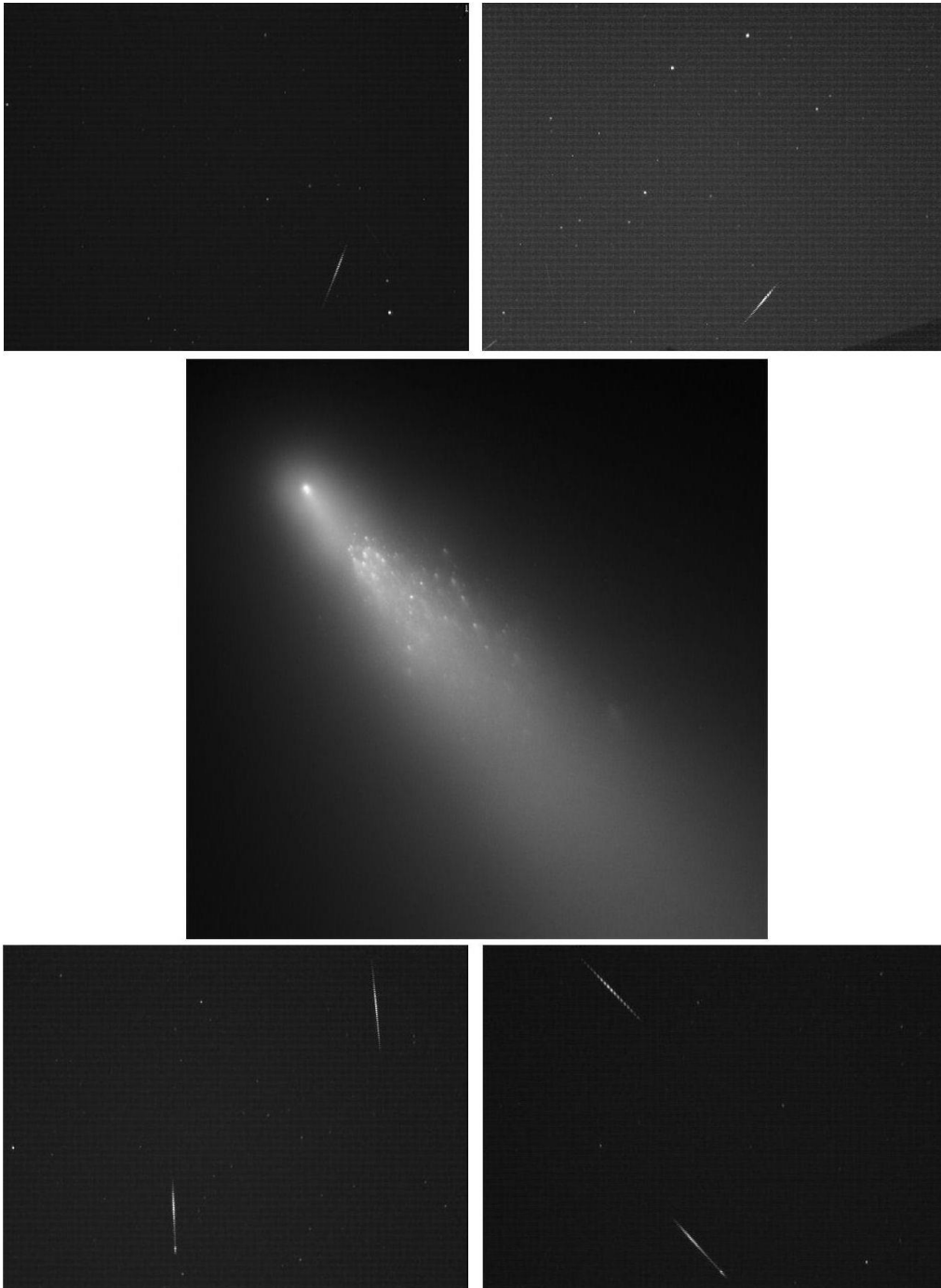


# eRadiant

Jaargang 13, nr.4  
Juni 2017

Elektronisch e-zine voor meteoren waarnemers uitgegeven door de Dutch Meteor Society



In dit nummer:

- Tau Herculiden vastgelegd met CAMS!

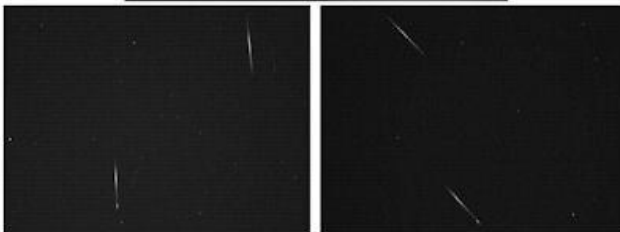
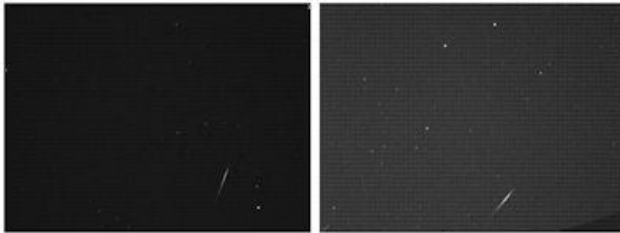
## Colofon

### Redactie eRadiant

Kometen	Jaap van 't Leven
Meteorien	Carl Johannink
Samenstelling	Koen Miskotte
Correcties	Jaap van 't Leven
Verspreiding	Arnold Tukkers

eRadiant is een elektronisch tijdschrift van en voor meteorienwaarnemers. Het blad wordt uitgegeven door de Dutch Meteor Society. Het is kosteloos te downloaden vanaf de website:

[www.vallendesterren.info](http://www.vallendesterren.info)



### Voorplaat

Op de voorplaat enkele CAMS registraties van tau Herculiden en een opname van de Hubble Space Telescope van het moederlichaam van de tau Herculiden: komeet 73P/Schwassmann-Wachmann. De opname van de HST is ronduit spectaculair, het toont het uiteenvallen van de komeet in vele fragmenten. De opname is gemaakt op 19 april 2006. Gaat dit ons in 2022 een meteorienstorm opleveren?

