

# De Aquaride van 2 augustus 1989 – 22<sup>h</sup>07<sup>m</sup>08<sup>s</sup> UT

Hans Betlem \*

## ENGLISH SUMMARY

A -2<sup>m</sup> Aquarid meteor travelled a 75 km trajectory over the Northern part of the Netherlands on August 2, 1989 22<sup>h</sup>07<sup>m</sup>11<sup>s</sup> UT. Four stations of the Dutch photographic meteor network photographed the event. Precisely reduced orbital and trajectory data are presented.

### Inleiding

De schitterende Aquaride meteor in de vroege avond van de 2e augustus 1989 is al in menig aktieverslag lyrisch omschreven.

De statige, fragmenterende meteor, die bijna anderhalve seconde zichtbaar was, is vanuit vier posten op in totaal vijf negatieven gefotografeerd. Alle posten maakten gebruik van synchrone sektoren, zodat zeer goede snelheidsbepalingen (en onderlinge vergelijkingen) mogelijk zijn. In dit artikel de foto's, baan en traject.

### Het materiaal

Vanuit *Bussloo* werd de meteor gefotografeerd met een Zenit-E camera, voorzien van een f/2.8-35 mm groothoeklens. De meteor komt het negatief binnen en loopt er ook weer af. Toch staat het spoor er vrijwel helemaal op. Het spoor doorkruist een groot deel van de Draak en eindigt in de 'pan' van de Grote Beer. Er zijn 39 lichtmoten voor de snelheidsberekningen gebruikt. Bussloo legde 74.5 km spoor vast. Het negatief is met een standaarddeviatie van 66" op 17 sterren uitgemeten (3e orde TURNER berekening).

*Meterik* was de verst verwijderde post, die de meteor vastlegde. Het eindpunt lag 216 km bij Meterik vandaan. De camera in Meterik was voorzien van een f/1.8-50 mm optiek. Het laatste stukje spoor ontbreekt hier. Het eindpunt lag vanuit Meterik op 23° hoogte en er werd ruim 58 km spoor gefotografeerd in de sterrenbeelden Cam en UMa. Er zijn 33 lichtmoten gebruikt voor snelheidsmetingen. De nauwkeurigheid bedraagt 21" in de 3e orde berekening.

Vanaf de watertoren te *Harderwijk* legde Koen Miskotte het fraaie verschijnsel vast op twee negatieven met een flinke overlap. De berekende getallen zijn feilloos aan elkaar te passen. De meteor ging hier vrijwel langs de Poolster. De combinatie van beide opnamen levert 40 lichtmoten voor snelheidsberekningen. Harderwijk fotografeerde ruim 75 km spoor. De meetnauwkeurigheid van de twee 50 mm objectieven bedroeg resp. 24" (24 sterren) en 33" (21 sterren) voor begin- en eindpunt in derde orde berekeningen.

Vanuit de nieuwe sterrenwacht 'Halley' te *Heesch* werkten o.a. Felix Bettonville en Paul Koenraad. Zij maakten gebruik van een Zenit camera met een 58 mm 'Helios' objectief. 69 km traject werd gefotografeerd in Cam en Dra. 36 Licht-

moten zijn gebruikt voor de snelheidsmetingen. De meetnauwkeurigheid bedroeg hier 22" voor de derde orde.

### Baan en Traject

Tabel 1 op de volgende pagina geeft de gebruikelijke traject- en radiantgegevens.

De meteor begon op te lichten op een hoogte van 100 kilometer boven Giethoorn in Overijssel. Het eindpunt lag op een hoogte van 85 km boven de Waddenzee, enkele kilometers ten zuiden van Vlieland. De meteor heeft een enorm traject over ons land afgelegd!

De radiant ligt bij  $\alpha=22^{\text{h}}43^{\text{m}}$ ;  $\delta=-12^{\circ}.9$ . Deze radiantpositie wijst op een zuidelijke  $\delta$ -Aquaride.

