

# Eerste simultane TV meteoren verwerkt

Marc de Lignie\*

29 Mei 1992

## English summary

A record is given of the problems encountered, and the solutions found, during the reduction of the first double-station TV recordings of meteors in the Netherlands. As some of these meteors belong to the geminid meteor stream, they also constitute, as far as we know, the first sample of double-station geminid meteors ever recorded by TV techniques. For 5 out of 17 meteors, preliminary data on atmospheric trajectories are presented. Final results will follow in a later issue of this journal.

## Inleiding

Het is 14 december 1991, laat in de avond. Een nietig stofje suist met immense snelheid de atmosfeer van de Aarde binnen. Van alle mooie plekjes op Aarde heeft het lot het Gelderse plaatsje Ewijk als richtpunt aan het stofje toegewezen. Maar dit richtpunt zal nooit worden bereikt. Al zo'n 100 km voor de aankomst wordt het stofje belaagd door venijnige luchtmoleculen, die het sterk doen opwarmen en ten slotte laagje voor laagje afpellen onder uitzending van een felle gloed.

Enige tijd daarvoor zijn twee waarnemers enigszins mopperend bezig geweest om hun videocamera's op zo'n 90 km boven Ewijk te richten. Voor hun is dit richtpunt pure noodzaak omdat het grofweg halfverwege tussen hun verafgelegen waarneemplaatsen ligt. Nog steeds echter moeten zij hun camera's vrij laag richten en dat levert niet van die mooie plaatjes op. Al een paar keer eerder hadden zij kostbare waarneemtijd besteed aan pogingen om een meteor simultaan op video vast te leggen, maar even zovele keren resulteerde dit slechts in de genoemde slechte beelden. De unieke combinatie van een Geminidenmaximum zonder maanlicht bij een kraakheldere hemel deed hen tot deze nu-of-nooit actie besluiten. Dankzij deze vasthoudendheid is het plotse einde van het onfortuinlijke stofje uit de Geminidenzwerm nu op unieke wijze vastgelegd.

## Het materiaal

In totaal hebben Klaas Jobse en Romke Schievink, want zij waren het, zeventien meteoren simultaan op video vastgelegd. Het merendeel hiervan behoort tot de Geminidenzwerm. Dit is in ieder geval een Nederlandse primeur, maar zover ik heb kunnen nagaan is het simultaan vastleggen van Geminiden met videocamera's zelfs een wereldprimeur. Professionals zijn tijdens een flink aantal simultaanacties met tv camera's niet aan de Geminiden toegekomen [1,2]. Zoals in eerdere artikelen is uitgelegd, is het verwerken van videomateriaal geen eenvoudige zaak [3]. Een eerste inspectie van de videobanden leerde, dat het deze keer wel eens erg moeilijk kon gaan worden. Op de band van Klaas was

slechts een zestal sterren zichtbaar die duidelijk genoeg zichtbaar waren om als referentiester dienst te kunnen doen. Dit aantal is niet genoeg om over het hele beeldveld nauwkeurige metingen aan een meteor te kunnen doen. Bovendien bleek mijn videorecorder volledig op tilt te gaan zodra ik van het ene stilstaande beeldje naar het volgende probeerde te stappen. Het lag voor de hand dit te wijten aan de problemen die Klaas tijdens het waarnemen met zijn videorecorder had gehad. De originele band was niet normaal af te spelen, maar door de band te kopiëren kon Klaas de band alsnog afkijken. Mijn videorecorder wist met de kopie echter geen raad.

Soortgelijke problemen deden zich voor met de videoband van Romke. Hierop waren wel voldoende sterren zichtbaar en ook was een redelijk stabiel stilstaand beeld mogelijk. Bij het digitaliseren van het stilstaande beeld met behulp van mijn computer met frame grabber ging het echter mis. Vooral de hoogte waar Romke's camera de tijd in beeld plaatste bleek kritiek. Het deel van het beeld boven deze tijdafbeelding was redelijk reproduceerbaar te digitaliseren. Het deel van het beeld daaronder werd echter op onacceptabele wijze door elkaar gehutseld. De problemen leken te ontstaan door de grote zwarting van de cijfers van de tijdafbeelding, die mogelijk als synchronisatiepieken werden opgevat door de frame grabber. Verder was ook deze band een kopie, omdat het origineel op het door mij niet verwerkbare VIDEO2000 systeem was opgenomen.

Al met al was er nog hoop dat in ieder geval de meteoren die bij Romke boven in beeld waren verschenen, verwerkt zouden kunnen worden. Voor de digitalisatie van de Zeeuwse opnamen zou dan Klaas' videorecorder gebruikt moeten worden, die toch al eens geruime tijd bij mij had gelogeed.