De twee CAMS opnamen aan de onderkant tonen composities van twee heldere tau Herculiden die beiden simultaan waren. Deze tau Herculiden werden vastgelegd op 31 mei om 00:19 en 00:45 UT. De rechteropname is gemaakt door CAMS 354 (Paul Roggemans, Mechelen), de linkeropname is gemaakt door CAMS 381 (Jean Marie Biets, Wilderen). De twee CAMS opnamen aan de bovenkant tonen een simultane tau Herculide op 31 mei 2017 om 00:35 UT. De linkeropname is van CAMS 347 (Erwin van Ballegoy, Heesch), de rechteropname is afkomstig van CAMS 321 (Martin Breukers, Hengelo).

### Redactioneel

Al heel snel op eRadiant 2017-3 volgt nummer 4. Dit in verband met het optreden van enige tau Herculiden activiteit in de nacht van 30/31 mei 2017 j.l. De waargenomen radiantpositie komt zeer goed overeen met een voorspelling uit 2001. Dit heeft, na het uiteenvallen van het moederlichaam 73P/Schwassmann/Wachmann, wellicht flinke implicaties voor 2022. Er is een kans op een flinke meteorien uitbarsting in dat jaar. Dat is de reden om al snel deze eRadiant te publiceren, zodat de CAMS waarnemers (en geïnteresseerde lezers) snel de vruchten van hun werk zien.

Tot slot: blij waarnemen en schrijven is het devies, want alleen dan kan ons blad blijven bestaan!  
Redactie eRadiant

## Inhoud eRadiant 2017-4

Blz. Artikel  
74 Voorplaat

75 Colofon, redactioneel, inhoud  
76 Tau Herculiden activiteit vastgelegd door CAMS

Auteur(s)  
Martin Breukers, Erwin van Ballegoy, Paul Roggemans, Jean Marie Biets & de Hubble Space Telescope.  
Redactie  
Carl Johannink, Jaap van 't Leven, Koen Miskotte

## Tau Herculiden activiteit vastgelegd door CAMS

Carl Johannink, Jaap van 't Leven, Koen Miskotte

### Abstract

*During routine CAMS observations in the nights May 30/31 CAMS BeNeLux collected five meteors in just over an hour, which are associated with comet 73P/Schwassmann-Wachmann. These five meteors appeared from a very narrow radiant, near RA=210 degrees and DE=29 degrees, geocentric velocity ( $V_g$ )  $\sim$ 12 km/s, with very similar orbits.*

*Further searches on the nights around this peak showed another twelve candidates.*

*The first five meteors very likely belong to the 1941-dusttrail of this comet, that was predicted to produce meteors with a geocentric velocity of 12.4 km/s, radiating from RA=212.6 degrees and DE=29.7 degrees, on May 31,136 this year [1]. A short summary of historical visual observations is also given.*

### De oorsprong van de tau Herculiden



*Figuur 1. Opname van komeet 73P/Schwassmann-Wachmann fragment B van 29 april 2017. Canon EOS 5Dii, 520mm F4 astrograaf, 3x2min, ISO1600. Locatie: Tivoli, Namibië. Foto: Jaap van 't Leven.*

Komeet 73P/Schwassmann-Wachmann werd fotografisch ontdekt op 2 mei 1930 door Friedrich Carl Arnold Schwassmann en Arno Arthur Wachmann. Op 31 mei van dat jaar passeerde de komeet de aarde op een afstand van slechts 0,06AE waarbij een maximale helderheid van magnitude 7 werd bereikt. Uit de waarnemingen volgde een korte periode van ongeveer 5,43 jaar.

In de nacht van 9 en 10 juni dat jaar werd door Japanse waarnemers verhoogde meteoren-activiteit waargenomen die toegeschreven werd aan 73P. Echter, in [2] melden Arlt, Lüthen en Jäger dat de omstandigheden in 1930 erg slecht moeten zijn geweest. Het was volle Maan en een LM van hooguit 4.5. Toch beweert de 'hoofdwaarnemer' dat hij veel zwakke meteoren zag. Dit is dus echt een discutabele waarneming.

De onzekere baanelementen, ongunstige verschijningen en het feit dat de komeet intrinsiek zwak is, zorgden ervoor dat de komeet pas weer in 1979 werd teruggezien. Bijkomende complicatie waren dichte naderingen tot Jupiter in 1953 en 1965.

Ook gedurende de 1985 omloop werd de komeet gemist, maar in 1990 werd ze weer waargenomen bij een maximale helderheid van magnitude 9.

De verschijning van 1995 was zeer ongunstig en de verbazing was dan ook groot toen de komeet zeer actief bleek te zijn. Eind oktober van dat jaar werd zelfs een maximale helderheid van magnitude 6 gehaald. Een volgende verrassing kwam in december toen door diverse observatoria waarnemingen werden gemeld van meerdere kernen in de coma. Uiteindelijk werden 4 fragmenten benoemd: "A", "B", "C" en "D".

