdekt, maar werd slechts waargenomen tot 25 januari 1820. Daarna werd de komeet, met een omlooptijd van iets meer dan 5 jaar, niet meer waargenomen.

**Figuur 1.** Opname van 20 november 22:07:28 UT, camera 3815 Genk, België (Seppe Canonaco)

In 2003 werd een NEO ontdekt waarvan de baan sterk overeenkwam met die van de verloren komeet D/1819 W1 (Blanpain). Dit object werd toen 2003 WY25 genoemd. 2003 WY25 is met een diameter van ruim 300 meter, waarschijnlijk het grootste fragment van de vermoedelijk in 1819 deels gedesintegreerde komeet D/1819 W1 (Blanpain).

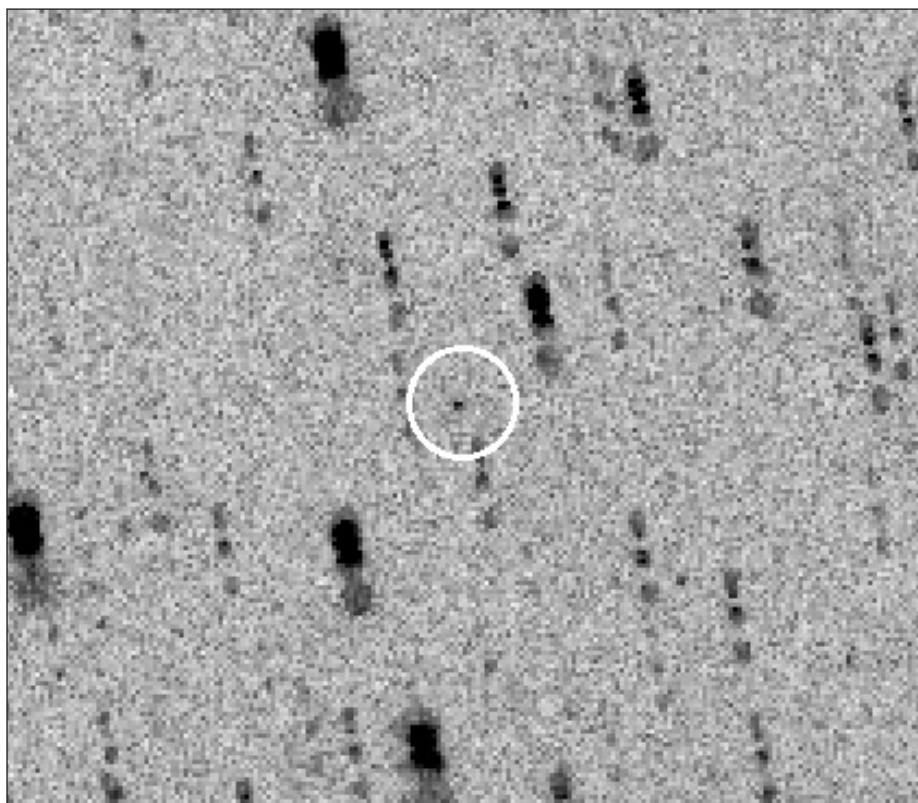
Tijdens een uitbarsting in 2013 werd deze (nogmaals) door Pan-STARRS herontdekt waarmee de link tussen beide objecten eenduidig vast stond, waarop men besloot het de definitieve naam 289P/Blanpain te geven.

Dit object gaat dus onder 3 verschillende namen door het leven.

De komeet heeft een knooppassage nabij de baan van Jupiter en nabij de baan van de Aarde. [1,2]

Naar later bleek, waren de Phoeniciden al eerder ontdekt door V. Williams in Sydney en wel op 3 december 1897, toen hij circa 1 meteor per minuut zag met een radiant nabij RA = 25 graden en DEC = - 54 graden.

Ook de waarneming van Captain Murray op 5 december 1938 kon worden gelinkt aan deze zwerm. Hij zag vele meteoren



**Figuur 2.** Emmanuel Jehin legde komeet 289P/Blanpain vast op 18 november om 20:00 UT met de TRAPPIST-North (0.6-m) telescoop in Marokko. Opname: 8x240s in Rc band. De komeet was 1.5 boogminuut verwijderd van de opgegeven MPC positie. Magnitude 20.8; geen coma gedetecteerd.

die weg leken te vluchten uit een radiant nabij de ster Achernar ( $\alpha$  Eridani).

Na 1956 werd nog activiteit (ZHR  $\sim$  20) van deze zwerm opgemerkt door M.J. Buhagiar in de nacht van 4 op 5 december 1972 met een radiant nabij RA = 26 graden en DEC = -57 graden, nabij Achernar.

Waarnemers in Australië zagen tussen 30 november en 9 december 1980 een meest lage activiteit van deze zwerm met veelal zwakke meteoren. De baanverstoringen door Jupiter zorgen ervoor dat de knoop intussen opgeschoven zou moeten zijn naar lagere waarden. [1]

Jenniskens en Lyttinen (2005) voorspelden op basis van deze nieuwe inzichten een terugkeer van deze zwerm in 2005, maar in dat jaar werd geen significante activiteit waargenomen. [3] In 2014 werd wél enige activiteit van deze zwerm waargenomen, en wel in de nacht van 1 op 2 december vanuit Californië. De radiant was duidelijk meer in noordelijke declinaties opgeschoven, zoals uit de berekende positie blijkt: RA = 6 – 15 graden en DEC = -16 graden. [4] Ook voor de jaren 2019, 2034, 2039 en 2044 werden voorspellingen gedaan, hoewel de activiteit duidelijk lager zou moeten uitvallen dan in 1956.

### Phoeniciden-activiteit in 2019

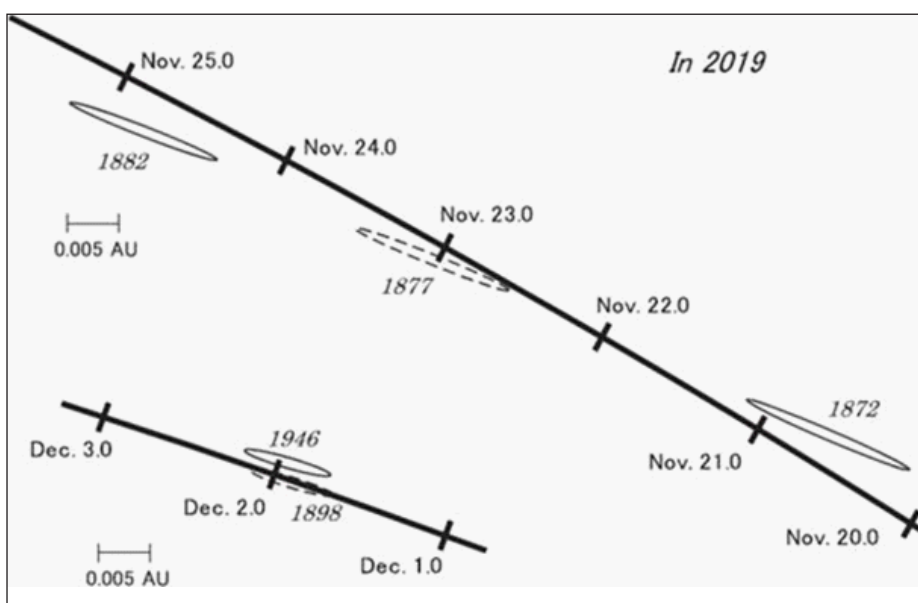
Peter Jenniskens rapporteerde 18 Phoeniciden die gedetecteerd werden door het CAMS Chili netwerk in de periode tussen 12 en 14 november 2019. Activiteit van deze zwerm werd intussen door de meeste CAMS-netwerken bevestigd, ook door CAMS BeNeLux. In tabel 1 staan de voorlopige radiantpositie en voorlopige baanlementen voor de Phoeniciden in 2019 weergegeven. Tevens de huidige baanelementen voor de komeet 289P/Blanpain. [5]

In [6] geven M. Sato en J. Watanabe een voorspelling voor het tijdstip waarop de diverse stofsporen in 2019 de aardbaan zouden kunnen kruisen.

In tabel [2] staat voor elke mogelijke stofspoorpassage de voorspelde radiantpositie, de snelheid en het voorspelde tijdstip van activiteit. Ruwweg zijn drie perioden te onderscheiden: de periode 13 tot 17 november, een periode rond 22 november, en één rond 2 december. De vergaarde data van CAMS BeNeLux

	CAMS 2019	289P/Blanpain
$\lambda_0$ (deg)	229,1 - 231,6	--
RAgeo (deg)	7,3 $\pm$ 0,4	--
DECgeo (deg)	-6,9 $\pm$ 0,4	--
Vgeo (km/s)	11,8 $\pm$ 0,5	--
a (AE)		3,04
q (AE)	0,935 $\pm$ 0,002	0,959
e	0,75 $\pm$ 0,04	0,685
$\omega$ (deg)	28,6 $\pm$ 0,4	9,84
$\Omega$ (deg)	50,7 $\pm$ 0,2	68,92
i (deg)	2,89 $\pm$ 0,16	5,9

**Tabel 1.** Baanelementen van de december Phoeniciden, (PHO#254) gebaseerd op de CAMS resultaten gedurende de terugkeer in 2019, en de huidige baanelementen J2000 van de komeet 289P/Blanpain [2]



**Figuur 3.** Situatieschets van de stofspoorpassages van komeet 289P/Blanpain met de Aarde in 2019 [6]

stofspoor	radiant			voorspelling	
	RA [deg]	DE [deg]	Vgeo [km/s]	datum	tijd [UT]
1819	7,75	-5,38	11,07	Nov-13	12:41
1819	7,38	-6,91	10,74	Nov-15	7:33
1814	7,44	-7,72	10,62	Nov-16	5:32
1808	7,27	-8,6	10,47	Nov-17	5:34
1803	7,22	-8,84	10,43	Nov-17	12:10
1872	7,11	-11,06	10,01	Nov-21	17:09
1877	6,33	-12,73	9,87	Nov-22	9:24
1882	5,8	-14,23	9,76	Nov-23	7:04
1898	6,53	-28,32	9,69	Dec 2	19:23

**Tabel 2.** Mogelijke stofsporen van 289P/Blanpain die de aarde in 2019 zouden kunnen treffen. (Bron : Sato & Watanabe [6])



Datum	11/9/2019	11/12/2019	11/12/2019	11/13/2019	11/15/2019	11/15/2019	11/20/2019
UT	21:38:41.52	01:16:01.30	19:10:31.99	20:32:24.58	23:14:52.02	23:17:55.72	22:07:27.89
Vinf (km/s)	16,16	15,25	15,53	15,37	15,08	15,79	15,03
±	0,01	0	0,02	0,01	0,01	0,14	0,03
Hbeg (km)	87,68	89,42	82,49	89,27	87,29	87,57	94,21
±	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02
Hend (km)	72,69	76,81	69	73,73	74,04	78,95	77,64
±	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,04
RA geo (deg)	10,804	6,594	11,265	6,747	6,418	7,166	6,894
±	0,039	0,03	0,06	0,03	0,061	0,539	0,224
DECgeo (deg)	-6,829	-5,965	-2,719	-7,033	-8,282	-7,015	-10,527
±	0,096	0,039	0,198	0,144	0,169	1,619	0,436
Vgeo (km/s)	11,728	10,444	10,837	10,619	10,197	11,215	10,13
±	0,012	0,006	0,023	0,011	0,017	0,183	0,041
SolLong	226,918242	229,07923	229,829408	230,892369	233,019016	233,021157	238,013511
q (AU)	0,91998	0,93937	0,9253	0,94343	0,95071	0,94519	0,96027
±	0,00018	0,00006	0,00037	0,00018	0,00012	0,00115	0,00041
1/a	0,3382	0,3721	0,387	0,3431	0,3528	0,2838	0,3228
±	0,0009	0,0004	0,0018	0,0009	0,0012	0,0127	0,0033
a (AU)	2,9571	2,6876	2,5842	2,9146	2,8341	3,5236	3,0983
e	0,6889	0,6505	0,6419	0,6763	0,6645	0,7318	0,6901
±	0,0009	0,0004	0,0016	0,0008	0,0012	0,0122	0,0032
i (deg)	3,283	2,247	2,026	2,549	2,715	2,688	3,243
±	0,027	0,012	0,048	0,036	0,047	0,484	0,112
ω (deg)	34,356	29,488	33,555	27,805	25,451	26,477	21,376
±	0,047	0,016	0,105	0,055	0,035	0,25	0,159
Ω (deg)	46,9225	49,0988	49,8284	50,8983	53,0378	53,0399	58,0322
±	0,0003	0,0003	0,0005	0,0004	0,0008	0,0112	0,0017
stations	397	396	801	389	814	3037	809
	3852	388	351	3032	807	393	3815
		3830					3831
		3830					

**Tabel 3.** Baanelementen en oplicht- uitdoefhoogtes van mogelijke Phoeniciden (bron: CAMS BeneLux 2019 - data)

werden gecontroleerd op mogelijke overeenkomsten met deze gegevens.