De baanelementen zijn in een aparte tabel gegeven, tezamen met de gegevens van simultaan gefotografeerde noordelijke- en zuidelijke  $\delta$ -Aquariden uit 1986 en enkele referentiebanen uit [1]. Ook de baanelementen wijzen op een zuidelijke  $\delta$ -Aquaride, hoewel de spreiding in de banen in het Aquariden complex nog behoorlijk kan zijn (volgende bladzijde).

### De snelheid

Ook de snelheid kan een goed hulpmiddel zijn om een zwermlid te identificeren. De radiantpositie van de  $\iota$ -Aquariden zuid ligt immers een achttal graden ten westen van de zuidelijke  $\delta$ -Aquariden radiant. Het *Visueel Handboek* [2] geeft de volgende radiantposities :

$\delta$ -Aquariden Zuid :  $\alpha=339^{\circ}.2$  ;  $\delta=-16^{\circ}.7$  ;  $V_{\infty}=43.0$  km/s.

$\iota$ -Aquariden Zuid :  $\alpha=337^{\circ}.8$  ;  $\delta=-14^{\circ}.1$  ;  $V_{\infty}=34$  km/s.

Hoewel de berekende radiantpositie voor DMS 89003 dichter bij de  $\iota$ -Aquariden radiant ligt, wijzen de hogere snelheid en de daaruit voortvloeiende baanelementen onomstotelijk op een zuidelijke  $\delta$ -Aquaride.

Omdat de snelheid uit vier opnamen bepaald kon worden, kan vergelijking een indruk geven van de nauwkeurigheid, waarmee de snelheid kan worden bepaald. Tabel 2 geeft de resultaten voor de vier posten. De nauwkeurigheid in de berekende snelheid is maximaal over een groot gedeelte van het traject. Voor 89003 is deze nauwkeurigheid in de orde van 0.2 km/s ofwel een half procent. Dat is erg goed voor vier simpele fietsdynamootjes. Voor Perseïden met meestal veel minder lichtmoten wordt deze nauwkeurigheid nimmer gehaald. Naar het einde van het traject toe wordt de nauwkeurigheid minder; de vertraging wordt dan steeds groter. Ook de spreiding in  $V_{\infty}$  is meestal iets groter, omdat dit waarden zijn, die door extrapolatie worden verkregen.

\*Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

AUGUSTUS 2, 1989		22 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> UT		
89003	Bussloo	Meterik	Heesch	Harderwijk
h beg.	99.3 km	97.4 km	98.3 km	100.3 km
h end.	85.5 km	86.6 km	85.5 km	86.3 km
$\phi$ beg.	52°.774	52°.828	52°.802	52°.745
$\phi$ end.	53°.181	53°.149	53°.181	53°.157
$\lambda$ beg.	5°.988	5°.878	5°.931	6°.047
$\lambda$ end.	5°.150	5°.218	5°.151	5°.202
Length	74.5 km	58.7 km	69.4 km	75.4 km
RADIANT (2000.0)	Observed	Geocentric	Heliocentric	
$\alpha$	340°.71±0°.02	341°.31±0°.02	-	
$\delta$	-12°.87±0°.11	-14°.43±0°.11	-	
$\lambda$	-	-	293°.49±0°.27	
$\beta$	-	-	-6°.41±0°.11	
$V_\infty$ (km/s)	42.35±0.25	40.64±0.26	38.33±0.19	
ORBITAL ELEMENTS	(2000.0)			
a (AU)	3.17	$\omega$	148°.94±0°.21	
$a^{-1}$ (AU <sup>-1</sup> )	0.315±0.016	$\Omega$	310°.72±0°.00	
e	0.973±0.002	i	20°.76±0°.37	
q (AU)	0.086±0.002	$\pi$	99°.66±0°.21	

Table 1: *Baan en trajectgegevens DMS-89003*

Height	Bussloo	Meterik	Heesch	Harderwijk
$V_\infty$	42.5±0.5	42.1±0.5	42.1±0.3	42.6±0.2
96 km	42.2±0.3	42.0±0.4	42.1±0.2	42.4±0.1
92 km	41.9±0.2	41.9±0.2	42.0±0.1	42.1±0.2
88 km	41.2±0.7	41.7±0.4	41.9±0.2	41.3±0.2

