

NEDERLANDSE KOMETEN VERENIGING



Handleiding voor het schatten
van de visuele helderheid
van een komeet
volgens de Sidgwick-methode

E.P. Bus

Voorwoord

De Nederlandse Kometen Vereniging (voorheen de Werkgroep Kometen van de huidige Koninklijke Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde) heeft sinds de oprichting in februari 1976 voorschriften gehanteerd waarin wordt omschreven op welke wijze de helderheid van een komeet kan worden bepaald.

Henk Feijth (1944-1997) was in de periode 1976-1986 de eerste waarnemingsleider van de Nederlandse Kometen Vereniging en dankzij hem kon ik mijn eerste waarnemingen aan komeet C/1968 N1 (Honda) verrichten in de periode augustus – september 1968.

Van de hand van Henk Feijth verscheen in 1976 de eerste waarneeminstructie die voornamelijk was gebaseerd op het waarnemen van veranderlijke sterren met als toevoeging de invoering van de Bobrovnikoff-methode voor de helderheidsbepalingen van kometen.

De Bobrovnikoff-methode is de “Uit-Uit” methode, waarbij het oculair zover uit het focus wordt gedraaid tot de coma van de komeet en de vergelijkingssterren vrijwel dezelfde diameter lijken te hebben.

In 1981 bezochten Henk Feijth en ik Graham S. Keitch van de Comet Section van de British Astronomical Association (BAA). Tijdens gesprekken over het waarnemen van kometen ontstond het idee naast de Bobrovnikoff-methode ook de Sidgwick-methode te gaan gebruiken.

De Sidgwick-methode is de “In-Uit” methode waarbij de in het geheugen opgeslagen helderheid van een in focus staande komeet wordt vergeleken met sterschijfjes die zover uit focus zijn gedraaid totdat deze precies dezelfde diameter hebben als de in focus staande coma van de komeet.

De waarnemingscommissie van de Nederlandse Kometen Vereniging besloot om voor komeetwaarnemingen voor de International Halley Watch zowel de Bobrovnikoff- als de Sidgwick-methode te gebruiken. Dit om de waarnemingen van Halley van de omloop in 1986 te kunnen vergelijken met de omloop van 1910.

Sindsdien gebruikt de Nederlandse Kometen Vereniging de Sidgwick-methode als standaard vanwege de meer realistische waarden dan de andere bestaande methoden vooral als de komeet erg diffuus is. Uitsluitend van bekende en in het verleden veel waargenomen kort-periodieke kometen wordt nog gevraagd om waarnemingen te verrichten met de Bobrovnikoff-methode (naast de Sidgwick-methode).

Visuele komeetwaarnemingen leveren nog altijd een waardevolle bijdrage aan het ontraadselen van het fenomeen ‘komeet’ en deze waarnemingen kunnen in principe door elke waarnemer worden verricht.

Voordat een waarnemer bruikbare waardevolle waarnemingen kan verrichten, moet hij absoluut enige ervaring opdoen.

Beginnende waarnemers hoeven echter niet te wanhopen. Wanneer een beginnende waarnemer deze handleiding nauwgezet volgt, is hij snel in staat goede komeetwaarnemingen te maken.

Deze handleiding is echter niet alleen bedoeld voor de beginnende waarnemer maar óók voor de gevorderde. Uit analyse van waarnemingen blijkt dat er toch soms methoden insluipen die van invloed kunnen zijn op de helderheidsschatting van een komeet. Door zo nu dan deze handleiding goed na te lezen en de instructies op te volgen, blijft ook de kwaliteit van hun waarnemingen gewaarborgd.

Een woord van dank voor Henk Bril, Johan van Dorp, Jaap van ’t Leven, Hermanus Rietveld, Alex Scholten en Rob van de Weg voor het kritisch doornemen van de teksten.

Speciale dank gaat uit naar Henk Bril voor zijn aanbevelingen en Jaap van ’t Leven voor de Engelse versie van deze handleiding.

Deze uitgave is tot stand gekomen dankzij de financiële steun van het Publicatiefonds van de Nederlandse Kometen Vereniging.

Peter Bus, Groningen, februari 2016.



*Maatgevend voor ervaring is de kwaliteit van de waarnemingen,
niet de kwantiteit*

1. Inleiding

In principe is er geen verschil tussen het bepalen (schatten) van de helderheid van een veranderlijke ster of een komeet. In beide gevallen wordt gebruik gemaakt van vergelijkingssterren waarvan de helderheid bekend is en die in de directe omgeving van de komeet of de veranderlijke ster staan.

Het vergelijken van de helderheden tussen een veranderlijke ster en vergelijkingssterren is relatief eenvoudig. Men vergelijkt de helderheid van de verschillende puntbronnen met elkaar óf men zet het instrument iets uit focus waarna men de helderheden van de sterschiefjes met elkaar vergelijkt.

Het vergelijken van helderheden tussen een komeet en een ster is minder eenvoudig, zelfs complex. Dit komt omdat de komeet in de regel een duidelijke afmeting heeft ten opzichte van de puntvormige sterbeeldjes. Daarbij spelen de lichtverdeling en oppervlaktehelderheid in de coma van een komeet een duidelijke rol.

Om de totale helderheid (m_1) van de coma (de “kop”) van een komeet te kunnen bepalen moet de waarnemer de geïntegreerde (gemiddelde) oppervlaktehelderheid vergelijken met objecten van gelijke diameter waarvan de helderheid bekend is. Hiervoor zijn in de loop der jaren vier methoden ontwikkeld: de Bobrovnikoff-, de Beyer-, de Morris- en de Sidgwick-methode. De Nederlandse Kometen Vereniging geeft de voorkeur aan de Sidgwick-methode omdat deze de meest realistische waarden geeft. De helderheden, die bepaald worden met de andere waarneemmethoden, zijn in de regel systematisch zwakker, behalve wanneer een komeet (vrijwel) stellair van uiterlijk is.

