

Magnitudeverdeling, influx en massadistributie van meteorzwermen

Hans Betlem

1. Waarnemingsmateriaal : De Geminiden van 1975

In dit artikel wordt de theorie beschreven, waarmee we uit visuele waarnemingen van voldoende aantal en kwaliteit fysische parameters van meteorzwermen kunnen bepalen. Deze theorie dient als basis voor het visuele uitwerkhandboek, dat op niet al te lange termijn zal verschijnen.

We gaan uit van de uurfrequentie van de zwerm en de waargenomen magnitudeverdelingen. Deze worden omgerekend naar een standaard magnitudenschaal (Zie 1 en 2). Hiertoe is een standaardwaarnemer nodig, welke het referentiemateriaal levert. Een andere mogelijkheid is deze standaardmagnitudedistributies via professionele observatoria te betrekken.

In onze waarnemingen schatten we de helderheden van de waargenomen zwermmeteoren met de grootste zorgvuldigheid en wel met een nauwkeurigheid van ± 1 magnitude. Dit moet nauwkeurig gebeuren omdat de opgetekende magnitudendistributie de basis vormt voor de verdere bewerking van het materiaal. De waarnemingen van de Geminiden van 1975 zijn in tabel 1 samengevat.

Hier zijn de volgende grootheden getabelleerd:

- 1) Waarnemingsperiode
- 2) Datum en UT van het midden van de periode
- 3) Het totaal aantal waarnemers K
- 4) De som van de netto waarnemingstijd Σt en het totaal aantal waargenomen zwermmeteoren Σn
- 5) De gemiddelde waargenomen magnitude m voor deze meteoren
- 6) De ZHIR van de zwerm, dit is de waargenomen uurfrequentie, gecorrigeerd voor de zenitsafstand van de radiant, eventuele bewolking en gereduceerd op één enkele waarnemer.

Fig. 1 geeft de cumulatieve magnitudendistributie N voor de drie verschillende waarnemingsperiodes. Uit de geringe onderlinge verschillen mag geconcludeerd worden, dat de helderheidsschattingen -een uniforme verdeling in de zwerm aannemend- goed reproduceren.

De waargenomen magnitudendistributie van de zwermmeteoren wordt verder gespecificeerd in tabel 2. Wanneer de waarnemers gebruik maken van FEMA-waarnemingsformulieren (Bij de VVS werkgroep Meteoren en bij ondergetekende verkrijgbaar), kunt U Uw waarnemingen direct in deze tabelvorm optekenen.

Periode	Datum	UT	K	Σt	Σn	m	F
I	14 dec 1975	3h00m	1	108	48	1,1	92,9
II	14 dec 1975	5h00m	1	116	49	0,9	110,3
III	15 dec 1975	5h20m	1	76	18	1,1	30,0

Tabel 1 : Samengevatte resultaten van de Geminiden 1975

Periode	I	II	III	Totaal
-4	0	0	0	0
-3	1	0	0	1
-2	1	1	0	2
-1	1	2	1	4
0	7	9	2	18
+1	3	6	2	11
+2	13	14	4	31
+3	11	8	4	23
+4	11	8	5	24
+5	0	1	0	1
Totaal	48	49	18	115

Tabel 2 : Gemiddelde magnituden distributie voor de Geminiden van 1997

2. De influx van een meteorenzwerm

Om de massa influx van de Geminiden te bepalen, dienen we eerst de distributies aan een nader onderzoek te onderwerpen. De waargenomen magnituden distributies van de zwermleden $n(m)$ worden eerst per individuele waarnemer gecorrigeerd voor zijn individuele magnitudenschaal naar een standaardschaal. In het algemeen wordt hiervoor de magnitudendistributie van een standaardwaarnemer aangenomen; hiertoe gebruiken we de formule :

$$M = v m_0 + \mu \quad (1)$$

m_0 zijn de waargenomen magnituden; v en μ zijn de coëfficiënten van de (persoonlijke) magnitudenschaal van de waarnemer, welke uit hun waarnemingen zijn af te leiden.