Hoewel er bij beide videobanden een aannemelijke oorzaak was voor de problemen, was het toch gek dat de problemen juist optraden bij mijn eigen videorecorder, waarmee ik nog nooit videometeoren had gedigitaliseerd. Zelf opgenomen banden lieten zich echter prima digitaliseren. Deze tegenstelling bracht mij op het, achteraf voor de hand liggende, idee om maar eens even naar de plaatselijke videotheek te gaan (ja, die van Radiant adverteerder Kok) en een moviebox te huren. Na een avondje hometapen gaf dit het

\*Boerhaavelaan 196, 2334 EW Leiden

Table 1: De trajekt- en radiantgegevens van vijf TV meteoren uit de nacht 14/15 december 1991.  
De radiant is gegeven voor de equinox van verschijning.  $Q$  is de convergentiehoek.

tijd (UT)	zwerm	$m_V$	Oostkapelle			Buurse			Radiant (1992.0)		
			$H_b$ (km)	$H_e$ (km)	$\bar{v}$ (km/s)	$H_b$ (km)	$H_e$ (km)	$\bar{v}$ (km/s)	RA ( $^\circ$ )	DE ( $^\circ$ )	$Q$ ( $^\circ$ )
0:17:38	Gem	4	96.9	88.3	33.7	95.5	91.1	34.6	112.0	32.1	26
0:25:03	spo	3	101.6	87.6	30.0	100.1	89.5	30.0	169.4	81.7	56
0:25:04	Gem	4	99.9	87.0	43	98.4	92.0	47	111.7	34.3	25
0:29:44	Gem	3	97.0	85.0	34.4	94.7	88.4	34.3	114.5	33.7	27
0:35:15	Gem	4	92.4	87.8	27.8	100.3	91.1	50.1	93.4	29.6	5

volgende resultaat: een iets wiebeliger beeld bij het normale afspelen, maar wel een perfect stilstaand beeld! Dit laatste vertaalde zich tevens in een goede kwaliteit van de gedigitaliseerde beelden.

### De verwerking

Een paar dagen daarvoor hadden Peter Jenniskens en ik — tijdens een treinrit op weg naar de opening van het nieuwe LSV bureau, maar dit terzijde — ook een oplossing gevonden voor het kleine aantal referentiesternen op Klaas' video-opnamen. Omdat de camera tijdens het opnemen onbeweeglijk stil heeft gestaan, kunnen de metingen aan referentiesternen voor verschillende meteoren worden samengevoegd tot één groot referentiefraam. De meteoren zijn immers op verschillende tijden verschenen en dus staan de paar sterren die zichtbaar zijn, bij elke meteor

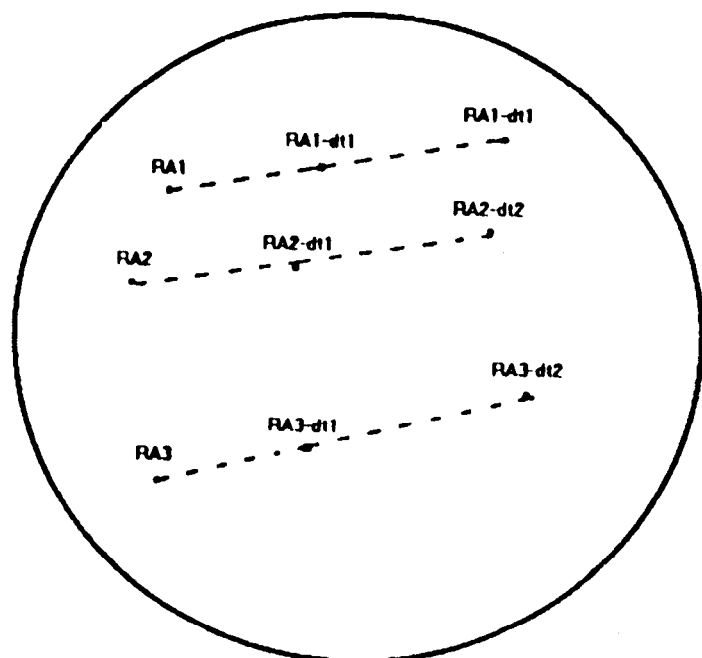


Figure 1: Een voorbeeld van het samenvoegen van meerdere metingen aan steeds dezelfde sterren tot één referentiefraam. Ten tijde van de te meten meteor (niet zichtbaar) staan de sterren met rechte klimmingen RA1, RA2 en RA3 links in beeld. Op twee tijdstippen dt1 en dt2 later zijn de sterren naar rechts verschoven en moeten deze tijdsverschillen van de rechte klimmingen worden afgetrokken.

op een andere plaats (zie fig. 1). Voor het naadloos samenvoegen moeten alleen de rechte klimmingen van de meerdere malen gemeten sterren zodanig worden aangepast, dat zij op het tijdstip van de te berekenen meteor op de gemeten positie op het beeldveld hadden moeten staan (er rekening mee houdend dat de sterren 24.00 uur in rechte klimming verschuiven in een tijdsduur van 23.93 uur). Met deze methode was het geen probleem om over het hele beeldveld referentiepunten te vinden.

