

# Fotografische simultaanopnamen 1989 (1)

## Perseïden

Hans Betlem \*, Marc de Lignie † en Casper ter Kuile ‡

28 oktober 1990

### English Summary

In 1989 Dutch meteor observers photographed 54 multi station meteors. 32 Of them were Perseids, photographed during the period from August 5 to August 14.

A description of the rough photographic data is given. Orbital data could be computed for 29 Perseids. They are presented in this article. Astrometric and photometric data of a bright Perseid fireball which was photographed from six stations will be published later in this journal by J.P.van Oudheusden and M.van Dijk. Astrometric results and orbital data for a bright Perseid which was photographed from nine stations will be published by M.Schuurman and P.Vettenburg.

The photographic images of the Perseids in 1989 were almost taken with simple 35 mm cameras, equipped with objectives ranging from 35 mm to 58 mm focal length and synchronously driven rotating shutters.

The typical photographic accuracy on the plates is about half a minute of arc. Trajectories and orbits have been calculated using the computer program FIRBAL which was developed by Zd.Cepelcha (Astronomical Institute of the Czecho-Slovak Academy of Sciences at Ondřejov, Czecho-Slovakia) for trajectory computation of fireballs, photographed with the cameras of the European Network (EN).

### Inleiding

1989 Was het meest succesvolle jaar tot nu toe op fotografisch gebied. Aan het eind van het jaar stonden er 54 meervoudige opnamen geregistreerd. Het grootste deel ervan, 32 stuks, waren Perseïden, gefotografeerd tussen 5 en 14 augustus. Natuurlijk waren niet alle opnamen even nauwkeurig en geschikt voor reductie. In het algemeen laten de zwakkere (magnitude 0) Perseïden te weinig goed meetbare sektoronderbrekingen zien om tot verantwoorde snelheidsbepalingen en heliocentrische banen te komen. Twee speciale Perseïden zullen in aparte artikelen aan de orde komen: De  $-6^m$  vuurbol van 13 augustus 1989  $2^h27^m40^s$  UT, waaraan ook uitgebreid fotometrisch onderzoek gedaan is door Jean-Paul van Oudheusden en Mathijs van Dijk en de *negen-voudig* gefotografeerde Perseïde op 13 augustus  $1^h57^m20^s$  UT, die volledig geanalyseerd is door Mirko Schuurman en Paul Vettenburg. Het artikel over deze negen-multaan opname treft U elders in deze Radiant aan. In dit artikel beschrijvingen van het gereduceerde materiaal en bij de meeste opnamen baan en trajektgegevens.

### De opnamen

Gezien het grote aantal te bespreken simultaanopnamen is het ondoenlijk om de gegevens per opname in aparte tabelletjes bij elkaar te zetten. We zullen volstaan met het geven van de relevante gegevens per set en de presentatie van de berekende n-multaan resultaten in verzameltabellen.

Zo kunnen toch alle rekenresultaten gepresenteerd worden zonder dat we vele Radianten moeten gaan vullen met tabellen. De opnamen zullen chronologisch besproken worden.

### DMS 89004 2 augustus 1989 $23^h24^m37^s$ UT

De eerste simultane Perseïde van de aktie 1989, gefotografeerd vanuit *Bussloo* en vanuit *Heesch*. Het betreft slechts een zwakke meteor (magnitude 0), die vanuit Bussloo werd gefotografeerd nabij de grens UMA-UMi en vanuit Heesch nabij de grens Cam-Lyn. Op de opname vanuit Heesch is de meteor op de grens van zichtbaarheid; vanuit Bussloo zijn een tiental sektoronderbrekingen te tellen. Hier staat hij op hetzelfde negatief als de eveneens simultane Capricornide van  $23^h30^m09^s$  UT. De convergentiehoek tussen beide opnamen bedroeg ruim  $20^\circ$ . Omdat de sektoronderbrekingen maar zwak zijn, verdient de snelheidsbepaling geen schoonheidsprijs:  $V_\infty = 59.5 \pm 1.3$  km/s. De baanelementen geven typische Perseïde waarden. Overigens beschikken we over slechts een handjevol simultaan doorerekende Perseïden van vóór 5 augustus, zodat dit soort opnamen steeds een waardevolle aanvulling vormt.

### DMS 89008 8 augustus 1989 $23^h47^m38^s$ UT

Deze Perseïde is trimultaan opgenomen nl. vanuit *Meterik*, *Heesch* en *Denekamp*. Het is een zeer karakteristiek plaatje van een Perseïde met gelijkmatig toenemende helderheid en een felle eindflare, zoals we ze bij Perseïden niet zoveel tegenkomen.

\*Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

†Boerhavelaan 196, 2334 EW Leiden

‡Akker 145, 3732 XD De Bilt

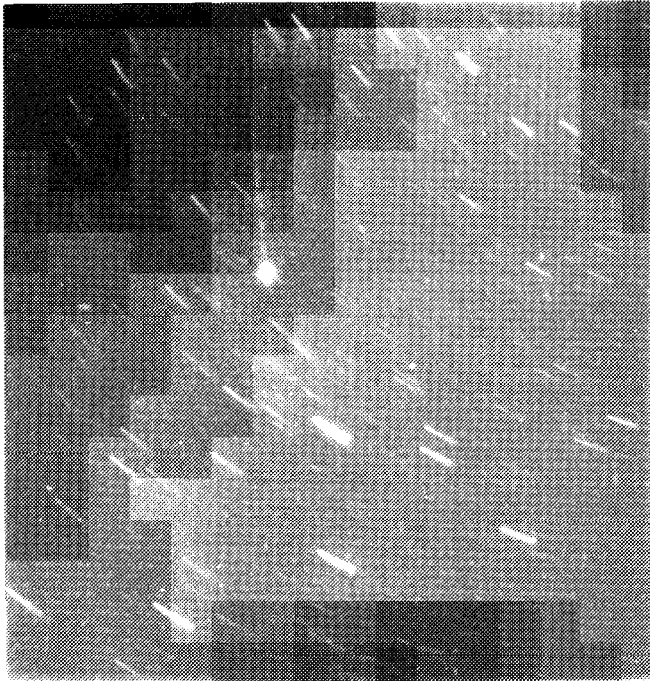


Figure 1: 89008. All sky opname vanuit Meterik.

Heesch leverde zondermeer de mooiste opname. Het spoor spat hier juist boven het vierkant van Pegasus uiteen. Het negatief toont 15 scherpe sektoronderbrekingen waarvan en 13 in de snelheidsberekeningen verwerkt zijn. Meterik leverde een all-sky opname met een 16 mm Sigma fish-eye lens. Hier vertoonde de meteor zich in Lacerta. Het negatief is iets onscherp en toont acht onderbrekingen. Gezien vanuit Denekamp is het spoor erg lang. De meteor verscheen hier nabij Altaïr en loopt in de Arend van het negatief af. De eindflare blijft hier buiten beeld. De trimultaanset geeft prima trajectberekeningen, een nauwkeurige radiantpositie en (weer) typische Perseïde-baanelementen.

#### DMS 89009 10 augustus 1989 0<sup>h</sup>45<sup>m</sup>58<sup>s</sup> UT

Dit -1<sup>m</sup> exemplaar werd simultaan opgenomen tussen Bussloo en Meterik. Vanuit deze laatste post vertoont de meteor een zeer kort spoortje in Cam; vanuit Bussloo zijn tien scherpe sektoronderbrekingen te meten in Andromeda. De snelheidsnauwkeurigheid is hoog en de sporen maken een flinke hoek (86°) met elkaar. Helaas slechts twee componenten: Het is één van de nauwkeuriger gereduceerde Perseïden.

#### DMS 89010 11 augustus 1989 2<sup>h</sup>13<sup>m</sup>46<sup>s</sup> UT

Een schitterende -3<sup>m</sup> Perseïde maar een problemenkindje in de verwerking. De posten Bussloo en Heesch legden dit mooie exemplaar vast. Vanuit Bussloo werd de meteor gefotografeerd nabij de grens Waterman-Vissen terwijl hij vanuit Heesch in de Vissen zat. Een grote afstand van de meteor tot beide posten derhalve, resulterend in een ongunstige convergentiehoek van amper 10 graden, sporen op grote afstand van de radiant en daardoor grotere onnauwkeurigheden in de trajectbepaling. De gevonden snelheid is te hoog en leidt tot een hyperbolische baan. Jammer dat we juist van dit schitterende exemplaar met op beide posten een

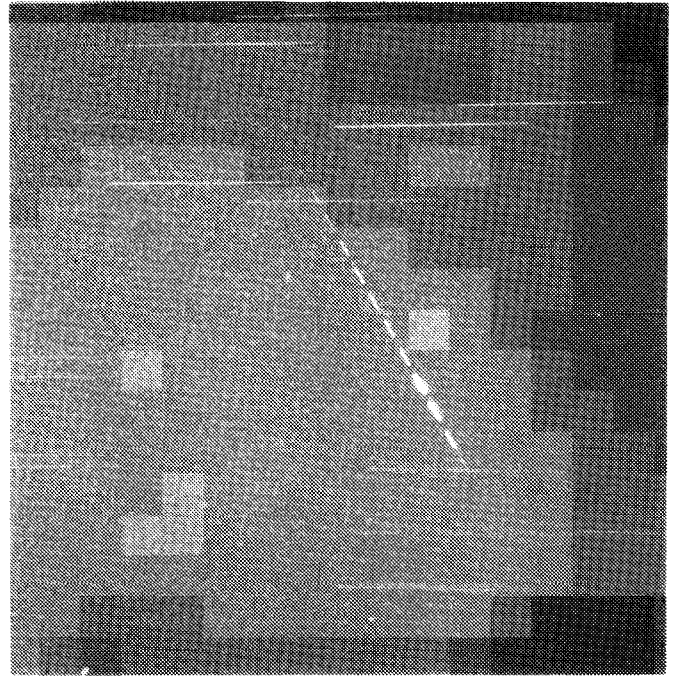


Figure 2: 89010. 35 mm opname vanuit Bussloo

royaal aantal uitmeetbare sektoronderbrekingen niet één of meer componenten extra hebben. Overigens geven radiant en baanelementen weer de gebruikelijke Perseïden-gegevens.

#### DMS 89011 11 augustus 1989 2<sup>h</sup>31<sup>m</sup>48<sup>s</sup> UT

Meteorminnend Nederland was kennelijk nog niet massaal in de lucht in de nacht van 10 op 11 augustus 1989. De enige twee simultaanopnamen uit deze nacht (89010 en 89011) komen op naam van het duo Heesch-Bussloo. 89011 betreft een zeer zwakke Perseïde (magn. 0), die vanuit Heesch vrijwel als puntmeteor werd gefotografeerd. Alleen bij zeer sterke vergroting zijn de lichtmootjes zichtbaar. Bussloo toont een (door de grotere afstand tot de radiant) zeer zwak spoor boven het Pegasusvierkant in Andromeda. Uit de weinig sektoronderbrekingen kon met moeite een snelheid met flinke toleranties gehaald worden. De resultaten zijn niet schokkend.