Na deze correctie kunnen we in tabel 3 de gemiddelde magnitudendistributies $f(m)$ voor elke waarnemingsperiode, gecorrigeerd voor de persoonlijke coëfficiënten, de ZHR en eventuele bewolking samenvatten.

De nu beschikbare waarden $f(m)$ moeten nu verder gecorrigeerd worden voor de positie van de radiant en de zenit attractie . Voor lange waarnemingsperiodes zijn dit variabele grootheden!

De magnitudendistributie over de gehele hemel kan worden afgeleid uit de kans

$p(m)$ om een meteor van gegeven helderheid m op een afstand r van het waarnemingsveld te detecteren. Deze zgn. onvolledigheidsfactoren zijn bepaald door Kresáková (1966) (zie 3) uit een groot aantal onder identieke omstandigheden op dezelfde plaats verrichtte observaties.

Teneinde de werkelijke magnitudendistributies te vinden, dienen de waargenomen distributies gecorrigeerd te worden voor zenitsafstand, naar een distributie van absolute magnituden.

Hiertoe verdelen we het gebied rond het zenit in concentrische cirkels met zenitsafstanden z_i voor welke de verschillen tussen de waargenomen magnituden m en de absolute magnituden m_z lopen tot 0,5m, van 0,5m tot 1,5m, van 1,5m tot 2,5m enz. Voor de eerste zone wordt geen correctie toegepast; voor de tweede zone bedraagt de correctie -1m, voor de derde -2m enz. De zenitsafstanden z_i waarvoor geldt:

$\Delta m_i = m - m_z$ volgen uit de formule:

$$z_i = \arccos (0.5 HR^{-1} (2 HR^{-1} + 1 - 10^{0.4 \Delta m_i}) \times 10^{-0.2 \Delta m_i}) \quad (2)$$

Hierin is R de straal van de aarde en H de standaardhoogte waartoe m wordt gereduceerd. Voor de Geminiden wordt een hoogte van 95 km aangehouden.

Na correctie voor de absorptie in de aardatmosfeer vinden we dan de waarden $z_i = 35^\circ,7, 57^\circ,7$ en $68^\circ,8$ overeenkomend met resp. $\Delta m = -0,5m, -1,5m$ en $-2,5m$.

Daar de zwakste meteoren ($m > 5$) niet worden waargenomen, zullen we in de verdere bewerking uitsluitend gebruik maken van die hemelgebieden, waarvoor de correctie kleiner dan $-1m$ is, ofwel: we beperken de berekeningen tot de eerste twee zones met $z_1 = 35^\circ,7$ en $z_2 = 57^\circ,7$.

Deze twee gebieden aan de hemel omspannen door genoemde zones verhouden zich tot de gehele hemelbol als de verschillen tussen de cosinussen van $z_{0,1}$ en $z_{1,2}$. Deze getallen zijn resp. 0.188 en 0.278.

De totale uurfrequenties $F(m)$ van de meteoren met absolute magnituden m_z in het gebied S_0 tussen het zenit en de ring met $z_2 = 57^\circ,7$ worden dan :

$$F(m_z) = 0.188 f(m) p(m) + 0.278 f(m+1) p(m+1) \quad (3)$$

In deze formule is $f(m)$ de gemiddelde magnitudendistributie voor meteoren met magnitudo m en $p(m)$ de waarschijnlijkheid om deze meteor op te merken.

