

Enkele opmerkingen bij het waarnemen van meteoren met de radio

E.P.Bus¹

1. Eerste Spoorstraat 16, 9718 PB Groningen

Introductie

Bij het waarnemen van meteoren zijn drie waarneemmethoden te onderscheiden die door amateurs kunnen worden verricht. Het visueel waarnemen is de fascinerendste bezigheid waarbij de waarnemer van elk waargenomen meteor een aantal karakteristieken vastlegt. Bij voldoende waarnemingen kunnen hieruit kenmerken naar voren worden gehaald die iets zeggen over de oorsprong van bijvoorbeeld de zwerm.

Met fotografische waarnemingen kunnen gedetailleerde kenmerken van één enkele meteor worden vastgelegd. Bij voldoende waarnemingen kan met grote nauwkeurigheid de laatste momenten van de meteoroïde in het zonnestelsel worden vastgelegd.

Met radio waarnemingen is door het grote aantal meteoren een goed inzicht te verkrijgen in het verloop van de activiteit, met als voordeel dat er ook overdag kan worden waargenomen. De drie waarneemmethoden zijn beslist niet concurrerend, maar vullen elkaar juist zeer goed aan, waardoor het fenomeen meteor(zwerm) beter begrepen kan worden.

De hier besproken radiowaarnemingen gelden voor een antenne die laag boven de horizon is gericht. Voor een andere opstelling, waarbij bijvoorbeeld de antenne is gericht onder een hoek van 45 graden, gelden andere voorwaarden die we hier niet zullen bespreken.

Enkele globale karakteristieken van het radiowaarnemen.

Elke waarneemtechniek heeft zijn voor- en nadelen. Het grote nadeel van het waarnemen met radiotechniek is dat een enkelvoudige ontvangststation geen onderscheid kan maken tussen een sporadische meteor of een lid van een meteor-zwerm. Maar door continu waarnemingen te verrichten in de dagen voor en na een maximum wordt inzicht verkregen in de sporadische activiteit. Na statistische bewerkingen van alle waarnemingen kan de radio zwermactiviteit toch worden bepaald ten opzichte van de sporadische **radio** meteoractiviteit.

Het woordje radio is hier niet voor niets vet gedrukt. De verhouding tussen de zwerm activiteit en sporadische activiteit bij visuele waarnemingen en radiowaarnemingen is beslist niet hetzelfde. Voornamelijk door de zogenaamde 'Echopeiling' (Zie voor de verklaring verderop in dit artikel) ligt de verhouding tussen de zwermactiviteit en sporadische activiteit voor elke zwerm anders. Met andere

woorden : bij normale visuele activiteit van de Leoniden is de zwermactiviteit ca. twee keer zo hoog is als de sporadische activiteit. Maar bij de radiowaarneemmethode is de Leonidenactiviteit maar ca. 1,3 keer hoger dan de sporadische activiteit. Het aantal zwermmeteoren bij radiowaarnemen is bij de Leoniden dus niet veel hoger dan de sporadische meteoren. Bij het radiowaarnemen van de Quadrantiden zijn er al zo'n vijf keer zoveel zwermmeteoren als sporadische.

Radianthoogte

Omdat man niet op de hoogte is van de radiotechniek en antennegevoeligheidsprofielen, worden de meest onzinnige uitspraken gedaan aangaande radianthoogte en radio uurfrequenties. Zo zou de radio uurfrequenties maximaal zijn als de radiant laag boven de horizon staat. Hiervoor werd zelfs een nieuwe kreet bedacht: de zogenaamde Horizontal Hourly Rate (HHR) [1]. Een duidelijk foutieve redenering zoals we hieronder duidelijk zullen maken.

Staat de radiant laag boven de horizon, dan verschijnen er minder meteoren in een bepaald gebied aan de hemel dan bij een hoge stand van de radiant. Dit fenomeen is niet afhankelijk van de waarneemtechniek. Maar het grootste verschil tussen het radiowaarnemen en het visuele waarnemen treedt op als de radiant hoger komt te staan dan 50 graden. De radiowaarneemmethode zal al snel minder reflecties gaan registreren totdat bij een radianthoogte vanaf ongeveer 80 graden, praktisch geen enkele zwerm-meteor zal worden waargenomen. Dit fenomeen is door mij vooral bij de Geminiden (max. radianthoogte 71°) in 1993 en 1994 zeer duidelijk waargenomen. De visuele waarnemer daarentegen, zal nog een toename in het aantal zwermmeteoren te zien krijgen.