#### DMS 89015 12 augustus 1989 22<sup>h</sup>36<sup>m</sup>52<sup>s</sup> UT

Nadat de nacht 11/12 augustus 1989 over het gehele land door bewolking verloren was gegaan, kon in de daarop volgende nacht 12/13 augustus, de grote buit worden binnengehaald. Vrijwel de gehele oogst hierna te bespreken simultane Perseïden werd deze nacht gesnapt. Om 22<sup>h</sup>36<sup>m</sup>52<sup>s</sup> UT werd een mooi -1<sup>m</sup> exemplaar gefotografeerd vanuit de posten Heesch en Harderwijk. Vanuit Heesch gezien verscheen de meteor in de Draak. Een tiental sektoronderbrekingen kon worden uitgemeten. Het plaatje is op een vreemde manier onscherp. Meerdere opnamen van Heesch lijdten aan dit euvel. Het blijkt, dat deze nacht in een aantal camera's de film op de achterkant is belicht. Het is dan al heel verwonderlijk, dat er nog meteorieten op gefotografeerd zijn ook. Kennelijk is de filmdrager niet geheel ondoorzichtig. Deze merkwaardige fotografeerwijze kwam aan het licht, toen een aantal opna-

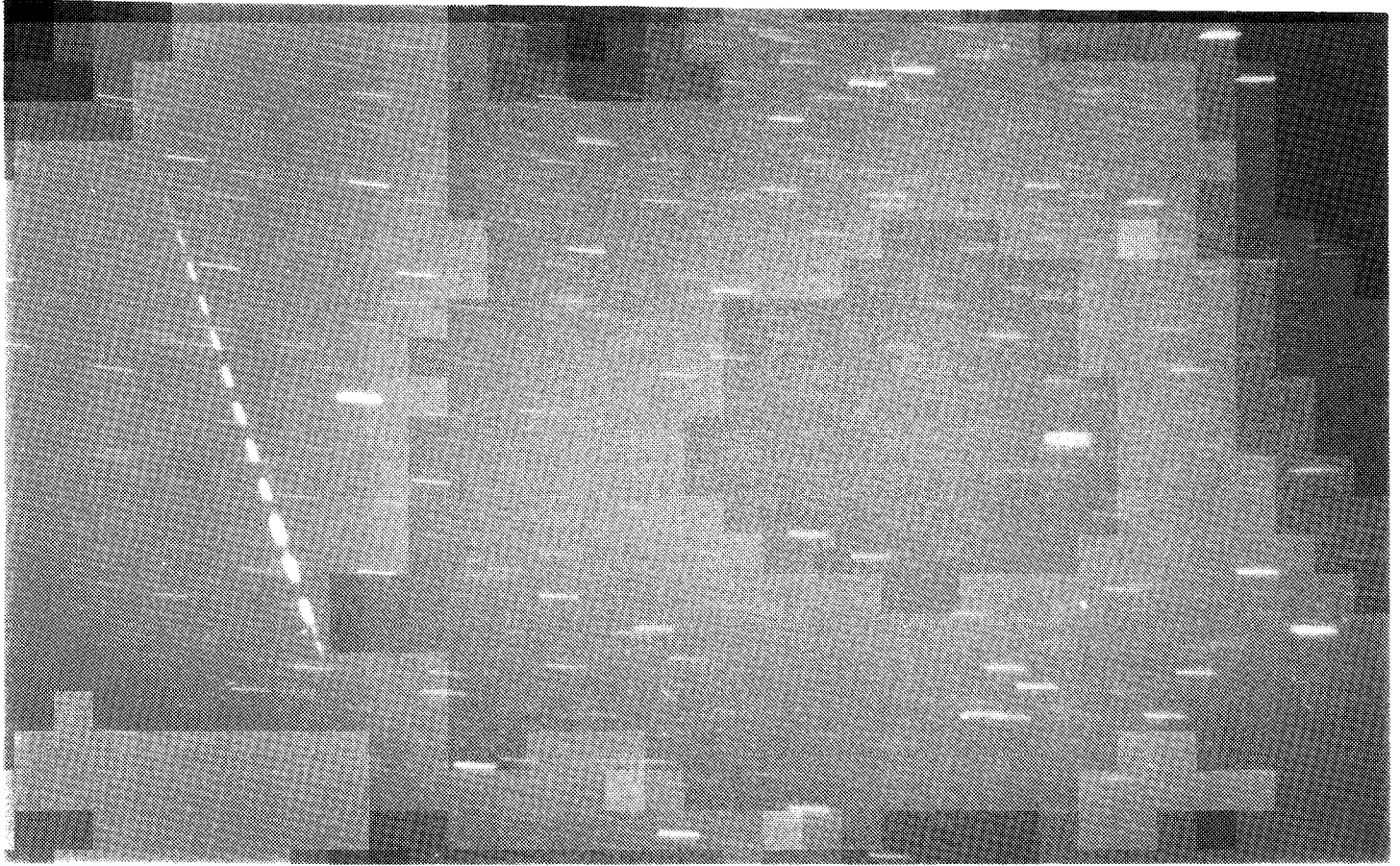


Figure 3: 89010. Opname met een 50 mm standaardlens vanuit Heesch.

men rond de hemelpool maar niet geïdentificeerd kon worden: Correcte randschriften leverden toch spiegelverkeerde afdrucken.... Uiteindelijk zijn de negatieven op zijn kop uitgemeten en ze leverden nog goede resultaten ook.

De simultaancomponent van Harderwijk toont een prachtig lang spoor met 11 onderbrekingen in Hercules. De simultaanset geeft prima reken uitkomsten.

#### DMS 89017 12 augustus 1989 22<sup>h</sup>54<sup>m</sup>50<sup>s</sup> UT

Een schitterende trimultaan opname tussen de posten Bussloo, Heesch en Hengelo

Vanuit Heesch gezien verscheen deze  $-2^m$  Perseïde dicht bij de radiant nabij de dubbele sterrenhoop  $\eta$  en  $\chi$  Persei. Het korte spoortje toont 15 sektoronderbrekingen met een opvallende opvlamming vlak voor het einde.

Vanuit Bussloo verscheen deze meteor in Lacerta. Het lange spoor toont 12 onderbrekingen. Naast opnamen met camera's van de hoge batterij is deze meteor ook gefotografeerd met de f/3.5-30mm 'Zodiac' fish-eye. Bij wijze van experiment is het Zodiac negatief uitgemeten met als resultaat een nauwkeurigheid van ruim één boogminuut: vergelijkbaar met een gewoon 35 mm kleinbeeldobjectief. De trimultaanset geeft uitstekende uitkomsten.

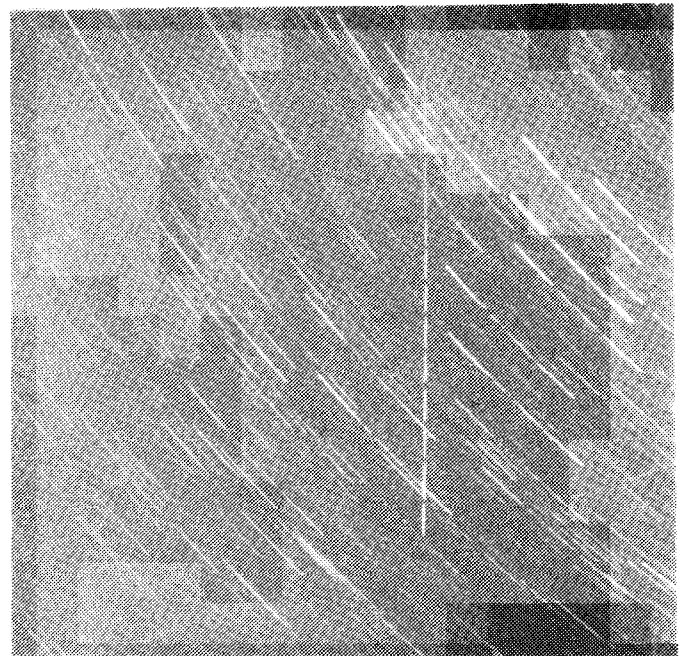


Figure 4: 89017. 58 mm 'Helios' opname vanuit Bussloo.

#### DMS 89022 12 augustus 1989 23<sup>h</sup>36<sup>m</sup>41<sup>s</sup> UT

Een viervoudige opname van een zwak meteorspoortje. De  $0^m$  Perseïde werd gefotografeerd vanuit Bussloo, Meterik,

Heesch en Denekamp. Denekamp toont het spoortje, samen met de ook al niet indrukwekkende 89020 op een zeer donker negatief, dat sterren onder het Pegasusvierkant toont. Er

zijn geen sektoronderbrekingen te zien. Bussloo laat vijf onderbrekingen in Pisces zien. Meterik toont de gesektorde schoonheid aan de uiterste rand van een negatief dat nogal last heeft gehad van bewolking en Heesch. . . U raadt het al: Belicht op de achterkant en daarnij gebroken stersporen (camera bewogen tijdens de belichting). Het mag een wonder heten, maar deze vier plaatjes leverden een goed traject en een nauwkeurige radiantpositie op. Omdat alleen Heesch enkele bruikbare sektoronderbrekingen toont, is van snelheids- en baanberekeningen afgezien.

#### DMS 89023 12 augustus 1989 23<sup>h</sup>41<sup>m</sup>09<sup>s</sup> UT

Een schitterende viervoudige opname tussen de posten *Bussloo*, *Harderwijk*, *Heesch* en *Oostkapelle*. Een zeer fraaie opname vanuit *Harderwijk*: 13 scherp uit te meten lichtmoten, eindigend nabij *Wega*. Bussloo laat elf moten nabij de grens *Draak-Hercules* zien. Het negatief van *Oostkapelle* toont een zeer kort spoor, vlak bij de radiant in *Camelopardalis*. De opname heeft veel last van bewolking en veel ster meetpunten zijn daarom niet betrouwbaar. Er zijn 18 lichtmootjes te zien op deze ragscherpe *Canon* opname. Heesch tot slot toont de meteor net onder het pannetje van de *Kleine Beer*. Hier een zestal lichtmoten. Al met al een fraaie set die prima resultaten heeft opgeleverd.

#### DMS 89024 12 augustus 1989 23<sup>h</sup>48<sup>m</sup>36<sup>s</sup> UT

Een zwakke (magnitude 0) simultaanperseïde tussen *Heesch* en *Meterik*. Vanuit *Heesch* gezien doorkliefde de Perseïde de rechterbovenhoek van het *Pegasus* vierkant terwijl hij vanuit *Meterik* zijn kunsten in de *Zwaan* vertoonde. Het spoortje vanuit *Heesch* toont vier sektoronderbrekingen; vanuit *Meterik* negen. De berekende snelheid is aan de hoge kant; de baan is licht hyperbolisch.