De op deze wijze berekende waarden $F(m_z)$ zijn in tabel 4 samengevat. Op deze wijze hebben we een uniforme verdeling van meteoren aannemend, langs statistische weg voor de verschillende hoogten gecorrigeerd! Bij voldoende waarnemingen is het doen van hoogteschattingen boven de horizon strikt genomen dus niet eens noodzakelijk!! We hebben nu de absolute magnitudendistributies voor het gehele gebied S_0 dat wil zeggen tot een zenitsafstand van $57^\circ,7$

M	I	II	III
-4	0	0	0
-3	1,9	0	0
-2	1,9	2,3	0
-1	1,9	4,5	1,7
0	13,5	20,3	3,4
+1	5,8	13,5	3,4
+2	25,2	31,5	6,8
+3	21,3	18,0	6,8
+4	21,3	18,0	8,3
	92,8	110,4	30,4

Mz	I	II	III
-4	0,5	0	0
-3	0,9	0,6	0
-2	0,9	1,7	0,5
-1	4,1	6,5	1,3
0	4,6	8,5	1,8
+1	11,4	15,7	5,5
+2	18,6	18,5	5,6
+3	22,8	19,3	8,3
+4	10,0	24,8	3,9
+5	0	0	0
$\Sigma F(M_z)$	73,8	95,6	26,9
$M_{\text{totaal}} \text{ (gr)}$	51,0	49,5	9,5
$M_{\text{TH}} \text{ (kg/h)}$	56,7	51,2	14,9

Tabel 3 : Voor ZHR gecorrigeerde waarden.

Tabel 4 : $F(M_z)$

Het oppervlak van S_0 volgt uit :

$$S_0 = \pi \sin^2 z \left(((R+H)^2 - R^2 \sin^2 z)^{1/2} - R \cos z \right)^2 = 6.84 \times 10^4 \text{ km}^2 \quad (4)$$

Voor de gehele aarde geldt als trefvlak :

$$S_E = k \pi (R+H)^2 \quad \text{met} \quad k = 1 + g_H (R + H) \times V_G^{-2} \quad (\text{Levin 1956}) \quad (5)$$

Voor de Geminiden : $V_G = 35 \text{ km/sec}$; $H = 95 \text{ km}$ en $g_{95} = 9.52 \times 10^{-3} \text{ km/s}^2$

levert dit ons : $S_E = 1.38 \times 10^8 \text{ km}^2$

Uit deze getallen volgt, dat we in het waargenomen gebied tot $z = 57^\circ.7$ ongeveer 1/2000 gedeelte waarnemen van alle ingevangen meteoren helderder dan magn. + 5. Voor een meteor met absolute magnitude m kunnen we een massa $M(m)$ aannemen volgens de formule :

$$M(M_z) = c_1 \times 10^{-0.4 m z} \quad (6)$$

Jacchia (1967) leidde een massaformule af, waarin de massa van een meteoroïde van visuele magnitude 0 kan worden berekend als functie van de initiële snelheid en van de zenitsafstand van het schijnbare radiant. Voor de Geminiden bedraagt deze waarde 0.8 gram. Substitutie in (6) levert de gevraagde massaschaal.

De totale massa influx M_T over het waargenomen gebied kan dan eenvoudig worden berekend:

$$M_T = \sum F(m_z) M(m_z) \quad (7)$$

De laatste kolommen van tabel 4 geven deze waarden voor de Geminiden van 1975. M_T is hier de totale massa influx per uur (In gram); m_z is gebruikt tot magn. +5. We zien hier een vrijwel constante influx in de nacht van het maximum en een drastische afname de nacht erna.

Uit de totale influx (in kg), het aantal waargenomen meteoren, de waarnemingsduur, een aangenomen snelheid volgen nu direct het aantal meteoren per seconde per km^2 en de massa influx per seconde per km^2 .

Daar we het oppervlak S_0 reeds kenden, volgt nu direct de dichtheid van de zwerm, te weten het aantal deeltjes per km^3 en de massa per km^3 .

