

# Geminiden 1991 en 1994 : Fotografische resultaten

Hans Betlem <sup>1</sup>

## 1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

### English summary

After the successful Geminid campaign in France in 1990, during which more than 100 new photographic Geminid orbits were obtained [2,3], two more successful Geminid campaigns in the Netherlands followed.

During the weekend of December 13/14/15 1991 the skies were clear with no interfering moonlight. Several Dutch photographic stations were active. 48 Geminids were photographed from two or more stations [1]. 29 Geminid orbits could be computed.

In 1994 the second half of the night December 13/14 was very clear with only moonlight in the beginning. Four photographic stations captured 21 multi station Geminids [4] which resulted in 12 new Geminid orbits.

All trajectory and orbital data are presented in this article and the results are compared with older data.

### Inleiding

Het is al weer geruime tijd geleden, die historische Geminidenactie van 1991. Na de legendarische expeditie naar de Provence in december 1990, die 100 nieuwe fotografische Geminidenbanen opleverde, leek het erop, dat Geminiden successen alleen in het buitenland behaald konden worden.

Precies een jaar later werden we verast door een zeldzame combinatie van nieuwe maan, helder weer en een Geminidenmaximum tijdens een weekend. Alle fotografische DMS posten waren paraat gedurende die periode. De vrijdagavond gaf in het oosten van het land nog wat wolkenvelden na middernacht, die het team Lattrop nog tot een wanhoopscrashactie naar Meterik brachten, om daar de rest van de nacht bijgelicht door kassen te kunnen waarnemen [1].

Grote successen leverde deze fotografische actie voor de posten te Harderwijk, Lattrop/Meterik, Buurse, Varsseveld en Oostkapelle. Ruim 50 Geminiden werden vanuit meerdere plaatsen gefotografeerd en van 29 Geminiden konden de banen worden berekend.

Niet elk jaar is een goed Geminidenjaar. In 1992, 1993 en 1995 moesten we werkeloos toezien, toen wolken en/of maanlicht de pret bedierven.

Maar ook in 1994 kon er toegeslagen worden in een kortdurende actie, die eigenlijk al op voorhand als verloren werd beschouwd.

Na de passage van een koufront klaarde het in de nacht van 13/14 december 1994 ongelooflijk helder op. En terwijl een op een paar dagen na volle maan naar de westelijke horizon boog, maakten enthousiaste waarnemers zich op voor een paar uurtjes meteoren harken. De posten in de Bilt, Harderwijk, Leiden, Bosschenhoofd en Oostkapelle sloegen toe en enkele uurtjes later stonden 22 meervoudige opnamen genoteerd [4].

Inmiddels zijn alle waarnemingen van de Geminiden 1990, 1991 en 1994 uitgemeten, berekend en ondergebracht in de DMS fotografische meteorendatabase. Deze bevat (per januari 1996) 549 fotografische banen waarvan 144 Geminiden. Twee banen zijn uit 1993, één uit 1984, 100 (!) uit 1990, 29 uit 1991 en 12 uit 1994. Het totaal aantal simultaanopnamen is natuurlijk veel groter, want niet elke simultaanopname leidt ook tot de berekening van een heliocentrische baan. Zwakke sporen, weinig sektoronderbrekingen, kleine convergentiehoeken, het zijn allemaal factoren die het berekenen van een baan onmogelijk kunnen maken.

In dit artikel worden de 1991 en 1994 banen gepresenteerd en vergeleken met het 1990 materiaal dat eerder in Radiant werd gepubliceerd [2,3].

### Werkwijzen

Een fors deel van het materiaal is nog op de "klassieke" wijze uitgemeten en verwerkt. Van deze negatieven werden werkvergrotingen gemaakt, sterren met de hand geïdentificeerd en werden de negatieven uitgemeten op de Jena X-Y meettafel van de Leidse sterrenwacht. Menig avond werd achter de meettafel doorgebracht.

Het 1994 materiaal kon aanzienlijk sneller worden berekend dankzij de inzet van het Astrorecord programma, ontwikkeld door Marc de Lignie medio 1993. Toch moesten we ook voor dit materiaal weer een avond op de Leidse Sterrenwacht doorbrengen. Vanuit Leiden werden twee heldere Geminiden vastgelegd met een f/3.5-35 mm Zodiac fish-eye lens, voorzien van een 6x6 film. Voor het verwerken van dit soort opnamen is binnen Astrorecord nog geen oplossing. De overige opnamen konden snel met Astrorecord worden doorgemeten. Hierbij maken vele handen licht werk en veel meetwerk wordt steeds tijdens de zomer sterrenkampen in Varsseveld uitgevoerd.

