

# Drie simultane Geminiden. Eerste resultaten 1991.

Koos de Voogt<sup>1</sup> en Gerfred Veldman<sup>2</sup>

1 Kobelaan 206, 3067 MD Rotterdam

2 Fioringras 68, 3068 PG Rotterdam

## Inleiding

Van 13 tot en met 15 december 1991 organiseerde de DMS een Geminiden-actie. Tijdens deze geslaagde actie werden vanuit 8 verschillende posten enkele duizenden meteoren waargenomen waarvan er 57 meervoudig fotografisch zijn vastgelegd. Uit deze simultaan gefotografeerde meteoren hebben wij drie mooie Geminiden gekozen om daarvan de baan te berekenen:

91041 14-12-1991 04:27:37 UT simultaan vanuit Varsseveld en Buurse  
 91059 15-12-1991 00:14:48 UT simultaan vanuit Lattrop en Buurse  
 91072 15-12-1991 02:12:57 UT trimultaan vanuit Varsseveld, Lattrop en Buurse

## De waarnemingen

In Varsseveld namen 10 personen deel aan de waarnemingsactie: *Hans Betlem, Guus Docters van Leeuwen, Annemarie Zoete, Mark Lansbergen, Marco Langbroek, Maril Noorlander, Kees Roos, Gerfred Veldman, Jaap van 't Leven en Koos de Voogt.*

De weersomstandigheden waren prima, afgezien van de ijzige vrieskou. De maan was voor 40% verlicht. Bij het waarnemen werd gebruik gemaakt van drie camerabatterijen, een "All-sky camera" en een fotomultiplier. De camera's fotografeerden met een belichtingstijd van ongeveer twintig minuten en de sectoren hadden een frequentie van 25 afdekkingen per seconde. De waarnemers noteerden hun waarnemingen op speciale formulieren en tekenden de geschatte baan in op gnomonische sterrenkaarten.

### Verwerking: de opnamen

Tabel 1 geeft een overzicht van de camera's die op deze drie posten gebruikt werden.

91041 werd vanuit Varsseveld en Buurse in het sterrenbeeld Boötes gezien. De meteor loopt op de opname van Buurse van het negatief af. Het negatief van Varsseveld toonde 23 en dat van Buurse 32 meteormoten.

91059 werd vanuit Lattrop in Leo Minor en vanuit Buurse in Ursa Major gezien.

	Varsseveld	Buurse	Lattrop
91041	Zenit E f/2.8-35 mm	Pentax MX f/1.7-50 mm	
91059		Pentacoon FBM f/1.8-50 mm	Zenit E f/2.0-58 mm
91072	Zenit E f/2.0-58 mm	Mamya fish-eye f/3.5-30 mm	Zenit E f/2.0-58 mm

**Tabel 1 :** Overzicht van gebruikte camera's op de drie simultaanposten.

Het negatief uit Lattrop toonde 19 en dat uit Buurse 23 meteormoten.

91072 werd vanuit Varsseveld in Ursa Major, vanuit Lattrop in Cancer en vanuit Buurse in de Lynx gezien. Varsseveld telde 25 en Lattrop 31 moten. Buurse had bij deze opname geen sector en deed dus niet mee in de snelheidsberekening.

Alle opnamen waren zeer scherp.

### Verwerking:

#### Identificeren en uitmeten

Dankzij de kwaliteit van de opnamen was dit nu eens geen vervelende opgave. Deze taak wordt voortaan een stuk gemakkelijker met behulp van een nieuw computerbestand, waarmee de stercoördinaten gevonden kunnen worden in plaats van het opzoeken in de Tirion Star Catalogue.

We kozen per opname gemiddeld 19 referentiesternen, verspreid over het negatief. Bij het identificeren gebruikten we de Tirion Star Atlas en Catalogue 2000.0.

Het uitmeten van de negatieven werd gedaan in het Huygenslaboratorium te Leiden, waar we gebruik konden maken van de Jena Astrorecord xy meettafel.

Hiermee kunnen we op één duizendste millimeter nauwkeurig de coördinaten van de sterren en de meteormoten uitmeten. Elke meting werd twee maal uitgevoerd en daarna gemiddeld.

Ook dit tijdrovende werk (wij hebben er twee avonden aan gezeten) wordt binnenkort door de computer overgenomen.

### Verwerking: berekeningen

#### 1. Standaarddeviaties

We hebben de bepaalde coördinaten ingevoerd van de afzonderlijke posten in het programma "Firbal". Dit programma rekent de relatieve coördinaten op het negatief om in werkelijke coördinaten in de atmosfeer. We kunnen kiezen we met welke orde van nauwkeurigheid we

	Varsseveld		Lattrop		Buurse	
	Orde	SD	orde	SD	orde	SD
91041	3	26.9			3	22.4
91059			3	43.9	2	20.6
91072	2	29.9	2	25.2		

Tabel 2 : Gekozen orden en bereikte nauwkeurigheid voor de negatieven.

willen doorrekenen. De standaarddeviatie moet ongeveer 30 boogseconden zijn voor een goed negatief (zie tabel 2)

**2. Convergentiehoeken**

Voor het berekenen van de traject- en radiantgegevens zijn ook de convergentiehoeken tussen de verschillende posten van belang. Hoe groter immers de hoek hoe nauwkeuriger de resultaten. De convergentiehoeken zijn gegeven in tabel 3.