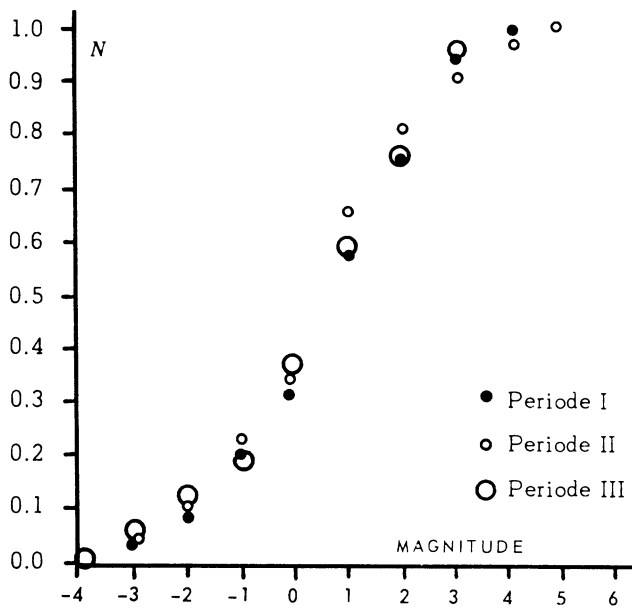
Voor de Geminiden van 1975 zijn deze resultaten samengevat in tabel 5.

Als aardigheidje kunnen we dan nog de onderlinge afstand tussen de meteoroiden bepalen.

Formule 7 levert ook nog de totale uur influx van de zwerm op de gehele aarde. Voor de Geminiden van 1975 levert dit een massa influx van ongeveer 54 kg/h voor de periode rond het maximum. Deze waarde is in fraaie overeenstemming met de door Porubcan en Stohl gevonden waarden voor de Geminiden van 1974 (ca. 70 kg/h)

Slot

Uit het voorgaande mag geconcludeerd worden, dat uit visuele mits voldoende lang en nauwkeurig verricht, bijzonder veel gegevens van een zwerm zijn af te leiden. Veel materiaal ligt nog gereed voor bewerking : Perseïden van 1972, 1974, 1975, 1977 en 1978 alsmede de Geminiden van 1972 en 1974 vormen de omvangrijke hoofdschotel van het nog te verrichten rekenwerk, waarvan de resultaten in dit blad zullen verschijnen. Ook zijn veel gegevens van de VVS werkgroep geschikt voor bewerking. Deze werden gepubliceerd in de reports 1977 en 1978. Met name het Perseïdenmateriaal zal met grote voortvarendheid worden bewerkt. Of er duidelijke aanwijzingen zijn, dat de influx der Perseïden geleidelijk aan toeneemt, zal uit deze berekeningen moeten blijken.



Figuur 1 : Cumulatieve magnituden distributie N over de verschillende waarnemingsperioden.

Periode		I	II	III
Flux	n ($\text{km}^{-2} \text{s}^{-1}$)	$16,7 \times 10^{-8}$	$20,1 \times 10^{-8}$	$8,6 \times 10^{-8}$
	gr ($\text{km}^{-2} \text{s}^{-1}$)	$11,4 \times 10^{-8}$	$10,3 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-8}$
dichtheid	n (km^{-3})	$4,6 \times 10^{-9}$	$5,5 \times 10^{-9}$	$2,3 \times 10^{-9}$
	gr (km^{-3})	$3,1 \times 10^{-9}$	$2,8 \times 10^{-9}$	$8,2 \times 10^{-10}$
gemiddelde afstand tussen de deeltjes onderling (km)		ca. 600	ca. 570	ca. 760

Tabel 5 : Flux en dichtheid van de Geminiden 1975.

Referenties

- 1) Stohl,J; Millman,P.M.: (1973), Bull. Astron. Inst. Czech. **24**,321
- 2) Lindblad, B.A.;Stohl, J. (1977), Bull. Astron. Inst. Czech. **28**,321
- 3) Kresáková, M.:1966, Contr. Skalnaté Pleso Obs. **3**,75
- 4) Porubcan,V.; Stohl,J. (1979), Bull. Astron. Inst. Czech. **30**,65
- 5) Lovell,A.C.B.: Meteor Astronomy, Oxf. Un. Press. 1954

ABONNEMENT RADIANT 1980

Wilt U het verschuldigde bedrag voor 1980 zo snel mogelijk overmaken,
Zie verder pagina 1 en de binnencover van deze Radiant.
U bespaart daarmee veel werk en extra kosten.
Radiant wordt niet, gesubsidieerd en wordt volledig privé bekostigd.