#### DMS 89026 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>06<sup>m</sup>09<sup>s</sup> UT

Een mooie -1<sup>m</sup> Perseïde, simultaan tussen *Meterik* en *Heesch*. *Meterik* toont een haarscherpe opnamen met negen goed uitmeetbare lichtmoten in de *Vissen*; *Heesch* toont het spoor, veel zwakker, eveneens in de *Vissen*. Helaas een kleine convergentiehoek van maar 8°. Baan- en radiantgegevens zijn, mede vanwege de grote afstand tot de radiant, erg onzeker. De gevonden snelheid is veel te laag en leidt tot een kortperiodieke baan. De rechte klimming van de berekende radiant lijkt aan de hoge kant. Hoewel de baanelementen wel in de lijst zijn opgenomen, mag aan de snelheidsafhankelijke baanelementen geen al te grote waarde worden gehecht.

#### DMS 89027 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>32<sup>m</sup>32<sup>s</sup> UT

Een zwakke Perseïde, vanuit drie posten opgenomen : *Bussloo*, *Meterik* en *Denekamp*. Aanvankelijk bestond er wat onzekerheid betreffende de simultaan gefotografeerde Perseïden rond dit tijdstip. Er waren nogal wat kandidaten (binnen enkele minuten) die met elkaar gecombineerd konden worden. Met het *SIMPRO* prognoseprogramma konden de juiste combinaties snel gevonden worden, waaronder deze 89027. Het negatief *Bussloo* laat drie Perseïden vlak bij elkaar zien, waarvan één helder exemplaar in de *Walvis* (DMS 89036) er meteen uitspringt. Omdat alle

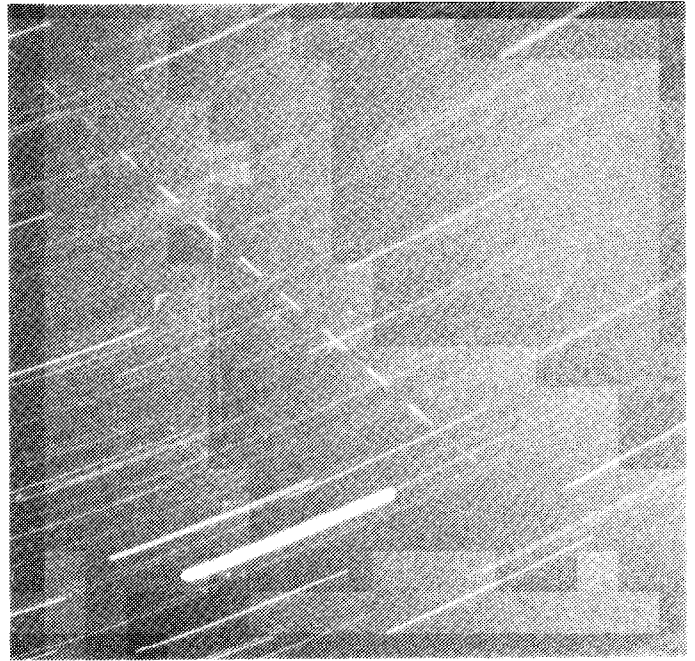


Figure 5: 89023. 50 mm standaardlens vanuit *Harderwijk*

drie de meteoren simultaan bleken, was dit in elk geval een avondje uitmeten met hoog rendement. De *Bussloo* component toont vijf uitmeetbare onderbrekingen. Het spoor is gefotografeerd in de *Vissen*. Ook het *Meterik* negatief toont vijf onderbrekingen; hier nabij de grens *Perseus-Ram*. Vanuit *Denekamp* werd de meteor in *Pegasus* gefotografeerd, maar de opname heeft zwaar te leiden gehad van wolkenluiers. Geen sektoronderbrekingen. Al met al is er een goede baan berekend.

#### DMS 89028 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>35<sup>m</sup>33<sup>s</sup> UT

Gefotografeerd vanuit *Meterik*, *Heesch* en *Oostkapelle*. Vanuit laatstgenoemde post werd de meteor gefotografeerd met *TAX*, een f/4.0-35 mm *Pentax* fish-eye voor 70 mm filmformaat. Er werd geen sektor gebruikt. *Meterik* toont een zeer zwak spoortje in *Ophiuchus* aan de uiterste rand van het negatief. Enkele moten. Gezien vanuit *Heesch* flitste de Perseïde juist langs de koepel van sterrenwacht *Halley*, eveneens in *Ophiuchus*. Zeven lichtmoten hier vormden de basis voor de snelheidsberekeningen, die iets aan de lage kant uitpakken. Een leuke trimultaan Perseïde zonder wereldschokkende resultaten.

#### DMS 89029 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>37<sup>m</sup>37<sup>s</sup> UT

Twee minuten later viel de volgende simultaanopname en wel tussen *Bussloo* en *Meterik*. Hier doet zich hetzelfde probleem voor als bij 89026. De convergentiehoek is slechts 8°, leidend tot een onnauwkeurig traject cq. baanelementen. Ook hier is de berekende heliocentrische baan veel te klein ten gevolge van een te lage snelheid.

#### DMS 89030 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>32<sup>m</sup>22<sup>s</sup> UT

Wederom een zwak exemplaar : Een 0<sup>m</sup> Perseïde, simultaan tussen *Meterik* en *Heesch*. De opname *Meterik* toont

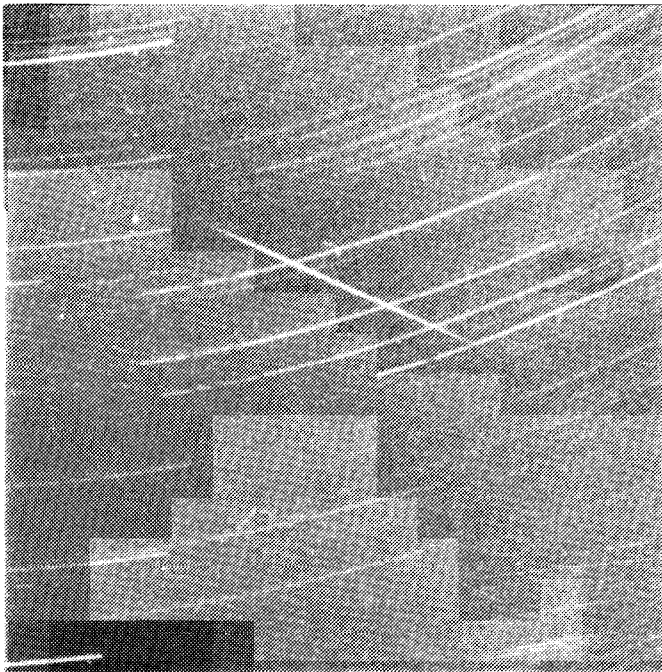


Figure 6: 89032. 'TAX' opname vanuit Oostkapelle

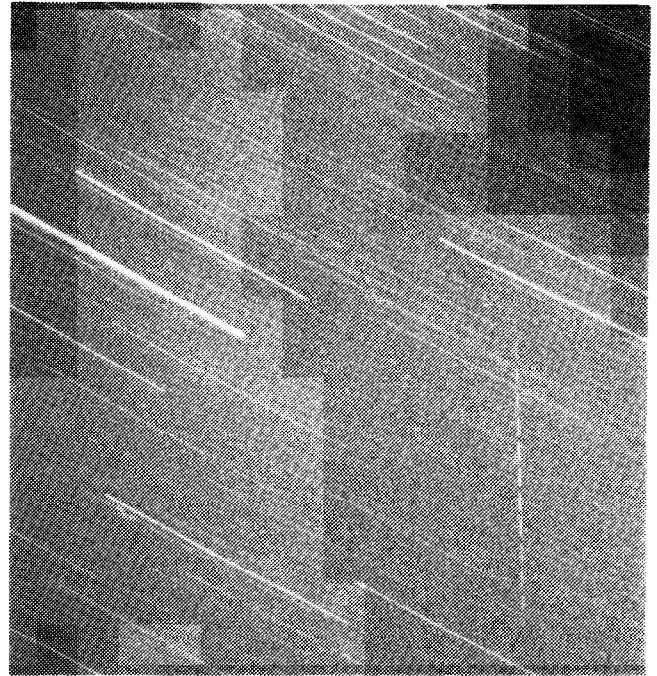


Figure 7: 89032. 35 mm opname vanuit Bussloo

tien sektoronderbrekingen, net even rechts van het Pegasus vierkant. Heesch toont het spoortje in een uiterste onderhoek van het negatief, net onder het vierkant. De convergentiehoek bedraagt ruim  $20^\circ$ . Radiant en trajekt lijken in orde. De snelheid, berekend uit het negatief Meterik, is iets aan de hoge kant. De baan is licht hyperbolisch, maar binnen de toleranties is een Perseïde baan mogelijk.

#### DMS 89031 13 augustus 1989 $0^h39^m40^s$ UT

Vier opnamen : Bussloo, Meterik, Heesch en Lheebroek. Het betreft een opname van een zwakkere ( $-1^m$ ) Perseïde, die voor post Bussloo tezamen met de 89027 en de 89036 op één negatief prijkt. De astrokamp deelnemers te Lheebroek fotografeerden deze meteor in de Walvis terwijl hij vanuit Bussloo in de Vissen gesignaleerd werd. Meterik en Heesch fotografeerden de Perseïde nabij de grens Ram-Stier. Van alle posten zijn een gering aantal sektoronderbrekingen bruikbaar. Snelheid en baan zijn correct maar de toleranties zijn groot.

#### DMS 89032 13 augustus 1989 $0^h46^m48^s$ UT

Eén van de zeer mooie exemplaren, viervoudig opgenomen vanuit de posten Oostkapelle, Bussloo, Meterik en Heesch. De heldere ( $-2$  á  $-3^m$ ) Perseïde trok een schitterend uitmeetbaar spoor over vier negatieven. Heesch legde het laatste deel van het spoor in tien scherpe sektoronderbrekingen vast in Hercules als fraaie omlijsting van de westkoepel van sterrenwacht Halley. Ook Meterik fotografeerde een prachtig spoor in Hercules met 14 goed uitmeetbare onderbrekingen. Vanuit Bussloo gezien leek de meteor iets minder helder, omdat hij maar laag boven de zuidwestelijke horizon in het zgn. 'gat van Oostkapelle' verscheen. Twaalf scherpe sektoronderbrekingen zijn zichtbaar in het sterrenbeeld Serpens. Tot slot Oostkapelle. Twee all-sky opna-

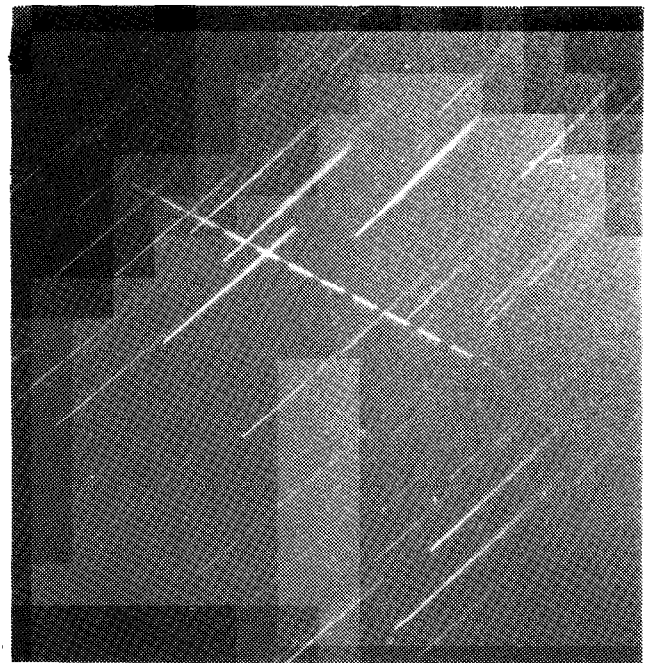


Figure 8: 89032. 50 mm opname vanuit Meterik

men zijn beschikbaar. Eén opname met de 8 mm Canon fish-eye met sektor (5 moten) en één opname ongesektord opgenomen met 'TAX', de 35 mm Asahi-Pentax fish-eye lens. Vanwege de grotere afbeeldingsnauwkeurigheid is ervoor gekozen deze laatste opname uit te meten. De drie overige posten leverden ruim voldoende snelheidsinformatie. De uiteindelijk verkregen gegevens zijn van goede kwaliteit: Eén van de betere Perseïde-banen in onze verzameling.