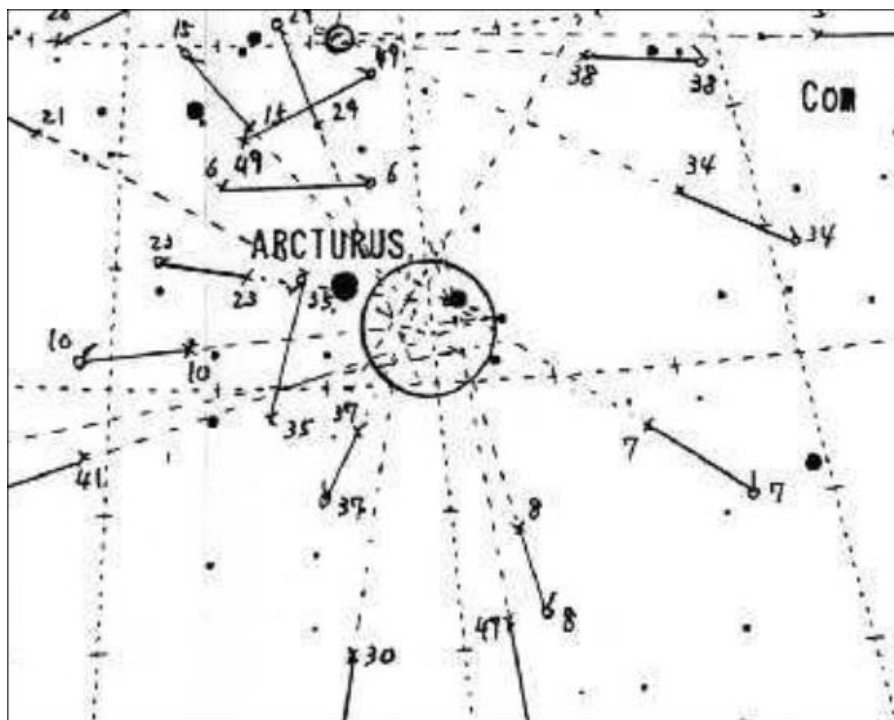
Ook in 2001 werd de komeet, ondanks een ongunstige positie aan de hemel, uitgebreid waargenomen, en ook de fragmenten "A", "B" en "C" bleken nog steeds zichtbaar te zijn.

De omloop van 2006 was weer veel beter waarneembaar en het helderste fragment "C" werd dan ook in oktober 2005 reeds teruggevonden. In januari van 2006 werden meer bekende fragmenten waargenomen, maar bleken zich ook nog enkele nieuwe gevormd te hebben. Ronduit spectaculair waren de beelden van de Hubble (zie voorplaat) en Spitzer telescoop die in april een grote hoeveelheid fragmenten lieten zien. De komeet was langzamerhand aan het desintegreren.

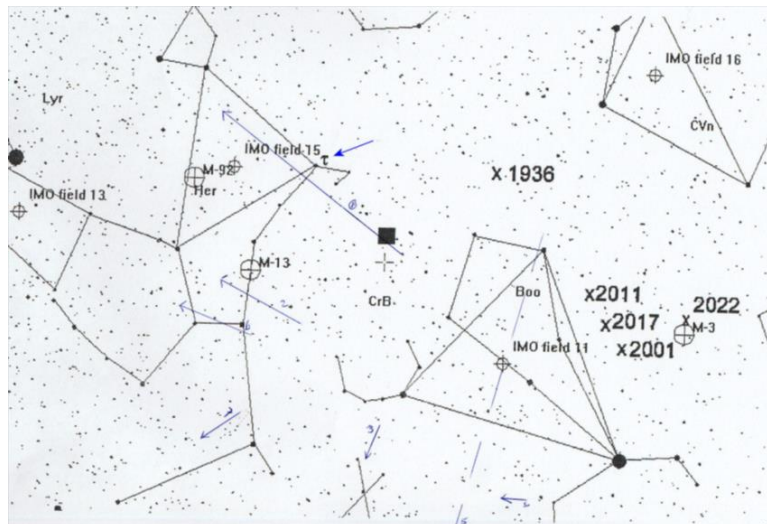
### Visuele waarnemingsdata van deze zwerm

Een uitgebreid onderzoek n.a.v. de CAMS waarnemingen in 2017 in de DMS visuele database levert amper data op van voor 2000. Dit veranderd na de waarneming van een mogelijke tau Herculiden uitbarsting in 2000, waargenomen door Japanse waarnemers (zie figuur 2) en een oproep in Radiant in 2001 [1].

Voor dit artikel [1] werd al een onderzoekje gedaan naar de visuele intekeningen uit 2000. Vervolgens is er door visuele waarnemers tot 2014 aandacht besteed aan de tau Herculiden. Daarna wordt er geen aandacht meer geschonken aan deze zwerm. Dat heeft deels te maken met de waarnemers maar ook met het slechte weer in de periode half mei/half juni in de jaren 2014 tot 2017.



*Figuur 2. Intekeningen van tau Herculiden uit Japan in 2000. De gevonden radiant ligt hier zuidelijk van Arcturus (alpha Bootes).*



Figuur 3. Intekeningen van Koen Miskotte uit 2000 en 2001 op het kaartje uit [2].

Blijkt dat deze zeer trage meteoren of uit de regio zuid van Arcturus (is positie de Japanse uitbarsting van 2000) of uit de 1936 positie lijken te komen. De blauwe dikke pijl geeft de ster tau Hercules aan.

Nr	Datum	Tijd (UT)	Magn.	Opmerkingen
1	20-05-2001	21:58	-1	Flare
2	23-05-2001	01:29	+4	
3	23-05-2001	23:05	+4	
4	04-06-2000	22:34	+5	
5	04-06-2000	23:03	+1	
6	04-06-2000	23:51	+4	
7	07-06-2000	22:36	+5	

Tabel 1. Gegevens van de ingetekende tau Herculiden van figuur 3. Alle waargenomen tau Herculiden waren erg traag.

Uit het onderzoekje gedaan voor dit artikel is tabel 2 ontstaan.

Year	Month	Date	tHer	Observers (+ n Tau Herculids)
1994	6	11	5	JENPE (5)
2000	5	20/21	0	MISKO (0)
2000	5	25/26	1	JOHCA (1)
2000	5	29/30	0	JOHCA (0)
2000	6	1/2	2	JOHCA (0) MISKO (2)
2000	6	4/5	2	MISKO (2)
2000	6	7/8	1	JOHCA (0) MISKO (1) SANRO (0)
2000	6	8/9	5	BIEJE (3) JOHCA (2) MISKO (0)
2001	5	20/21	2	MISKO (1) SANRO (1) VANMC (1)
2001	5	21/22	0	JOHCA (0)
2001	5	22/23	2	JOHCA (1) MISKO (1) SANRO (0)
2001	5	23/24	1	JOHCA (0) MISKO (1) VANMC (0)
2001	5	24/25	2	BIEJE (0) DIJSI (2) LANMA (0)
2001	5	25/26	6	DIJSI (3) JOHCA (1) LANMA (1) TUKAR (1) VANMC (0)
2001	5	29/30	1	BIEJE (1)
2001	5	31/01	0	SANRO (1)
2002	5	30/31	0	VANMC (0)
2003	5	20/21	0	VANMC (0) MISKO (0)
2003	5	25/26	0	VANMC (0) MISKO (0)
2003	5	29/29	0	VANMC (0) MISKO (0)
2003	5	30/31	0	VANMC (0) MISKO (0)
2004	5	21/22	2	VANMC (2)
2005	Geen waarnemingen in de periode 20 mei tot 10 juni			