Elke **extra** bijdrage komt volledig aan ons activiteitenpakket ten goede en is daarom van harte welkom.

Redactie

FOUTEN BIJ BAANBEREKENINGEN VAN METEOREN

B. Altenburg

Samenvatting van de inhoud: Er worden bij baanberekeningen bepaalde zaken niet in ogenschouw genomen, die echter wel degelijk hun invloed hebben op de meteorolde, waardoor foute baanelementen verkregen worden. Maar om deze problemen op te lossen, is heel wat werk nodig. De fouten, die ik wil onderscheiden zijn de volgende :

- Aangenomen wordt, dat begin- en eindpunten van de meteor op beide negatieven overeen komen. Drie redenen worden aangegeven, waarom dat niet het geval is.
- De afbuiging van de meteorolde door de aantrekkingskracht van de aarde wordt niet in ogenschouw genomen.

Dit artikel gaat niet over meetfouten op het negatief e.d. (Lit. 1) maar over, voor zover ik weet, niet in de berekeningen opgenomen factoren, die m.i. van belang zijn voor het berekenen van de werkelijke baan van de meteorolde in het heelal.

De huidige gang van zaken bij baanberekening is, dat op twee negatieven de coördinaten van de begin- en eindpunten van de meteor worden opgemeten, waarna met behulp van andere gegevens zoals de afstand tussen de waarnemingsplaatsen, tijdstip en tijdsduur van de verschijning en de belichtingstijden van de opnamen door driehoeksmeting uiteindelijk de baanelementen bepaald worden. Waar men van uit gaat is, dat de begin- en eindpunten van de meteor op beide negatieven overeen komen. Dit is naar mijn mening niet het geval door de invloed van de volgende factoren;

- Ook al zijn beide films bv. ontwikkeld als 33DIN (Tri-X in Promicrol'; 50 % overontwikkelen), toch hebben de films een verschillende gevoeligheid gehad door a) kleine verschillen in de ontduikkeltijd.

b) Kleine concentratieverschillen in de ontwikkelaar. c Kleine temperatuursverschillen van de ontwikkelaar. Dit is helaas niet te vermijden.

- Verder is het zo, dat een meteor op verschillende afstanden gefotografeerd wordt (Fig. 1) zodat de meteor voor waarnemer B helderder lijkt

dan voor A. Niet alleen door het verschil in afstand maar ook door de atmosferische absorptie" die mede door de grotere afstand" voor A sterker is dan voor B. 11

- Ten derde zijn er plaatselijke weersomstandigheden zoals grondmist e,d. 1/ 1/

Hoe kan dit probleemverschillende lichtindrukken op beide negatieven, opgelost worden ?

1 / \ I \ fig 1
 i /
 1 /
 , 1/ E3 k. A
 \ \ \ \

Zie hiervoor fig. 2. Het is de bedoeling, dan een zodanige stand van het filter (Polaroid?) wordt ingesteld, dat de grensmagnitude van negatief V hetzelfde is als van W. Deze stand dient nog bijgesteld te worden door berekening voor het verschil in afstand. Pas nu kan het negatief, met grijsfilter, uitgemeten worden. Al met al een aanzienlijk karwei!

v @ w 1 filter

v @ w 1 fig 2

filter

Wat ook niet bij de baanberekening wordt betrokken is het feit, dat de meteorolde wordt aangetrokken door de aarde en daardoor wordt afgebogen uit zijn baan (Fig. 3 en 4)

@iet hangt ervan af, op welke geografische breedte de meteorolde valt, aangezien deze naar het middelpunt van de aarde wordt getrokken