#### DMS 89033 13 augustus 1989 $0^h43^m14^s$ UT

Twee opnamen van een zwakke Perseïde vanuit Bussloo en

*Heesch*. Bussloo toont negen sektoronderbrekingen van de 0<sup>m</sup> meteor in Lacerta. Op hetzelfde negatief prijkt ook nog een helderder Perseïde, die voor Heesch helaas net buiten het beeld verscheen. Heesch toont een zeer kort spoortje, vlak bij de radiant. Het is nauwelijks enkele graden lang en toont tien sektoronderbrekingen (stipjes). De convergentiehoek tussen beide sporen is gering, slechts 13° en, omdat één van de spoortjes zo kort is, is de nauwkeurigheid ook maar bescheiden. De berekende snelheid is iets te groot en de baan is licht hyperbolisch.

**DMS 89034 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>43<sup>m</sup>17<sup>s</sup> UT**

Een drievoudige opname: *Bussloo*, *Lheebroek* en *Hengelo*. Het betreft een -1<sup>m</sup> Perseïde, die met name vanuit Bussloo en Lheebroek zeer fraai is vastgelegd. Vanuit Bussloo gezien verscheen de meteor in de Voerman, met een heldere flare nabij de drie geitjes. Er zijn 11 sektoronderbrekingen gebruikt voor de snelheidsberekeningen. Vanuit Hengelo werd een zeer kort spoortje gefotografeerd nabij de grens Cam-Aur. De opname had enigszins te lijden van bewolking. Lheebroek toont een fraai spoor op een opname van een 17 mm fish-eye camera. Radiant en traject zijn nauwkeurig bepaald. De baanelementen zijn typisch voor een Perseïde; de snelheid is iets aan de lage kant.

**DMS 89035 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>45<sup>m</sup>57<sup>s</sup> UT**

Een zesvoudige opname : *Bussloo*, *Meterik*, *Loenen*, *Voorschoten*, *Harderwijk* en *Denekamp*. De meteor had naar schatting een helderheid van -2. Vanuit Bussloo werd een lang spoor vastgelegd in de Zwaan, vrijwel in het zenit. 11 lichtmoten zijn bruikbaar voor snelheidsmetingen. Harderwijk fotografeerde acht moten in Pegasus. Denekamp laat een deel van het spoor zien, dat achter de wolken langs flitste. De meteor begint in de Pijl en eindigt net even boven Altair. Vanuit Voorschoten werd de meteor op een kleurendia vereeuwigd. Het spoor bevindt zich in de Driehoek. Hier geen sektor. Meterik leverde een schitterende opname met 12 lichtmoten in de Draak. Tot slot is er een all-sky opname met ene 16 mm fish-eye lens vanuit Loenen. Het spoor is zichtbaar nabij de grens Zwaan-Pegasus. Een zestal opnamen is welhaast ideaal voor n- multiaan-berekeningen. Er zitten altijd wel enkele goede snelheidsopnamen bij en de radiantpositie kan nauwkeurig worden vastgelegd. Zo ook hier: Nauwkeurige baan, nauwkeurig traject en prima baanelementen.

**DMS 89036 13 augustus 1989 0<sup>h</sup>46<sup>m</sup>31<sup>s</sup> UT**

Eén van de mooiere opnamen van de Perseïde 1989. Deze schitterende -3<sup>m</sup> Perseïde werd gefotografeerd vanuit *Bussloo*, *Meterik*, *Heesch* en *Lheebroek*. Vanuit Bussloo werd de meteor gezien en gefotografeerd in Cetus. Hij staat samen met de 89027 en de 89031 op één negatief. De meteor zat hier heel laag aan de hemel en nabij de rand van het negatief. Veel fraaiere opnamen leverden de relatief dicht bij elkaar liggende posten *Heesch* en *Meterik*, die beiden de meteor in de buurt van de Pleiaden vertonen. Beide opnamen leverden een twaalfstal voor de snelheidsbepalingen geschikte sektoronderbrekingen. Vanuit *Lheebroek* werd de meteor

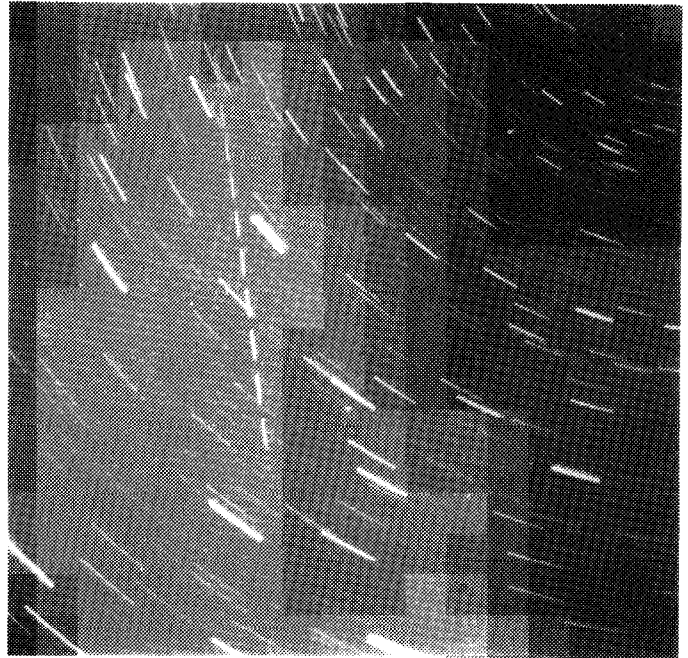


Figure 9: 89034. Opname vanuit Meterik

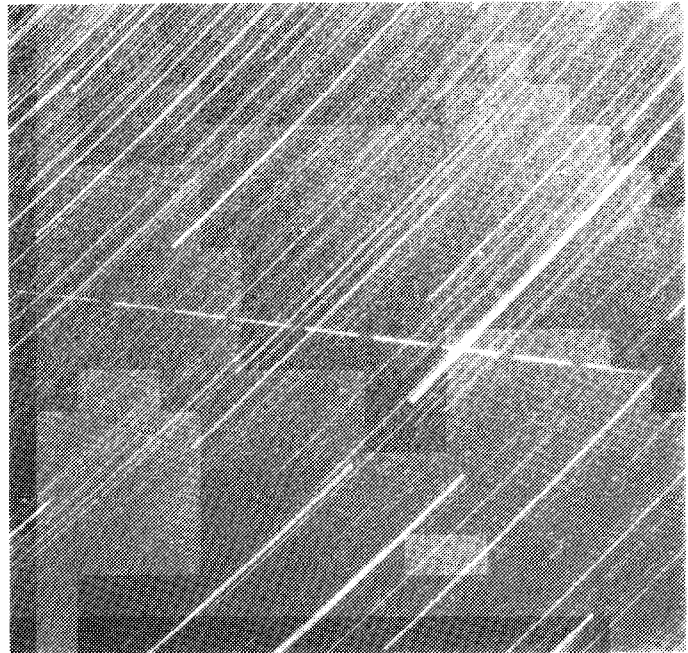


Figure 10: 89035. Opname vanuit Bussloo

gefotografeerd met een 17 mm Asahi Pentax fish-eye objectief. Deze objectieven, waarvan VSB er twee bezit, leveren uitermate scherp afgebeelde meteorspoortjes. Het negatief toont eveneens de 89034. Een zestal sektoronderbrekingen kon gebruikt worden. De meteor verscheen gezien vanuit Lheebroek tussen de driehoek en Perseus, een tiental graden ten zuiden van Algol. Het hoeft geen betoog, dat dit prima basismateriaal uitstekende rekenresultaten heeft opgeleverd.

**DMS 89037 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>04<sup>m</sup>17<sup>s</sup> UT**

Ondanks alle fraaie prognoseprogramma's gaat er toch nog

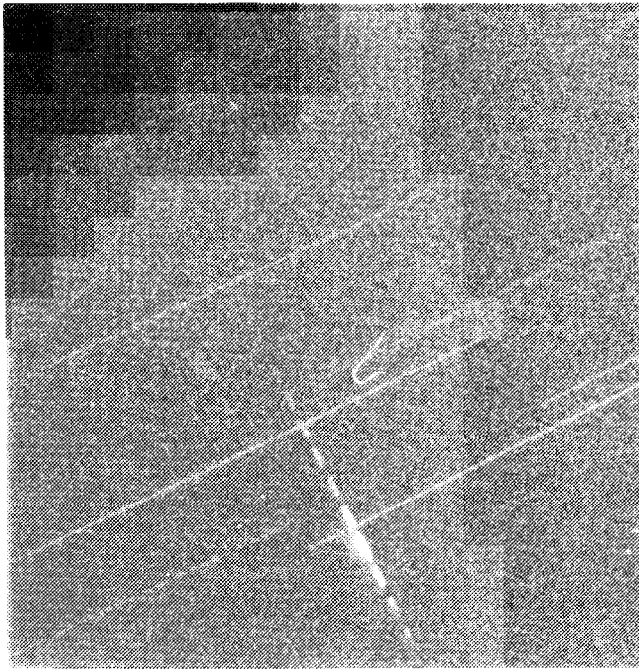


Figure 11: 89036. 35 mm opname vanuit Bussloo

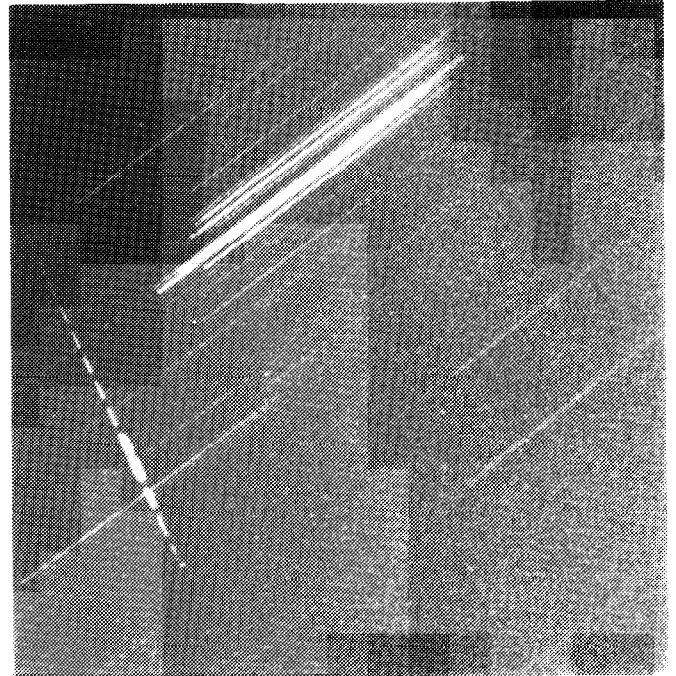


Figure 12: 89036. 50 mm opname vanuit Meterik.

wel eens iets mis. Deze 'simultane' Perseïde tussen Oostkapelle en Heesch bleek dat toch niet te zijn. Jammer...