Table 2: *Berekende snelheden voor vier punten voor verschillende punten langs het traject.*

### De baan in het zonnestelsel

Tabel 3 toont baanelementen (1950.0) van twee in Nederland simultaan gefotografeerde zuidelijke Aquariden: DMS 86006 en DMS 89003. Ter vergelijking zijn de baanelementen van de twee zuidelijke Aquaridezwermen gegeven [1],[2]

Karakteristiek voor de Aquariden zijn de zeer korte periheliumafstanden en de grote excentriciteit van de banen. Wat dat betekent voor het uiterlijk van de banen toont figuur 4. [3]. De radiantposities zijn niet scherp bepaald. Slechts de baanelementen geven uitsluitend over de zwermclassificatie. Kenmerkend voor de  $\iota$ -Aquariden zijn de zeer kleine inclinaties.

### Het D-Criterium van Southworth en Hawkins

In de periode 1954 tot 1957 werden een 360-tal meteorieten simultaan gefotografeerd met de Baker Super Schmidt camera's. Southworth en Hawkins [5] hebben dit materiaal verwerkt en de radianten en banen van 359 meteorieten bepaald. Nadat de leden van de grote zwermen eruit gelicht waren, bleef een groot aantal meteorieten over, die als 'sporadisch'

	DMS 89003	DMS 86006	Z- $\delta$ Aqr	Z- $\iota$ -Aqr
Date	89-8-2	86-8-9		
RA	340.71	347.80	338.6	320.
DEC	-12.87	-14.00	-16.7	-15.
$V_\infty$	42.35	39.6	42.49	37
a	3.17	2.29	2.80	3.97
e	0.973	0.947	0.972	0.925
q	0.086	0.123	0.079	0.266
$\omega$	148.9	143.9	150.6	121.5
$\Omega$	310.0	316.7	306.0	304.0
i	20.8	25.4	25.5	0.0
D(N,M)	0.10	0.12		

Table 3: *Baanelementen (1950.0) voor twee fotografische DMS Zuidelijke Aquariden en literatuurwaarden voor de zuidelijke  $\delta$ -Aquariden en de zuidelijke  $\iota$ -Aquariden. D(N,M) is het zgn. D-criterium volgens Southworth en Hawkins [4] en geeft een indicatie over mogelijke zwerm associatie.*

*Orbital elements (1950.0) for two Dutch photographic southern Aquarids and reference values for the southern  $\delta$ -Aquarids and the southern  $\iota$ -Aquarids. D(N,M) represents the D-criterion according to Southworth and Hawkins [4] giving an indication about stream membership. In general D(N,M) should be < 0.20.*

aangemerkt stonden. Een onderzoek naar het hierin mogelijk verborgen zijn van kleine zwermen, zou dan aan de



Figure 1: 89003 Gefotografeerd vanuit Heesch door het team Bettonville–Koenraad. Sterren van Camelopardalis zijn te zien. Sektoronderbrekingen langs het tweede gedeelte van het meteorspoor zijn zeer moeilijk te zien. Door fragmentatie is het spoor haast dichtgelopen.

hand van de baanelementen kunnen gebeuren. In een vervolpublicatie [4] stelden beide onderzoekers een empirisch criterium op, aan de hand waarvan de baanelementen van individuele meteorieten vergeleken konden worden met elkaar of met gemiddelden van een groep meteorieten, bv. de baanelementen van een bekende zwerm. Dit zgn. D-criterium is een maat voor de storing, die nodig is om een deeltje dat zich in baan N bevindt naar baan M over te brengen. Omdat storingen niet op alle baanelementen op dezelfde wijze doorwerken, en een aantal baanelementen gekoppeld zijn (veranderingen in de ene parameters beïnvloeden de andere) is het D-criterium is tamelijk uitgebreide en ondoorzichtige relatie, hier niet verder gegeven. Hoe kleiner de D-waarde voor twee sets baanelementen, desto sterker lijken beide banen op elkaar. De grens voor het "tot een zwerm behoren" van een meteoriet met gegeven baanelementen wordt gelegd bij  $D=0.20$ . Er is overigens een duidelijke correlatie tussen diffusiteit van een radiant en duur van een zwerm [6] maar ook tussen de gemiddelde waarde voor  $D(N,M)$  voor een aantal zwermleden en de zichtbaarheidsduur van een zwerm [4]