Het zal nu een bijzonder moeilijk karwei worden om nu de werkelijke baan te berekenen gecorrigeerd voor de aantrekkingskracht van de aarde, daar de kracht variabel is (Afstand meteor-middelpunt aarde wordt steeds kleiner) Verder verandert de aarde van plaats waardoor ook nog op die manier de richting verandert. (Fig. 5) Voer voor computers!

fig 3 1 f 19 4

f iq 5

3 2 1

3 2

Lit. 1 Zenit 1977 nr. 7/8 blz. 287 H. Betlem Herkomst meteoren

NASCHRIFT,

Het artikel van dhr. Altenburg zou je de moed om nog aan baanberekeningen te beginnen, wel'helemaal ontnemen. Wel is duidelijk, waarom het zelf doorrekenen -zelfs met de fraaiste moderne zakcomputertjes- niet iets is dat voor iedereen is weggelegd : Immers de genoemde factoren spelen wel degelijk hun rol. Deels moeten we meegenomen worden in de berekeningen (Gelukkig niet alle!) deels kunnen ze geëlimineerd worden door de wijze van berekenen. Hierover is nader uitleg gegeven in "Report-11", dat begin 1977 door de Werkgroep Meteoren werd uitgegeven. Aan de hand van de gevolgde rekenwijze, kunnen we de door dhr. Altenburg genoemde zaken nader beschouwen :

Het is inderdaad juist, dat begin- en eindpunten van de meteor op beide negatieven zelden overeen komen. Hoe zeldzaam is alleen al een met twee identieke camera's opgenomen simultaanopname !

Dit mag dan ook nimmer het uitgangspunt zijn bij de berekeningen. In de praktijk berekenen we per negatief een zo groot mogelijk aantal punten, regelmatig langs de baan verspreid. Sektoronderbrekingen zijn ideaal, maar ook flares, fragmentatiepunten en natuurlijk begin- en eindpunt worden meegemeten.

Per negatief krijgen we dan na omrekening van rechte klimming en declinatie tot azimuth en hoogte een reeks van richtingsvektoren die alle de ruimte inwijzen. Vervolgens wordt een (bolvormig) 100 km-vlak opgesteld, welk een aantal doorsnijdingspunten oplevert met de beide bundels richtingsvektoren vanuit beide posten. Door beide bundels doorsnijdingspunten kunnen we vervolgens -kleinst kwadratisch- twee snijlijnen berekenen. In feite betekent dit het berekenen van twee grote cirkels langs de hemelbol. De afwijkingen van de verschillende meetpunten van deze grote cirkels geven dan tegelijk inzicht in de gemaakte meetfouten. Door een post en zijn bijbehorende grote cirkel is een vlak bepaald. Snijden van beide vlakken geeft de werkelijke meteorobaan. Al met al een ingewikkelder gang van zaken maar het uitgangspunt van identieke begin- en eindpunten (Ze kunnen vele kilometers verschillen!) komt te vervallen. En daarmee gelukkig ook de -in de praktijk waarschijnlijk onuitvoerbaar- grijsfiltertruc bij het uitmeten! [De flares en eventuele fragmenten langs de baan zijn uiteraard wél overeenkomstige punten. Het is jammer dat deze zelden nauwkeurig uitgemeten kunnen worden (Versmoring!) maar ze geven wel een fraaie controle op de nauwkeurigheid van de berekeningen.

Iets minder eenvoudig ligt het bij de overige door dhr. Altenburg genoemde factoren. Daar er meerdere punten worden berekend, rolt de afbuiging uit de baan er vanzelf uit. Bij sektoronderbrekingen gaat dit [-let gemakkelijkst. Per sektoronderbreking krijgen we dan een positie- en een snelheidsvektor, Ook de positie van het radiant wordt hiervoor gecorrigeerd.

Dit verschijnsel staat bekend als Zenit attractie. De positie van hel werkelijke radiant ligt daardoor hoger aan de hemel dan de positie van het schijnbare radiant. Deze correctie wordt in alle berekeningen toegepast.