**3. Het traject in de dampkring en de baan om de zon.**

Met het FIRBAL programma zijn vervolgens de radiant en de trajectgegevens berekend. Met deze gegevens en enkele constanten met betrekking tot de beweging van de aarde in de ruimte (zoals bijvoorbeeld precessie en nutatie) kunnen we de heliocentrische baan van de meteor om de zon berekenen.

De baan wordt gedefinieerd door de vorm en afmetingen van de baan, vastgelegd door de halve lange as *a*, de excentriciteit *e* en de periheliumafstand *q*.

De oriëntatie van de baan in de ruimte wordt vastgelegd met de baanelementen  $\Omega$  (lengte van de klimmende knoop),  $\omega$  (de periheliumlengte) en *i* de inclinatie of baanhelling.

In tabel 4 geven de resultaten van de trajectberekeningen terwijl tabel 5 de berekende baanelementen voor de drie heliocentrische banen geeft.

Het is leuk om ook te kunnen zien waar precies de drie meteoren aan de hemel verschenen zijn. Om de banen te projec-

teren op zowel land- en sterrenkaarten heb je de begin- en eindpunten nodig.

De geografische posities van de drie Geminiden zijn gegeven in tabel 6.

**Literatuurwaarden**

De uiteindelijk verkregen resultaten zijn vergeleken met die van de NMS (Nippon Meteor Society), met die van de IAU (International Astronomical Union) en tenslotte met onze eigen resultaten van

1990.

Tot het midden van de jaren zeventig zijn de Geminiden vooral bestudeerd door verscheidene professionele organisaties. Van 1977 tot 1985 was de NMS de belangrijkste bron van informatie. In 1990 en 1991 was de DMS erg succesvol met de fotografische waarnemingen van de Geminidenzwerm.

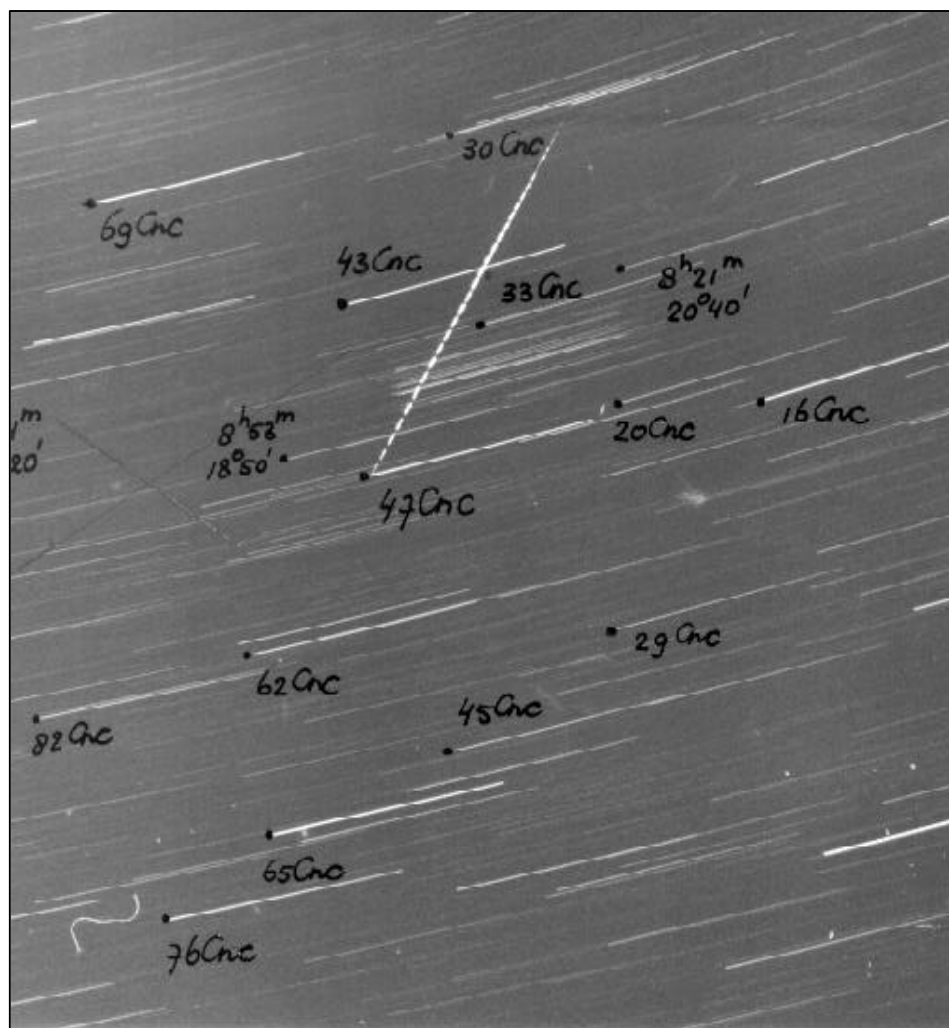
Omdat de DMS opnamen in veel gevallen vanuit drie of meer posten tot stand zijn gekomen, konden de toleranties in de berekende waarden worden bepaald.