Year	Month	Date	tHer	Observers
2006	5	23/24	1	VANMC (1)
2006	5	30/31	2	JOHCA (1) VANMC (1)
2006	6	1/2	0	JOHCA (0) VANMC (0)
2007	Geen waarnemingen in de periode 20 mei tot 10 juni			
2008	Geen waarnemingen in de periode 20 mei tot 10 juni			
2009	5	23/24	0	MISKO (0)
2009	5	24/25	0	MISKO (0) JOHCA (~) LEUPE (~)
2009	5	26/27	~	JOHCA (~) LEUPE (~)
2009	5	28/29	0	JOHCA (~) MISKO (0)
2009	5	29/30	2	JOHCA (~) MISKO (2)
2009	5	30/31	0	MISKO (0)
2009	5	31/01	0	JOHCA (~) VANMC (0)
2009	6	1/2	0	VANMC (0)
2010	Geen waarnemingen in de periode 20 mei tot 10 juni			
2011	5	29/30	1	MISKO (1)
2011	6	1/2	0	MISKO (0)
2011	6	2/3	0	MISKO (0)
2012	5	24/25	0	MISKO (0)
2012	5	27/28	0	MISKO (0)
2013	Geen waarnemingen in de periode 20 mei tot 10 juni			
2014	5	23/24	~	MISKO (~)
2014	5	24/25	~	MISKO (~)
2014	6	1/2	~	MISKO (~)
2015	Geen data meer beschikbaar			
2016	Geen data meer beschikbaar			
2017	Geen data meer beschikbaar			

Tabel 2. Overzicht tau herculiden data uit de DMS visual database.

Opvallend is dat in 1994 in de DMS database een waarneming zit van Peter Jenniskens (11 juni 1994) vanuit California die een 5-tal meteoren heeft waargenomen aangeduid met HER, en niet zoals in de rest van de database als tHER. Het is dus niet helemaal zeker of dit tau Herculiden waren. Opvallend is dat in 2000 en 2001 aardig wat tau Herculiden worden gezien, respectievelijk 11 en 14 stuks. Peter Bus voorspelde in 2001 ook dat er wellicht in 2006 wat activiteit wordt verwacht door gravitationele effecten. Inderdaad worden in 2006 enkele tau Herculiden waargenomen.

### De CAMS waarnemingen: condities in 2017

Hoewel het in de meimaand als geheel dit jaar in de BeNeLux qua opklaringen 's nachts bepaalt niet slecht gesteld was, waren compleet heldere nachten toch schaars. Op 30 mei overdag heerste een weertype met wolkenvelden, en her en der een opklaring. In de loop van de avond zakten de wolkenvelden langzaam in, maar zeker voor middernacht bleven grote delen van Nederland onder een wolkendek. Dit zorgde er voor dat vooral België en het zuiden van Nederland deze nacht de meeste opklaringen hadden.

De satellietopnamen (zie figuren 4 en 5) tonen het beeld om respectievelijk 19 en 21 uur UT in de avond van 30 mei.

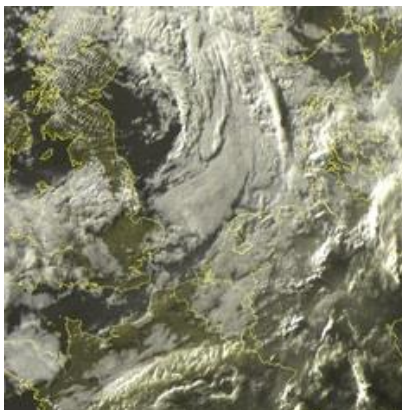


Fig 4: satellietopname 30 mei 2017 19:00 UT

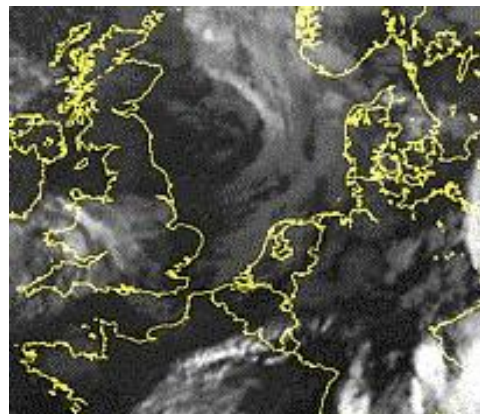


Fig 5: satellietopname 30 mei 2017 21:00 UT

Toch pakten de CAMS systemen die wel in de lucht waren in deze nacht nog 75 simultanen. Daarvan kwamen 55 simultanen tot stand uit een combinatie van posten in België, en de zuidelijk gelegen posten Oostkapelle, Ooltgensplaat en Heesch in Nederland.

## De waarnemingen

Bij de verwerking van de gegevens van deze nacht viel ons oog onmiddellijk op een vijftal meteoren met nagenoeg identieke radiantpositie, geocentrische snelheid en baanelementen. Elk van deze meteoren verscheen in het tijdsbestek van iets meer dan een uur, om precies te zijn tussen 23:39 UT en 00:45 UT (zie tabel 3). Vrijwel onmiddellijk kwam als mogelijke bron de komeet 73P/Schwassmann-Wachmann in beeld. Van deze komeet, met een omlooptijd van ruim vijf jaar, was voorspeld dat er in 2017 meteoractiviteit zichtbaar zou kunnen zijn. Het zou daarbij gaan om meteoren afkomstig van de passage van deze komeet in 1941. [2] Opvallend was ook dat eerder genoemde vijf meteoren qua radiantpositie goed overeenkomen met de voorspelde radiantpositie op  $RA=212,6$  graden en  $DE= 29,7$  graden, zie ook figuur 6.