Voor een meteor die op 110 km hoogte begint op te lichten en op 70 km hoogte eindigt **varieert** (aan de equator) de afstand tot het middelpunt van **de aarde tussen** 6468 en 6468 km. De hierdoor geïntroduceerde fout in **de afstand bedraagt ongeveer** 0.3 % en derhalve in de kracht ruim 0.4 Deze **getallen zijn in de meeste** van **onze** berekeningen verwaarloosbaar klein, **Overigens is de, ..kracht** een in **de** meeste berekeningen niet voorkomende **grootheid**. **Zelfs massaberekeningen** geschieden veel direkter. (**Massahelderheidsrelatie** met inachtnaam van initiële snelheid) Zie 3)

Het verschil in **polaire** en equatoriale straat van de aarde bedraagt 21 km. **Ook deze** waarde introduceert een fout van maximaal 0.3 % in **di.** afstand tot het middelpunt. Daar de coördinaten van de posten toch moeten worden **ingevoerd** is deze correctie bijzonder gemakkelijk aan te brengen.

De aarde verdraait in een halve seconde op onze breedte nog geen 150 m. Op een meteorobaan van 50 km lengte geeft dit een maximale fout van 0.2 % in de positie, een verdraaiing van de baan over een hoek van nog geen 101 Grootheden welke we, gezien onze nauwkeurigheid van werken, gerust mogen verwaarlozen.

Een en ander neemt niet weg, dat het berekenen van meteorbanen steeds met de grootste zorgvuldigheid dient te geschieden. De verschillende processen die zich in die halve seconde voltrekken zijn bijzonder complex en meenemen van alle factoren in de berekeningen zou zeker een veelvoud aan computertijd en (programmeurs)zweetdruppeltjes kosten. De verbetering welke een **en** ander in het eindresultaat teweeg brengt blijft daarmee desondanks binnen de gebruikelijke toleranties. Een gelukkige gedachte, waarbij **we** echter w@l alle factoren in gedachte moeten houden wanneer de meetnauwkeurigheid wordt opgevoerd bv. wanneer de platen uit de Wild-camerare simultaanopnamen gaan leveren.

(HO)

Lit : 2) REPORT-1 **Uitgave werkgroep "Meteoren"** NVWS 1976 **pg. 6-1 t/m 6-3**

3) **I<résáková.,M.:** .1966, Contr, Skalnaté Pleso Obs, **3275**

OPROEP

M.A. Hepgood (Research Fellow.Upper Atmosphere Group,Department of Physics University of Southampton)wil graag in contact komen met mogelijke waarnemers van een meteor van magnitude -2 boven West-Europa op 19 September 1979 om 1h30m14s UT.

Deze meteor veroorzaakte een nalichtend spoor,welk langer dan 33 minuten zichtbaar was. @lij nam het nalichtend spoor bij toeval op met een lichtsterke TV-camera.tijdens een studie van de structuur van de hemelachtergrond in het nabije Infrarood,vanuit het Jungfraujoch observatorium in Zwitserland.

Er is een video"opname met hoog oplossend vermogen verkregen,welke de evolutie van het nalichtend spoor vastlegde. Graag zou men beschikken over meer gegevens,teneinde de hoogte van de meteor en het nalichtefid spoor te kunngn bepalen. Vanuit Jungfraujoch verscheen de meteor op een hoogte van 12 bij azimuth 350 Vermoedelijk heeft het traject boven luxemburg gelegen.

Met name de Belgische waarnemers wordt verzocht,de waarnemingsboeken eens na te slaan. Mocht deze meteor ergens zijn opgetekend,dan worden de gegevens tegemoetgezien door

R.A. Macl<enzie

British Meteor Society

p/a 26 Adrian Street Dover'. Kent England CT17 9 AT Verdere resultaten uit dit onderzoek kunt U t.z.t. in Radiant tegemoet zien.