#### DMS 89038 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>06<sup>m</sup>30<sup>s</sup> UT

Klein Perseïdetje van magnitude 0 á -1, simultaan tussen Bussloo en Meterik. Bussloo fotografeerde 7 mooie scherpe moten in Andromeda; Meterik zag een kort spoortje met eveneens 7 mootjes vlak bij de radiant in de omgeving Per-Cam. Omdat alleen het (korte) helderste stuk van het spoor vanuit beide posten goed werd vastgelegd, is de snelheidsbepaling niet erg nauwkeurig. De berekende baan is aan de kleine kant; waarschijnlijk is de snelheid iets te laag. Binnen de toleranties is een gewone Perseïden-baan mogelijk.

#### DMS 89039 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>11<sup>m</sup>20<sup>s</sup> UT

Vanuit drie posten gefotografeerd : Bussloo, Meterik en Harderwijk. Het betreft een zwakke Perseïde van magnitude 0 á -1 die vanuit Bussloo in de Zwaan werd gefotografeerd met een 58 mm standaardlens. Vanuit Harderwijk gezien werd het spoor met een 28 mm groothoek boven het vierkant van Pegasus gefotografeerd terwijl het Meterikse negatief een spoortje in de Draak laat zien. Bussloo toont 6 bruikbare sektoronderbrekingen; voor de andere posten liggen deze aantallen nog lager. De baanelementen werden berekend uitgaande van de snelheden van Bussloo. De resultaten lijken in orde hoewel ook hier -onvermijdelijk- de tolerantie in de snelheid groot is. De berekende halve lange as is iets aan de hoge kant.

#### DMS 89040 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>18<sup>m</sup>20<sup>s</sup> UT

Een simultaanopname van een zwakke Perseïde tussen Denekamp en Lheebroek. Deze laatste opname betreft een kleurendia. Meestal zijn deze niet gemakkelijk uit te meten. Vanwege de donkere achtergrond is de kruis-

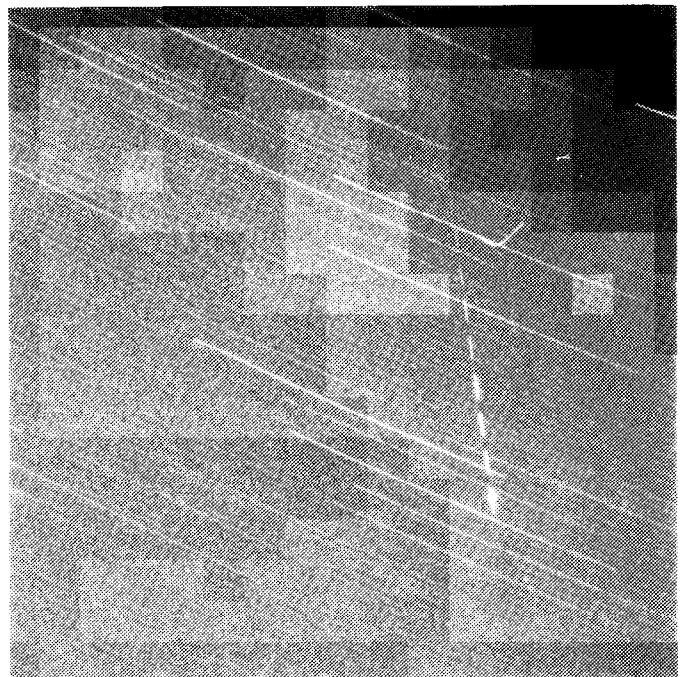


Figure 13: 89045. 35 mm wijdhoeke opname vanuit Bussloo

draad in de meetmachine moeilijk te zien. Bij overbelichte dia's geeft dit meestal minder problemen. Dit plaatje was echter donker (zou een ideaal negatief geweest zijn...). De sektoronderbrekingen van het zeer zwakke spoortje zijn amper herkenbaar. Denekamp toont een zeer kort belicht plaatje nabij de hemelpool; typisch zo'n opname waar uitwerkers/identificeerders van gruwen... Een echte sterrenzee die je maar moet zien terug te vinden op de Tirion. Gelukkig beschikten we over een onverschrokken team identificeerders. De Denekampse sektor heeft het Perseïde spoor

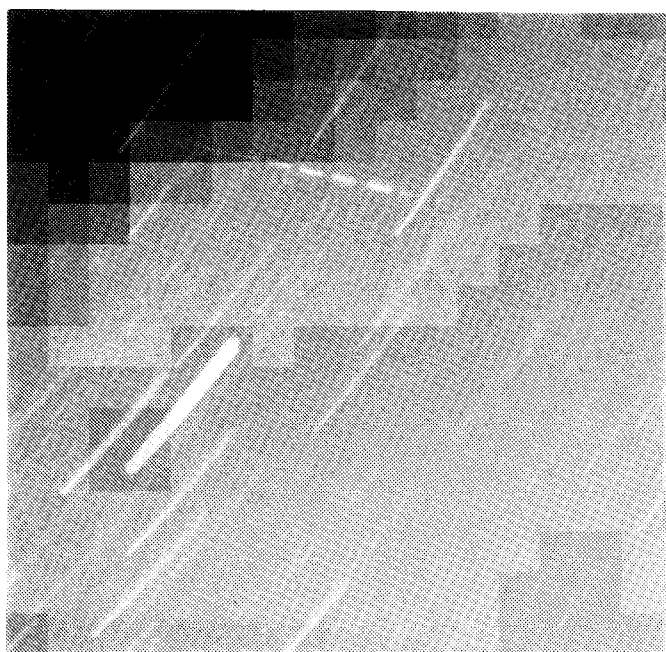


Figure 14: 89045. 50 mm opname vanuit Meterik

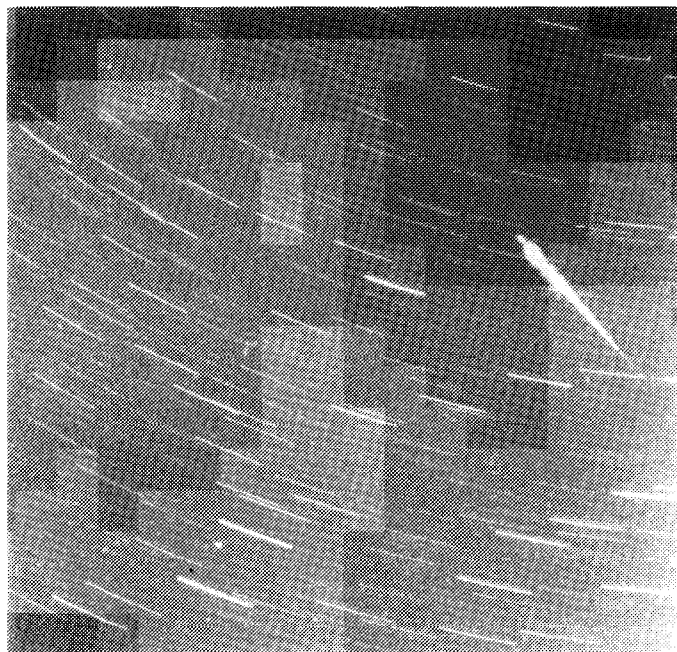


Figure 15: 89045. 35 mm 'Canon' opname vanuit Oostkapelle

in acht mooie mootjes gehakt. Toch weer een te klein aantal voor goede snelheidsberekeningen; de snelheids is iets aan de lage kant, resulterend in een krappe halve lange as. Overigens een mooie set met een typische Perseïden baan.

#### DMS 89041 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>28<sup>m</sup>26<sup>s</sup> UT

Een zeer zwak Perseïde spoortje, simultaan tussen *Meterik* en *Heesch*. Het negatief van *Meterik* is onscherp. Er zijn slechts vier sektoronderbrekingen enigszins uitmeetbaar; *Heesch* laat slechts twee onderbrekingen in een verder uiterst zwak spoortje zien. De trajectberekeningen voor de beide posten komen goed overeen en de radiant lijkt betrouwbaar. Van baanberekeningen is afgezien daar de snelheid niet met enige graad van nauwkeurigheid te bepalen valt.

#### DMS 89043 13 augustus 1989 1<sup>h</sup>54<sup>m</sup>29<sup>s</sup> UT

Hetzelfde verhaal als bij de 89041. Ook weer simultaan tussen *Meterik* en *Heesch*. *Heesch* toont twee uiterst zwakke Perseïde spoortjes, waar met enige verbeelding wel onderbrekingen in te zien zijn. *Meterik* toont zes lichtmootjes in *Cetus*. De convergentiehoek tussen beide opnamen bedraagt 4°. Er is geen heliocentrische baan berekend.

#### DMS 89045 13 augustus 1989 2<sup>h</sup>03<sup>m</sup>37<sup>s</sup> UT

Na een aantal kleintjes (nou niet bepaald de opnamen die bij het uitmeten vroege uren schenken...) weer eens een fraaie trimultanset. Deze Perseïde met een flare van magnitude -2 werd gefotografeerd vanuit *Bussloo*, *Meterik* en *Oostkapelle*. *Bussloo* zat vrij ver van het spoor vandaan. De meteor verscheen laag in het zuid westen in *Vulpecula*. De zeer scherpe opname laat 12 sektoronderbrekingen zien. Ook een zeer fraai plaatje vanuit *Oostkapelle*. 15 onderbrekingen in sublieme Canon kwaliteit op één van *Cyclops'* negatieven; hier in *Camelopardalis*. Ook *Meterik* leverde een

vet spoor met een tiental onderbrekingen; hier in *Hercules*. De stersporen worden naar het einde toe onscherp (dauw of ploppen van de film?) maar gelukkig heeft het meteorspoor hiervan minder te lijden gehad. Er zijn acht onderbrekingen gebruikt voor de snelheidsberekeningen. De uiteindelijk berekende heliocentrische baan toont prima resultaten.