In tabel 3 staan alle mogelijke kandidaten die ons netwerk heeft vastgelegd. In tabel 4 staat toelichting met de beheerders van de diverse posten uit tabel 3.

De meteor van 9 november is wellicht wat vroeg in de tijd, maar qua radiantpositie en baanelementen zijn er goede overeenkomsten.

De laatste meteor van 20 november zou heel goed een afvalprodukt van het 1872-stofspoor kunnen zijn.

Rond 2 december kon CAMS BeNeLux ondanks redelijke weersomstandigheden, geen Phoeniciden vastleggen.

Wat opvalt in deze tabel, is de lage beginhoogte van deze meteoren.

<b>9 november 21:38:42 UT</b> tussen camera 397-Zoersel, België (Bart Dessoy) and camera 3852-Zillebeke, Belgium (Steve Rau)
<b>12 november 01:16:01 UT</b> tussen camera 396-Gent, België (Tim Polfliet) and camera 3830-Mechelen, België (Adriana en Paul Roggemans)
<b>12 november 19:10:32 UT</b> tussen camera 801-Burlage, Duitsland (Robert Haas/Edwin van Dijk) en camera 351-Ermelo, Nederland (Koen Miskotte)
<b>13 November 20:32:25 UT</b> tussen camera 389-Mechelen, België (Adriana en Paul Roggemans) en camera 3032-Oostkapelle, Nederland (Klaas Jobse)
<b>15 november 23:14:52 UT</b> tussen camera 814-Grapfontaine, België (Jean-Paul Dumoulin en Christian Wanlin) en camera 807-Mechelen, België (Luc Gobin)
<b>15 november 23:17:55 UT</b> tussen camera 393-Ukkel, België (Hervé Lamy) en camera 3037-Oostkapelle, Nederland (Klaas Jobse)
<b>20 november 22:07:28 UT</b> tussen camera 809-Mechelen, België (Luc Gobin), camera 3815-Genk, België (Seppe Canonaco) en camera 3831-Mechelen, België (Adriana en Paul Roggemans)

**Tabel 4.** Bijdragen aan de simultanen per post en cameraoperator.

## Dankwoord

Dank aan Reinder Bouma en Jaap van 't Leven voor hun nuttige opmerkingen en aanvullingen op dit artikel.

## Referenties

[1] Jenniskens P., Meteor Showers and their Parent Comets (2006), p. 385 - 389

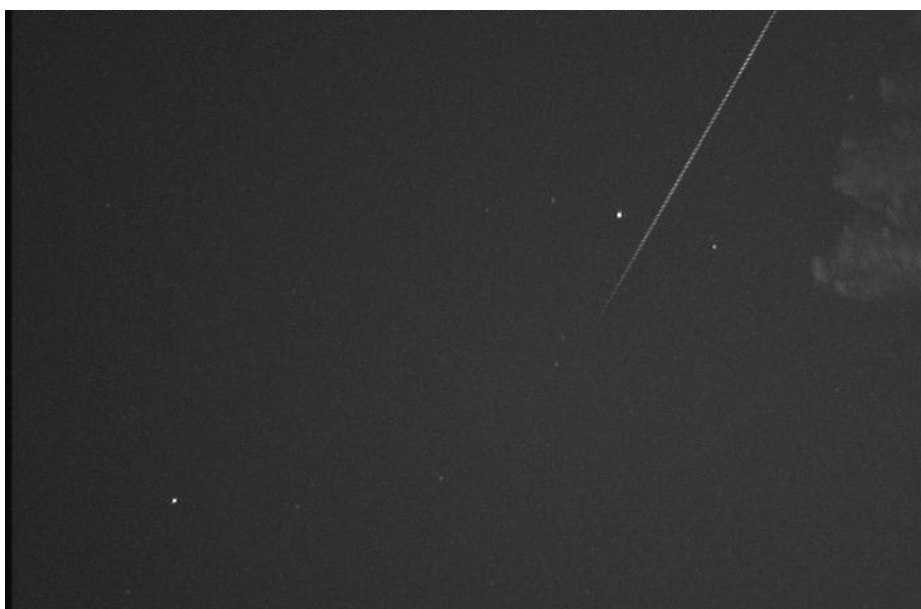
[2] IAU circulaire 8485 (13 februari 2005)

[3] Jenniskens P. and Lyttinen E. (2005). "Meteor showers from the debris of broken comets: D/1819 W1 (Blanpain), 2003 WY25, and the Phoenicids". The Astronomical Journal, 130, 1286–1290.

[4] Fujiwara Yasunori, Nakamura Takuji, Uehara Satoshi, Sagayama Toru, Toda Hiroyuki, the NHK Cosmic Front TV Crew (2017). "Optical observations of the Phoenicid meteor shower in 2014 and activity of comet 289P/Blanpain in the early 20th century". Publications of the Astronomical Society of Japan, 69, 60-1–60-9.

[5] Jenniskens P. (2019). "PHOENICID METEORS 2019". CBET 4698 : 20191115.

[6] Sato M. , Watanabe J. (2010) , forecast for Phoenicids in 2008, 2014 and 2019, Publications of the Astronomical Society of Japan **62**, p. 509 - 513



### Figuur 4. (boven)

13 november 20:32:25 UT van Klaas Jobse , Oostkapelle, Nederland, CAMS 3032.

### Figuur 5. (midden)

15 november 23:14:52 UT van Luc Gobin, Mechelen, België, CAMS 807.

### Figuur 6. (onder)

12 november 01:16:01 UT van Adriana & Paul Roggemans , Mechelen, België, CAMS 388.



# De vuurbollen van 19 september 2014 en 19 oktober 2014

Hans Betlem



Het aanhoudend slechte weer in de laatste maanden van het jaar 2019 houdt de oogst aan nieuwe vuurbollen, opgenomen met ons all-sky netwerk, gering. Maar omdat de berekening van simultane all-sky treffers gedurende de voorbije 10 jaar op een laag pitje heeft gestaan, is er inmiddels wel 'wat' inhaalwerk. Koen Miskotte en Jean Marie Biets maakten een lijst van gerapporteerde vuurbollen vanaf 1 januari 2012 en daar staan er een dikke 300 op. Velen zijn simultaan opgenomen met camera's van het CAMS netwerk, maar er zijn ook de nodige n-multane treffers die zich lenen voor een analyse van de all-sky opnamen. Een kleine 600 all-sky opnamen vragen om uitgemeten te worden.

**Figuur 1.** De aardscheerder van 19 september 2014 20h19m45s UT gefotografeerd vanuit Ermelo. Sigma 2.8-4.5 mm fish-eye. Sector 8.33 afdekkingen per seconde.

Bij de 'gouden ouwe' aandacht voor de vuurbollen van 19 september 2014 en 19 oktober 2014. Aan de tweede is al uitgebreid aandacht besteed door Marco Langbroek en Felix Bettonvil [1,2]. Naast de berekeningen met FIRBAL kunnen we daar nu de fotometrie aan toevoegen. De vuurbol van 19 september 2014 is er een van de buitencategorie: een fraaie aardscheerder die zowat van horizon naar horizon trok.

## 19 september 2014 20h19m45s UT

Deze spectaculaire aardscheerder sierde al eerder de voorplaat van Radiant (nr. 2014-3). Hij werd simultaan vastgelegd door de posten van Koen Miskotte (EN98, Ermelo, figuur 1) en op Volkssterrenwacht Bussloo (EN96, Mark-Jaap ten Hove, figuur 2). In 2014 was de all-sky in Ermelo nog voorzien van de toen veel gebruikte 'DMS motortjes' die 8,333 afdekkingen per seconde maakten. Er konden 58 sectoronderbrekingen worden uitgemeten wat goed is voor

een fotografische zichtbaarheidsduur van bijna 7 seconden. In Bussloo werd helaas geen sector gebruikt. Beide posten gebruikten een Sigma 2.8-4.5 mm fish-eye lens.

De meteoor lichtte op een hoogte van 74 km boven Veenendaal, op enkele tientallen kilometers ten westen van Arnhem op. 7 seconden later en bijna 100 km verder doofde hij uit bij het plaatsje Langeveen (waar ooit een actieve DMS post zat), een tiental kilometers ten noorden van Almelo. Tabel 1 geeft de baangegevens van de

EN20140919	Ermelo	Bussloo
	EN98	EN96
Hb (km)	74,72	76,81
He (km)	35,47	35,02
lat.beg. (km)	52,0204	51,9974
long beg. (km)	5,5205	5,4635
lat.end. (km)	52,456	52,4612
long.end. (km)	6,628	6,6413
tol.	0,021 (334)	0,024 (334)

**Tabel 1** (boven). Baan- en trajectgegevens van de aardscheerder van 19 september 2014 en de bereikte nauwkeurigheden per post.

**Tabel 2** (rechts). Radiant en baanelementen.

EN20140919	All-Sky	CAMS
RA	258,88 ± 0,02	258,67 ± 0,03
DEC	0,63 ± 0,03	0,94 ± 0,81
V inf (km/s)	13,28 ± 0,04	12,86 ± 0,42
a (AU)	2,192	1,94
1/a	0,456 ± 0,006	0,51 ± 0,06
e	0,544 ± 0,006	0,48 ± 0,06
q (AU)	1,00034 ± 0,00002	1,00036 ± 0,003
ω	171,23 ± 0,03	170,65
Ω	176,60938	176,8469
i	0,95 ± 0,05	0,58 ± 1,4



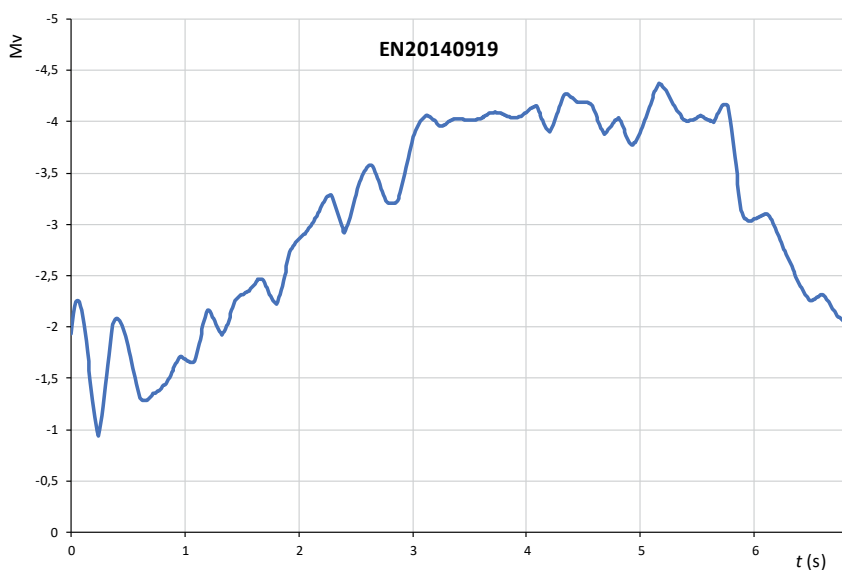


**Figuur 2.** Dezelfde meteor, gefotografeerd vanaf Volkssterrenwacht Bussloo, eveneens met een 4.5 mm Sigma fish-eye lens.

meteor en de gegevens van de posten. Bussloo pikte de meteor iets hoger op. De eindpunten komen prima overeen. Op het eerste gezicht lijken de sporen op de beide opnamen vrijwel evenwijdig maar de schijn bij fish-eye opnamen bedriegt. De convergentiehoek was ruim 25 graden.

Tabel 2 geeft de radiant en de baanelementen. Het is één van de nauwkeurigste meteoren ooit door ons berekend maar het mooie spoor met de vele breaks werd natuurlijk wel op een presenteerblaadje aangereikt. De radiant ligt bij RA=17h16m; DECL =0.62gr in het sterrenbeeld Ophiuchus. Het object had een kortperiodieke baan met een lage inclinatie.

De meteor moet een spectaculaire verschijning zijn geweest, niet zozeer vanwege de helderheid als weg vanwege de trage beweging. Uit de fotometrie van de opname van Bussloo volgt een maximale helderheid van magnitude -4.3. (figuur 3) Bij sterke vergroting van het spoor zijn talrijke kleine flares te zien maar fragmentatie lijkt zich niet te hebben voorgedaan. (figuur 4) De initiële massa bedroeg krap één kilogram (982 gram fotometrisch); de eindmassa was verwaarloosbaar. Met een aangenomen dichtheid van ongeveer 2.5 g/cm<sup>3</sup> voor kometair materiaal berekenen we met



**Figuur 3.** Het helderheidsverloop uit de fotometrie van de opname Ermelo. De maximale helderheid was ongeveer magnitude -4.5.

deze beginmassa dat de meteoroïde bij binnendringen in de dampkring een diameter van ongeveer 9 cm moet hebben gehad: een tennisbal. Figuur 5 laat het massaverloop van deze vuurbol zien.

#### 19 oktober 2014 19h13m13s UT

Deze vuurbol is al uitgebreid beschreven in Radiant [1,2]. De maximale helderheid was magnitude -10.3 bij het eindpunt.