2. De ogen van de waarnemer

2.1 Donkeradaptatie (DA)

Voor het goed kunnen zien van lichtzwakke, diffuse objecten moeten de ogen eerst aan het donker geadapteerd zijn. Donkeradaptatie of donkeraanpassing (DA) is lastig als men uit een fel verlichte kamer, of na lange tijd televisie of naar een beeldscherm te hebben gekeken, het duister instapt. In het allereerste ogenblik ziet men geen hand voor de ogen. Het duurt een tiental seconden voordat de eerste contouren van objecten worden gezien. Weer enige tientallen seconden later worden meer details zichtbaar en pas na een aantal minuten kan in de duisternis worden gelopen.

Kijkt men naar de maanloze sterrenhemel, direct nadat men uit de verlichte kamer is gestapt, dan worden hooguit sterren met een helderheid van magnitude +1 à +2 gezien. Na verloop van tijd worden hoe langer hoe meer zwakkere sterren zichtbaar. Dit aanpassingsproces duurt ongeveer twee uur. De eerste 30 minuten van DA verloopt zeer steil. Dit wil zeggen, dat na 30 minuten al de meeste zwakke details kunnen worden gezien. Na ongeveer een uur (!) is men vrijwel volledig aan het donker aangepast. Voor een goede komeetschatting echter, is 30 minuten in de regel meer dan voldoende.

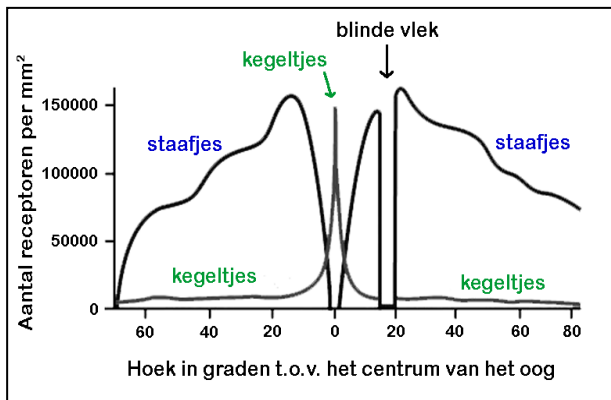
Het is dus zinloos voor een waarnemer om te proberen een helderheidsschatting te verrichten kort na het verlaten van een helder verlichte ruimte, of nadat men bijvoorbeeld naar een lichtbron als een mobiele telefoon, tablet, laptop, computer, televisie etc. heeft gekeken!

Na 30 minuten donkeradaptatie zijn we bij het punt aanbeland waar het voor de komeetwaarnemer interessant gaat worden. Kometen zijn in de regel diffuse lichtzwakke objecten. Bij onvoldoende donkeradaptatie, is de waarnemer niet in staat de zwakkere buitenste delen van de coma goed te zien. Een verlies van meer dan 25% van de comadiameter is in dat geval eerder regel dan uitzondering met zwakkere schatting als gevolg. Donkeradaptatie is dus de belangrijkste voorbereidende bezigheid van de waarnemer. Tijdens de DA moet de waarnemer elke vorm van licht mijden, zelfs helder rood licht. De lange periode van wachten die nodig is om volledige DA te verkrijgen, kan nuttig worden besteed door met het instrument alvast de komeet en de vergelijkingssterren aan de hemel op te zoeken. Het is handig om het begintijdstip van DA te noteren.

2.2 Het perifeer waarnemen

Om lichtzwakke objecten in het donker goed te kunnen zien, is naast donkeradaptatie de techniek van perifeer kijken erg belangrijk. Indien direct naar een lichtzwak object wordt gekeken, dan wordt deze nauwelijks of niet waargenomen. Dit komt doordat in een klein gebiedje op de optische as van het oog, de Gele Vlek, zich voornamelijk kegeltjes bevinden (zie figuur 1). Deze kegeltjes zijn lichtreceptoren die gebruikt worden voor het zien van kleuren én het zien van details bij heldere belichting. In het menselijk oog zijn drie typen kegeltjes te onderscheiden die elk verschillende soorten gezichtskleurstoffen bevatten. Ze

absorberen blauwviolet, groen en rood licht. Met deze drie kegeltypen die elk één van de drie grondkleuren absorberen en daardoor geprikkeld worden, is het netvlies in staat de verschillende kleuren te onderscheiden. In een uitgestrekt gebied van het zichtbare spectrum kunnen hierbij verschillen van 1 à 2 nanometer (nm) nog uit elkaar worden gehouden. De maximale gevoeligheid voor het 'overdag' zien ligt in het groen/gele gebied van het visuele spectrum op ongeveer 560 nm. Als een waarnemer kometen direct i.p.v. perifeer waarneemt, gebruikt hij dit kleine gebiedje.

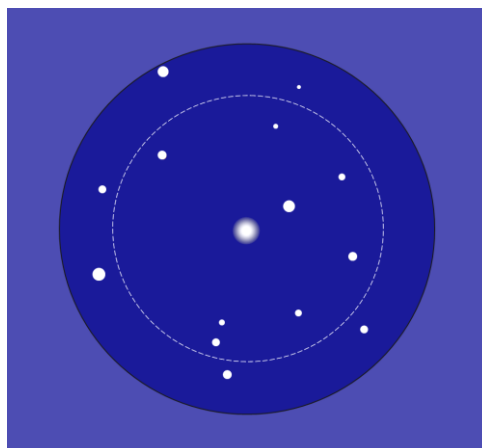


Figuur 1. Dwarsdoorsnede van het linkeroog (het recheroog is horizontaal gespiegeld hetzelfde). Op deze afbeelding is duidelijk te zien dat aan de neuszijde (aan de rechterkant op deze afbeelding) de blinde vlek zich bevindt. Let goed op dat bij het waarnemen (bij de bepaling van de helderheid) de komeet of vergelijkingsster niet op de blinde vlek terecht komt. Horizontaal is de hoek in graden gegeven t.o.v. het centrum van het oog en verticaal de hoeveelheid staafjes en kegeltjes per mm². (N.B. Het oog is een camera obscura en geeft een omgekeerd beeld op het netvlies. De beschrijving in de tekst (oriëntatie boven of onder & links of rechts) gaat uit van de oriëntatie volgens interpretatie door onze hersenen – of, zoals de waarnemer het ziet – en is niet de werkelijke locatie op het netvlies).