**Table 1 :** DMS Orbital and trajectory data of 40 photographic Geminids. December 1991 and december 1994.

Code	Dag	N	Mv	q	a	e	i	omega	kl knoop	pi	RA	DEC	V inf	V g	V h	H beg	H end	Q max
91028	13,9126	3	-3	0,145	1,26	0,886	23,74	324,70	261,51	226,21	112,86	33,30	35,60	33,60	33,17	96,2	55,3	71,0
91032	14,0273	4	-4	0,138	1,35	0,898	22,34	324,78	261,62	226,41	113,19	32,22	36,20	34,39	33,85	100,7	67,9	46,7
91034	14,0418	3	-1	0,137	1,38	0,901	24,45	324,66	261,63	226,29	113,66	32,86	36,60	34,83	34,07	99,9	71,6	80,0
91036	14,0508	3	-2	0,141	1,31	0,892	23,72	324,76	261,65	226,41	113,97	32,91	35,90	34,11	33,55	98,6	69,2	28,8
91037	14,0810	2	-1	0,140	1,34	0,894	23,77	324,33	261,68	226,00	113,91	33,00	36,00	34,26	33,77	98,7	66,4	48,1
91041	14,1858	2	-2	0,143	1,18	0,879	24,25	325,84	261,79	227,62	116,36	33,70	34,70	33,04	32,43	90,4	63,5	8,4
91043	14,9360	3	-2	0,135	1,36	0,901	18,22	325,07	262,55	227,62	112,62	30,50	36,20	34,26	33,95	97,1	70,1	49,9
91045	14,9475	2	-2	0,135	1,43	0,905	23,39	324,59	262,56	227,15	113,41	32,28	37,00	35,11	34,38	92,3	62,1	46,4
91047	14,9544	2	0	0,161	1,36	0,882	27,03	321,73	262,57	224,29	113,90	35,03	35,93	34,01	33,91	96,9	75,9	81,6
91050	14,9634	2	0	0,150	1,52	0,901	23,90	322,04	262,58	224,62	112,51	33,13	36,90	35,03	34,89	89,9	76,9	25,2
91051	14,9658	2	-1	0,154	1,09	0,858	17,27	325,78	262,58	228,36	114,64	31,16	33,00	30,92	31,38	99,4	74,8	51,5
91052	14,9789	3	-1	0,140	1,42	0,902	24,20	324,03	262,59	226,62	113,76	32,74	36,80	34,94	34,32	94,2	73,1	56,9
91055	14,9888	2	-1	0,131	1,50	0,913	25,64	324,74	262,60	227,34	114,13	32,64	37,70	35,89	34,80	96,3	81,2	73,1
91058	14,9921	2	0	0,149	1,34	0,889	22,71	323,44	262,61	226,05	113,73	32,74	35,80	33,92	33,79	87,4	72,5	32,8
91059	15,0103	2	-1	0,136	1,41	0,904	24,64	324,57	262,62	227,20	114,44	32,68	36,90	35,10	34,29	97,6	74,8	16,0
91061	15,0290	2	-1	0,143	1,31	0,891	23,01	324,56	262,64	227,20	114,70	32,57	35,77	33,93	33,51	93,4	78,2	71,0
91063	15,0221	3	-2	0,138	1,38	0,900	23,84	324,53	262,65	227,18	114,56	32,55	36,53	34,75	34,08	95,2	63,0	30,6
91064	15,0343	5	-2	0,149	1,28	0,883	19,39	323,97	262,65	226,62	113,66	31,60	35,00	33,13	33,30	109,0	59,9	53,5
91065	15,0400	3	-1	0,150	1,40	0,893	22,11	322,85	262,65	225,50	113,47	32,54	36,00	34,20	34,20	94,2	81,3	83,9
91069	15,0819	2	-2	0,134	1,41	0,905	24,75	324,91	262,70	227,61	115,09	32,62	36,90	35,19	34,27	102,8	64,1	35,6