De vraag drong zich op of er rondom deze datum nog meer banen gelinkt konden worden aan deze komeet. Daarom werd besloten om van alle 1627 banen die we in mei en de 380 banen die we tot en met 10 juni 2017 met CAMS hebben kunnen vastleggen, te kijken in hoeverre deze banen 'matchen' met de baan van de komeet 73P/Schwassmann-Wachmann. Voor het vergelijken van de banen van de simultanen met deze komeet werd het Drummond criterium gebruikt [3]. De baanelementen van 73P/Schwassmann-Wachmann zijn in 2017 als volgt [4]

Baanelementen geldig voor 2017-03-28,0 TT = JDT 2457840,5 (gebaseerd op 1040 waarnemingen tussen 28 november 2010 en 2 juni 2017)

perihelion date 2017-03-16,84173TT  
 argument of perihelion  $\omega$  (°) 199,38777  
 ascending node  $\Omega$  (°) 69,66219  
 inclination  $i$  (°) 11,23692  
 eccentricity  $e$  0,6855140  
 perihelion distance  $q$  (AU) 0,9721785

Daarna werden de meteoren uitgeselecteerd in de periode 20 tot en met 10 juni waarvoor geldt dat de waarde van het Drummond-criterium  $D_d < = 0,06$ .

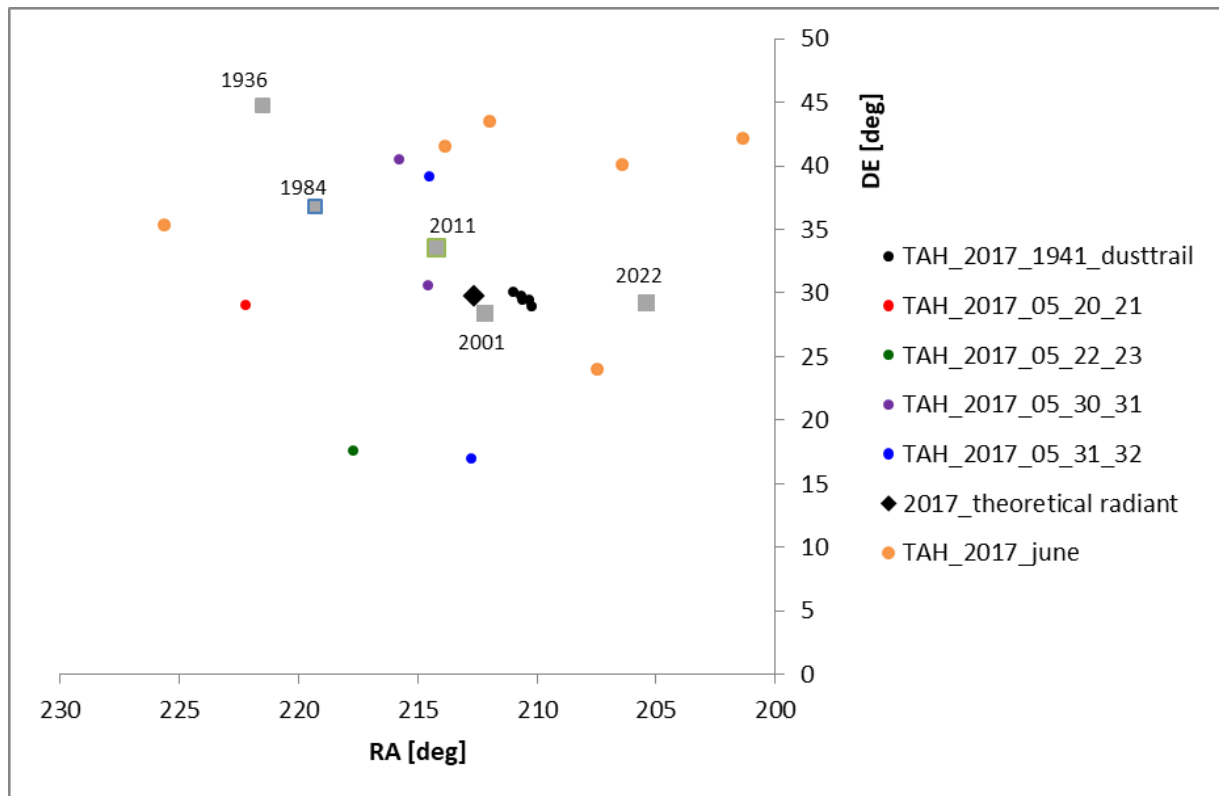
In tabel 3 zien we deze meteoren met tijdstippen en de stations die deze meteoren hebben vastgelegd.

De tijden in rood geven die TAH's aan, die tot het stof uit 1941 behoren.

Date	Time (UT)	Stations:	D_d
20.05.2017	22:39:45.37	_354_318	0,0543
22.05.2017	23:58:52.60	_395_365	0,0507
30.05.2017	23:39:49.72	_383_347	0,0095
30.05.2017	23:58:53.42	_802_322	0,0220
31.05.2017	00:19:35.57	_381_384	0,0134
31.05.2017	00:23:47.28	_395_399_383	0,0566
31.05.2017	00:35:20.56	_321_347	0,0344
31.05.2017	00:45:21.36	_384_381_324	0,0343
31.05.2017	01:39:12.08	_324_345_365_384_381_345	0,0347
31.05.2017	21:52:30.42	_351_801_361	0,0333
31.05.2017	23:20:29.75	_372_364_347_315	0,0438
01.06.2017	22:33:31.31	_000354_000326_000311_000314	0,0472
08.06.2017	22:50:56.35	_000323_000802	0,0368
09.06.2017	22:17:19.12	_000368_000342	0,0583
09.06.2017	22:59:31.00	_000367_000344_000388_000367	0,0376
10.06.2017	23:25:00.49	_000323_000349	0,0598
10.06.2017	23:25:44.89	_000345_000365_000395	0,0336

Tabel 3. Overzicht van de stations die de tau Herculiden hebben opgenomen met de bijbehorende tijdstippen en de waarde van het D-criterium (in rood de vijf tau Herculiden van het stofspoor uit 1941)

In figuur 6 zien we de radiantposities van deze meteoren (rondjes). Ook zijn hier de voorspelde radiantposities van jaren gegeven waarin TAH-activiteit is waargenomen, of verwacht kon worden [1].