Bij een maanloze heldere sterrenhemel, wanneer we voornamelijk met de lichtgevoelige staafjes zien, zijn alle aardse objecten kleurloos of zien we ze met een blauwachtig waas. De meeste staafjes, 125 – 150 duizend per vierkante millimeter, liggen in een gebied van ongeveer 10 – 22 graden met een maximum op ca. 15 – 18 graden van centrum van het oog aan de oorzijde (zie figuur 1).

Mensen vertonen een grote verscheidenheid bij de gevoeligheid in het nachtzien en in sommige gevallen levert het perifeer waarnemen zelfs geen enkel voordeel op. Tussen waarnemers kunnen namelijk de hoeveelheid staafjes in de binnen en buitengebieden van het oog erg variëren. Met andere woorden: iemand die een scherpe blik heeft, hoeft in principe niet uitstekend in het donker te kunnen zien, of iemand die bril dragend is, kan best in het donker zeer lichtzwakke objecten waarnemen. Daarbij hebben waarnemers hun eigen voorkeuren voor het perifeer waarnemen.

Nadat een komeet in het midden van het beeldveld van een telescoop of binoculair is gezet richt de waarnemer zijn blik ergens op een denkbeeldige positie op ca. 15 – 20 graden van de komeet (zie figuur 2). Vergelijken met het direct zien kan de lichtwinst door perifeer waarnemen oplopen tot wel 1½ à 2 magnituden! Ook de bovenkant van het oog is goed uitgerust met deze lichtgevoelige staafjes.



Figuur 2. Het perifeer waarnemen van een komeet. De komeet wordt in het midden van het beeldveld van een telescoop of een binoculair gezet. Daarna wordt de blik gericht (op een denkbeeldige positie op ca. 15–20 graden van de komeet. Deze denkbeeldige positie is aangegeven op de streepjeslijn. Het beeldveld van het oculair in dit voorbeeld heeft een diameter van 50 graden. Houd rekening met de blinde vlek. (N.B. blikrichting wordt ook wel kijkrichting genoemd).

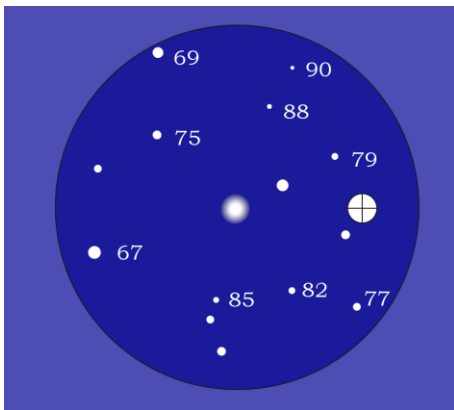
Het bovenste gedeelte van het oog heeft in het algemeen een grotere gevoeligheid dan het onderste. Indien twee sterren in het beeldveld van een kijker precies dezelfde helderheid hebben dan zal de bovenste ster helderder lijken dan de onderste. Dit wordt het standhoekeffect genoemd. Om dit standhoekeffect te voorkomen moet bij het bepalen van de helderheid om en om de komeet én elke vergelijkingsster iedere keer weer in het centrum van het beeldveld worden gezet.

Met het perifeer kijken worden puntbronnen minder goed gezien dan diffuse lichtzwakke objecten met een zeker oppervlak, aangezien de buitengebieden van het oog niet in staat zijn scherp te zien. Daarom is deze techniek uitermate geschikt om de helderheid te bepalen met de Sidgwick-methode (zie hoofdstuk 4.1).

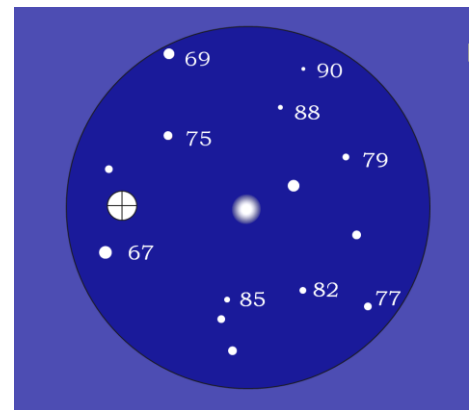
Maar het meest interessante aspect van het perifeer waarnemen van kometen is het volgende: de meeste kometen (de coma) zijn blauwgroen van kleur. En de buitengebieden van het oog zijn gevoeliger voor de korte dan voor de langere golflengten van het visuele spectrum. Een waarneming verricht aan een blauwgroen object heeft een lagere drempelwaarde dan die voor een geelachtig object van dezelfde helderheid. Met andere woorden: perifeer waarnemen zorgt ervoor dat een lichtzwakke diffuse blauwgroene komeet duidelijker wordt waargenomen dan bij het directe waarnemen. De maximale gevoeligheid van de staafjes ligt in het blauwgroene gebied van het visuele spectrum op ongeveer 500 nm.

N.B. We gebruiken in deze handleiding de figuren 3a t/m 3c als voorbeeld. Uiteraard heeft elke waarnemer voor het perifeer waarnemen zijn eigen voorkeuren voor de blik- of kijkrichting.

Om een goede schatting te kunnen maken van de helderheid van een komeet worden zowel de komeet als elke vergelijkingsster altijd om en om in het midden van het beeldveld gezet en perifeer waargenomen. Personen die met het linkeroog waarnemen, richten hun blik rechts (zie ⊕ in fig. 3a) op ongeveer 15-18 graden van het centrum van de blikrichting waardoor het object (komeet of ster) in het linker perifere gedeelte van het oog komt te staan. Personen die met het rechteroog waarnemen, richten hun blik links (zie ⊕ in fig. 3b) op ongeveer 15-18 graden van het centrum van de blikrichting waardoor het object in de rechter perifere gedeelte van het oog komt te staan.