De vuurbol is vastgelegd vanuit Ermelo (figuur 6), Oostkapelle (figuur 7), Oostduinkerke (figuur 8), Bussloo (figuur 9), Benningbroek en Utrecht. Voor de analyse met fishscan en FIRBAL is alleen gebruik gemaakt van de eerste vier posten.

De grondprojectie van het berekende traject is in grote lijnen in overeenstemming met de eerder door Marco en Felix berekende waarden. De meteor lichtte op boven de Noordzee

enkele kilometers buiten de kust van Goeree-Overflakkee (en dat eiland hoort nog bij Zuid Holland) en doofde uit net over de Belgische grens bij het Vlaamse plaatsje Heikant, enkele tientallen kilometers ten noordwesten van St. Niklaas. Zie tabel 3.

De eindpunten zijn qua hoogte zeer consistent. Dat is ook te verwachten want de vuurbol doofde zeer abrupt uit. Alleen het eindpunt van post Bussloo ligt iets hoger. Deze post had het meeste last van sluierbewolking en dat heeft wellicht parten gespeeld.

De analyse van Marco [2] echter, heeft ook een consistent eindpunt, maar die ligt wel 6 kilometer lager. Zie tabel 4. Bij meteoren met hoge snelheid is de eindhoogte niet zo'n relevante parameter, maar bij objecten waarbij sprake kan zijn van een meteorietdropping kan zo'n verschil ruimschoots het verschil maken tussen wel en geen zoekacties opzetten. Een mogelijke verklaring van deze verschillen kan liggen in de gevolgde meetmethoden.

#### Meetmethode meteorspoor in fish-scan

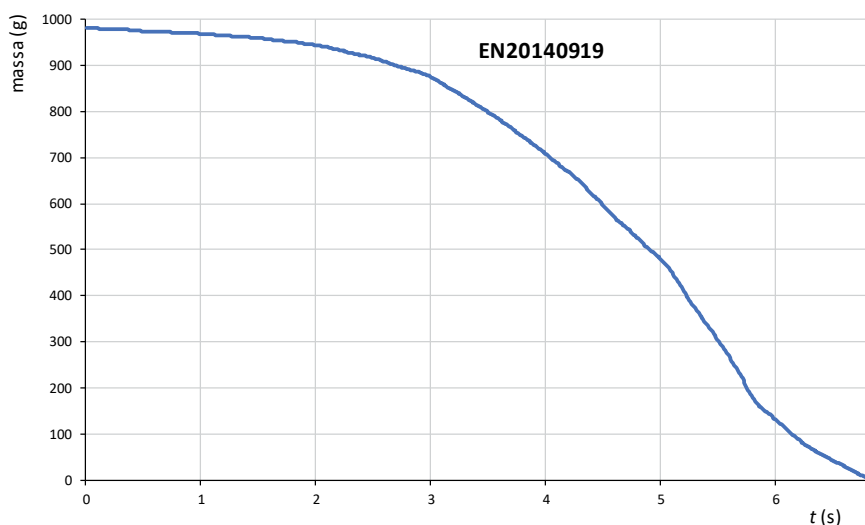
Met het meetprogramma fish-scan worden de meteorsporen op een wezenlijk andere manier gemeten dan bij Astrorecord, waarmee we jaren lang de plaatjes van het 'Dutch small camera network' analyseerden. Het meten van het meteorspoor geschiedt in drie stappen:

1. Het zichtbare begin- en eindpunt wordt bepaald. Deze punten zijn in de meeste gevallen in hoge mate afhankelijk van de doorzichtigheid van de atmosfeer, de gevoeligheid van de optiek, de iso waarde van de camera, de afstand tot het meteorspoor, de resolutie van en de mate van sluier en/of ruis in de systemen. Eindpunten zijn meestal scherper bepaald, zoals ook bij deze vuurbol. Beginpunten zijn altijd een zaak van 'is er iets te zien'. Het beginpunt van een meteor is dan ook een weinig interessante fysische parameter. De gemeten begin- en eindpunten worden dan verder ook in geen enkele berekening gebruikt.

2. Meteorpunten. Een meteor beweegt zich normaal gesproken in een rechte lijn. Op een fish-eye lens wordt deze gebogen afgebeeld maar zeker niet als een cirkeldeel. Dat zou het geval zijn als de afbeelding van de lens een zuivere sferische projectie was. Dat is echter niet



**Figuur 4.** Bij sterke vergroting zijn talrijke opvlammingen te zien.



**Figuur 5.** Het massaverloop met de tijd. De initiële massa was ongeveer 982 gram. Aan het eind van het (gefotografeerde) lichtgevende traject was daar nog ongeveer 1,3 gram van over.

het geval. De projectie van de hemel op het platte vlak wordt door niet minder dan 14 parameters vastgelegd, is voor elk merk lens anders en zelfs verschillend voor lenzen van hetzelfde merk onderling.

In de tweede meetronde wordt een aantal (maximaal 200) meetpunten langs het meteorspoor vastgelegd die zo nauwkeurig mogelijk de positie vastleggen. Daarvoor gebruiken we de scherpste delen van het spoor maar ook karakteristieke kenmerken zoals scherpe flares, sektoronderbrekingen (zowel begin- als eind) en juist heel zwakke maar goed meetbare delen. Zeker geen heldere dichtgelopen delen of de zwakke aanloop van het spoor. Met deze meetpunten wordt met behulp van de berekende plaatconstanten de grootcirkel van de meteor langs de

hemel berekend. Het is deze cirkel die als basis dient voor de verdere berekeningen. Per gemeten punt wordt de afwijking van de grootcirkel gegeven. Die mogen niet groter zijn dan 1 á 2 boogminuten en mogen zeker geen systematisch verloop hebben. In dat geval zijn de plaatconstanten voor dit deel van de afbeelding niet bruikbaar. Deze situatie doet zich voor, wanneer de meteor buiten de sterrenvelden loopt waarmee de plaatconstanten zijn bepaald. Om deze reden zijn vaste opstellingen zo belangrijk. Je kunt dan plaatconstanten van een eerdere calibratiemeting gebruiken, zoals dat ook bij CAMS gebeurt.

Tabel 5 geeft de gemeten gemiddelde afwijkingen van de grootcirkels voor de vier gebruikte posten in deze analyse. Er zijn geen systematische effecten te zien.





**Figuur 6.** (boven) De vuurbol van 19 oktober 2014 19h13m13s UT, door Koen Miskotte vanuit Ermelo gefotografeerd met een 2.8/4.5 mm Sigma fish-eye lens.

**Figuur 7.** (rechts) Dezelfde meteoor, vastgelegd door Klaas Jobse vanuit Oostkapelle, eveneens met een Sigma 2.8/4.5 mm.



**Figuur 8.** (onder) Vanuit Oostduinkerke pakte Geert VandenBulcke deze vuurbol met een Canon zoomlens (die gelukkig helemaal ingezoomd stond)



EN20141019	Oostkapelle	Oostduinkerke	Ermelo	Bussloo
	EN97	EN93	EN98	EN96
Hb (km)	100,72 ± 0,004	117,17 ± 0,07	112,99 ± 0,38	104,16 ± 0,34
He (km)	78,86 ± 0,04	78,87 ± 0,10	78,72 ± 0,03	80,16 ± 0,46
lat.beg. (km)	51,63059	51,93856	51,86071	51,69544
long beg. (km)	3,93621	3,8724	3,88861	3,92284
lat.end. (km)	51,21304	51,21334	51,21053	51,23620
long.end. (km)	4,02134	4,02128	4,02185	4,01666
tol.	0,049 (324)	0,059 (324)	0,024 (334)	0,052 (324)

**Tabel 3.** Positiegegevens begin- en eindpunten van de vuurbol van 19 oktober 2014. De toleranties geven de meetnauwkeurigheid over de hele opname en de toegepaste reductiemethode.

Dat vinden we ook terug in de geringe standaarddeviaties in de radiantposities. De toleranties in de meteoorsporen worden daarin meegenomen en om die reden berekenen we, in tegenstelling tot bij CAMS, ook standaarddeviaties in de radiantpositie bij simultaanopnamen met maar twee posten.

3. Pas in de derde slag worden de breaks gemeten. Deze posities worden loodrecht geprojecteerd op het berekende meteoorvlak uit stap 2. Uit het voorgaande meen ik vertrouwen te hebben in de berekende eindpunten en daarmee het traject en de





**Figuur 9.** Vanuit Bussloo in een opname van Volkssterrenwacht Bussloo/Mark-Jaap ten Hove met een Sigma 2.8/4.5 mm fish-eye lens.

EN20141019		Langbroek [2]	FIRBAL
Oostkapelle	Hb (km)	110,77	100,72 ± 0,004
	He (km)	72,75	78,86 ± 0,04
Oostduinkerke	Hb (km)	109,39	117,17 ± 0,07
	He (km)	72,72	78,87 ± 0,10
Ermelo	Hb (km)	102,63	112,99 ± 0,38
	He (km)	72,64	78,72 ± 0,03
Bussloo	Hb (km)	96,01	104,16 ± 0,34
	He (km)	72,86	80,16 ± 0,46
Benningbroek	Hb (km)	99,55	
	He (km)	73,49	

**Tabel 4.** Positiegegevens begin- en eindpunten van de vuurbol van 19 oktober 2014 volgens verschillende methoden.

EN20141019	Oostkapelle	Oostduinkerke	Ermelo	Bussloo
gem.dev	0,014	0,022	0,012	0,008
aant.pnt.	14	16	9	7

**Tabel 5.** Afwijkingen van de grote cirkel per gemeten meteoorspoor in graden en het aantal gemeten punten per spoor om deze cirkel te bepalen.

radiantpositie. De verschillen zijn te verklaren doordat Marco en Felix [1,2] gebruik hebben gemaakt van een sferische projectie op Astrorecord. Dan worden van de plaatconstanten alleen nog maar X0, Y0 en a0 gebruikt. In deze set bewegen alle meteoren naar de buitenkant van het beeld toe. Daar gaat de afwijking van de sfeer steeds groter worden.

#### Radiant en baan

In tabel 6 zijn radiant en baanelementen gegeven die met vier verschillende methoden zijn verkregen. Bij objecten met hoge snelheid en banen met hoge

excentriciteit is het berekenen van de halve lange as  $a$  altijd problematisch. In de formules wordt  $1/a$  berekend terwijl deze waarde bijna 0 is. Dat leidt tot grote foutenmarges.  $1/a$  met tolerantie moet eigenlijk altijd worden opgegeven. De snelheidsbepaling is hier het kwetsbare deel van de berekening. Bij de FIRBAL berekeningen konden alleen de snelheidsbepalingen van Ermelo worden gebruikt. De originele opname van Benningbroek is helaas niet meer beschikbaar. Onze all-sky toestellen zijn standaard ingericht voor het bepalen van de snelheid van trage vuurbollen, potentiële meteorietdroppers. Snelle zwermmeteoren leveren dan maar een

karig aantal sektoronderbrekingen af. Om sommige posten wordt dan al met de gedachte gespeeld om maar met dubbele camera's te gaan werken. Deze gedachte heeft ook andere voordelen. Daarover meer in een ander artikel.

#### Tot slot

Deze berekeningen zijn gemaakt dankzij de waardevolle adviezen en assistentie van Pavel Spurný. Dank aan de waarnemers, Koen Miskotte, Klaas Jobse, Geert vandenBulcke, Jos Nijland en Mark-Jaap ten Hove voor het snelle aanleveren van de opnamen en de correcte gegevens. Carl Johannink haalde de CAMS gegevens van de beide vuurbollen uit het archief.

#### Referenties

- 1] Miskotte,K.;Langbroek,M.;Bettonvil,F.; Johannink,C.:Radiant 2014-3 pp. 69-67
- 2] Langbroek,M.:Radiant 2015-1 pp. 3-7

# De vuurbollen van 24 februari en 13 juni 2018

Hans Betlem



## Inleiding

Met de inzet van de all-sky operators is een begin gemaakt met de inventarisatie en het uitmeten en berekenen van de achterstand in het all-sky werk. De lijst bevat per dit moment ruim 300 events met een totaal van ruim 500 uit te meten all-sky opnamen. Die lijst zal de komende tijd worden weggewerkt. Het reductiewerk moet geen 'cherry picking' zijn: elke n-multaan gefotografeerde vuurbol is het waard om uitgewerkt te worden indien aan basisvoorwaarden is voldaan. Een -4 kan minstens even interessant zijn als een -10. Natuurlijk krijgt niet elke vuurbol een uitgebreid artikel in Radiant. De bijzondere exemplaren verdienen wél bespreking in een artikel. En intussen vult de database zich met de gegevens van het 'kleinere spul'.

In dit artikel aandacht voor twee bijzondere aardscheerders in 2018: de vuurbollen van 24 februari en 13 juni, die beiden zeer opvallende verschijningen waren. De 24 februari vuurbol werd door 5 posten in Nederland en België vastgelegd, die van 13 juni door zes waarvan 4 door de camera's van het Duitse netwerk.