#### DMS 89047 13 augustus 1989 2<sup>h</sup>29<sup>m</sup>43<sup>s</sup> UT

Vier fraaie opnamen: *Meterik*, *Heesch*, *Lheebroek* en *Harderwijk* tekenden voor dit quadrimultaansucces. Het betreft een Perseïde van magnitude -1, die met name door *Harderwijk* erg mooi gefotografeerd werd. Een lang spoor met meerdere opvlammingen werd door deze post gefotografeerd in de *Draak*; helaas echter zonder sektor. Evenmin zijn sektoronderbrekingen te zien op de astrokamp opname van *Lheebroek*. Vanuit *Heesch* verscheen de meteor onder het pannetje van de *Kleine Beer*. Er zijn slechts zes sektoronderbrekingen zichtbaar; het negatief en zwaar gesluierd. *Meterik* leverde een, voor snelheidsmetingen, zeer bruikbaar negatief, dat de meteor in de *Draak* laat zien. Ook hier een zestal lichtmoten. Gezien het feit dat het een (fotografisch) zwak meteortje betreft en er maar weinig lichtmoten beschikbaar zijn voor de snelheidsbepalingen mogen de uiteindelijk berekende heliocentrische baanelementen tot tevredenheid stemmen.

#### DMS 89048 13 augustus 1989 2<sup>h</sup>38<sup>m</sup>28<sup>s</sup> UT

Een mooie simultaanopname van een Perseïde met een flare van magnitude -1 tussen de posten *Bussloo* en *Hengelo*. *Hengelo* fotografeerde de meteor vlak bij de radiant. Er zijn tien puntjes te zien als sektoronderbrekingen. De werkvergroting droeg reeds in een vroegtijdig stadium de door een gefrustreerde identificeerder aangebrachte tekst 'dit wordt



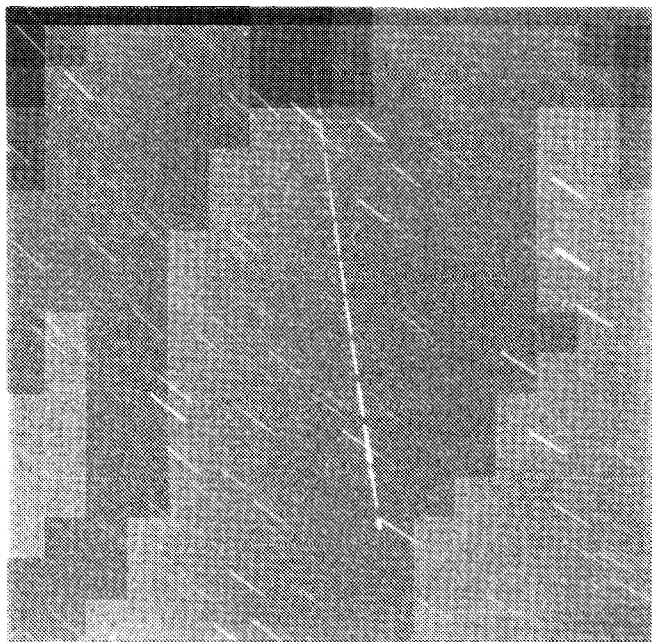


Figure 16: 89049. 58 mm 'Helios' opname vanuit Bussloo.

geen lolletje... Het negatief is verder beschadigd. Vanuit Bussloo verscheen de meteor enkele graden ten noorden van Capella in de Voerman. Er zijn tien moten gebruikt voor de snelheidsmetingen. Er is een goede heliocentrische baan berekend.

#### DMS 89049 13 augustus 1989 2<sup>h</sup>52<sup>m</sup>03<sup>s</sup> UT

Een schitterende simultaanopname in blessuretijd. De ochtendscheme ring was al royaal ingetreden in in Bussloo waren de waarnemers al aan het opruimen en een laatste blik op komeet Brorsen-Metcalf aan het werpen, terwijl de camerabatterijen hun laatste belichtingsronden van tien minuten draaiden. De films moesten uiteindelijk op en je kon nooit weten... Om 2<sup>h</sup>52<sup>m</sup>03<sup>s</sup> UT verscheen een Perseïde van magnitude -3 nabij het zenit, die door drie camera's van de hoge batterij gefotografeerd werd. Ook vanuit Meterik werd de meteor gefotografeerd en immer alerte waarnemers hier legden de tijd vast (De PMT te Bussloo was inmiddels door de schemering geveld). Even zag het er naar uit, dat de opname trimultaan zou zijn, maar het spoor van een heldere Perseïde, gefotografeerd vanuit Bennekom bleek aan een andere meteor toe te behoren. Zowel vanuit Bussloo als vanuit Meterik werden twaalf scherpe sektoronderbrekingen vastgelegd. De berekende heliocentrische baan toont uitstekende resultaten. Deze simultaanopname is tevens de laatste van de inmiddels legendarische nacht 12/13 augustus 1989. Wel verscheen er een tiental minuten later nog een Perseïde van magnitude -4, maar toen waren inmiddels op alle posten de camera's gesloten.

#### DMS 89051 14 augustus 1989 2<sup>h</sup>31<sup>m</sup>03<sup>s</sup> UT

Alleen in het zuiden van ons land kon in de nacht 13/14 augustus 1989 nog geprofitteerd worden van enkele opklaringen. In het oosten en midden van het land was het meren-

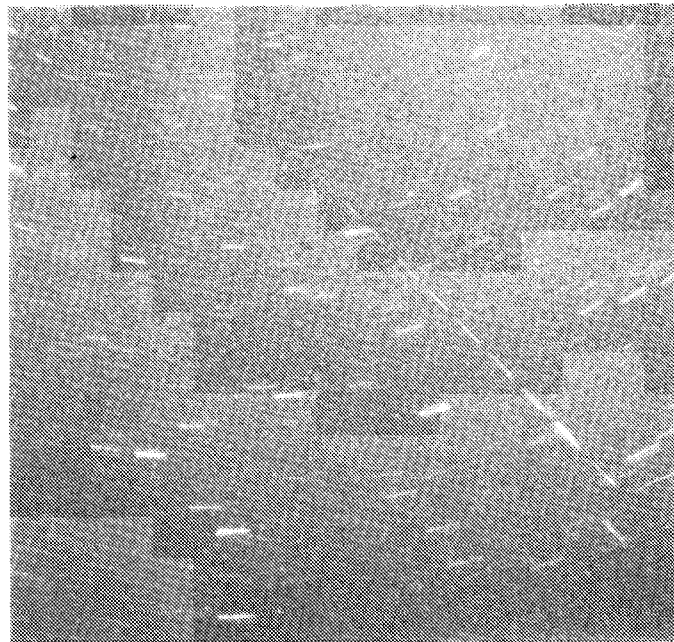


Figure 17: 89049. 50 mm opname vanuit Meterik

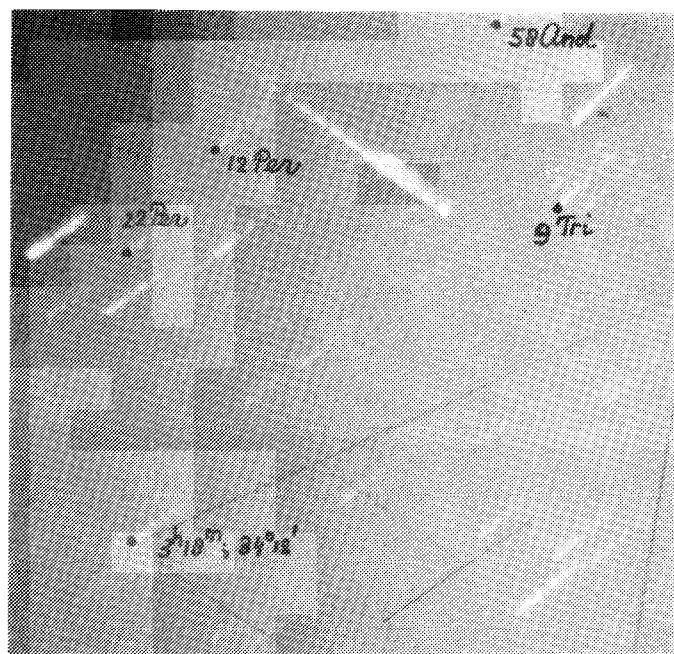


Figure 18: 89051. 50 mm opname vanuit Meterik

deel zwaar bewolkt; in Bussloo viel zelfs regen. Niettemin waren de posten Meterik en Epen actief. Op deze laatste post opereerde het JWG jongerenkamp zuid Limburg. De betreffende simultaanopname zou hun eerste meteorofoto worden! De Perseïde had een kaliber van magnitude -4 en toonde zich vanuit Meterik halverwege Algol en de Driehoek. Helaas is de opname zeer onscherp edoch 14 sektoronderbrekingen zijn niet te versmaden. Zeer scherp was de opname vanuit Epen, maar het gebruik van een ultra groothoek objektief (een Minolta 17 mm) legt natuurlijk beperkingen aan de nauwkeurigheid. Beide opnamen zijn

voor de berekening van de heliocentrische baan gebruikt.

### De resultaten

Lezers, het is een uitputtende opsomming van simultaan-materiaal geworden. En dan betreft dit artikel slechts de verwerkte Perseïden. Heeft U het kunnen opbrengen om de volledige opsomming aandachtig door te lezen, dan bent U uit het juiste verwerkingshout gesneden en willen we U graag verwelkomen als identificeerder of uitmeter. Uiteindelijk zit er per negatief zo'n twee uur aan DOKA, indentifikatie en uitmeetwerk om van de uiteindelijke computer uurtjes maar te zwijgen.

Dit artikel beoogt niet een diepere analyse van het berekende Perseïde materiaal te geven. Het is de bedoeling om alle meervoudig gefotografeerde Perseïden vanaf 1979 (een kleine 120 stuks!) aan een statistisch onderzoek te onderwerpen en de resultaten te vergelijken uit gelijkwaardige groepen meervoudige gefotografeerde meteoren uit vroegere perioden (Tsjecho-Slowakije, USSR) waarmee we eventuele verschuivingen van baanparameters op de zeer lange termijn zouden kunnen achterhalen. Het is zeker niet zo, dat er niets meer gedaan wordt met het inmiddels verkregen schitterende n-multaan materiaal. Met de bovengenoemde analyse zullen we ons de komende winter gaan bezighouden en publikatie in een vakblad moet de kroon worden op vele jaren noeste arbeid. En ook het komende jaar, met nieuwe maan rond het Perseïden-maximum rekenen we weer op aller fotografische inzet.