Figuur 6. Plot van de radiantposities van de 5 tau Herculiden (TAH) van het 1941-stofspoor, de overige tau Herculiden, en de voorspelde radiantposities voor de jaren met opvallende activiteit.

De concentratie van de vijf tau Herculiden die hun bron in het 1941 stofspoor hebben, en hun nabijheid tot de theoretische radiant voorspeld in [2] is opvallend. De grote spreiding in radiantposities in de diverse jaren vindt een verklaring in het feit dat de komeet diverse dichte passages langs Jupiter heeft gehad in het verleden. Daarnaast bevindt de radiant zich nabij het antapex in Hercules, waardoor kleine wijzigingen in de baan direct vertaald worden in grotere wijzigingen in radiantposities.

De overeenkomst tussen de vijf tau Herculiden uit het 1941 stofspoor staat in tabel 4, met daarin de kleinste, grootste, gemiddelde en mediaan waarde voor diverse kengetallen.

	2017_05_30_31			
	min	med	mean	max
RA	210,19	210,56	210,53	210,95
DE	28,89	29,46	29,51	30,02
Vg	11,69	11,87	11,97	12,34
q	0,9893	0,9896	0,9898	0,9904
e	0,6415	0,6585	0,6606	0,6883
i	11,24	11,39	11,51	11,87
PI	269,34	269,46	269,43	269,51
Hbegin	90,14	90,65	90,66	91,08
Hmax	85,4	87,6	87,2	88,3
Hend	79,83	82,23	82,88	86,35

Tabel 4. Uiterste waarden, gemiddelde en mediaan voor radiantpositie, geocentrische snelheid en enkele baanelementen van de vijf tau Herculiden (van het 1941-stofspoor) opgenomen in de nacht 30/31 mei.



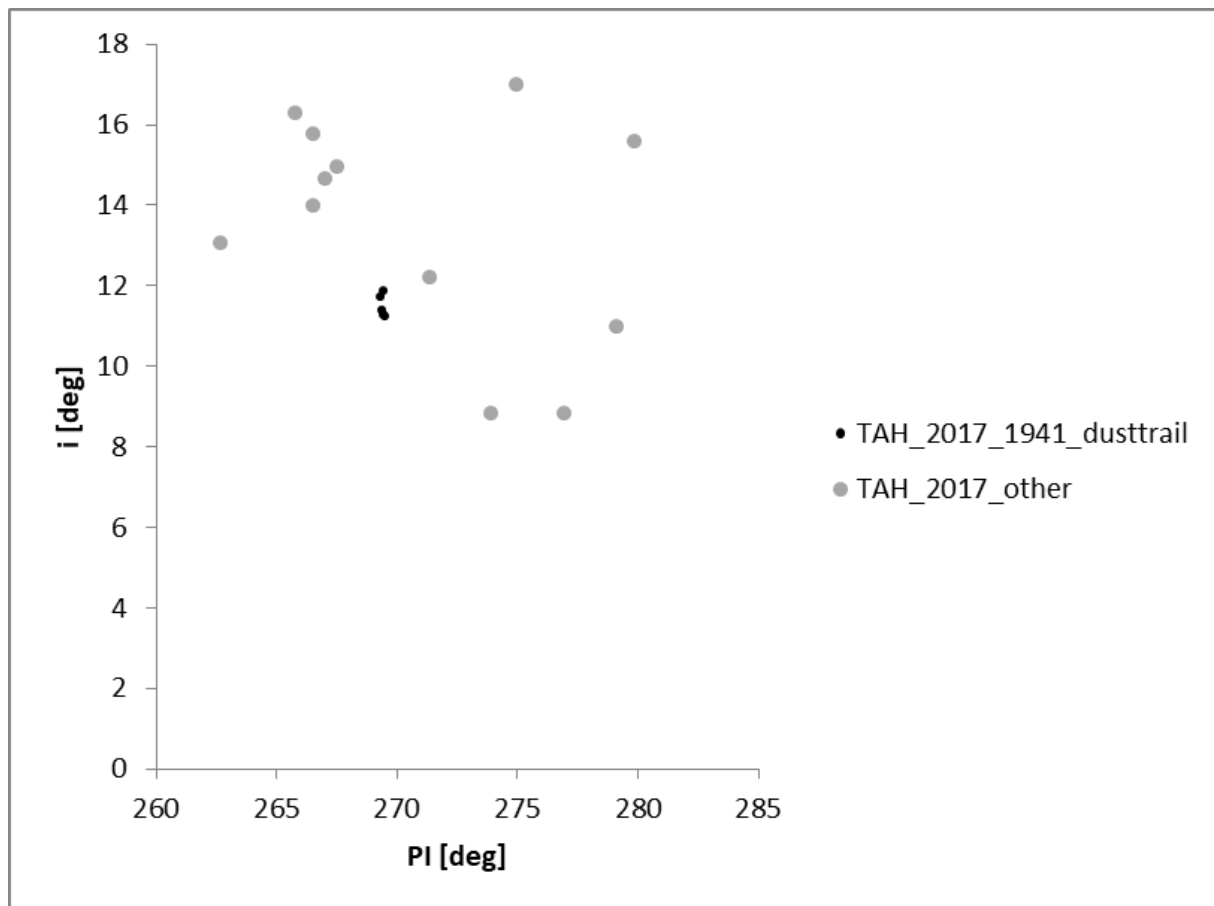
Dit resultaat is de tweede succesvolle bevestiging van tau Herculiden activiteit door CAMS. In 2011 legde het toen nog in de startfase verkerende CAMS Californië op 2 juni tussen 4:00 en 12:13 UT in totaal 12 meteoren vast, waaronder 3 tau Herculiden. Deze drie meteoren hadden een radiantpositie  $RA=215,5 \pm 0,4$  graden en  $DE = 34,0 \pm 0,6$  graden. [5]

Ook in dat jaar is er zeer goede overeenstemming tussen voorspelling en waarneming: minder dan 1 graad afwijking van de radiantpositie in de voorspelling van mogelijke activiteit op 2 juni rond 05:45 UT (zie figuur 6) [2]. In hetzelfde artikel wordt ook ingegaan op het jaar 2022. Volgens o.a. Vaubaillon & Brown [6] is er sprake van een soort 'verwatering' van de dichtheid van de oudere stofsporen omdat deze intussen waarschijnlijk tamelijk uitgerekt zullen zijn.