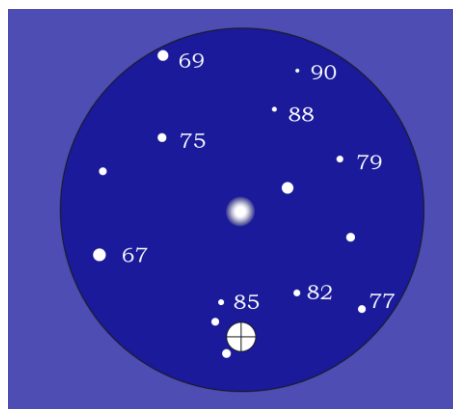


Figuur 3a



Figuur 3b

Figuren 3a en 3b. Bij het gebruik van een 'eenvoudig' oculair van een telescoop wordt de komeet in het midden van het beeldveld van de telescoop gezet. Richt altijd de blik op ca. 15–18 graden van de komeet, terwijl de komeet perifeer wordt geobserveerd. Richt de blik van het linkeroog op zo'n 15–18 graden rechts van de komeet (zie ⊕ in figuur 3a) of met het rechteroog op zo'n 15–18 graden links van de komeet (zie ⊕ in figuur 3b). Ook elke vergelijkingsster, nadat deze in het centrum van het beeldveld is gezet, wordt op deze manier perifeer bekeken. Omdat bij het schatten van de helderheid altijd hetzelfde gebiedje van het oog moet worden gebruikt voor het beoordelen van de komeet of ster.



Figuur 3c

Figuur 3c. In een binoculair wordt de komeet perifeer met beide ogen waargenomen. Zet de komeet in het centrum van de binoculair en richt de blik van beide ogen op ongeveer 15–18 graden onder de komeet (zie ⊕ in fig. 3c) terwijl in het bovengedeelte van de ogen de komeet perifeer wordt geobserveerd. Ook elke vergelijkingsster, nadat deze in het centrum van het beeldveld is gezet, wordt op deze manier perifeer bekeken. Omdat bij het schatten van de helderheid altijd dezelfde gebiedjes van beide ogen moet worden gebruikt voor het beoordelen van de komeet of vergelijkingsster.

3. De vergelijkingssterren

Tijdens het waarnemen zijn er een groot aantal factoren die invloed hebben op het bepalen van de helderheid van een komeet. In hoofdlijnen zijn dit: de kwaliteit van de waarnemer, de kwaliteit en type van het instrument, de gebruikte waarneemmethode, de waarneemomstandigheden, het uiterlijke voorkomen van de komeet, maar ook en vooral de keuze van de vergelijkingssterren. Voor pc, laptop, tablet en smartphone, zijn verschillende sterrencatalogi, sterrenatlassen en sterrenkaarten in elektronische vorm voor de amateur beschikbaar. Helaas zijn veel van deze bronnen niet bruikbaar omdat ze alleen V-magnituden geven (550 nm). Daarom moet het spectrum en/of de kleurindex met de B-V waarden van elke te gebruiken vergelijkingsster bekend zijn.

Spectrum	Kleurindex B-V	Oppervlakte Temperatuur °K	Visuele kleur
O5	-0,35	42 000	blauw
B0	-0,30	30 000	lichtblauw
A0	-0,02	9 800	wit
F0	0,30	7 300	geelwit
G0	0,58	5 900	geel
K0	0,81	5 200	oranje
M0	1,40	3 800	rood

Tabel 1. Indeling van sterren naar het spectrum, kleurindex B-V, oppervlakte temperatuur in graden Kelvin en de visuele kleur van het uitgestraalde licht.

Hoe koeler de oppervlaktetemperatuur des te groter de kleurindex B-V en des te roder het oppervlak van de ster. Deze B-V waarden worden gebruikt voor het bepalen van de visuele helderheid van een ster.

Bij een later spectrum dan K0-K3 (kleurindex B-V 0,81-0,90) komt bij de waarnemer een probleem van fysiologische aard om de hoek kijken. Dit is het zogenaamde Purkinje-effect. De schijnbare helderheid van een rode ster, varieert naargelang deze rode ster helderder of zwakker is. Is deze ster relatief zwak, dan zal de rode ster zwakker overkomen dan in werkelijkheid en de komeet helderder. Is deze rode ster echter relatief helder dan zal de komeet zwakker overkomen dan in werkelijkheid. Dit fenomeen treedt ook op in de periode tussen de nautische en astronomische schemering. Mogelijk dat dit zelfde effect ook optreedt bij stofrijke kometen die in de schemering worden waargenomen. Hoe dan ook, vanwege het Purkinje-effect is het noodzakelijk uitsluitend vergelijkingssterren te gebruiken met een kleurindex kleiner dan B-V 0,90.

Van sterren uit bijvoorbeeld Sky Catalogue 2000.0 en van veel computerplanetariumprogramma's, worden meestal alleen de V-magnituden gegeven (550 nm). Deze zullen nog wel omgerekend moeten worden naar visuele helderheden met behulp van de in de Sky Catalogue 2000.0 en computer planetarium programma's gegeven kleurindex B-V waarden volgens onderstaande Stantonformules.

$$\text{Voor } V = 5,5 - 6,5 \text{ geldt: } mv = V + 0,182 * (B-V) - 0,032. \quad (1)$$

$$\text{Voor } V = 10 - 11 \text{ geldt: } mv = V + 0,182 * (B-V) - 0,15. \quad (2)$$

Voor het Halley Handboek, deel 2, werd door mij voor vergelijkingssterren de volgende 'gemodificeerde' Stantonformule bepaald:

$$\text{Voor } V = 0 - 10,5 \text{ geldt: } mv = V + 0,182 * (B-V) - x. \quad (3)$$

Voor $V = 6,0$ geldt $x = 0,032$ van formule (1) en voor $V = 10,5$ geldt $x = 0,15$ van formule (2).

Voor V-helderheden tussen 0 en 10,5 worden de bijbehorende x-waarden gevonden door lineaire interpolatie/extrapolatie.