Zowel bij de visuele methode als bij de radiowaarneemmethode kan het aantal waargenomen meteoren gecorrigeerd worden voor de veranderende radianthoogte, dit gebeurt met de zogenaamde Normalized Observability Function. (Zie figuur 1).

Tussen de drie waarneemtechnieken is nog een overeenkomst. Indien de radiant op een hoekafstand van ca. 90° van het waarneemcentrum staat, dan worden in dit waarneemgebied meer meteoren waargenomen dan in gebieden dicht bij of verder van de radiant. Voor hoekafstanden veel groter dan 90° kunnen er zich situaties voordoen dat er geen enkele zwermmeteor meer wordt waargenomen!

Volgens de theorie van Hines [2] kan bij de radiowaarneemmethode ook nog een ander fenomeen optreden, die een 'kunstmatige' vermindering in het aantal meteor reflecties kan opleveren of in een aantal gevallen zelfs tot nul doet terugvallen. Dit fenomeen kan optreden indien de radiant, de zender en ontvanger in één vlak staan.

Het woordje kan is niet voor niets hier vet weergegeven. Dit fenomeen is door mij, noch bij de Geminiden in 1993 en 1994 noch bij de Perseïden in 1994 waargenomen. Bij de Leoniden in 1993 ging de activiteit daarentegen juist omhoog in de periode waarin volgens de theorie vrijwel geen enkele zwermmeteor waargenomen zou kunnen worden.

De conclusie gegeven onder andere bij figuur 2 van ref. [1] is daarom dan ook onjuist.

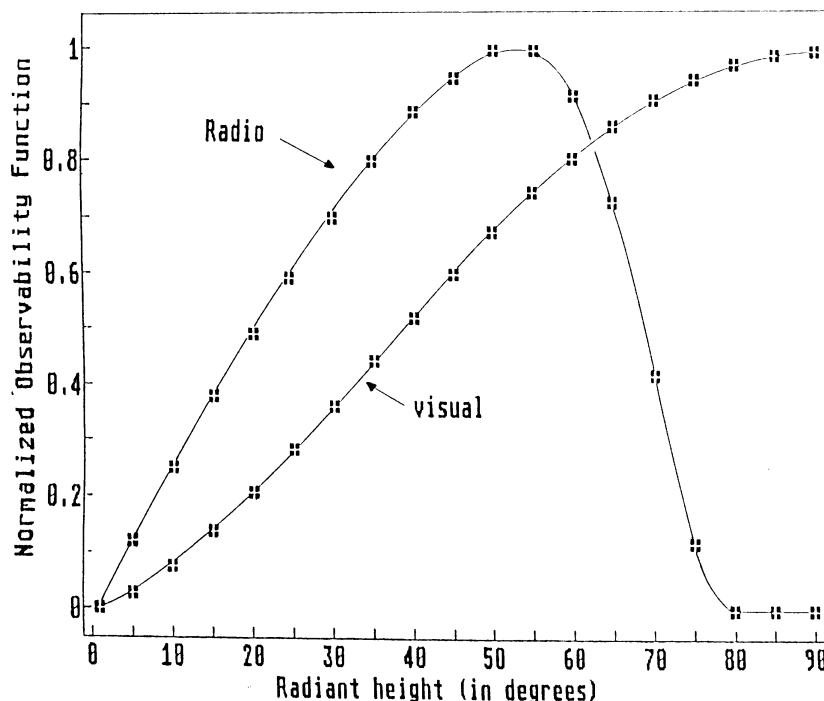
Voor een verklaring hiervoor zijn nog meer waarnemingen nodig, waarbij ook andere actieve zwermen zullen worden betrokken.

Reflectie- en hoogtegrens van Radio meteoren.

Echo-ceiling of reflectiegrens

Een van de belangrijkste redenen om niet zondermeer de aantallen radiometeoren te vergelijken met visueel waargenomen meteoren berust op het fenomeen 'echo ceiling' en 'height ceiling' (reflectiegrens en hoogtegrens).