Met de nodige aannames gebaseerd op het verleden (o.a. over de ZHR in 1930) komen zij voor de stofsporen uit 1892 en 1897 hooguit tot een ZHR van 10. Echter, volgens Arlt & Lüthen [2] is het vrij recente stofspoor uit 1995 wat het dichtst op de Aarde zit. De kans is groot dat dit een stofspoor is met een grotere stofdichtheid ten gevolge van het fragmenteren van de komeet in tenminste vier stukken in 1995.

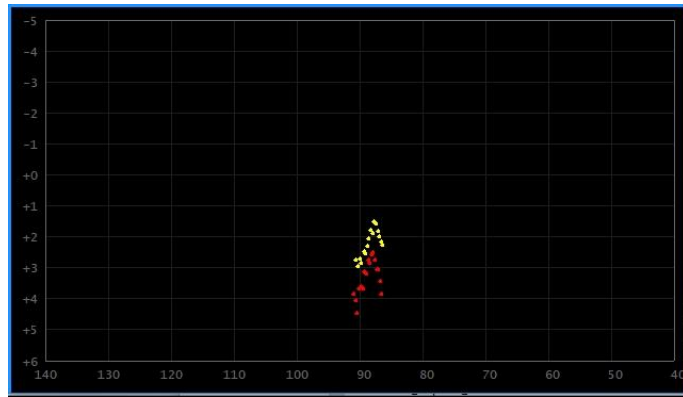
Bovendien is in dat jaar de berekende afstand tussen het 1995 stofspoor en de Aarde een stuk kleiner dan in alle voorgaande gevallen. Bij Maslov [7] vinden we om die reden voor 2022 twee piekmomenten.

De eerste piek met een ZHR van enkele tientallen op 31 mei 2022 rond 3:11 UT, veroorzaakt door oudere stofsporen, en een stevigere piek t.g.v. het 1995 stofspoor rond 05:15 UT met een ZHR van 600-700, mogelijk oplopend tot enkele duizenden. Tenslotte vinden we in figuur 7 een plot van de baanelementen PI versus  $i$  voor de hele dataset van tau Herculiden.

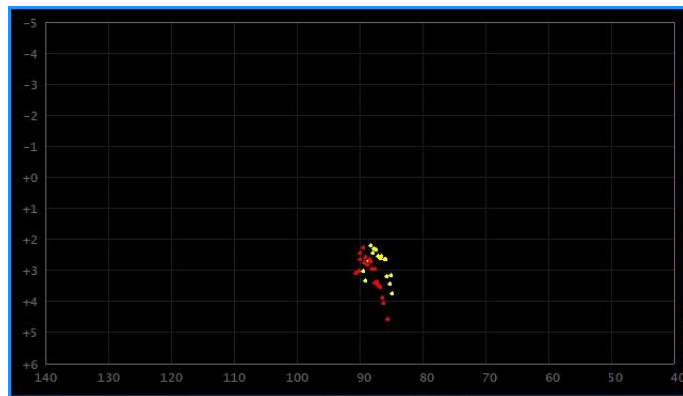


Figuur 7. Plot van PI versus  $i$  voor de 17 besproken meteoren.

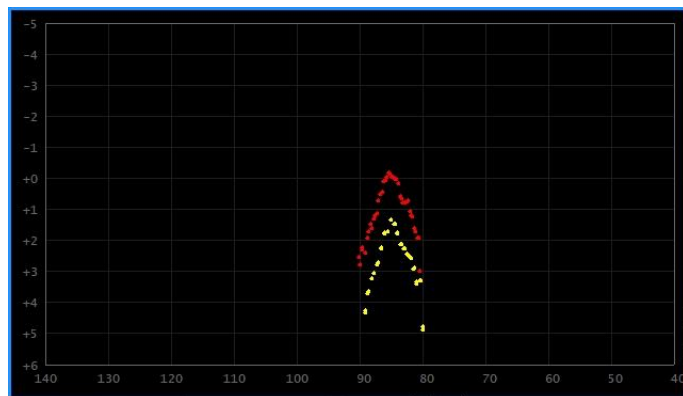
In de figuren 8a tot en met 8e zijn de lichtcurves van de vijf '1941-tau Herculiden', zoals deze uit Coincidence rolden, weergegeven. Ook hier een grote overeenkomst, het best samen te vatten door 'een vrij snelle helderheidstoename, gevolgd door een even snelle helderheidsafname'.



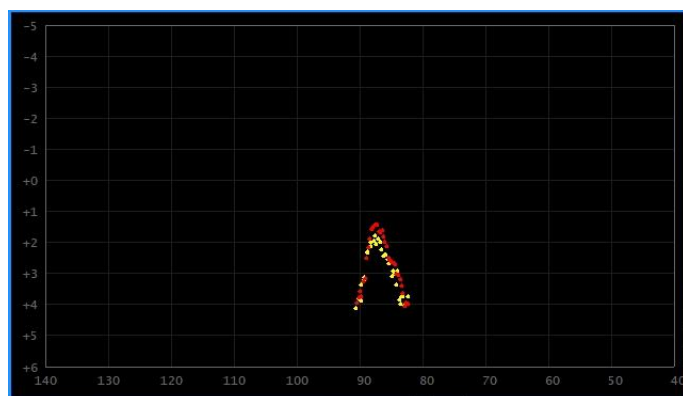
*Figuur 8a. Lichtcurve van de TAH opgenomen op 30 mei 2017 om 23:39:50 UT door Paul Roggemans(383) en Erwin van Ballegoij (347).*