Met de formules (4) en (5) is het iets eenvoudiger om de waarden van de visuele helderheden te berekenen met de 'gemodificeerde' Stantonformule.

$$x = (0,0262 * V) - 0,1253 \quad (4)$$

$$mv = V + (0,182 * (B-V)) - x \quad (5)$$

Enkele voorbeelden na toepassing van de 'gemodificeerde' Stantonformule:

V-magnitude: 4,22. B-V: 0,88. Volgens 'gemodificeerde' Stantonformule: mv 4,34. Afgerond: mv 4,3.

V-magnitude: 6,17. B-V: 0,70. Volgens 'gemodificeerde' Stantonformule: mv 6,27. Afgerond: mv 6,3.

V-magnitude: 8,08. B-V: 0,57. Volgens 'gemodificeerde' Stantonformule: mv 8,16. Afgerond: mv 8,2.

Gebruik voor de schatting van de visuele helderheid van kometen nooit bronnen waarvan de beschikbare sterren of allen alleen helderder of allen alleen zwakker zijn dan de komeet (de zogenaamde Pogson-schatting). Gebruik ook nooit bronnen met alleen V-magnituden. Gebruik bij voorkeur V_t-magnituden van de Tycho-2 Catalogus (Broncode: TK). Deze catalogus bevat sterren tot magnitude 12 en geeft bovendien ook de B-V kleurindex van de elke ster. Nogmaals, gebruik geen sterren met een spectrum later dan K0-K3 of kleurindex > 0,90.

3.1 Een aantal voorkeuren voor catalogi of kaarten met goede vergelijkingssterren ¹⁾

(D) = Dutch Comet Halley Handbook (kaarten in Halley Handboek deel II).

(NP) = North Polar Star Sequentie (AAVSO).

(S) = SAO-Star Catalog (alleen sterren die met een H of T zijn gelabeld!)

(SCS) = Catalogue 2000.0. Volume 1: Stars to Magnitude 8.0. (alleen omgerekende V magnitudes met de 'gemodificeerde' Stantonformule, zie pag. 6).

N.B. De SCS code staat niet in de "Magnitude reference key" van de ICQ!

(TK) = Tycho-2 Catalogue, Hog et al. 2000 A. Ap., (van Cartes du Ciel, Sterrenkaarten (alleen Tycho-2 gelabeld V_T-magnituden!). én (TK) = Guide. N.B! : *alleen* Tycho-2 V_T magnitudes (VT gelabeld) van de *bron* catalogus gebruiken. Let op! De supplementen bevatten een mix van V-achtige magnituden van de originele Tycho catalogus die niet geschikt zijn voor de waarnemingen.

(TT) = Tycho/Hipparcos Catalogue V_T magnitudes from ESA SP-1200.

Altijd het identificatienummer, de naam of code geven van de gebruikte vergelijkingssterren zoals de naam van de AAVSO veranderlijke plus de gebruikte vergelijkingssterren van deze sequentie, bijvoorbeeld:

(AA) = AAVSO kaart: R Aql: 7.7, 7.8, 7.9 of (AC) T Lyn: 9.0, 9.6 10.0.

(D) = Dutch Comet Halley Handbook, kaart 3a en 3b: sterren 72a' en 67b'

(S) = SAO catalogus (S) SAO 022859 = 5.0T en SAO 022696 = 5.6H.

(SCS) = Catalogue 2000.0. Volume 1: Stars to Magnitude 8.0 (alleen V-magnitudes omgerekend naar mv met de 'gemodificeerde' Stantonformule (zie pag. 6).

52 χ And: V-magnitude is 4,98 (B-V = 0,89). Volgens 'gemodificeerde' Stantonformule mv = 5,11.

(TK) = Tycho-2 Catalogue ϕ Per = TYC3291-02118-1 = V_t 4,01. χ And = TYC3673-01923-1 = V_t 5.11.

4. Schattingsmethode

In de loop der jaren zijn een aantal schattingsmethoden ontwikkeld voor de bepaling van de helderheid van een komeet. In deze handleiding wordt alleen de meest gangbare methode behandeld die in gebruik is bij de Nederlandse Kometen Vereniging: de Sidgwick-methode.

Om de helderheid van de gehele coma van een komeet goed te kunnen beoordelen, moeten de ogen meer dan 30 minuten niet aan licht blootgesteld zijn geweest. Ook helder rood licht heeft als effect, dat uiteindelijk de helderheid van de coma zwakker wordt beoordeeld. Afgeschermd heel zwak rood licht kan wel worden gebruikt mits men niet direct in de lichtbron kijkt.

N.B. Voor schattingsmethode geldt dat men altijd een vergroting tussen 1,45 tot 2,15 maal de objectief opening in centimeters² gebruikt om de schijnbare comadiameter zo klein mogelijk te houden. Dit komt overeen met een uitreepupil³ tussen 4,6 en 7 mm.

Noten

¹ De bronnen met goede vergelijkingssterren zijn te vinden in de "Magnitude reference key" van The International Comet Quarterly en als PDF op te vragen bij de waarneemcoördinator van de Nederlandse Kometen Vereniging.

² Een instrument met een objectief van 15 cm diameter heeft een 'ideale' vergroting tussen 22 en 32 keer en een instrument met een objectiefdiameter van 25 cm, tussen 36 en 54 keer (zie ook tabel 2 en 3 op pagina 14 en 15).

³ Zie uitleg uitreepupil op pagina 13.