Op praktisch gebied kunnen we in elk geval al een aantal conclusies trekken uit de vele negatieven die onze meettafel passeerden :

- Telkens weer blijkt duidelijk, dat standaardobjectieven (50 mm brandpunt) superieur zijn aan wijdhoeklenzen. Probeer wijdhoeklenzen, zelfs de 35 mm exemplaren, voor zwermfotografie zoveel mogelijk te vermijden, tenzij het niet anders kan natuurlijk.
- Naast de dure merkoptiek van Canon, Nikon en Minolta scoren de 58 mm Helios objectieven van de Russische Zenit camera's opmerkelijk goed qua meetnauwkeurigheid en scherpte. Indien afgediafragmeerd op  $f/2.8$  is de scherpte zelfs subliem! De relatief grote brandpuntsafstand is natuurlijk mede oorzaak van de hoge graad van nauwkeurigheid. Probeer deze objectieven zoveel mogelijk te gebruiken, maar houd wel rekening met het wat kleinere gezichtsveld. Gebruik eventueel enkele camera's extra.
- De meeste Perseïden geven te weinig sektoronderbrekingen voor verantwoorde snelheidsreduktie. Het is zeer de moeite waard om te onderzoeken of Uw sektormotor een vierbladige sektor trekt. Met het oog op de scherpte zou het nog mooier zijn, wanneer de sektormotor op een dubbel toerental zou kunnen draaien. Houd wel rekening met de veiligheid! Een omschakelbaar toerental voor bv. Perseïden dan wel Tauridenakties zou ideaal zijn.
- Teveel negatieven worden nog te lang belicht, verkeerd afgewerkt of worden zwaar beschadigd. Vaak zijn ze hierdoor onverwerkbaar geworden. Het is zeker niet

nodig, om slechts enkele minuten te belichten. Vanwege de vele sterren, die dan ook nog zeer kort zijn, is dat zelfs ongewenst. Belicht zó lang, dat er net lichte sluiering is. Heeft U eenmaal een plezierige film-ontwikkelaar combinatie, blijf hier dan bij.

- TMAX films dienen twee maal zo lang gefixeerd te worden als gebruikelijk. In de meetmachine zien we de kristallen zitten! Fixeer put ook ruim twee maal sneller uit met deze films. Dubbeltjes bezuinigen op chemikaliën is natuurlijk uit den boze, wanneer na nachtelijk zwoegen peperdure films belicht zijn.
- Houd administratie bij over de kwaliteit (met name de scherpte) van Uw opnamen. Voer objectieven die onscherpe opnamen leveren zonder aarzelen af.

### Tot slot

Met de presentatie van het fotografische Perseïden materiaal 1989 is een groot stuk werk afgerond. We mogen dit artikel dan ook niet beëindigen zonder eenieder te noemen, die aan de totstandkoming van deze resultaten heeft meegewerkt.

Naast de in de aanhef vermelde auteurs zijn ook *Roeland Buitelaar, Lucia Bruning, Jean-Paul van Oudheusden, Mirko Schuurman, Paul Vettenburg, Jan Berndsen, Annelies Bleeker* en *Inge Oudenaarde* nauw betrokken geweest bij het uitmeten van de negatieven. Ook zij allen brachten de nodige uren door achter de meettafel, waarmee het uitmeten van het 1989 materiaal een echt team-project is geworden. Dank ook aan de vakgroep Sterrenkunde van de Leidse universiteit, die de toegang van al deze mensen tot het Huygenslaboratorium mogelijk maakte. *Fred van Rooyen* leverde regelmatig technische assistentie.

De vele, vele opnamen werden door een groot aantal actieve waarnemers en fotografen in den lande verkregen. Bij de beschrijving van de opnamen staan slechts de posten genoemd, maar natuurlijk zitten hier actieve mensen achter. In willekeurige volgorde opereerden te velde :

Vanuit *Meterik* : *Casper ter Kuile, Peter Jenniskens* en *Maarten Wiertz*.

Vanuit *Bussloo* : *Hans Betlem, Annemarie Zoete, Jaap van 't Leven* en *Hans Borgonje* alsmede een scholierenteam met wisselende samenstelling.

Te *Oostkapelle* stond *Cyclops* paraat middels *Klaas Jobse, Marc de Lignie* en *Michiel van Vliet*.

*Martin Breukers* tekende voor de resultaten van post *Hengelo*.

*Delphinus* was weer helemaal paraat vanuit *Harderwijk* dankzij met name de inspanningen van *Koen Miskotte*.

Vanuit *Heesch* opereerde het team van de NVWS Werkgroep Meteoren onder leiding van *Felix Bettonvil* en *Paul Koenraad*. Het is plezierig, dat we ook over hun materiaal konden beschikken teneinde het Perseïdenoverzicht te vervolmaken. *Marco Langbroek* fotografeerde een simultaan meteor vanuit *Voorschoten* en *Juriën Veenhuis* was actief vanuit *Benekom*.

De opnamen vanuit *Loenen* werden verzorgd door *Piet Koning*, post *Elsloo* werd bediend door *M. en L. Betlem* en tot slot werden de eerste meteoropnamen van *JWG Zuid Limburg* vanuit *Epen* gefotografeerd door de kampdeelnemers onder leiding van *Lucia Bruning*.

| Code  | Day     | N st | q           | a     | a <sup>-1</sup> | e           | i           | ω           | Ω      | π           |
|-------|---------|------|-------------|-------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| 89004 | 2.9754  | 2    | 0.949±0.005 | 21.7  | 0.046±0.105     | 0.956±0.100 | 110.67±0.88 | 150.05±1.88 | 130.07 | 280.12±1.88 |
| 89008 | 8.9914  | 3    | 0.933±0.002 | 34.8  | 0.029±0.042     | 0.973±0.039 | 114.02±0.32 | 147.02±0.80 | 136.53 | 280.12±0.80 |
| 89009 | 10.0319 | 2    | 0.961±0.001 | 30.2  | 0.033±0.012     | 0.968±0.012 | 114.16±0.21 | 153.31±0.29 | 137.53 | 290.84±0.29 |
| 89010 | 11.0929 | 2    | 0.964±0.003 | -26.6 | -0.037±0.079    | 1.036±0.076 | 113.56±0.69 | 154.77±1.12 | 138.55 | 293.32±1.12 |
| 89011 | 11.1054 | 2    | 0.923±0.006 | 12.3  | 0.081±0.085     | 0.925±0.078 | 115.01±0.78 | 144.52±1.86 | 138.56 | 283.08±1.86 |
| 89015 | 12.9423 | 2    | 0.951±0.002 | 24.8  | 0.040±0.028     | 0.962±0.027 | 114.26±0.44 | 150.91±0.64 | 140.32 | 291.23±0.64 |
| 89017 | 12.9624 | 3    | 0.948±0.002 | 28.9  | 0.035±0.018     | 0.967±0.017 | 114.36±0.19 | 150.45±0.53 | 140.34 | 290.79±0.53 |
| 89022 | 12.9838 | 4    | -           | -     | -               | -           | -           | -           | -      | -           |
| 89023 | 12.9869 | 4    | 0.953±0.002 | 19.6  | 0.051±0.033     | 0.951±0.031 | 113.26±0.33 | 151.50±0.66 | 140.37 | 291.86±0.66 |
| 89024 | 12.9921 | 2    | 0.968±0.002 | -14.3 | -0.070±0.047    | 1.068±0.046 | 111.68±0.43 | 156.03±0.63 | 140.37 | 296.40±0.63 |
| 89027 | 13.0226 | 3    | 0.959±0.003 | 64.0  | 0.002±0.085     | 0.998±0.082 | 112.10±0.66 | 153.26±1.27 | 140.40 | 293.66±1.27 |
| 89028 | 13.0249 | 2    | 0.992±0.011 | 12.0  | 0.083±0.133     | 0.918±0.132 | 113.80±1.66 | 163.15±4.72 | 140.40 | 303.55±4.72 |
| 89029 | 13.0247 | 2    | 0.951±0.003 | 6.0   | 0.166±0.050     | 0.842±0.046 | 112.59±0.49 | 149.93±1.15 | 140.40 | 290.33±1.15 |
| 89030 | 13.0225 | 2    | 1.020±0.028 | -47.7 | -0.021±0.029    | 1.020±0.028 | 114.24±0.44 | 153.96±0.59 | 140.40 | 294.36±0.59 |
| 89031 | 13.0275 | 4    | 0.950±0.010 | 28.0  | 0.036±0.246     | 0.966±0.233 | 113.19±1.90 | 150.75±4.13 | 140.41 | 291.16±4.13 |
| 89032 | 13.0325 | 4    | 0.950±0.001 | 36.5  | 0.027±0.017     | 0.974±0.017 | 113.57±0.17 | 150.83±0.38 | 140.41 | 291.24±0.38 |
| 89033 | 13.0300 | 2    | 0.944±0.007 | -25.6 | -0.039±0.174    | 1.037±0.165 | 113.62±1.33 | 150.08±2.72 | 140.41 | 290.49±2.72 |
| 89034 | 13.0301 | 3    | 0.953±0.002 | 14.9  | 0.067±0.043     | 0.936±0.041 | 112.20±0.35 | 151.31±0.76 | 140.41 | 291.72±0.76 |
| 89035 | 13.0319 | 6    | 0.969±0.002 | 25.1  | 0.040±0.033     | 0.961±0.032 | 113.61±0.28 | 155.62±0.58 | 140.41 | 296.03±0.57 |
| 89036 | 13.0323 | 4    | 0.963±0.001 | 19.2  | 0.052±0.028     | 0.950±0.027 | 113.22±0.27 | 153.84±0.49 | 140.41 | 294.25±0.49 |
| 89038 | 13.0462 | 2    | 0.960±0.005 | 12.0  | 0.083±0.126     | 0.920±0.121 | 113.87±1.06 | 152.90±2.13 | 140.42 | 293.32±2.13 |
| 89039 | 13.0495 | 3    | 0.958±0.004 | 57.7  | 0.017±0.085     | 0.983±0.082 | 112.16±0.71 | 152.88±1.44 | 140.43 | 293.31±1.44 |
| 89040 | 13.0544 | 2    | 0.949±0.004 | 14.0  | 0.071±0.084     | 0.932±0.080 | 111.14±0.79 | 150.43±1.55 | 140.43 | 290.86±1.55 |
| 89041 | 13.0614 | 2    | -           | -     | -               | -           | -           | -           | -      | -           |
| 89043 | 13.0795 | 2    | -           | -     | -               | -           | -           | -           | -      | -           |
| 89044 | 13.0815 | 9    | 0.949±0.002 | 24.0  | 0.042±0.030     | 0.960±0.028 | 112.69±0.24 | 150.43±0.54 | 140.46 | 290.89±0.54 |
| 89045 | 13.0858 | 3    | 0.964±0.001 | 43.2  | 0.023±0.017     | 0.978±0.017 | 113.06±0.18 | 154.40±0.33 | 140.46 | 294.86±0.33 |
| 89046 | 13.1025 | 6    | 0.941±0.002 | 27.0  | 0.037±0.026     | 0.965±0.024 | 114.07±0.23 | 148.67±0.52 | 140.48 | 289.15±0.52 |
| 89047 | 13.1040 | 4    | 0.940±0.004 | 20.0  | 0.050±0.084     | 0.953±0.079 | 111.62±0.68 | 148.42±1.52 | 140.48 | 288.90±1.52 |
| 89048 | 13.1100 | 2    | 0.950±0.003 | 16.8  | 0.059±0.068     | 0.944±0.064 | 113.40±0.59 | 150.60±1.21 | 140.48 | 291.08±1.21 |
| 89049 | 13.1195 | 2    | 0.939±0.003 | 24.3  | 0.041±0.050     | 0.961±0.047 | 109.56±0.43 | 148.32±0.92 | 140.49 | 288.81±0.92 |
| 89051 | 14.1049 | 2    | 0.974±0.002 | 58.6  | 0.017±0.052     | 0.983±0.051 | 113.13±0.47 | 157.17±0.73 | 141.44 | 298.61±0.73 |

Tabel 1 :

De kolommen geven de volgende gegevens :

- 1) DMS code nummer
- 2) Decimale dag (alle data voor augustus 1989)
- 3) Aantal posten van waaruit de meteor is gefotografeerd
- 4) periheliumafstand
- 5) halve lange as (in AE)
- 6) Inverse halve lange as
- 7) excentriciteit
- 8) inclinatie
- 9) periheliumlengte
- 10) lengte van de klimmende knoop
- 11)  $\pi = \omega + \Omega$ .