Uiteindelijk levert een trimultaanopname drie simultaansets op, die met elkaar kunnen worden vergeleken.

De DMS berekende de snelheden van 61 verschillende meteoren van 1990 en kwam tot een gemiddelde van 34.86 km/s. Van deze meteoren werd ook de radiant uitgerekend en uitgezet in een grafiek samen met de gegevens van de IAU. Als je de resultaten vergelijkt zie je

	lat-var	lat-buu	var-buu
91041			8.4
91051		16.0	
91072	78.9	65.5	13.4

Tabel 3 : Convergentiehoeken voor de verschillende simultaancombinaties.



Figuur 1 : DMS 91072 gefotografeerd vanuit Lattrop. De meteor had een helderheid van -3 en doorsnijdt op deze foto de open sterrenhoop M44.

	RA	DECL	H begin	H eind	H max	$V_{\infty}$	$V_{gem}$
91041	116.25	33.72	90.39	63.54	73.06	34.71±0.44	34.08±0.29
91059	114.33	32.70	97.60	74.82	82.02	36.93±0.31	36.66±0.23
91072	114.91±0.04	32.85±0.03	97.32	58.63	73.54	36.26±0.06 36.16±0.18	35.71±0.02

**Tabel 4 :** Berekende radiant en trajectposities voor drie Geminiden. H in km ; V in km/s en RA en DECL in graden (2000.0)

	a	e	i	q	Q	$\omega$	$\Omega$
91041	1.18 ±0.05	0.879 ±0.007	24.2 ±2.0	0.143 ±0.01	2.22 ±0.09	325.84 ±1.63	261.79 ±0.000
91059	1.42 ±0.03	0.904 ±0.004	24.6 ±0.60	0.136 ±0.003	2.69 ±0.068	324.57 ±0.359	262.62 ±0.000
91072	1.36 ±0.009	0.893 ±0.001	23.88 ±0.157	0.141 ±0.000	2.59 ±0.02	324.26 ±0.07	262.71 ±0.000

**Tabel 5 :** Baanelementen met toleranties (2000.0) voor drie Geminiden.

	RA	DEC	q	a	e	i	$\omega$	$\Omega$	$V_{gem}$
NMS	113	33	0.149	1.246	0.878	23.2	324.8	261.3	35
IAU	111	32	0.140	1.389	0.899	23.5	324.3	260.2	37
DMS91	115	33	0.140	1.320	0.893	24.3	324.9	262.4	35

**Tabel 7 :** Baanelementen en radiantposities van DMS( 1991), IAU en NMS met elkaar vergeleken.

geen significante verschillen. Men kan echter opmerken dat de verdeling van de snelheden bij de DMS minder diffuus is. Dit geldt ook voor de radianten. Vanzelfsprekend worden hierdoor ook de baanelementen beïnvloed.

De NMS berekende in 1990 van 325 meteoren de radiant. De resultaten van NMS, IAU en de DMS van 1990 met daaronder onze gemiddelden zijn weergegeven in tabel 7.

### Conclusie

Onze resultaten komen overeen met die van de andere "professional campaigns". Door de hoge kwaliteit van de opnames en de nauwkeurigheden bij onze berekeningen mogen we veronderstellen dat onze resultaten goed zijn. Vooral DMS91072 is dankzij zijn grote convergentiehoeken en scherpe opnames zeer betrouwbaar.

### Tot slot

We willen uiteindelijk nog degenen bedanken die behulpzaam zijn geweest bij

het uitvoeren van het onderzoek en het maken van de publikatie.

Hans Betlem maakte ons duidelijk waar we nou uiteindelijk mee bezig waren en Ruud de Voogt hielp ons bij de vormgeving en de lay-out van het uiteindelijke werkstuk.

### Referenties :

- 1] Lindblad, B.A. : A study of meteor orbits obtained in Japan.
- 2] Betlem, H.: Ter Kuile, C.R.: De Lignie, M.C.: Three station photographic observations of the 1990 Geminid meteor shower. IAU Symposium "Meteoroids and their Parent bodies", Smolenice, Czecho-Slovakia. 1992.
- 3] Jenniskens, P. : DMS Visueel Handboek. Leiden, 1988.

	Longitude	Latitude
91041	8°19'05"	52°02'02"
	8°32'48"	52°04'21"
91059	8°07'37"	52°19'27"
	8°01'33"	52°23'25"
91072	7°01'45"	51°57'04"
	7°05'51"	52°02'35"

**Tabel 6 :** Geografische posities van de drie Geminiden boven het aardoppervlak.