91071	15,0906	2	-1	0,138	1,40	0,902	23,78	324,44	262,71	227,15	114,77	32,55	36,60	34,89	34,22	94,3	69,7	38,1
91072	15,0923	3	-3	0,141	1,36	0,896	23,88	324,26	262,71	226,96	115,02	32,83	36,20	34,49	33,94	110,7	58,6	78,9
91073	15,0984	2	0	0,147	1,39	0,894	20,30	323,37	262,72	226,09	113,76	31,82	35,80	34,09	34,11	94,4	78,5	28,4
91074	15,1203	3	-2	0,129	1,43	0,910	27,51	325,40	262,74	228,13	116,18	33,31	37,40	35,79	34,41	98,5	72,2	20,9
91075	15,1241	2	-1	0,148	1,38	0,893	23,96	323,29	262,74	226,03	114,84	33,29	36,00	34,33	34,05	91,8	77,1	34,5
91076	15,1341	3	-1	0,142	1,33	0,893	22,94	324,52	262,75	227,27	115,35	32,61	35,80	34,13	33,67	93,0	63,2	83,7
91078	15,1470	5	-2	0,144	1,35	0,893	22,45	324,13	262,76	226,89	115,04	32,59	35,80	34,15	33,82	97,5	68,6	81,9
91080	15,1689	2	-1	0,141	1,47	0,904	24,81	323,56	262,79	226,34	114,98	33,27	36,80	35,23	34,61	95,7	81,9	31,6
91081	15,1959	2	-1	0,146	1,32	0,889	22,84	323,98	262,81	226,79	115,49	33,05	35,50	33,89	33,63	96,8	69,7	42,8
94036	14,1251	4	-3	0,144	1,34	0,892	23,94	324,09	261,96	226,04	114,38	33,22	35,90	34,21	33,77	94,6	62,7	77,9
94039	14,1628	3	-2	0,147	1,26	0,883	22,27	324,47	262,00	226,47	114,83	32,96	35,00	33,32	33,13	96,4	66,9	86,0
94040	14,1667	2	-2	0,147	1,50	0,902	27,32	322,47	262,00	224,47	114,22	34,54	37,00	35,42	34,82	92,4	73,9	8,6
94041	14,1712	2	-1	0,124	1,26	0,901	21,46	327,48	262,01	229,49	115,70	31,43	35,90	34,27	33,14	92,7	78,4	32,7
94042	14,1714	2	1	0,133	1,38	0,903	25,15	325,25	262,01	227,25	115,19	33,10	36,60	35,01	34,02	92,0	83,9	75,1
94043	14,1715	2	0	0,151	1,40	0,892	19,98	322,74	262,01	224,75	112,90	32,20	35,60	33,97	34,19	91,1	77,6	3,4
94044	14,1716	5	-4	0,145	1,27	0,886	23,50	324,62	262,01	226,62	115,15	33,33	35,30	33,64	33,24	96,2	51,2	48,2
94046	14,1917	2	1	0,148	1,39	0,894	23,14	323,22	262,03	225,25	114,06	33,29	35,90	34,32	34,12	92,0	76,2	28,4
94047	14,2210	6	-2	0,140	1,29	0,891	23,95	325,11	262,06	227,16	115,59	33,38	35,60	34,02	33,38	96,6	68,0	83,7
94048	14,2222	3	-1	0,145	1,25	0,884	22,72	324,77	262,06	226,83	115,43	33,25	35,00	33,39	33,07	99,6	75,6	74,1
94049	14,2313	2	0	0,140	1,33	0,895	20,66	324,65	262,07	226,72	114,37	32,23	35,60	34,04	33,73	95,6	77,2	20,2
94050	14,9081	2	-4	0,143	1,49	0,905	23,49	323,18	262,75	225,93	112,65	32,68	37,10	35,18	34,77	91,4	46,5	85,1
<b>mean :</b>				0,142	1,36	0,895	23,2	324,3		226,61	114,35	32,77	36,0	34,3	33,8			
<b>st. dev.</b>				0,007		0,010	2,1	1,1		1,04	0,97	0,80	0,8	0,9	0,7			