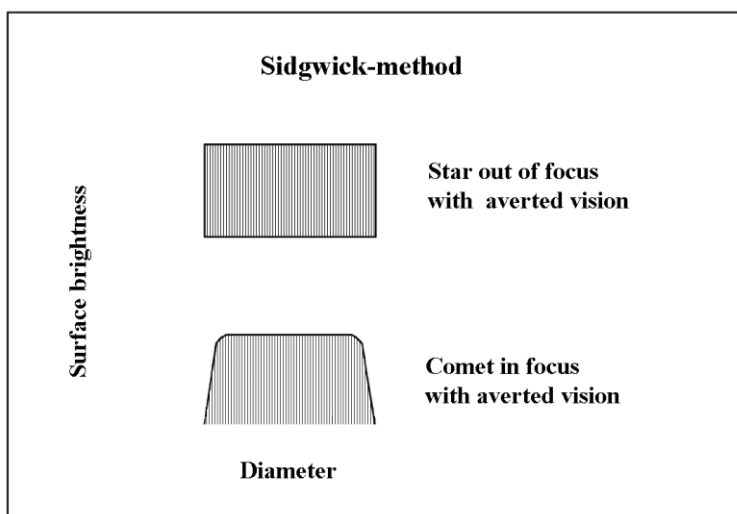
Zet altijd de komeet én elke te gebruiken vergelijksster in het centrum van het beeldveld van de kijker. Om de helderheid van de komeet goed te kunnen vergelijken met de vergelijkssterren, moet altijd dezelfde vergroting worden gebruikt.

N.B.: In kijkers zijn gedefocuseerde (ook wel onscherp gesteld of uit focus gesteld genaamd) sterbeeldjes scherp begrensd en bij de komeet is dit niet het geval (zie het rechterplaatje in figuur 5). Bovendien vertonen gedefocuseerde sterren in kijkers met secundaire spiegels in de lichtweg, in het midden van het sterbeeldje een donker gat (o.a. bij een Newton, Schmidt-Cassegrain, Jones-Bird).

Het onscherp stellen van het instrument gebeurt altijd met het naar buiten draaien (extrafocaal) van de focuseerinrichting. Dus de focuseerinrichting nooit naar binnen draaien (intra focaal). Zie uitleg op pagina 14.

4.1 De Sidwick- of In-Uit methode

“De in het geheugen opgeslagen (perifeer waargenomen) helderheid van een in focus staande komeet wordt perifeer vergeleken met sterschijfjes die zover uit focus zijn gedraaid totdat deze precies dezelfde diameter hebben als de in focus staande coma van de komeet.”



Figuur 4. Sidwick-methode. Schematische weergave voor het vergelijken van de helderheid van de coma van een komeet met de helderheid van een ster in een instrument zonder centrale obstructie. De ster is juist zover uit focus gezet dat deze dezelfde diameter heeft als de diameter van de coma van de in focus zijnde komeet. De helderheid van een ster uit focus wordt in principe egaal verdeeld over het gehele oppervlakte met een scherp begrensde rand. De oppervlaktehelderheid van de in focus staande coma zal bij het perifeer waarnemen naar de randen toe vrijwel egaal worden uitgesmeerd.

Door amateur-waarnemers werd de methode die Sidwick in de jaren 50 van de 20^e eeuw beschreef de Sidwick-methode genoemd. Deze methode werd echter al aan het begin van de 20^e eeuw gebruikt. Bovendien blijkt op pagina 5 van zijn publicatie in 1943 dat N.T. Bobrovnikoff niet alleen de Sidwick-methode beschrijft maar dat hij deze methode ook gebruikte bij zijn waarnemingen van komeet C/1942 X1 Whipple-Fedtko-Tevezadze.

Voor de bepaling van de helderheid moeten de uit focus staande sterbeeldjes exact dezelfde diameter hebben als de in focus staande comadiameter, en de in het geheugen opgeslagen helderheid van een in focus staande coma wordt vergeleken met de helderheid van de uit focus staande sterbeeldjes.

Er bestaat een wereldwijd misverstand over deze methode. Deze methode zou niet het komeetbeeld goed kunnen uitsmeren tot een gemiddelde helderheid, omdat het komeetbeeld in focus wordt bekeken en zou daarom tot niet representatieve waarden leiden bij kometen met een $DC > 5$ (zie hoofdstuk 4.4). In principe klopt dit, maar men is "vergeten" dat er nóg een instrument nodig is voor het bepalen van de helderheid van de komeet, namelijk het oog. En juist het oog zorgt ervoor dat de in focus staande komeet wordt uitgesmeerd, mits de waarnemer deze komeet waarneemt bij het zogenaamde perifeer kijken met de staafjes in het oog die zich op zo'n 15–18 graden van de optische as van het oog bevinden. En omdat we niet in staat zijn met deze staafjes scherp te zien, wordt de oppervlaktehelderheid van de in focus staande coma uitgesmeerd, waardoor het oog veel beter de helderheid van het komeetschijfje kan accumuleren. De Sidwick-methode is lastig om uit te voeren en vergt het enige ervaring. Men moet alle procedures precies

opvolgen. Het onthouden en reproduceren van de waargenomen komeethelderheid is hierbij het moeilijkste onderdeel.

De Sidgwick-methode¹ levert echter meer realistische waarden dan de andere bestaande methoden vooral als de komeet erg diffuus is. Als de komeet diffuus is, kan deze in principe geen enkele defocusering verdragen, omdat dan de ijlere delen van de coma in de hemelachtergrond zullen verdwijnen.