**Figuur 1.** Modelopname. Pal van 'opzij' van de vuurbol van 24 februari 2018. Wilderen zat geografisch het meest gunstig voor deze meteor. Jammer dat juist hier de sector uitviel want dan hadden we prachtige fotometrische massa's en magnituden kunnen bepalen. Deze vuurbol moet een majestueuze verschijning zijn geweest.

## 24 februari 2018 0h11m33s UT

Er is ook door Pavel Spurný al gerekend aan deze vuurbol, vastgelegd vanuit Oostkapelle, Wilderen, Benningbroek, Ermelo en Borne [1]. Het is de 'vuurbol van de gemiste kansen'. Benningbroek, Ermelo en Borne legden hem vrijwel 'op de kont' vast. Dichtgelopen onderbrekingen (Ermelo en Borne) en laag aan de hemel. Onscherpe en vertekende beelden door kwalitatief ongeschikte afdekvenstertjes en bij een aantal posten ontbrekende cameragegevens. Juist de beide posten die de vuurbol schitterend 'en profil'

vastlegden (Oostkapelle en Wilderen) geen sectoronderbrekingen. Hier zouden geweldige fotometrische en massabepalingen mogelijk zijn geweest. De sector in Oostkapelle was buiten gebruik; die in Wilderen viel juist deze nacht in storing.

Als we al iets van deze vuurbol geleerd hebben, is het dat onze verbeterpunten in het netwerk liggen op afdekvensters, LCD shutters én administratie. Dat laatste is gratis!

Tabel 1 toont de gegevens uit de recente FIRBAL berekeningen. Het eindpunt ligt hoger dan 30 km; de kans op meteorieten is nihil. Verder zien we, dat

de eindpunten goed overeenkomen. Interessanter zijn de laatste twee regels. Die zeggen veel over de nauwkeurigheid. De meteor zat bij drie posten zeer laag aan de hemel en werd schuin door de afdekruitjes (van vensterglas) vastgelegd. Dat vermindert de positionele nauwkeurigheid meteen al met minimaal een factor 4! Zien we bij voorbeeld bij EN92 (Wilderen) een nauwkeurigheid van 0,08 graden (alle 99 gemeten referentiesterrren hoger dan 18 graden, maximale reductiemethode 324), een recente testopname met dezelfde optiek zónder glas resulteerde in een nauwkeurigheid van 0,025 graden,

EN20180224	Benningbroek	Oostkapelle	Ermelo	Wilderen	Borne
	EN95	EN97	EN98	EN92	EN94
Hb (km)	75,68	88,19	82,63	87,95	85,67
He (km)	33,18	31,34	31,67	31,24	30,82
lat.beg. (gr.)	50,3978	50,1931	50,2838	50,1969	50,2342
long beg. (gr.)	4,2979	4,1343	4,2066	4,1374	4,1671
lat.end. (gr.)	51,1110	51,1426	51,1369	51,1443	51,1514
long.end. (gr.)	4,8806	4,9069	4,9021	4,9083	4,9142
tol. (km)	1,4	0,5	0,06	0,30	0,34
tol. (gr.)	0,09 (324)	0,04 (324)	0,08 (324)	0,08 (324)	0,07 (324)

**Tabel 1.** Positiegegevens begin- en eindpunten van de vuurbol van 24 februari 2018. De toleranties geven de meetnauwkeurigheid over de hele opname en daarboven de maximale afwijkingen van één enkel punt tot het gemiddelde traject van de betreffende post.

maximale reductiemethode 334, met 224 sterren hoger dan 15 graden waarbij sterren lager aan de hemel niet zichtbaar waren door dunne bewolking. Met ons glas is veel winst te halen!

Deze toleranties zien we ook terug in de maximale afwijking van een begin- of eindpunt van het gemiddelde traject. Afstand tot het meteoorspoor en convergentiehoeken bepalen hoe dit uitpakt, maar afwijkingen in de orde van een kilometer impliceren al enorme toleranties in een eventueel zoekgebied. Hier zien we het liefst 100 meter of minder. Dat is met onze optiek prima haalbaar als belichtingstijden en coördinaten perfect in orde zijn en als we laag aan de hemel niet schuin door vensterglas kijken. En als dan alle posten van LCD shutters voorzien zijn, gaan we echt stappen maken!

Tabel 2 geeft de berekende radiantposities en baanelementen. De toleranties hierin worden bepaald door de toleranties in de cameratijden en de nauwkeurigheid in de ligging van de afzonderlijke snijlijnen. Deze laatste worden in de berekeningen meegenomen. Dat leidt tot ogenschijnlijk grotere nauwkeurigheden bij CAMS (waar dit niet gebeurt) maar de hier gegeven toleranties zijn wel realistischer.

Carl Johannink onderzocht of de vuurbol lid was van een mogelijke (kleine) zwerm [1]. Dit leidde niet tot een match. Conclusie: veel geleerd hoe we kunnen verbeteren, geen meteorieten en een opvallende vuurbol volledig gedocumenteerd en opgenomen in de DMS database.

### 13 juni 2018 22h50m29s UT Gered door de Duitsers!

Een vuurbol met een vreemde geschiedenis. Jean Marie Biets had het plaatje al in de digitale prullenbak gegooid en moest het daar weer opvissen nadat er een vuurbolmelding gekomen was. In eerste instantie aan het werk met de set Borne (EN94, Peter van leuteren, figuur 6) en Wilderen (EN92, Jean Marie Biets, figuur 7). Dit leverde al een aardig resultaat op maar een radianthoogte van slechts 5 graden met een dito intredehoek staat garant voor grote toleranties in radiant- en trajectberekeningen. Een radiantpositie bij -33 graden komt niet elke dag uit onze berekeningen rollen. Contact met Dieter Heinlein, coördinator van het Duitse deel van het EN, leverde



**Figuur 2.** *Op grote afstand op zijn staartje gefotografeerd. De vuurbol van 24 februari 2018 vanuit Benningbroek. Sigma 2.8-4.5 mm fish-eye. De invloed van het ruitje is in deze opname duidelijk zichtbaar, vooral bij de lantaarnpalen in de verte. De sektoronderbrekingen zijn dichtgelopen doordat de vuurbol vrijwel van de waarnemer vandaan bewoog.*



**Figuur 3.** *Een vergelijkbare situatie vanuit Bussloo. Dezelfde optiek, geen sector. De heldere ster boven de meteoor is Alphard in de Waterslang. Linksboven zijn sterren van het sterrenbeeld Leeuw zichtbaar.*



**Figuur 4.** *Ook vanuit Borne op zijn staartje. Links Alphard in de Waterslang, rechtsboven Procyon.*





**Figuur 5.** Ook Oostkapelle zag de vuurbol 'van opzij'. De Franse Fripon camera kijkt toe.

opnamen van maar liefst vier aanvullende stations op: EN40 (Grevels), EN72 (Hagen), EN73 (Neroth) en EN89 (Herford). Vooral deze laatste post is interessant. Het all-sky station wordt gerund door Jörg Strunk. Hij werkt met maar liefst drie all-sky toestellen: een ASI met 1/1.2-2,5 mm fish-eye, één Canon 750D met Sigma 2.8-4.5 mm fish-eye en een platencamera (nat!) voorzien van 9x12 cm vlakfilms. Deze worden nog ouderwets ontwikkeld en gescand. Zie de figuren 8 en 9. De ASI en de platencamera zijn meegenomen in de berekeningen.

Op de stations EN40, EN72 en EN73 staan de oude spiegelbollen afkomstig uit Tsjechië. Hoewel hier best aardige resultaten mee te halen zijn [2], haalt de nauwkeurigheid het niet bij die van een moderne fish-eye. Ze zijn zo'n 5 tot 10 maal onnauwkeuriger. Met deze spiegelcamera's worden zeer lange belichtingstijden gemaakt waardoor onder mindere omstandigheden het aantal uit te meten sterpunten al snel (te) weinig is. Een ander nadeel is de obstructie door de camera en bevestigingssteunen. De figuren 10, 11, 12 en 13 tonen de vuurbol . gezien vanuit resp. Grevels, Hagen, Neroth en Herford. Alle Duitse opnamen leveren sectoronderbrekingen. En met een zichtbaarheidsduur van ruim 7 seconden zijn dat de nodige dagen meetwerk! Het resultaat van de Duitse aanvulling is een mooie set met goede convergentiehoeken en een goede bevestiging van de eerdere resultaten met twee posten, maar wel met een veel grotere nauwkeurigheid.

EN20180224	deze analyse	Spurný [1]	CAMS [1]
RA	136,06 ± 0,10	137,0 ± 0,3	133,03 ± 0,02
DEC	-10,16 ± 0.14	-12,2 ± 0.3	-16,68 ± 0.07
V inf (km/s)	19,7 ± 0,7		
$a$ (AU)	2,08	2,3	2,39
$1/a$	0,482 ± 0,045		
$e$	0,60 ± 0,04	0,65	0,658
$q$ (AU)	0,824 ± 0,008	0,81	0,816
$\omega$	56,28 ± 0,23	57,9	56,1
$\Omega$	155,0854	155,09	155,08
$i$	14,9 ± 0,4	16,5	15,83

**Tabel 2.** De berekende baan van EN20180224 met ter vergelijking de berekeningen van Pavel Spurný en van CAMS.



**Figuur 6.** De vuurbol van 13 juni 2018 22h50m29s UT vanuit Borne.

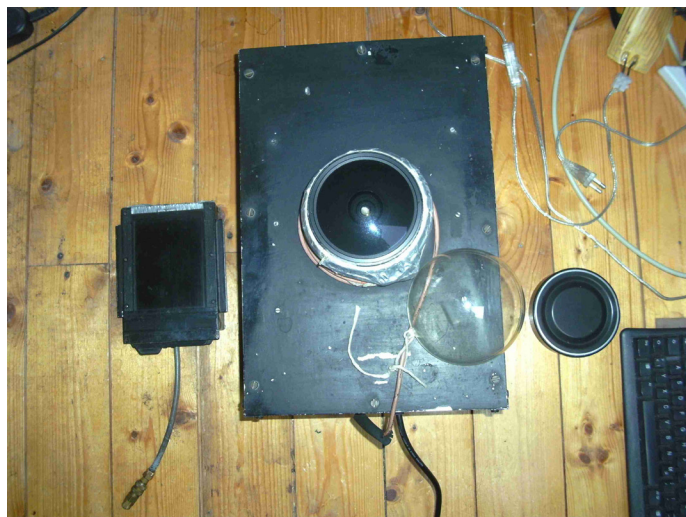




**Figuur 7.** Een indrukwekkende opname van Jean Marie Biets vanuit Wilderen met Sigma 4.5 mm fish-eye.



**Figuur 8.** De ASI astrocamera en de Canon 750D staan onder één sector op post EN89. Foto van Jörg Strunk.



**Figuur 9.** De 9 x 12 (natte) platencamera met het 3.5-35 mm fish-eye objectief. Foto Jörg Strunk.

EN20180613	Wilderen	Neroth	Grevels	Herford plan	Herford ASI	Borne	Hagen
	EN92	EN73	EN40	EN89	EN89	EN94	EN72
Hb (km)	72,83	73,79	73,70	72,31	67,38	72,23	74,65
He (km)	51,94	52,95	54,18	51,47	53,57	51,8	52,29
lat.beg. (gr.)	49,4831	49,2123	49,4195	49,5228	49,9031	49,5286	49,3494
long beg. (gr.)	6,7790	6,7659	6,7672	6,7863	6,8573	6,7874	6,7544
lat.end. (gr.)	51,2854	51,1829	51,0615	51,3331	51,1208	51,2992	51,2492
long.end. (gr.)	7,125	7,1046	7,0805	7,1345	7,0923	7,1277	7,1178
tol. (km)	0,48	0,83	0,47	0,60	1,6	0,62	0,27
tol. (gr.)	0,08 (334)	0,15 (321)	0,13 (321)	0,027(334)	0,05 (334)	0,04 (334)	0,21 (321)

**Tabel 3.** Positiegegevens begin- en eindpunten van de vuurbol van 13 juni 2018. De toleranties geven de meetnauwkeurigheid over de hele opname en daaronder de maximale afwijkingen van één enkel punt tot het gemiddelde traject van de betreffende post. De spiegelcamera's laten geen 324 reductie toe en blijven vanwege het geringe aantal sterren bij een lagere nauwkeurigheid steken. Ze zijn met een verminderd gewicht in de set meegenomen.



EN20180613	V inf (km/s)
EN92	17,75 ± 0,20
EN73	17,80 ± 0,25
EN40	17,43 ± 0,14
EN89	16,67 ± 0,23

**Tabel 4.** Berekende initiële snelheden voor vier posten.

EN20180613	
RA	243,12 ± 0,10
DEC	-33,39 ± 0,06
V inf (km/s)	17,43 ± 0,14
$a$ (AU)	1,7
$1/a$	0,589 ± 0,009
$e$	0,503 ± 0,009
$q$ (AU)	0,843 ± 0,002
$\omega$	60,44 ± 0,14
$\Omega$	262,60315
$i$	10,03 ± 0,03

**Tabel 5.** Baanelementen van EN20180613.

Vanwege de mindere nauwkeurigheid zijn de spiegelcamera's met een kleiner gewicht in de set meegenomen. Van post Herford zijn twee sets in de berekeningen gebruikt: De ASI camera en de vlakfilm camera. Vooral deze is natuurlijk geweldig vanwege de hoge nauwkeurigheid (brandpuntsafstand 35 mm).