Voor de beide in Nederland gefotografeerde zuidelijke  $\delta$ -Aquadriden zijn de D-waarden in de tabel gegeven. De waarden komen in orde van grootte overeen met de in [4] gegeven waarden, hoewel ook deze voor de zuidelijke  $\delta$ -Aquadriden voor slechts drie meteorieten gegeven zijn. We zullen het D-criterium van Soutworth en Hawkins in de toekomst meer gaan toepassen om wat meer orde te scheppen in de door ons berekende van baanelementen van de wat 'moeilijker' zwermen zoals bv. de Cygniden met hun grote radiantsprei-

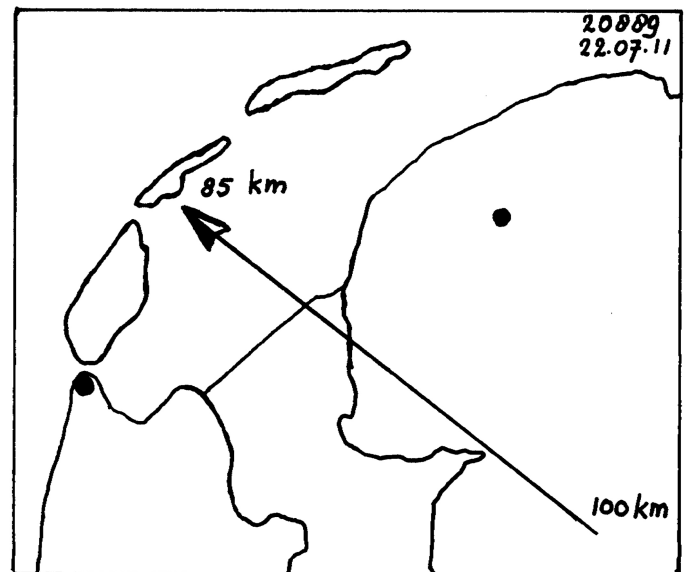


Figure 2: Het traject van de Aquaride van 2 augustus 1989 boven de noordelijke provincies.

Ground trajectory of the august 1989 22h07m11s UT Aquarid over the northern part of the Netherlands.

ding. Ook zou het interessant zijn, de baanelementen van alle gefotografeerde Perseïden eens te toetsen aan elkaar, hun gemiddelde en aan de tot dusver aangenomen en gepubliceerde waarden van de Perseïden.