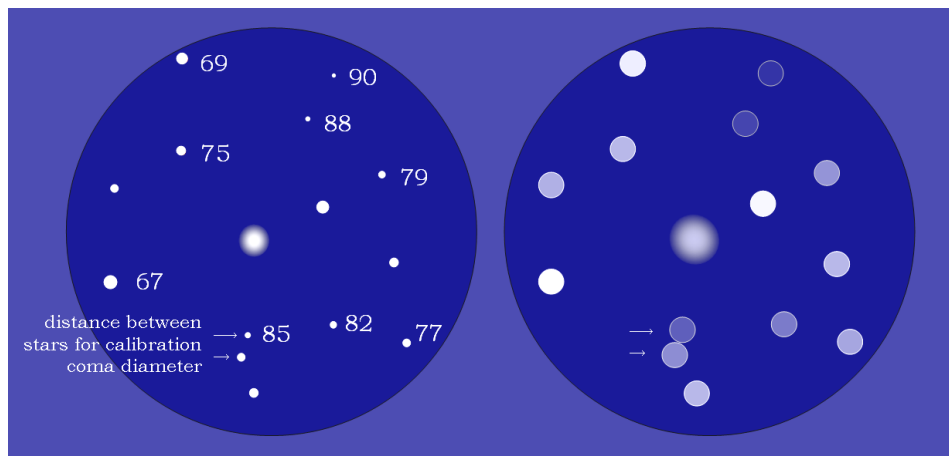
Noot

¹ De **Bobrovnikoff**-methode is de zogenaamde “Uit-Uit” methode, waarbij het oculair zover uit het focus wordt gedraaid totdat de coma van de komeet en de vergelijkingssterren vrijwel dezelfde diameter lijken te hebben. (Door Bobrovnikoff beschreven in publicatie No. 15 van 1941 maar niet door hem gebruikt). Een komeet met een $DC=3$ wordt bij het gebruik van de Bobrovnikoff-methode ca. 0,7 magnitude zwakker waargenomen t.o.v. de Sidgwick-methode.

Bij de **Morris**-methode wordt de in het geheugen opgeslagen helderheid van een 'iets' uit focus staande komeet vergeleken met onscherp gestelde sterbeeldjes die net zover uit focus zijn gedraaid als de comadiameter van de 'iets' uit focus staande komeet.

N.B.: Bij het gebruik van de juiste techniek voor het perifeer waarnemen kan met de staafjes in het oog niet scherp worden waargenomen. In feite wordt de coma van een komeet dan vrijwel egaal uitgesmeerd. Door bij de Morris-methode de coma eerst 'iets' onscherp te stellen, wordt hierdoor juist een systematisch zwakkere waarde bepaald. De grootte hiervan is afhankelijk van de DC. Een komeet met een $DC=3$ wordt bij het gebruik van de Morris-methode ongeveer 0,3 magnitude zwakker waargenomen t.o.v. de Sidgwick-methode.

4.2 Stappenplan voor de helderheidbepaling volgens de Sidgwick-methode



Figuur 5. Bij de **Sidgwick**-methode (de “In-Uit” methode) wordt de perifeer waargenomen en in het geheugen opgeslagen helderheid van een in focus staande komeet perifeer vergeleken met sterschijfjes die zover uit focus zijn gedraaid totdat deze precies dezelfde diameter hebben als de in focus staande coma van de komeet. De ijksterren (bij de pijltjes op de linker afbeelding) zijn een zeer goed hulpmiddel om te voorkomen dat de vergelijkingssterren te veel of te weinig uit focus worden gezet. Als de schijfjes van de ‘uit focus’ gedraaide ‘ijksterren’ elkaar juist raken (zie bij de pijltjes op de rechterafbeelding) dan is de afstand tussen beide sterren hetzelfde of vrijwel hetzelfde als de comadiameter. Merk op dat de uit focus gezette sterren scherp begrensd zijn en de komeet juist niet.

N.B. We gebruiken in deze handleiding de figuren 3a t/m 3b als voorbeeld. Uiteraard heeft elke waarnemer voor het perifeer waarnemen zijn eigen voorkeuren voor de blikrichting. Houd wel rekening met de blinde vlek!

- a. Zet de komeet in het centrum van het kijkerveld en stel scherp op de zichtbare sterren in het beeldveld. Kijk altijd perifeer rechts van het object, als de waarnemer met zijn linkeroog kijkt (zie figuur 3a), en perifeer links als de waarnemer met zijn rechteroog kijkt (zie figuur 3b), op 15–18 graden van de komeet. Houd hiermee wel rekening met de blinde vlek. Bij het gebruik van een binoculair, kijk dan met beide ogen op 15–18 graden onder het object (zie figuur 3c).
- b. Schat de diameter van de komeet met behulp van de onderlinge afstand tussen twee sterren die bij voorkeur in of nabij het beeldveld staan. De afstand tussen beide sterren moet dezelfde of vrijwel hetzelfde zijn als de schijnbare diameter van de coma. Deze sterren worden ‘ijksterren’ genoemd (zie Figuur 5). Op de ‘ijksterren’ moet elke keer worden bepaald hoever de kijker uit focus moet worden gedraaid. (Als bijkomend voordeel kan de comadiameter ook veel beter worden bepaald: een zeer belangrijk gegeven, zoals we verderop in deze handleiding zullen zien).

- c. Prent de "gemiddelde" helderheid van de *in focus* staande gehele coma (*scherp stellen op de sterren*) in het geheugen.
Let op: altijd perifeer en met hetzelfde gebiedje van het oog naar de komeet blijven kijken!
- d. Draai het oculair (*naar buiten*) zover uit focus (*onscherp*) dat de schijfjes van beide 'ijksterren' elkaar juist raken (*zie figuur 5*) en zet hierna één van de vergelijkingssterren in het centrum van het kijkerveld. Kijk altijd perifeer rechts (*indien de waarnemer met zijn linkeroog kijkt*) en perifeer links (*als de waarnemer met zijn rechteroog kijkt*) op 15–18 graden van de vergelijkingsster of bij het gebruik van een binoculair op 15–18 graden onder de vergelijkingsster. Houd wel rekening met de blinde vlek.
- e. Vergelijk de oppervlaktehelderheid van een uit focus staande vergelijkingsster met de in het geheugen geprente, gemiddelde oppervlakte helderheid van de gehele coma, en prent het verschil in het geheugen.
- f. Zet de komeet weer in het centrum van het kijkerveld en stel weer scherp op de sterren en kijk dan weer op dezelfde manier en met hetzelfde deel van het netvlies naar de komeet (*precies zo als bij de vergelijkingsster*) en prent de helderheid van de in focus staande coma van de komeet in het geheugen en ga hierna naar een vergelijkingsster die nu iets zwakker is dan de komeet (*altijd de volgorde aanhouden van: komeet - ene ster - komeet - andere ster - komeet - enz.*).
- g. Herhaal de punten c, d en e een aantal keren en bij voorkeur met drie of meer verschillende vergelijkingssterren (*altijd de volgorde aanhouden van: komeet - ene ster - komeet - andere ster - komeet - enz.*) totdat de waarnemer er zeker van is wat de helderheid van de komeet is. Gebruik altijd de interpolatiemethode¹ voor het vastleggen van de helderheid.
- h. De helderheid van de komeet wordt uiteindelijk bepaald door van de verschillende uitkomsten de mediaan² te bepalen en de uitkomst rekenkundig af te ronden naar de dichtstbijzijnde 0,1 magnitude.