Tabel 3 geeft de begin- en eindpunten van alle gebruikte opnamen. De eindpunten liggen, hoewel laag aan de horizon, zeer consequent rond de 51 km hoogte. De beginhoogtes tonen iets meer variatie maar dit was toch wel een meteor die snel 'opkwam'.

Verbazenwakkend is, hoe goed de matige spiegelcamera's nog in de set passen! Ook in dit geval noopt de eindhoogte niet tot overhaaste zoekactiviteiten.

Tabel 4 geeft de berekende  $V_{inf}$  voor 4 posten. EN72 (Hagen) is volledig dichtgelopen; EN89 vertoont een afwijkende waarde. Het (mechanische) sectortoerental klopt hier waarschijnlijk niet. Helaas kan de nauwkeurigste bepaling van EN40 niet voor fotometrie worden gebruikt. De meteor wordt tot tweemaal toe afgedekt door de camera en één van de steunpoten.

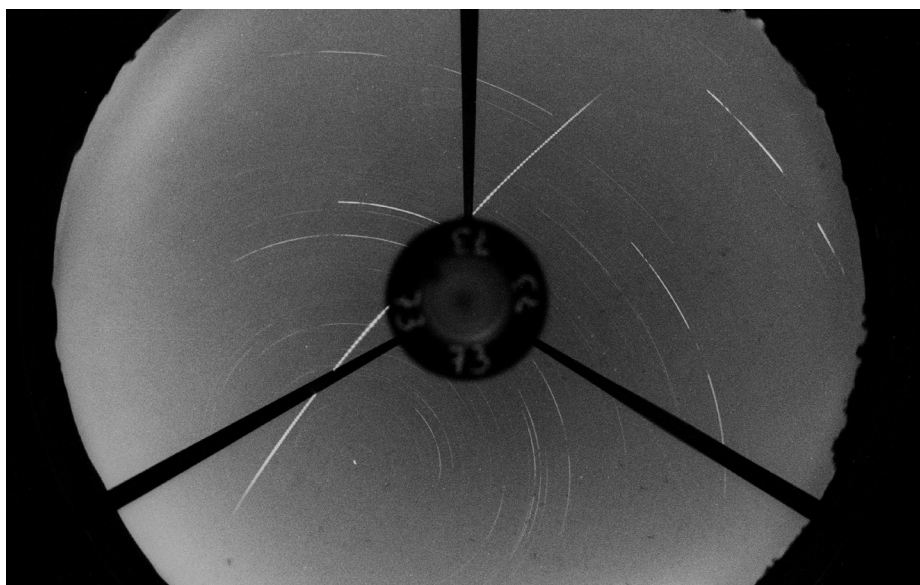
Tabel 5 geeft de berekende baan waarbij de nauwkeurigste snelheid (EN40) is gebruikt.



**Figuur 10.** EN20180613 in het beeld van de spiegelcamera EN40 te Grevels.



**Figuur 11.** En vanuit Hagen EN72.



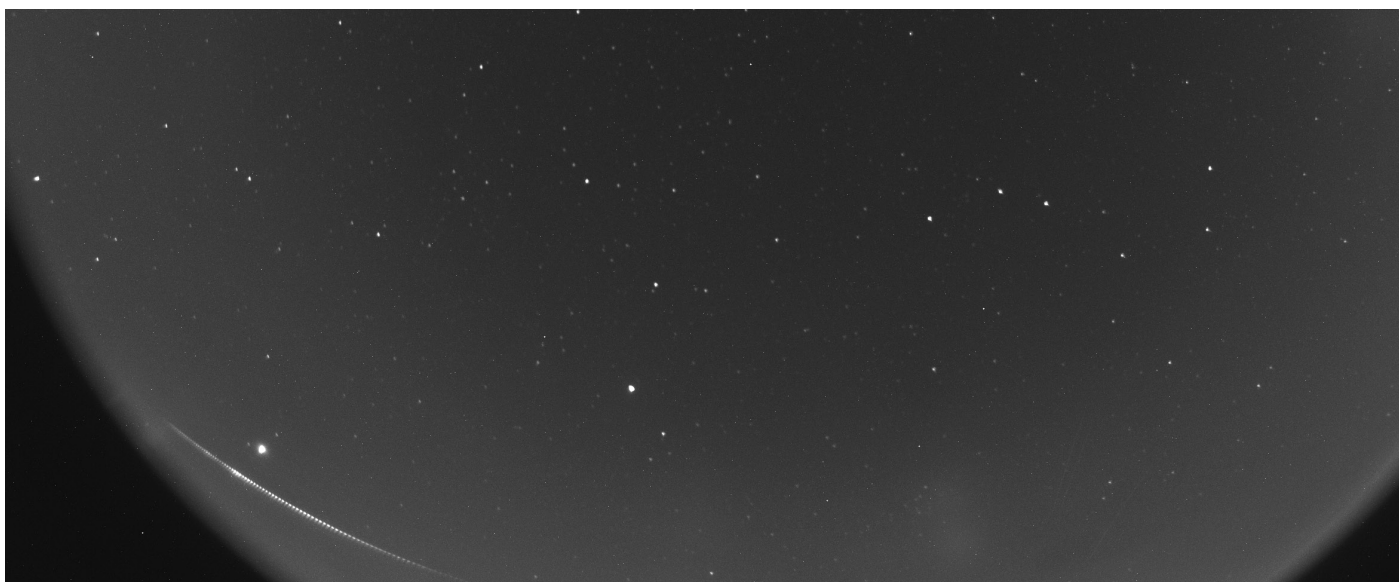
**Figuur 12.** In Neroth, EN73, ging de vuurbol vrijwel door het zenit wat een indrukwekkende verschijning moet zijn geweest.

### Fotometrie en massa

Fotometrie aan de spiegelopnamen is lastig. Er ontbreken stukken uit de sporen en het inschatten van het aantal ontbrekende mootjes is bij dit soort trage jongens nauwelijks te doen. Bovendien tonen de spiegelcamera's maar enkele tientallen referentiesternen, wat voor fotometrie onvoldoende is. De haast weggegooid opname van post EN92 Wilderen gaf uiteindelijk een bruikbaar resultaat.

Figuur 14 toont het grillige helderheidsverloop. Op de geringe hoogte waarop de meteor verscheen lag de grensmagnitude van de camera ongeveer op -3 maar daar konden, mede door de trage beweging, geen lichtmoten gemeten worden. Pas vanaf ongeveer -4 worden de sectoronderbrekingen duidelijk zichtbaar en kan de fotometrie starten. De maximale helderheid was ongeveer magnitude -7,5. Op de plaatsen waar deze vuurbol door het zenit ging moet de bijna 10 seconden durende





**Figuur 13.** EN20180613 in het beeld van de ASI camera EN89 in Herford.

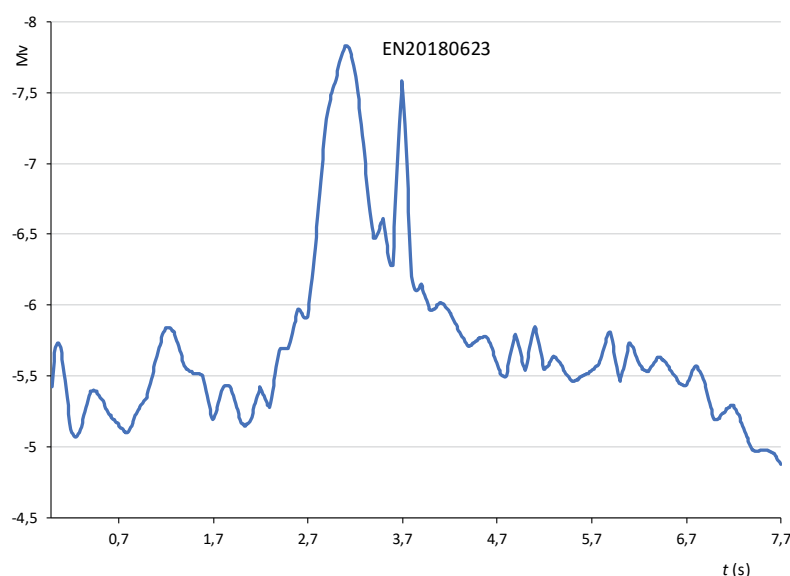
verschijning spectaculair geweest zijn! De vertraging langs het scherpende traject is goed vast te stellen. Uit de metingen volgt een fotometrische massa van 2,92 kg. Dat betekent dat de meteoroïde ongeveer de afmetingen van een grapefruit moet hebben gehad. Aan het eind van de tocht door de dampkring was er niets over.

#### Tot slot

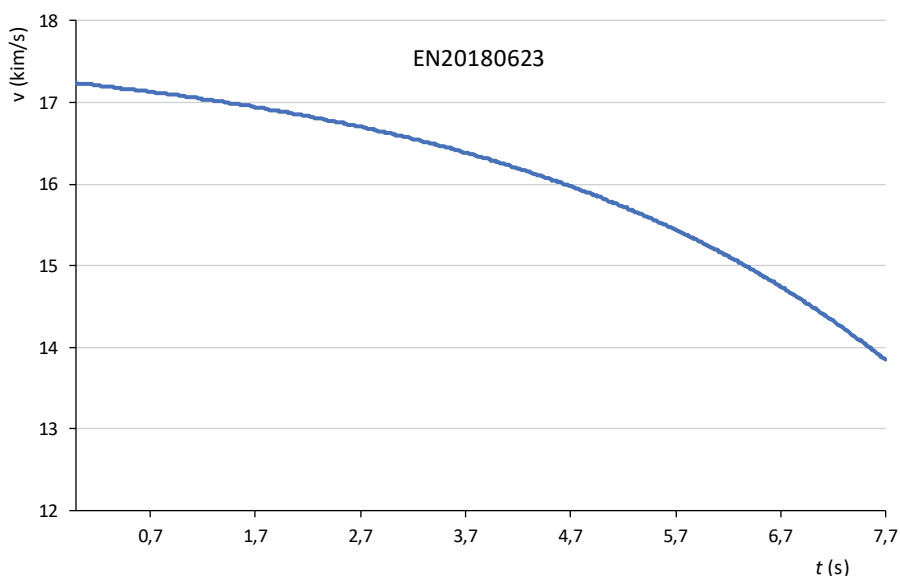
Uit de analyse van deze twee vuurbollen blijkt maar weer, hoe belangrijk de basiszaken zijn. Goede tijdstippen en administratie en de juiste coördinaten. Tot zover het gratis deel! De grootst foutenbron is het vensterglaswerk voor onze lenzen. Glasloos werken (met door wolkendetektor gestuurde deksels) of optische koepels verbeteren de nauwkeurigheid met een factor vier en verkleinen een potentieel zoekgebied met een factor 16! Daarnaast moeten meer, liefst alle, stations van LCD shutters worden voorzien. En tot slot maak je met de overgang van cropped images op APS-C sensor met 4,5 mm fish-eye naar full frame met 8 mm fish-eye nogmaals een kwaliteitsslag van een factor 2. Op verschillende posten is inmiddels een begin gemaakt met aanpassingen. Het wachten is op 'de grote'.

#### Referenties

- 1] Roggemans P, Johannink, C., Biets, J.M.: Radiant 2018-2 pp 59-67
- 2] Radiant 2018-3 (cover)



**Figuur 14.** Fotometrische resultaten van de vuurbol van 13 juni 2018. De opname van EN92 Wilderen is gebruikt voor de scan. De maximale helderheid was ongeveer magnitude -7,5.



**Figuur 15.** Er zijn snelheids- en vertragingprofielen van de opnamen van vier stations gemaakt. Dit snelheidsprofiel is afgeleid uit de metingen van de 89 sectoronderbrekingen van de opname van Wilderen.

# De Noordzee vuurbol van 3 december 2019 22h39m19s UT en zijn kleinere broertje

Hans Betlem



Op 3 december 2019 om 22h39m19s verscheen er een vuurbol van magnitude -6.5 boven de Noordzee. Drie camera's van het EN vuurbolnetwerk legden het spoor vast: EN96 Bussloo, EN97 Oostkapelle en EN98 Ermelo.

Deze laatste camera is voorzien van een LCD shutter die snelheids- en baanberekeningen mogelijk maakt. Nog te weinig stations van ons netwerk beschikken over deze LCD shutters waardoor er regelmatige vuurbollen worden gefotografeerd waarvan we geen banen kunnen berekenen. De 3 december vuurbol was weer eens zo'n pracht exemplaar waarbij vrijwel alles berekend kon worden.

## De opnamen

De eerste opname die binnenkwam was van Koen Miskotte, station EN98 Ermelo. Zie foto 1.