## Resultaten

Tabel 1 geeft de samengevatte resultaten voor de baan- en trajektberekeningen.

De gemiddelden zijn gegeven voor de verschillende parameters. In een eerder artikel in Radiant zijn de resultaten van de Geminiden 1990 (Provence) besproken en vergeleken met de Geminiden uit de IAU database en met Japans materiaal.

Tabel 2 geeft de gemiddelden van de 1990 actie, de 1991 en 1994 acties en de IAU data nog eens weer.

Het materiaal uit 1991 en 1994 geeft waarden die nauwelijks afwijken van de 1990 data. De waarde van dit materiaal wordt hiermee aanzienlijk versterkt. DMS is duidelijk de houder van het grootste wereldtotaal aan Geminidenbanen, een eer die we overigens met meer zwermen dragen (Boötiden, Lyriden, Perseïden en Leoniden).

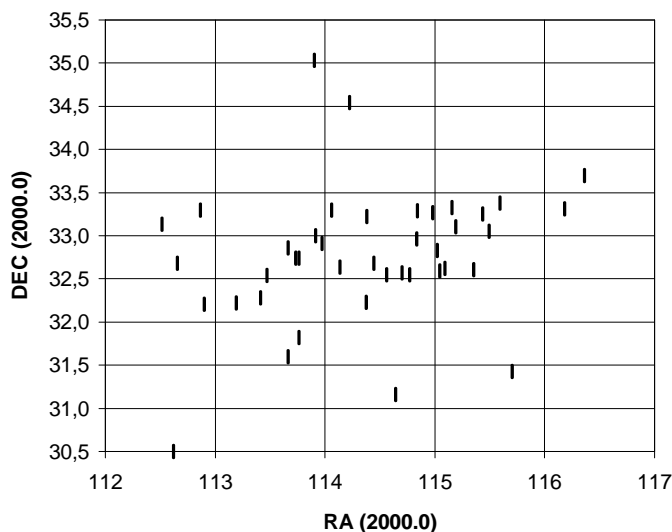
Figuur 1 laat de spreiding in de radiantposities zien. Spreiding in rechte klimming en declinatie zijn, rekening houdend met de declinatie van de radiant, ongeveer gelijk. Er zijn geen grote uitschieters in de rechte klimming, doordat bij de Nederlandse waarnemingen meestal de verschijningstijdstippen beschikbaar zijn dankzij het grote aantal waarnemers dat meestal visueel actief is. Daarnaast laten de korte belichtingstijden die bij ons gebruikelijk zijn (maximaal een half uur) zelden grote toleranties in de rechte klimming toe.

Samenvattend mag geconcludeerd worden, dat DMS zijn fotografische eer hoog gehouden heeft in de voorbije Geminidencampagnes en dat er uitstekend materiaal aan de fotografische database is toegevoegd.

### Tot slot

Veel werk aan het 1991 materiaal is verricht achter de meettafel op de Leidse Sterrenwacht.

Gezien de gezelligheid tijdens de meetavonden en de plezierige contacten op de sterrenwacht is het toch jammer, dat



**Table 1 :** Radiant positions (2000.0) of 40 photographic Geminid meteors. (1991 and 1994). For double station meteors a typical value for the accuracy is  $\pm 0.1$  degree in RA and DECL.

Summary Geminid data	DMS (1990)	DMS (1991,1994)	IAU database Lund
RA (2000.0)	$114^{\circ}.06 \pm 1.8$	$114^{\circ}.35 \pm 1.0$	
DEC (2000.0)	$32^{\circ}.31 \pm 0.9$	$32^{\circ}.77 \pm 0.8$	
q (AU)	$0.139 \pm 0.009$	$0.142 \pm 0.007$	$0.140 \pm 0.010$
a (AU)	1.39	1.36	1.38
e	$0.900 \pm 0.007$	$0.895 \pm 0.01$	$0.899 \pm 0.010$
i	$24^{\circ}.4 \pm 2.1$	$23^{\circ}.2 \pm 2.1$	$23^{\circ}.8 \pm 1.8$
$\omega$	$324^{\circ}.5 \pm 1.6$	$324^{\circ}.3 \pm 1.1$	$324^{\circ}.4 \pm 1.5$
$\pi$	$226^{\circ}.6 \pm 1.7$	$226^{\circ}.6 \pm 1.0$	$225^{\circ}.5 \pm 4.6$
V (geo) (km/s)	$34.8 \pm 0.7$	$34.3 \pm 0.9$	$34.9 \pm 1.3$
V (inf) (km/s)	$36.6 \pm 0.7$	$36.0 \pm 0.8$	$36.7 \pm 1.3$
N (meteors)	92	40	99

**Table 2 :** Mean values for orbital data Geminids 1990 (DMS), Geminids 1991 and 1994 (DMS) and Geminids IAU Database Lund

dit tijdperk (vrijwel) tot het verleden behoort. De metingen zijn (naast schrijver dezes) uitgevoerd door Casper ter Kuile, Marc de Lignie, Jaap van 't Leven en Marco Langbroek. Casper ter Kuile leverde de fraaie prognoses voor alle posten waarmee het snel en gemakkelijk simultanen zoeken was. Het waarnemingsmateriaal werd in 1991 geleverd door de groepen te Lattrop (Casper ter Kuile cs.), Varsseveld (Hans Betlem cs.), Harderwijk (Koen Miskotte), VSB Bussloo (Alex Scholten), Buurse (Romke Schievink), Oostkapelle (Klaas Jobse) en Langevelderslag (Jen-

niskens cs.). In 1994 werd gefotografeerd vanuit Leiden (H.Betlem), Boscshoofd (Jaap van 't Leven), de Bilt (Casper ter Kuile), Harderwijk (Koen Miskotte) en Benningbroek (Jos Nijland). Zonder hun allen waren deze resultaten niet tot stand gekomen.

### Referenties

- 1] Radiant 14 (1992) pp. 4-18
- 2] Betlem H. et. al. Radiant 16 (1994) pp. 33-38
- 3] Betlem H. et. al. Radiant 16 (1994) pp. 57-62
- 4] Radiant 17 (1995) pp. 1-15