De verdere verwerking gaat nu op een standaard manier die eerder al eens uitgebreider in Radiant is beschreven [3]. De videorecorder wordt in de stilstaand beeld stand gezet, waarna je het eerste beeldje opzoekt waarop de meteor zichtbaar is. Dit laatste gaat het makkelijkst met een videorecorder die is uitgerust met een zogenaamde jog shuttle. Hiermee kun je namelijk ook achteruit de band beeldje voor beeldje bekijken en loop je niet het risico om het begin van de meteor te missen. Vervolgens wordt het stilstaande beeldje vanuit een zelfgeschreven computerprogramma met behulp van de eerder genoemde frame grabber in het computergeheugen gelezen. Nadat de referentiesternen en het kleine fragmentje meteor grof met de cursor zijn aangewezen, berekent de computer de precieze posities. Dit proces herhaalt zich dan een stuk of 15 keer voor de volgende beeldjes waaruit de meteor is opgebouwd. Dit hele meetproces beslaat slechts enkele minuten. Veel meer tijd is dan al gaan zitten in het opzoeken van de referentiesternen in de atlas en het intikken van de gevonden coördinaten. En de cameramannen hebben ongetwijfeld ook flink wat tijd nodig gehad voor het opsporen van de meteoren en het samenvoegen van de simultaansets.

De rest van de verwerking is nu simpel, want de meetprogramma's maakt direct invoerfiles aan voor de computerprogramma's die voor het fotografische simultaanwerk worden gebruikt. Helaas bleek de allereerste simultane TV meteor niet verwerkbaar, omdat deze vrij zwak was en bovendien bij Klaas aan de rand van het beeldveld verscheen. Bij het stilzetten van de videorecorder verdween de meteor volledig in de ruis. De volgende vijf simultanen waren wel helder genoeg.

### De resultaten

De resultaten van de trajektberekeningen zijn te vinden in tabel 1. De trajekten zijn getekend als projecties op het aardoppervlak in fig. 2. Doordat de Geminidenradiant hoog aan de hemel stond, vielen de meteoren bijna loodrecht naar beneden toe en zijn de geprojecteerde trajekten maar enkele

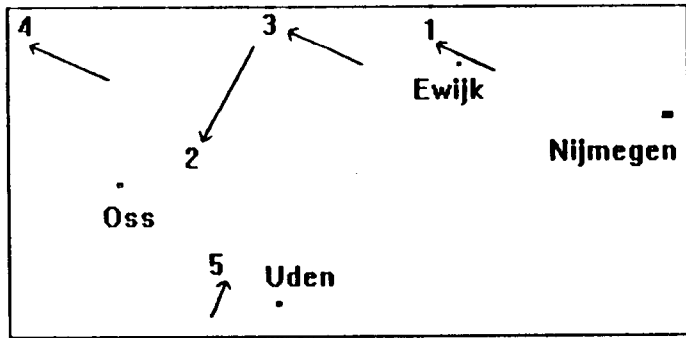


Figure 2: De vijf TV meteoren geprojecteerd op het Nederlandse aardoppervlak.

kilometers lang. Het is opvallend dat de vijf meteoren in een gebiedje van slechts 30 bij 30 km verschenen. Dit is des te opmerkelijker als we ons realiseren dat de meteoren in een periode van slechts 20 minuten zijn verschenen. Merk ook op dat Uden, de vindplaats van één van de zeldzame Nederlandse meteorieten, zich in het simultaan gebied bevindt.

Wanneer we de hoogtes waarop beide posten de meteoren zagen oplichten en uitdoven vergelijken, dan valt op dat de camera van Klaas in het algemeen een iets langer deel van het traject heeft waargenomen, ondanks het feit dat deze camera lager boven de horizon stond gericht. Dit komt doordat de camera van Romke een groter beeldveld heeft en daardoor noodzakelijkerwijs een iets lagere grensmagnitude. Alleen voor de vijfde meteor vinden we vanuit Buurse gezien een langer traject dan vanuit Oostkapelle, maar deze meteor begon vanuit Oostkapelle gezien buiten het beeldveld.