Wanneer een meteoroïde in de hogere lagen van de dampkring komt, worden de luchtmoleculen vrijwel onmiddellijk geïoniseerd en er ontstaat een rechte ionisatiekolom. In het radiogebied duurt de reflectie in de regel veel langer dan de



Figuur 1 : De radianthoogte correctie. Visual = de radianthoogte correctie volgens $\sin(h) \cdot I^{-1}$ [61 voor een visuele waarnemer onder optimale condities. Radio = radianthoogte correctie volgens Hines [2] voor een radiowaarnemer onder optimale condities. (0.2 betekent dat het aantal waargenomen zwermmeteoren net $1/0.2 (= 5)$ moet worden vermenigvuldigd).

zichtbaarheid van het spoor in het visuele gebied. De ionisatiekolom diffundeert doordat de vrije elektronen door hun grote beweeglijkheid en vrije weglengte zich kunnen verspreiden. Onder bepaalde geometrische voorwaarden voor de richting van de zender en ontvanger en de richting van de radiant, wordt op deze kolom de elektromagnetische golf gereflecteerd. Als de straal van deze ionisatiekolom dezelfde orde van grootte bereikt als die van de te ontvangen golflengte, dan zal door de voor- en achterzijde van de ionisatiekolom gereflecteerde straling niet meer in fase zijn. Hierdoor ontstaat destructieve interferentie die de reflectie sterk verzwakt. Dit effect treedt reeds op, wanneer de straal van de ontstane ionisatiekolom $\lambda/25$ heeft bereikt. Dit wordt echo ceiling of de reflectiegrens genoemd. Indien de kolom verder expandeert, en daardoor diffundeert, zal de reflectie (en dus de ontvangst) afnemen. Dit effect treedt op bij elke radiometeor.

Height ceiling of hoogtegrens

De hoogtegrens of height ceiling van een radiometeor berust op hetzelfde fenomeen als die van de reflectiegrens of echo ceiling, maar is hier afhankelijk van de snelheid van de meteoroïde.

Uit waarnemingen is gebleken dat hoe hoger in de dampkring de ionisatiekolom van een meteor ontstaat, des te groter de straal van de kolom is. Hierdoor is er een verband tussen de waarnemingsgolflengte (λ) en de maximale waarneembare hoogte van de meteor. Hieruit volgt dat radio-ontvangers afgestemd op hogere frequenties, dus lagere golflengte, alleen reflecties kunnen ontvangen, als een ionisatiekolom lager in de dampkring ontstaat. Als bijvoorbeeld op 72 MHz, alleen meteoren kunnen worden geregistreerd die lager dan ca. 105 km oplichten, dan zullen op 144 Mhz alleen meteoren lager dan ca. 100 km kunnen worden geregistreerd. En aangezien snelle meteoren gemiddeld op een grotere hoogte oplichten dan langzame meteoren, dan is

het gevolg, dat er minder meteoren van snelle zwermen, zoals de Leoniden ($v=72$ km/sec) en Orioniden ($v=68$ km/sec) met de radiotechniek zullen worden waargenomen dan van de minder snelle zwermen zoals de Quadrantiden ($v=43$ km/sec) en de Geminiden ($v=36$ km/sec). [3,4].

Wat is het gevolg hiervan?

Stel, dat tijdens het maximum van de Perseïden en bij de Geminiden de sporadische meteoractiviteit hetzelfde is.

Stel, dat het visuele maximum bij beide zwermen even hoog ligt. Stel, dat beide zwermen onder dezelfde ideale radio-omstandigheden wordt waargenomen. Het gevolg is dan, dat er met de radiomethode meer Geminiden zullen worden waargenomen dan Perseïden en hierdoor ontstaat een verschil in de verhouding tussen de sporadische meteoractiviteit en de zwermactiviteit bij de beide zwermen.

De radio vergelijkingen tussen de visuele- en radiowaarnemingen gegeven onder ref. [1] zijn daarom dan ook foutief.

Op de radio frequentie 72 MHz heb ik (voorlopig) empirisch kunnen bepalen, dat bij de snelle Leoniden, alleen meteoren worden geregistreerd met een visuele magnitude van ca. +1.5 of helderder. Bij de Quadrantiden is dit (voorlopig) empirisch bepaald op magnitude ca. +7.0 of helderder [5]. (Op 144 MHz Leoniden van magnitude ca. -0.5 en helderder en voor de Quadrantiden van ca. +6.0 en helderder).