De vuurbol viel laag in het noordwesten en eindigde nabij Deneb. Opvallend is de kleurverandering van rood naar groen-blauw langs het traject, een verschijnsel dat ook bij de andere opnamen te zien is. Het wordt veroorzaakt door de 'verboden' rode lijn in het zuurstofspectrum hoog in de atmosfeer. Lager worden de groene en blauwe lijnen van magnesium en ijzer dominant. Het verschijnsel kon goed met het blote oog worden waargenomen tijdens de grote vuurbollenregen in 1998 die vanuit China werd waargenomen. De LCD in Ermelo maakt 10 onderbrekingen per seconde.

Ook hofleverancier Klaas Jobse, station EN97 Oostkapelle, leverde zijn welhaast traditionele bijdrage in de vorm van een all-sky opname (figuur 2) én een zeer fraaie opname met een van de camera's van de 'horizon groothoek' batterij (figuur 3). Deze batterij bestaat uit drie Canon toestellen met f/4-22 mm optiek. Met fish-scan zijn deze plaatjes zeer

**Figuur 1.** De vuurbol van 3 december 2019 in een opname van Koen Miskotte vanuit Ermelo. Canon 6D met Sigma f/3.5-8 mm fish-eye en LCD shutter met 10 onderbrekingen per seconde.



**Figuur 2.** Dezelfde vuurbol in een opname van Klaas Jobse vanuit Oostkapelle. Duidelijk is de kleurverandering van rood naar blauw-groen te zien. Canon 5D met Canon f/2.8-8-15 mm zoom fish-eye lens.

nauwkeurig uit te meten. In de loop van de middag op de 4<sup>e</sup> december leek het werk afgerond, toen als verrassing ook nog een opname van post EN96 Bussloo (Mark-Jaap ten Hove) binnenkwam. Ook deze opname (figuur 4) laat de kleurverandering langs het traject mooi zien.

## De resultaten

Binnen 24 uur was het volledige meet-

en reketraject afgerond dankzij de snelle communicatie en de complete en correcte gegevens. Ook deze vuurbol was een mooie testcase voor procedures. We kunnen indien nodig binnen 24 uur een zoektocht in een berekend impact gebied uitzetten. Daarbij worden die te berekenen gebieden steeds kleiner naarmate we met nauwkeuriger systemen gaan werken en vooral goed administreren. Er worden momenteel flinke stappen





gemaakt.

De vuurbol had zijn hele traject over de Noordzee (figuur 5). Het beginpunt lag op een hoogte van 71 km op zo'n 36 km van de kust ter hoogte van Egmond aan Zee; het eindpunt lag op 31 km hoogte, zo'n 23 km buiten de kust ter hoogte van Callantsoog.

De initiële snelheid waarmee het object de dampkring binnenkwam was maar 14.9 km/s en tijdens de 3,1 seconden durende tocht door de dampkring nam deze af tot minder dan 9 km/s.

De uitdoofhoogte van 31 km impliceert dat het vrijwel zeker is, dat er geen meteorieten in zee gevallen zijn. Tijdens de tocht door de dampkring vertoonde de vuurbol vele tientallen kleine opflakkeringen. In een uitvergroting van de opname met de groothoekcamera van Klaas Jobse (figuur 6) zijn deze goed te zien. Het lijkt haast wel of hier een sector is gebruikt.

Tabel 1 geeft de trajectgegevens van de drie posten Ermelo, Oostkapelle en Bussloo met de nauwkeurigheden. De gegevens zijn zeer consistent.

De berekende radiant ligt bij RA = 45°; DECL = +18.6° nabij de ster  $\delta$  Ari.

Uit de nauwkeurig berekende snelheid uit de opname van Ermelo kon een goede baan worden berekend (tabel 2).

**Figuur 3.** Vanuit Oostkapelle werd de vuurbol ook vastgelegd door twee camera's van de horizon batterij. Deze bestaan uit Canon 5D toestellen met Canon f/4-22 mm optiek.



**Figuur 4.** Vanuit Bussloo met een Sigma 3.4-4.5 mm fish-eye lens. Ook hier is die prachtige kleurverandering te zien. Foto van Mark-Jaap ten Hove, Volkssterrenwacht Bussloo.

## Fotometrie

Om nauwkeurige fotometrie te kunnen doen, zijn onze jpeg opnamen eigenlijk te beperkt. Jpeg is een 8-bits compressie en zeer heldere vuurbollen raken dan verzadigd. In ons netwerk gaan we dan ook geleidelijk overstappen op werken in RAW. De posten Twisk, Wilderen en Ermelo fotograferen al in RAW. Nadeel is de iets langere opslagtijd voor de aanzienlijk grotere RAW bestanden. De vuurbol van 3 december was echter niet zó helder, dat het beeld verzadigd raakte. Omdat de snelheid waarmee een beeldje over de sensor loopt bekend moet zijn, kunnen alleen opnamen met sectoronderbrekingen gefotometreerd worden.

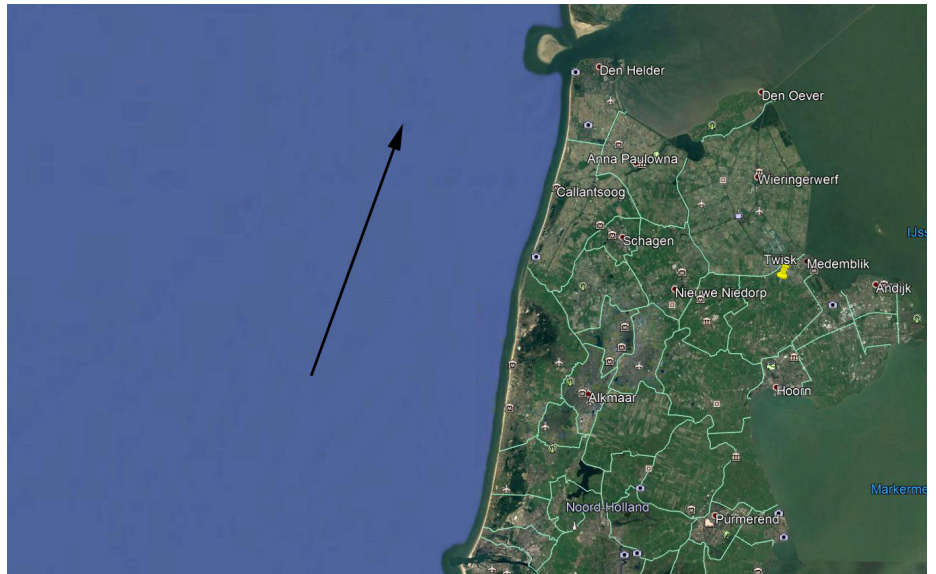
Figuur 7 toont het helderheidsverloop van de vuurbol van 3 december 2019 uit de opname van Ermelo. De zeer gedetailleerde opvlammingen zijn hier niet in zichtbaar; er wordt steeds per lichtmoot geïntegreerd. Detailrijker fotometrie kan gedaan worden aan opgenomen lichtcurves met radiometers of fotomultiplieërs. De radiometer van het station van Pavel Spurný in Kunzak maakt 5000 registraties per seconde. Daarmee zijn opvlammingsstructuren zeer gedetailleerd te ontrafelen. Met onze eenvoudige fotometrie moeten we ons tevreden stellen met het bepalen van de fotometrische begin- en eindmassa van de vuurbol. En in dat laatste zijn we natuurlijk altijd geïnteresseerd in het geval van een mogelijke dropping. Bij de 3 december vuurbol werd een beginmassa van ruim 2 kg berekend, een flinke sinaasappel. Met een eindmassa van 0,3 gram zal er geen rimpeling in het Noordzeewater zijn gekomen.

### De vuurbol van 4 december 20h18m UT

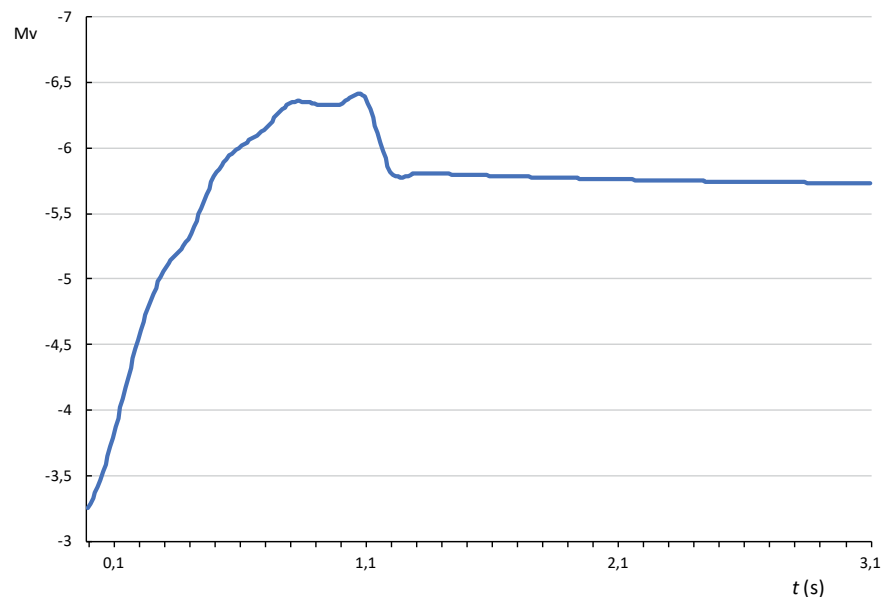
De volgende nacht was het weer helder en ondanks de maan in het eerste kwartier draaiden de all-sky toestellen weer onvermoeibaar hun rondjes. Om 20h18m UT lichtte een vuurbol van naar schatting magnitude -4 op boven het Noord Franse Duinkerken. Het all-sky feestje was ditmaal een internationaal onderonsje van twee Belgische, één Nederland en één Engels all-sky toestel: Klaas Jobse (EN97) vanuit Oostkapelle met een all-sky en twee groothoekregistraties, een fraaie all-sky registratie van Geert Vandenbulcke (EN93) vanuit Oostduinkerke (figuur 8, met rookspoor...), een all-sky opname

EN20191203	Oostkapelle	Ermelo	Bussloo
	EN97	EN98	EN96
Hb (km)	75,8	71,0	77,4
He (km)	29,8	30,6	30,9
lat.beg. (deg)	52,6094	52,6377	52,6000
long beg. (deg)	4,2648	4,2811	4,2594
lat.end. (deg)	52,8831	52,8781	52,8764
long.end. (deg)	4,4232	4,4203	4,4193
tol. (km)	0,21	0,50	0,09
tol. (gr.)	0,022 (660)	0,050 (324)	0,028 (334)

**Tabel 1.** Trajectgegevens van de vuurbol van 3 december 2019. De onderste twee regels geven de maximale afwijking van één enkel punt van het gemiddelde traject en de behaalde meetnauwkeurigheid van de betreffende post en de gebruikte reductiemethode.

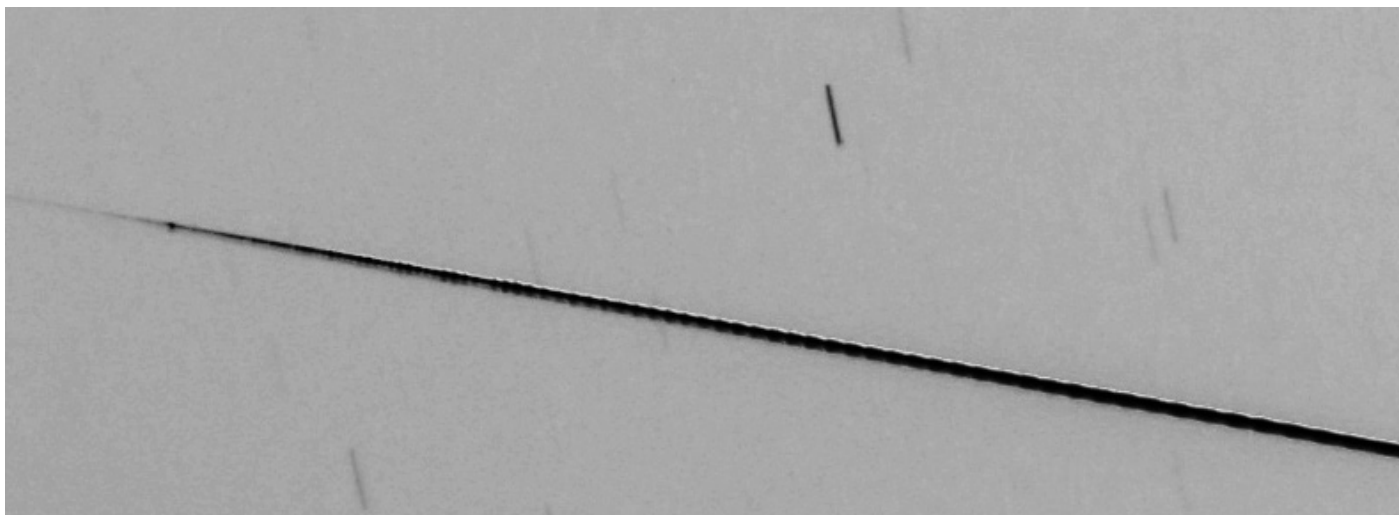


**Figuur 5.** Het grond- of beter het watertraject van de vuurbol van 3 december 2019. Post EN99 Twisk is aangegeven.



**Figuur 7.** De resultaten van de fotometrie van post Ermelo. Na een gelijkmatige helderheidstoename volgde een korte piek gevolgd door een periode van vrijwel constante helderheid en een abrupt uitdoven.





pal zuid vanuit Ipswich UK (EN101) van Alan Smith (figuur 9) en een opname vanuit Ieper (EN100) van Franky Dubois (Astrolab Iris, figuur 10).