In het meest rechtse deel van tabel 1 is te zien dat de meteoren 1,3 en 4 vrijwel dezelfde radiant hebben, de Geminidenradiant. De gevonden rechte klimmingen rond  $113^\circ$  en declinaties rond  $33^\circ$  komen goed overeen met (nog te publiceren) resultaten van het fotografische rekenwerk van DMS. Meteor 5 is vermoedelijk ook een Geminide, maar vanwege de kleine convergentiehoek van de simultaan set ligt de berekende radiant een flink eind uit de richting. Van het fotografische rekenwerk aan meervoudige opnames is bekend dat rekenresultaten in het algemeen steeds onbetrouwbarder worden naarmate de convergentiehoek verder onder de  $15^\circ$  ligt. Meteor 2 heeft een radiant dicht bij de poolster ter hoogte van de pan van de Grote Beer en behoort naar mijn weten niet tot een bekende zwerm.

De gegeven radianten zijn overigens slechts voorlopige resultaten omdat voor de berekeningen domweg de begin- en eindpunten van de meteorsporen zijn genomen. De nauwkeurigheid van de simultaan berekeningen is nog te vergroten door een grote cirkel door alle meetpunten van de meteorsporen te fitten. Door de oude begin- en eindpunten vervolgens op de gevonden grote cirkel te projecteren, kunnen de aldus gevonden punten voor de simultaan berekeningen worden gebruikt. Deze methode wordt overigens al toegepast in Cepelcha's REDCON computerprogramma voor astrometrie aan fish-eye opnames. Voor de video opnames is echter het TURNER programma gebruikt.

Een kunst apart is het bepalen van meteorsnelheden uit een flink aantal meetpunten met onderling grote scatter. Om voor de videometeoren de beste methode te bepalen is eerst meer materiaal nodig (er moeten er nog 11 verwerkt worden). De snelheden in de tabel zijn grof bepaald volgens de klassieke formule  $\bar{v} = \Delta L / \Delta t$  (Gemiddelde snelheid = trajectlengte gedeeld door de tijdsduur tussen begin- en eindpunt). Voor de meteoren 1, 2, en 4 geeft dit zeer hoopvolle resultaten, omdat de gevonden snelheden voor beide posten zeer goed overeenstemmen. Gemiddelde snelheden van 34.2 en 34.4 km/s (meteoren 1 en 4) zijn bovendien zeer aannemelijk voor een geminide. Bij meteor 3 lijkt er iets mis te zijn gegaan: de snelheden komen niet mooi overeen voor beide posten en zijn bovendien te hoog voor een Geminide. Voor een definitieve diagnose wacht ik eerst de nauwkeurigere berekeningen met gefitte begin- en eindpunten af. De ravage bij meteor 5 is uiteraard weer te wijten aan de kleine convergentiehoek.

### Conclusies

De eerste berekeningen aan simultane TV meteoren in Nederland vormen een belangrijke stap vooruit bij de toepassing van TV technieken voor het waarnemen van meteoren door amateurs. Met bovenstaande berekeningen is aangetoond dat met zelfgebouwde videocamera's met beeldversterkers betrouwbare simultaanopnamen kunnen worden verkregen. De nauwkeurigheid is naar verwachting vergelijkbaar met fotografische simultaanopnamen verkregen met fish-eye optiek. Het aantal simultaanopnamen dat met videocamera's met beeldversterkers kan worden verkregen is echter veel groter dan met fish-eye camera's. Ten opzichte van fotografie met standaard optiek heeft het werken met videocamera's het voordeel dat steeds het verschijningstijdstip van de meteor bekend is. Dit kan vooral een groot voordeel worden tijdens de verwachte toekomstige Leonidenregens. Op de traditionele fotografische tijdopnames zal het samenstellen van simultaan sets met bijbehorende verschijningstijdstippen dan bijna onmogelijk worden. Maar hopelijk zullen bovenstaande resultaten de videowaarnemers stimuleren om ook in de tussentijd nog flink wat simultane meteoren te verzamelen. •

### Referenties

- [1] Sarma, T. ; Jones, J. and Cepelcha, Z. 'Double-station observations of 454 TV meteors', *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* **36** (1985) 9 [Trajectories], **36** (1985) 103 [Orbits] and **36** (1985) 116 [Populations].
- [2] Andreev, G. ; Mykhamednazarov, S. and Shafiev, R. 'Catalog of the radiant, velocities and orbital elements of 84 meteors based on TV observations', *Second GLOBMET Symposium, Kazan, GOS* (1988).
- [3] de Lignie, M. C. : 'Het uitmeten van TV meteoren', *Radiant* **12** (1990) 17.