De baanelementen zijn berekend voor 2000.0.

Table 1 :

Columns list :

- 1) DMS code number
- 2) Decimal day (all data are given for 1989 august)
- 3) Number of stations from which the meteor was photographed
- 4) Perihelion distance
- 5) semimajor axis
- 6) Inverse semi major axis
- 7) eccentricity
- 8) inclination
- 9) Longitude of perihelion
- 10) Longitude of ascending node
- 11)  $\pi = \omega + \Omega$ .

All orbital elements are computed for equinox 2000.0.

| Code  | $V_G$ | $V_H$ | $V_\infty$ | $\bar{V}$ | $H_B$ | $H_{max}$ | $H_E$ | RA         | DEC        | RA    | DEC   | COS ZR | $Q_{max}$ |
|-------|-------|-------|------------|-----------|-------|-----------|-------|------------|------------|-------|-------|--------|-----------|
| 89004 | 58.3  | 41.3  | 59.5±1.3   | 59.4      | 106.2 | 100.2     | 88.8  | 34.09      | 56.62      | 34.71 | 56.60 | 0.693  | 20.8      |
| 89008 | 59.6  | 41.5  | 60.8±0.5   | 60.7      | 107.7 | 81.6      | 80.4  | 45.23±0.11 | 56.78±0.03 | 45.84 | 56.80 | 0.690  | 38.3      |
| 89009 | 59.7  | 41.5  | 60.9±0.1   | 60.7      | 107.6 | 87.0      | 86.2  | 42.90±0.15 | 56.65±0.15 | 43.26 | 56.74 | 0.770  | 85.7      |
| 89010 | 60.2  | 42.2  | 61.3±0.9   | 61.2      | 112.8 | 82.4      | 88.4  | 44.07      | 57.54      | 44.13 | 57.69 | 0.894  | 9.9       |
| 89011 | 59.4  | 41.0  | 60.5±1.0   | 60.3      | 104.6 | 86.5      | 97.3  | 49.59      | 56.41      | 49.65 | 56.54 | 0.893  | 71.5      |
| 89015 | 59.6  | 41.4  | 60.8±0.3   | 60.5      | 107.4 | 95.2      | 91.9  | 47.74      | 57.62      | 48.53 | 57.52 | 0.595  | 25.1      |
| 89017 | 59.7  | 41.5  | 60.9±0.2   | 60.8      | 113.0 | 87.8      | 86.3  | 47.97±0.28 | 57.52±0.10 | 48.71 | 57.46 | 0.629  | 46.8      |
| 89022 | -     | -     | -          | -         | 104.7 | 89.0      | 85.8  | 46.98±0.14 | 59.87±0.09 | -     | -     | 0.717  | 49.0      |
| 89023 | 59.2  | 41.3  | 60.4±0.4   | 60.1      | 116.1 | 89.7      | 85.8  | 47.36±0.24 | 58.04±0.16 | 47.99 | 58.05 | 0.695  | 66.6      |
| 89024 | 59.9  | 42.6  | 61.1±0.5   | 60.7      | 109.2 | 94.5      | 93.7  | 45.08      | 59.38      | 45.67 | 59.45 | 0.724  | 28.8      |
| 89027 | 59.3  | 41.8  | 60.5±1.0   | 60.3      | 112.0 | 88.0      | 86.6  | 46.72±0.15 | 58.85±0.09 | 47.15 | 58.96 | 0.784  | 53.0      |
| 89028 | 59.2  | 41.0  | 60.4±1.5   | 60.2      | 103.4 | 83.6      | 89.0  | 40.38±2.7  | 56.79±1.00 | 40.77 | 56.89 | 0.781  | 23.2      |
| 89029 | 57.9  | 40.0  | 59.1±0.6   | 59.0      | 104.5 | 89.6      | 84.4  | 47.27      | 57.78      | 47.74 | 57.87 | 0.768  | 9.0       |
| 89030 | 60.2  | 42.1  | 61.4±0.3   | 60.7      | 106.2 | 87.5      | 86.8  | 46.79      | 57.65      | 47.21 | 57.75 | 0.770  | 20.5      |
| 89031 | 59.3  | 41.5  | 60.5±2.9   | 59.6      | 104.7 | 84.7      | 80.0  | 48.25±0.15 | 58.11±0.11 | 48.66 | 58.21 | 0.785  | 53.9      |
| 89032 | 59.5  | 41.6  | 60.7±0.2   | 60.6      | 111.2 | 101.0     | 85.3  | 48.30±0.16 | 57.93±0.08 | 48.74 | 58.02 | 0.764  | 55.4      |
| 89033 | 60.1  | 42.3  | 61.3±2.0   | 61.2      | 111.5 | 97.2      | 93.8  | 49.45      | 58.25      | 49.88 | 58.34 | 0.777  | 13.0      |
| 89034 | 58.7  | 41.1  | 59.9±0.5   | 59.8      | 108.2 | 89.6      | 85.9  | 47.48±0.12 | 58.52±0.06 | 47.87 | 58.62 | 0.803  | 89.9      |
| 89035 | 59.5  | 41.4  | 60.7±0.4   | 60.4      | 106.8 | 90.8      | 86.0  | 45.20±0.22 | 57.64±0.11 | 45.57 | 57.74 | 0.797  | 84.6      |
| 89036 | 59.2  | 41.3  | 60.4±0.3   | 60.3      | 110.3 | 94.0      | 80.5  | 46.20±0.14 | 57.88±0.12 | 46.54 | 57.99 | 0.808  | 45.4      |
| 89038 | 59.1  | 41.0  | 60.3±1.5   | 60.1      | 108.0 | 97.2      | 94.1  | 46.67      | 57.37      | 46.98 | 57.48 | 0.819  | 72.7      |
| 89039 | 59.2  | 41.7  | 60.4±1.0   | 58.6      | 108.8 | 96.0      | 92.8  | 47.01±0.42 | 58.73±0.21 | 47.32 | 58.86 | 0.825  | 81.8      |
| 89040 | 58.3  | 41.1  | 59.5±1.0   | 59.2      | 110.3 | 92.3      | 97.4  | 48.01      | 59.14      | 48.30 | 59.26 | 0.840  | 89.5      |
| 89041 | -     | -     | -          | -         | 96.8  | 89.5      | 87.4  | 44.91      | 58.14      | -     | -     | 0.853  | 15.4      |
| 89043 | -     | -     | -          | -         | 94.9  | 85.4      | 81.1  | 46.25      | 56.55      | -     | -     | 0.876  | 4.4       |
| 89044 | 59.1  | 41.4  | 60.3±0.4   | 60.0      | 107.2 | 92.8      | 87.7  | 48.66±0.13 | 58.36±0.05 | 48.83 | 58.50 | 0.869  | 77.1      |
| 89045 | 59.5  | 41.6  | 60.6±0.2   | 60.5      | 110.1 | 83.2      | 81.4  | 46.34±0.14 | 58.09±0.09 | 46.46 | 58.23 | 0.879  | 84.4      |
| 89046 | 59.6  | 41.5  | 60.7±0.3   | 60.5      | 108.1 | 82.1      | 73.0  | 50.12±0.16 | 57.59±0.09 | 50.18 | 57.74 | 0.942  | 65.8      |
| 89047 | 58.7  | 41.3  | 59.8±1.0   | 59.5      | 107.6 | 90.0      | 84.0  | 49.92±0.04 | 59.00±0.03 | 49.99 | 59.14 | 0.900  | 66.3      |
| 89048 | 59.2  | 41.2  | 60.3±0.8   | 60.1      | 102.1 | 80.8      | 79.3  | 48.68      | 57.85      | 48.66 | 57.99 | 0.920  | 71.8      |
| 89049 | 58.1  | 41.4  | 59.2±0.6   | 58.9      | 108.0 | 81.5      | 80.2  | 50.04      | 60.27      | 50.02 | 60.44 | 0.920  | 68.0      |
| 89051 | 59.6  | 41.7  | 60.7±0.6   | 60.1      | 107.1 | 86.1      | 79.2  | 46.11      | 58.20      | 46.07 | 58.35 | 0.919  | 32.2      |

Tabel 2 :

De kolommen geven de volgende gegevens :

- 1) DMS code nummer
- 2) Geocentrische snelheid (km/s)
- 3) Heliocentrische snelheid (km/s)
- 4)  $V_\infty$  (km/s)
- 5)  $V$  gemiddeld langs het traject (km/s)
- 6) Oplichthoogte (km)
- 7) Hoogte van maximale helderheid (km)
- 8) Uitdoofhoogte (km)
- 9) Rechte klimming radiant (2000.0)
- 10) Declinatie radiant (2000.0)
- 11) Rechte klimming geocentrische radiant (2000.0)
- 12) Declinatie geocentrische radiant (2000.0)
- 13) Cosinus zenitsafstand radiant
- 14) Grootste convergentiehoek.

Table 2 :

Columns list :

- 1) DMS code number
- 2) Geocentric velocity (km/s)
- 3) Heliocentric velocity (km/s)
- 4)  $V_\infty$  (km/s)
- 5)  $V$  mean along trajectory (km/s)
- 6) Begin height (km)
- 7) height of maximum light (km)
- 8) End height (km)
- 9) RA radiant (2000.0)
- 10) DECL radiant (2000.0)
- 11) RA Geocentric radiant (2000.0)
- 12) DECL Geocentric radiant (2000.0)
- 13) Maximum Q angle of intersection between meteor trails.