Aanvankelijk was het niet de bedoeling deze 4-multaan te verwerken immers geen van de opnamen is met sectoronderbrekingen gemaakt. Snelheid en baanelementen kunnen dan niet berekend worden. Ondanks deze goede voornemens het plaatje toch maar aangepakt.

Ondanks dat een dergelijke set alleen maar een radiant en een traject oplevert toch een opmerkelijke constatering: deze vuurbol komt vanuit dezelfde radiant als zijn grote broer de nacht ervoor (tabel 3). Ook de oplicht- en uitdoofhoogtes komen hiermee sterk overeen, hetgeen duidt op een overeenkomstige snelheid. Zie tabel 4. Deze meteoor is helaas niet simultaan vastgelegd door het CAMS netwerk zodat de snelheid en de baan niet met de 3 december vuurbol vergeleken kunnen worden.

Figuur 11 laat het grondtraject van deze vuurbol boven het uiterste noordwest puntje van Frankrijk zien. Ook hier lag het eindpunt boven zee.

#### Tot slot

De verbeteringen en uitbreidingen van het all-sky netwerk gaan in rap tempo door. In Radiant zullen de komende tijden steeds meer analyses en uitwerkingen van (grote) vuurbollen gaan verschijnen. Verder zijn er vergevorderde plannen voor uitbreiding met camera's over de grens.

Een woord van dank aan alle waarnemers is op zijn plaats voor de zeer snelle aanlevering van de opnamen en de data: Koen Miskotte, Klaas Jobse, Mark-Jaap ten Hove, Geert

**Figuur 6.** Bij sterke uitvergroting laat de wijdhoekopname Oostkapelle zeer snelle helderheidsfluctuaties zien. Het lijkt wel of er een ouderwetse sector is gebruikt!



**Figuur 8.** Een fraaie opname van de vuurbol van 4 december 20h18 m UT van Geert Vandenbulcke mét een mooie rookpluim. Canon 5D met Sigma f/3.5-8 mm fish-eye.

Vandenbulcke, Franky Dubois en Alan Smith.

Dank ook aan Carl Johannink voor het zoeken in de CAMS data naar relevante gegevens van de beide vuurbollen en mogelijke zwerm associaties.

EN20191203	
RA	44,70 ± 0,08
DEC	18,56 ± 0,16
V inf (km/s)	14,89 ± 0,05
a (AU)	1,78
1/a	0,5615 ± 0,004
e	0,499 ± 0,004
q (AU)	0,8917 ± 0,0008
$\omega$	44,35 ± 0,12
$\Omega$	71,304
i	1,30 ± 0,05

**Tabel 2.** Radiant en baanelementen van de vuurbol van 3 december 2019.

EN20191204	Oostduinkerke	Oostkapelle	Ipswich	Ieper
	EN93	EN97	EN101	EN100
Hb (km)	74,0	72,9	72,0	72,6
He (km)	37,7	37,1	33,7	42,2
lat.beg. (deg)	50,8716	50,8779	50,8835	50,8795
long beg. (deg)	2,4120	2,4036	2,3962	2,4015
lat.end. (deg)	51,0809	51,0847	51,1042	51,0448
long.end. (deg)	2,1341	2,1290	2,1030	2,1689
tol. (km)	0,02	0,02	0,10	0,05
tol. (gr.)	0,09 (324)	0,04 (324)	0,08 (324)	0,08 (324)

**Tabel 3.** Trajectgegevens van de vuurbol van 4 december 2019. Op de opname van Ieper dooft de vuurbol abrupt uit en ontbreekt het eindflaretje. Waarschijnlijk ging daar de camera net dicht. De uitdoofhoogte is ook afwijkend.

EN20191204	
RA	44,85 ± 0,17
DEC	16,41 ± 0,07

**Tabel 4.** Radiant van de vuurbol van 4 december 2019 20h18m UT.



**Figuur 9.** (Boven) De vuurbol van 4 december 2019 vanuit Ipswich, UK, met een f/3.5-4.5 mm Sigma fish-eye lens.



**Figuur 10.** (links) dezelfde vuurbol opgenomen door Astrolab Iris te Zillebeke-Ieper (Franky Dubois)



**Figuur 11.** Het grondtraject van de vuurbol van 4 december 2018 20h18m UT boven Noord Frankrijk.



# EN99 Twisk: van bewaking naar volwaardige all-sky

Marco Verstraaten



## Inleiding

Voor het bewaken van de waarnemingsomstandigheden vanuit mijn sterrenwacht, die semi remote wordt aangestuurd, was ik op zoek naar een all-sky camera. Puur om te kijken of het zin had om die nacht te fotograferen. Vanaf de bank de boel aansturen en even gluren of het helder is. Dat was het doel. Maar zoals dat gaat met een virus, het loopt al snel uit de hand.

## De ASI-ZWO familie

Een kleine ccd met een mini lensje laat alles zien, maar scherp is het niet. Dan maar een grotere ccd en een bijbehorende full circle lens. Inmiddels werd een ASI ZWO 178 hiervoor gebruikt met een 1.4mm. Fujinon lens. Voor mijn remote sterrenwacht in zuid Frankrijk werd nog zo'n set gemaakt. Perfect. Maar toch: het kan beter. Inmiddels is dat een ZWO ASI 183 met 1 inch sensor en tezamen met een 2.7 mm Fujinon fisheye was dat alweer een grote stap voorwaarts. Samen met de software "AllskEye" is dat wat mij betreft een zeer goede oplossing om automatisch en zonder verdere bediening 24/7 de hemel in de gaten te houden. Een

**Figuur 1.** De nieuwe setting in Twisk. Op de achtergrond de ASI-ZWO 183, op de voorgrond de Nikon met Sigma 8 mm fish-eye lens.

eenvoudige behuizing van pvc met een verwarmd polycarbonaat koepeltje van een beveiligingscamera, gekoppeld aan een pc en alles gaat vanzelf, inclusief automatische belichting, opslag en upload naar websites of externe opslag.

## Een echte all-sky

Intussen werd de interesse van Hans Betlem gewekt. Zoals jullie weten is de toepassing voor meteoren detectie een iets meer volwassen sport, maar dit systeem heeft grote raakvlakken. Hans had een aantal bezwaren. Een ervan is het ontbreken van een sector of Liquid Cristal shutter. In de vraag hoeverre mijn systeem kon aansluiten met de (semi) professionele DSLR opstellingen zoals die nu gebruikt worden, ben ik gaan rondkijken wat de mogelijkheden zijn. De enkele nu beschikbare all-sky systemen met shutter hebben een relatief eenvoudige manier van werken. Met een goedkope LC shutter van een paar euro en een puls generator ben ik wat gaan testen. Inmiddels werkt dit systeem perfect en is het ingebouwd

in mijn ASI ZWO 183 die al meerdere vuurbollen heeft gefotografeerd. Maar deze opstelling blijkt voor het doorrekenen van meteoren ondermaats, de projectie van de Fujinon lens blijkt niet acceptabel genoeg voor goede resultaten.

Inmiddels ben ik gaan experimenteren met een Nikon fullframe camera en een Sigma 8 mm fisheye, een gevorderde opstelling die vaak voorkomt in de vuurbollen detectie projecten wereldwijd.

## Het inbouwen van de LCD shutter

Opstellingen in Nederland met een lcd shutter zijn op 1 hand te tellen. Aan mij de vraag of ik meer camera's/lenzen in Nederland (en daarbuiten) van shutters kan voorzien.

De goedkope lcd shutters uit China voldoen niet voor de sigma objectieven. En eigenlijk komt dat door de maat van deze shutters; ze passen simpelweg niet in de beperkte ruimte van een Canon of Nikon bajonet. Een Zweedse firma heeft LCD's met betere specificaties en die



worden op maat gemaakt.

Optisch verandert er wel wat. De uitrede van de lichtbaan aan de achterkant van de lens tot de projectie op de beeldsensor valt onder een kleine hoek. De breking van het licht door toevoeging van extra glas, (de LC shutter, wat ook nog eens bestaat uit 2 glas plaatjes) heeft effect op de kwaliteit van de afbeelding. Een mogelijkheid om de LC shutter in de lens te monteren is er niet, dus ontkom je er niet aan om het aan de achterzijde te monteren. Gelukkig is het nadelige effect naar het blijkt minimaal. De montage van de LC shutter is echter relatief eenvoudig door het verwijderen van een plaatje, wat vervangen wordt door een op maat gemaakt plaatje voor de ronde LC shutter. Ik heb zelf een draaibank dus dat was niet heel ingewikkeld.

De bedrading van de LC shutter is de volgende uitdaging. Ik wilde zo min mogelijk aanpassen aan de lens. Bij reeds bestaande modificaties is het diafragma mechanisme hiervoor verwijderd. In die gevallen is het diafragma vastgezet. Dat wilde ik niet met mijn modificatie, maar met wat creativiteit is dit opgelost. Uiteraard moet de bedrading wel naar buiten worden gebracht en om de lens nog te kunnen verwijderen van de camera moet dit ook via het objectief gebeuren. Aan het boren van een gaatje in de behuizing van de lens ontcom je dan ook niet. Het resultaat is dan wel een volledig functionerend en verwijderbaar objectief.

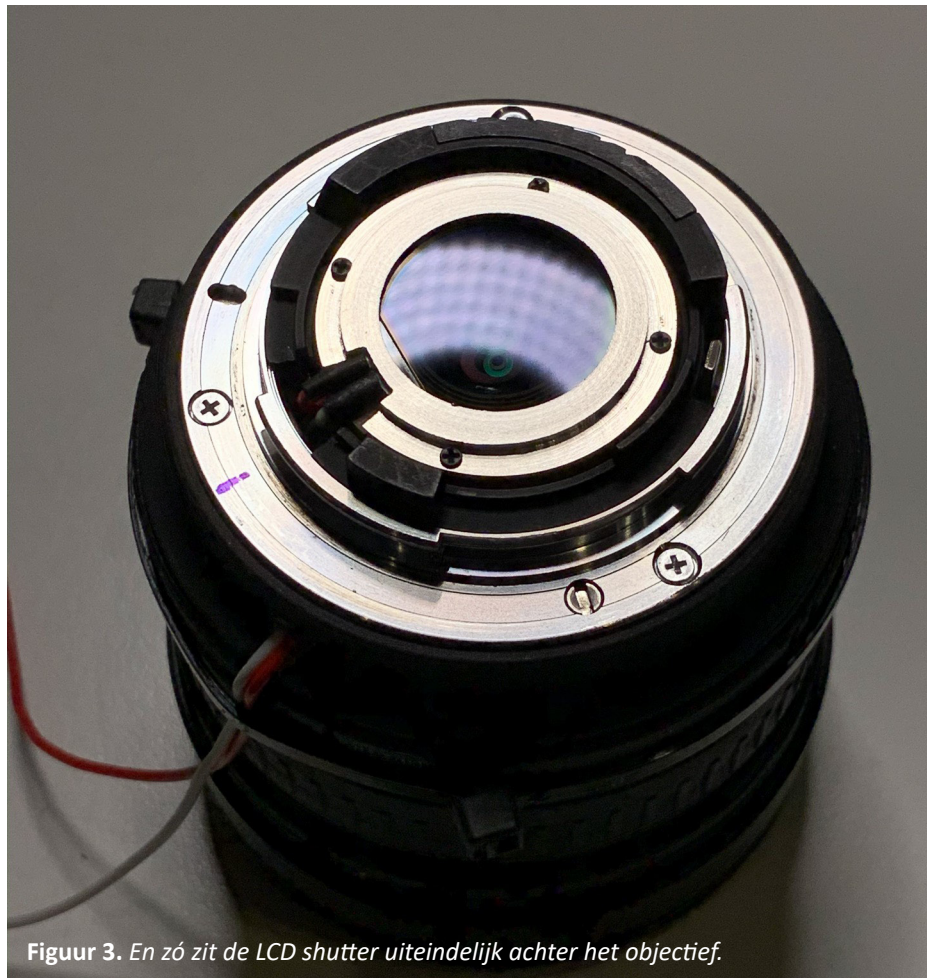
De LC shutter is niet volledig doorzichtig dus aanpassing van de belichting is noodzakelijk. Door toevoeging van glas in de lichtbaan is het brandpunt ook veranderd, dus het focussen op objecten dichtbij is niet meer mogelijk zolang de LC shutter gemonteerd is.