Conclusie

De activiteit van radiometeoren is niet zondermeer te vergelijken met visuele activiteit, zoals dat wel is gebeurd onder ref. [1].

Zoals er bij de visuele waarnemingen allerlei empirische correcties moeten worden uitgevoerd om een ZHR te kunnen bepalen, moeten er ook empirische correcties voor de radiowaarnemingen worden uitgevoerd. Pas nadat deze correcties aangebracht zijn, kunnen beide waarnemethoden met elkaar vergeleken worden. Deze empirische correcties voor de radiowaarnemingen zijn nog niet allemaal bekend. Hiervoor zijn nog veel

simultane waarnemingen nodig, waaronder bijdragen van visuele waarnemers zeer belangrijk zijn.

Ik pleit dan ook voor samenwerking tussen de visuele waarnemer en de radio waarnemer naar ook met de fotografische waarnemer zodat de waarnemingen met elkaar vergeleken kunnen worden en hierdoor meer inzicht verkregen kan worden.

Dankwoord

Een woord van dank aan Ton Schoenmaker voor zijn opmerkingen en aanvullingen op dit artikel.

Referenties:

- [1] Langbroek M.,: De Leoniden 1993: Een verhoogde radio-MS activiteit op 16/17 november? Evaluatie van de data. *Radiant* **16** (1994) pp. 126-129.
- [2] Hines, C.O.,: Can..Journ. Phys. **33**, (1955) pp. 493-503.
- [3] Verbeek, C., (1993) Determination of Meteor Heights by Forward Scatter Observations. (unpublished paper)
- [4] McKinley, D.W.R., (1961): Meteor Science and Engineering, New York, Toronto, London.
- [5] Scholten, A.H., 1995: Quadrantiden waarnemingen. pr. comm.
- [6] Jenniskens P., (1988) : *DMS Visueel Handboek*. DMS Leiden

NIET VERGETEN...

15 april 1995.

Volkssterrenwacht Bussloo.

15e DMS Symposium.

Voordrachten over interessante onderwerpen, nieuwe apparatuur te bezichtigen.

Nieuws over de Leoniden en alfa Monocerotiden 1995 en een spektakulaire DMS campagne in het buitenland.

Komt allen !

Zeer heldere vuurbol waargenomen

Op 2 maart 1995 om 19h31m UT werd vanuit Enschede een zeer heldere sporadische vuurbol waargenomen door Derk Zeedijk, medewerker van de Volkssterrenwacht Twente te Lattrop. De helderheid werd door hem geschat op magnitude -14 tot -15.

Gezien vanuit Enschede bewoog de vuurbol ruwweg in de richting ZW--NO. Hij begon zeer hoog aan de hemel en eindigde vrijwel op de noordoostelijke horizon. De vuurbol bewoog vlak ten noorden van de steel van de Grote Beer en zijn richting was evenwijdig aan de "bovenzijde van het bakje". De vuurbol had een oranje kleur en een groene flare, vergelijkbaar met vuurwerk. De kop was druppelvormig en leek op een komeet. De zichtbaarheidsduur bedroeg zeker 6 tot 7 seconden.

Een tweede melding van deze vuurbol kwam, ook via VST, van Chris Scholten Lubberink, die hem vanuit een auto te Lattrop waarnam. Hij schatte de helderheid op ongeveer -10 en zag een groene kleur. Fragmentatie in minimaal 10 stukken en een langdurig nalichtend spoor werden gerapporteerd.

Het weer was in ons land de bewuste avond niet al te best. Veel buien met hagel en natte sneeuw, afgewisseld door een spaarzame opklaring. Er heeft geen enkele all-sky camera gedraaid.

Wel zijn de bewuste avond heldere vuurbollen gefotografeerd door twee Duitse station van het EN (Info Jürgen Rendtel) maar uitgezocht moet nog worden of deze opnamen dezelfde meteor betreffen.

Het is al weer enige tijd geleden, dat een echt grote vuurbol onze Nederlandse all-sky camera's n-multaan verraste. Gezien de buitengewoon sombere en natte periode die nu achter ons ligt kan het vrijwel ook niet anders. Hopelijk komt hier de komende maanden verandering in.

Dank aan André Kluitenberg (VST) en aan Jürgen Rendtel (IMO) voor het snel en terzake rapporteren van resp. de visuele meldingen en de fotografische gegevens.