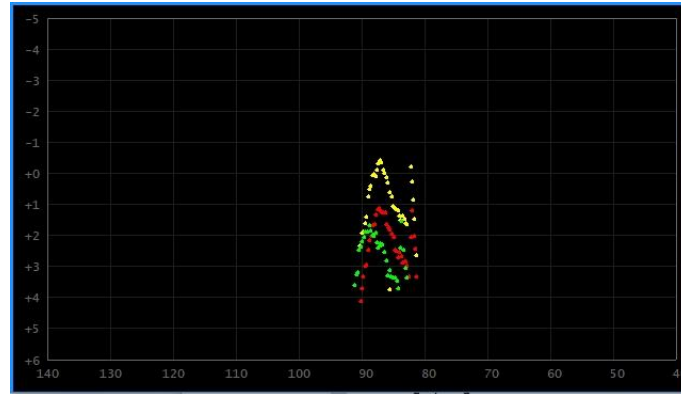
*Figuur 8b. Lichtcurve van de TAH opgenomen op 30 mei 2017 om 23:58:53 UT door Robert Haas/Edwin van Dijk (802) en Martin Breukers (322)*



*Figuur 8c. Lichtcurve van de TAH opgenomen op 31 mei 2017 om 00:19:36 UT door Jean Marie Biets(381) en Paul Roggemans (384).*



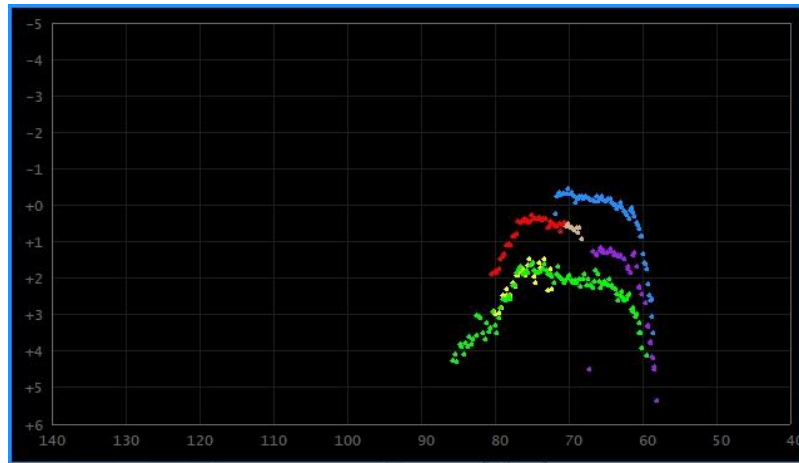
*Figuur 8d. Lichtcurve van de TAH opgenomen op 31 mei 2017 om 00:35:21 UT door Martin Breukers (321) en Erwin van Ballegoij (347)*



Figuur 8e. Lichtcurve van de TAH opgenomen op 31 mei 2017 om 00:45:21 UT door Paul Roggemans(384) , Jean Marie Biets (381) en Martin Breukers (321)

De lichtcurves van de twaalf overige tau Herculiden tonen niet zo'n eenduidig beeld.

Enkele (20.05 22:39:45 UT ; 31.05 00:23:47 UT ; 31.05 21:52:30 UT) vertonen hetzelfde patroon als hierboven, maar we zien ook lichtcurves met een heel brede helderheidspiek en een brede helderheidspiek met flare. Volgens Jenniskens [5] zijn ook in 2011 de lichtcurves van twee tau Herculiden van het laatst genoemde type.



Figuur 9. Lichtcurve van een TAH opgenomen op 31 mei 2017 om 01:39:12 UT door Martin Breukers (324), Piet Neels (345), Robert Haas (365), Jean Marie Biets (381) en Paul Roggemans(384)

## Conclusie

In de laatste decade van mei 2017 en eerste decade van juni konden 17 tau Herculiden worden vastgelegd.

Opvallend is van vijf tau Herculiden welke in de nacht 30/31 mei zijn vastgelegd, de goede overeenkomst qua radiantpositie met de voorspelde waarde voor activiteit van het 1941 stofspoor in 2017. [2]

Ook de overige kengetallen en de lichtcurves geven een onderling zeer overeenkomstig beeld. Na 2011 is 2017 het tweede jaar waarin conform de voorspelling activiteit van tau Herculiden kon worden opgetekend.

De voorspellingen voor 2022 variëren nu tussen een ZHR van ~10 tot een ZHR van enkele duizenden, afhankelijk van welk stofspoor in aanmerking wordt genomen. Hopelijk kunnen de modellers de komende jaren gebruiken om een meer betrouwbare voorspelling over de activiteit in dat jaar op te stellen, vooral voor het stofspoor uit 1995.

In de periode van 2000 tot en met 2014 zijn visueel elk jaar slechts enkele tau Herculiden waargenomen.

## Dankwoord

Een woord van dank aan Reinder Bouma voor waardevolle adviezen en het kritisch doorlezen van dit artikel.

En natuurlijk een woord van dank aan alle CAMS posten voor hun stevige inzet en vlotte verwerking.

## Referenties

- [1] Miskotte K., Johannink C., Verhoogde T Herculidenactiviteit in 2001?, Radiant 23/2 p. 38-39.
- [2] H. Lüthen , R. Arlt , M. Jäger , The Disintegrating Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3 and Its Meteors , WGN 29 1/ 2 (2001) , p. 15 – 28
- [3] Drummond J. D. (1981). "A test of comet and meteor shower associations". Icarus 45, p. 545–553
- [4] MPEC 2017-L52
- [5] CBET 2817
- [6] P.A. Wiegert , P.G. Brown , J. Vaubaillon , H. Schijns , The  $\tau$  Herculid meteor shower and Comet 73P/Schwassmann-Wachmann3 , Mon. Not. R. Astron. Soc 361 , 638 – 644 (2005)
- [7] <http://feraj.ru/Radiants/Predictions/73p-ids2017eng.html>
- [8] 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
- [9] P. Jenniskens et.al., The established meteor showers as observed by CAMS, ICARUS 266 (2016) p. 331 – 354