De aansturing van de LC shutter (in feite een LCD) vereist een puls generator. Deze generator moet in ons geval een blokgolf genereren. Geef je een spanning aan de LC shutter dan wordt deze donker en wordt het licht dus geblokkeerd. Het uitschakelen van de spanning resulteert in het weer helder worden van het glas. Doe je dit bijvoorbeeld 10x per seconde dan kun je dus in de uiteindelijke afbeelding van een meteor afleiden dat met 10 onderbrekingen de meteor 1 seconde zichtbaar is geweest. (voor deze afbeelding althans)

Echter: een LCD functioneert het beste als de uiteindelijke toegediende

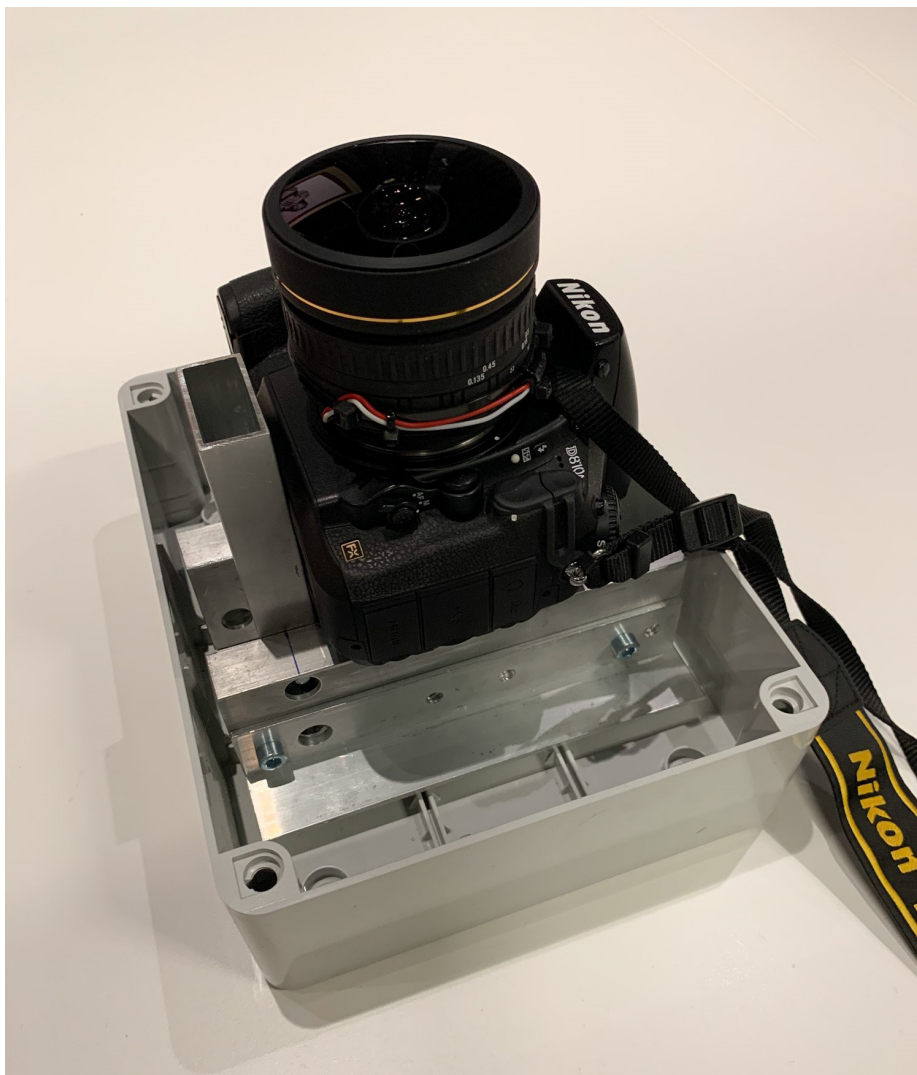


*Figuur 2. Gaatje in het objectief...*



*Figuur 3. En zó zit de LCD shutter uiteindelijk achter het objectief.*





**Figuur 4.** De nieuwe Nikon opstelling in een robuuste behuizing.

spanning over een tijds�an gelijk is aan nul, omdat anders het LCD (onder andere) een aanzienlijk kortere levensduur heeft. De generator moet dan ook van polariteit kunnen wisselen. Na de puls komt een korte pauze (de LC shutter laat nu licht door) gevolgd door een even grote puls met omgekeerde polariteit en daarna weer een pauze. In de standaard beschikbare blokgolven van de generator zitten geen pauzes, maar het mooie van de FY2300 puls generatoren is dat je zelf de blokgolven kunt tekenen in de bijbehorende software. Ideaal voor onze toepassing.

#### Het problematische ruitje

Een van de grootste discussies van een opstelling is wel het wel of niet toepassen van een al dan niet glazen bescherming voor de fisheye lens en dus een gesloten, vochtvrij systeem. Omdat de lens rond is en "kijkt" tot aan de rand, ontkom je niet aan het gebruik van een bol glas. En idealiter moet dat een halve

bol zijn. De optische uitdagingen van een juiste afbeelding aan de randen van een 180 graden beeldveld fisheye lens zijn al enorm en toevoeging van extra glas maakt het alleen maar slechter. Een halve bol is dan het beste compromis. Helaas: dit maakt het behoorlijk prijzig in geval van optisch glas. Zelf kijk ik dan ook naar een polycarbonaat oplossing, zoals gebruikt bij beveiligingscamera's. De toekomst moet uitwijzen of dat toereikend is voor de resultaten. Een eerste reductie, weliswaar niet helemaal tot de horizon, was veelbelovend. De andere optie is niet gebruiken van een optisch venster. Er vanuit gaande dat het station onbemand en permanent gemonteerd is, dan is de oplossing in de mechanische hoek te vinden. Een opklapbaar of verwijderbare constructie. Ik ben hier geen fan van. Het systeem wordt veel kostbaarder. Ook in mijn ogen onnodig complexer en dus fout gevoeliger. Er moet extra geïnvesteed worden in wolken en regendetectie. Daarnaast wordt het geheel toch

blootgesteld aan de elementen. Ook wordt de beschikbare waarneemtijd veel minder daar met een gesloten constructie altijd wordt waargenomen.

#### De aansturing

De AllskEye software kan op dit moment helaas nog niet gebruikt worden. Het probleem is de aansturing van de camera. AllskEye heeft de mogelijkheid te verbinden via een ASCOM driver. Als tussenstap moet Backyard Nikon/ Canon worden gebruikt, maar via deze verbinding wordt de verwerkingstijd veel te lang: meer dan 10 seconden tussen opnamen, waardoor je dus onacceptabel veel waarneemtijd verliest. Op dit moment wordt mijn Nikon dus alleen aangestuurd via Backyard Nikon. Verwerkingstijd is nu eigenlijk alleen de downloadtijd van pak 'm beet 2 seconden.

Ik ben in nauw contact met de schrijver van de AllskEye software, dus wellicht gaat dit nog veranderen in de toekomst. Maar tot die tijd is mijn opstelling er helemaal klaar voor!

EN-99

52:44:40 N 5:03:47 E

Twisk, Netherlands

Local end exp.time : 22-11-2019 00:15:01

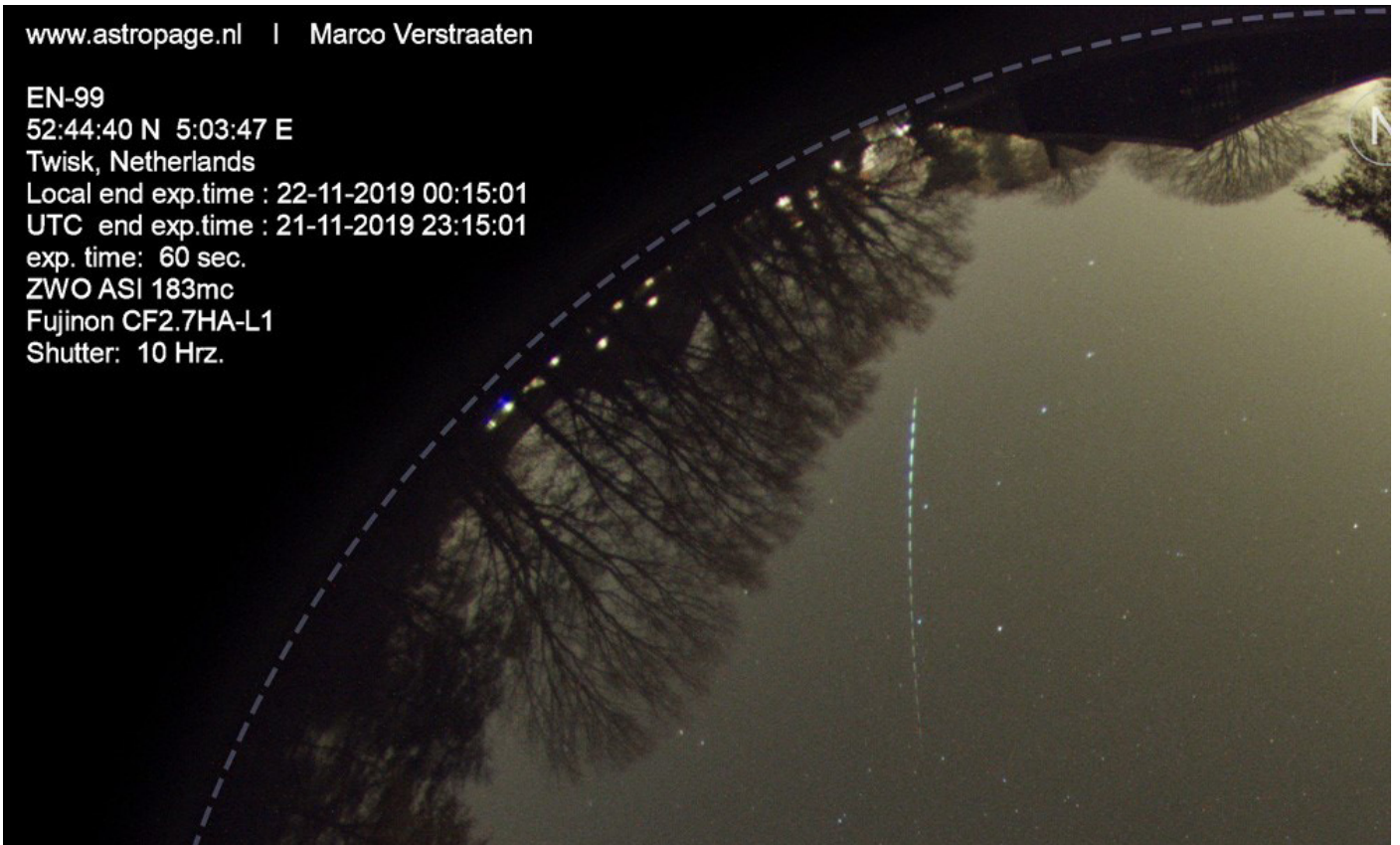
UTC end exp.time : 21-11-2019 23:15:01

exp. time: 60 sec.

ZWO ASI 183mc

Fujinon CF2.7HA-L1

Shutter: 10 Hz.



**Figuur 5 en 6.** De vuurbol van 21 november 2019 23h14m18s UT, trimultaan tussen Twisk (EN99), Bussloo (EN96) en Ipswich (EN100). Boven: met de ASI (die camera had toen al een LCD shutter); onder met de Nikon met 2.8-8 mm Sigma fish-eye.



## Uit de oude doos: 25 jaar geleden

Hans Betlem



Nu de Boötiden 2020 voor de deur staan, denken oudgediende terug aan die legendarische Boötidenactie in de nacht van 3 op 4 januari 1995, nu al weer 25 jaar geleden.

Net als nu waren de weersvooruitzichten

hopeloos. Bewolking, regen en grijs weer. Maar toen.... Trok op 3 januari een koufront over ons land met felle regen en hagelbuien. En vol enthousiasme trok een aantal fotografische posten ten strijde. In de stromende regen werd in Leiden een bus beladen en een tiental enthousiaste scholieren van het toenmalige sterrenkamp Varsseveld meldden zich. En op de A12 richting Arnhem rijdend, tekenden zich achter ons in het westen feloranje stroken schone lucht af terwijl de ruitenwissers zwiepten.

Om half acht in de avond stonden overal in den lande de teams paraat en werden de waarnemingen gestart onder een glasheldere hemel. Die nacht zou de temperatuur tot -8 dalen. De volgende ochtend stonden de slaapzakken stijf van het ijs en lagen de stroomkabels als verstilde witte monsters in de wei. Vele tientallen simultaan gefotografeerde meteoren, honderden, misschien wel duizenden visuele waarnemingen en vooral... onuitwisbare herinneringen. De sterrenkids werden tegen acht uur in de ochtend door hun ouders opgehaald en vielen staand spontaan in slaap. Daarna afbreken, terugrijden... bijslapen. Wanneer krijgen we weer eens zo'n nacht? De Boötiden blijven een zwerm van de buitencategorie. Enfin, over enkele weken weer zo'n kansje...