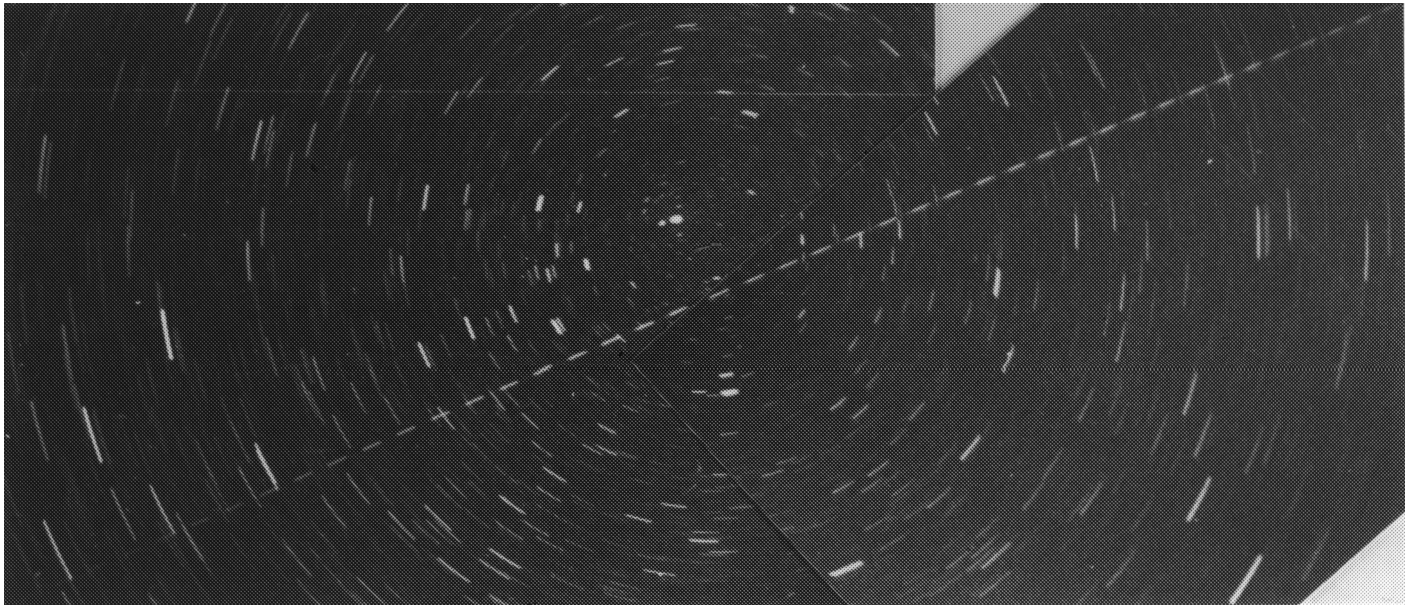


Figure 3: 89003 In een montage van twee opnamen vanuit Harderwijk.

### Tot slot

Een zeer fraaie Aquaride in de vroege vooravond van de 2e augustus 1989 heeft een tamelijk uitgebreide analyse mogelijk gemaakt. Meer fotografische simultaangegevens zijn echter nodig, om wat meer inzicht te krijgen in de radiantcomplexen aan de zuidelijke hemel in juli en augustus. Ook professioneel is er maar erg weinig zeer nauwkeurig simultaanmateriaal. Verdere fotografische studies van de zwermen blijven onontbeerlijk. In 1990 zal de maan niet storen. Grote activiteiten zijn al gepland in de periode van 18 juli tot 3 augustus. Hopelijk doen velen mee.

Tot slot een woord van dank aan degenen die meegelopen hebben aan het tot stand komen van de resultaten. Allereerst natuurlijk de waarnemers, die hun negatieven beschikbaar stelden. De metingen werden gedaan door Casper ter Kuile, Marc de Lignie en schrijver dezes. •

### References

- [1] Kresak, L.; Porubčan, V.: *Bull. Astron. Inst. Czech.* **21** (1970), 153
- [2] Jenniskens, P.: *DMS Visueel Handboek. Leiden 1988.* pg. 106
- [3] Wright, F.W.; Jacchia, L.G.: *Astron. Journ.* **59** (1954), 400
- [4] Southworth, R.B.; Hawkins, G.S.: *Smiths. Contr. Ap.* **7** (1963), 261
- [5] Hawkins, G.S.; Southworth, R.B.: *Smiths. Contr. Ap.* **2** (1958), 349
- [6] Wright, F.W.; Jacchia, L.G.; Whipple, F.L.: *Astron. Journ.* **62** (1957), 225

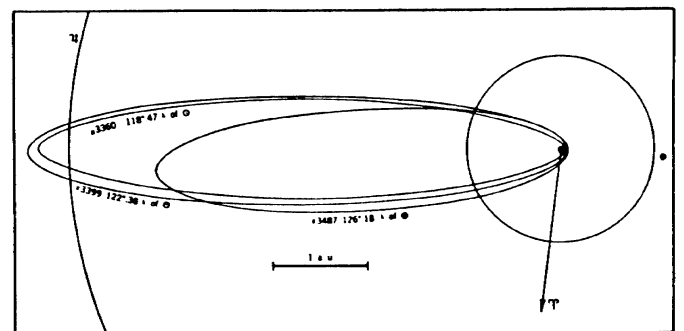


Figure 4: Banen van drie  $\delta$ -Aquariden ( $q=0.07$  AU) [3]

The orbits of three  $\delta$ -Aquarid meteors ( $q=0.07$  AU). [3]