Er bestaan enige overeenkomsten tussen het waarnemen van veranderlijke sterren en kometen. In beide gevallen kan dezelfde methode worden gebruikt voor het lokaliseren van een veranderlijke of een komeet. Uiteraard is doorgaans een komeet gemakkelijker te herkennen.

Indien een waarnemer geen enkele ervaring heeft met het schatten van de helderheid van objecten, dan kan de waarnemer, als er geen komeet waarneembaar is, altijd ervaring opdoen met het schatten van veranderlijke sterren.

Houd er wel rekening mee, dat het schatten van de helderheid van een komeet altijd meer tijd in beslag neemt dan bij een veranderlijke ster. Sommige ervaren veranderlijke ster waarnemers (zowel in binnen- en buitenland) gebruiken het 'snelle-blik-werpen', die zij in de regel toepassen voor de helderheidsschatting van een veranderlijke ster, ook voor kometen. Uit analyses blijkt dat in de meeste gevallen deze waarnemers hierdoor niet de gehele comadiameter betrekken bij de schatting, wat leidt tot een zwakkere helderheidsschatting van de komeet. Een afwijking van 0,2 – 0,3 magnituden is dan geen uitzondering.

4.3 Sterren nabij de komeet

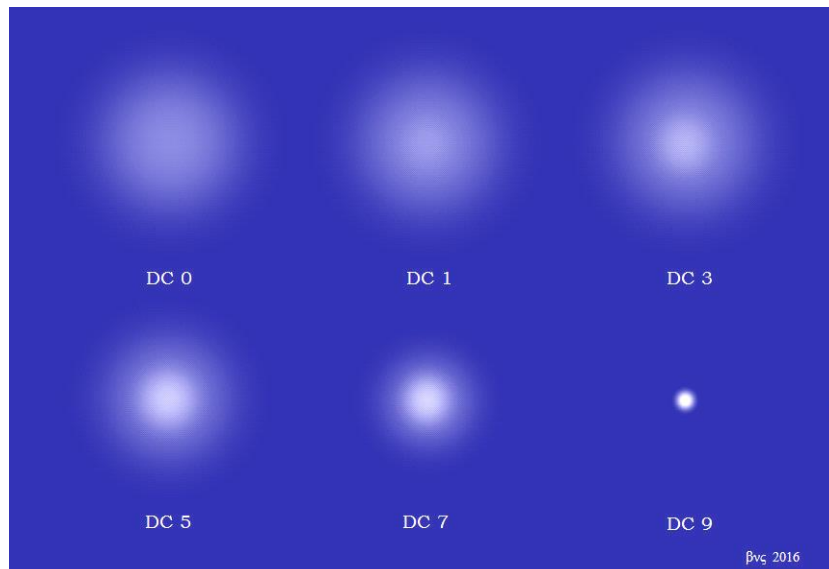
Als een komeet nabij een heldere ster staat, dan kan deze ster de helderheidsschatting nadelig beïnvloeden. Vooral als de ster op de denkbeeldige lijn staat tussen de blikrichting en de komeet in het perifere gebiedje van het oog. Probeer dan het hoofd zodanig te draaien, dat de ster niet meer stoort of probeer een andere blikrichting en perifeer gebiedje van het oog.

Noten

¹ Met de interpolatie methode wordt bedoeld dat de helderheid van de komeet tussen die van de vergelijkingssterren ligt. Stel dat twee vergelijkingssterren een helderheid hebben van respectievelijk magnitude 6,5 en 7,1. Het verschil in helderheid is $7,1 - 6,5 = 0,6$. Wanneer de helderheid van de komeet wordt geschat op $4/10$ deel zwakker dan de helderste ster (en $6/10$ deel helderder dan de zwakste ster) dan is de geschatte helderheid $0,4 * 0,6 + 6,5 = 6,74$. De waarnemer noteert 6,7.

² De mediaan is na rangschikking van de uitkomsten naar grootte bij een oneven aantal uitkomsten de middelste waarde en bij even aantal uitkomsten het gemiddelde van de twee middelste waarden. Bijvoorbeeld: als een waarnemer vier waarden heeft gevonden: 8,42 8,26 8,11 en 8,77 dan is de mediaan het gemiddelde van de twee middelste getallen. $8,26$ en $8,42 = 8,34$. De waarnemer noteert 8,3. Bij een oneven aantal waarden (bijvoorbeeld vijf) 9,43 8,85 9,0 8,81 en 8,91 is de mediaan 8,91. De waarnemer noteert 8,9.

4.4 Het uiterlijk van de komeet (DC = Degree of Condensation = mate van condensatie)



Figuur 6. Het visuele uiterlijk van de kop van een komeet in het beeldveld van een binoculair of van een telescoop. De DC-schaal (Degree of Condensation of mate van condensatie) loopt van DC 0 (extreem diffuus en vrijwel egaal van uiterlijk waarbij alleen het buitenste gedeelte van de coma geleidelijk in de hemelachtergrond verdwijnt) tot DC 9 (vrijwel stellair van uiterlijk). Bij DC 1 neemt de helderheid zeer geleidelijk naar het centrum toe (de bijdrage is zo'n 10% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 5 neemt de helderheid vrij snel toe in het centrum van de coma (de bijdrage is nu ongeveer 50% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 9 zit vrijwel al het licht in het centrum van de coma, hooguit is nog een spoortje van de resterende coma te zien. (N.B. Bekijk de figuur op armlengte afstand.)

Let op! de beoordeling van de DC gebeurt met een vrijwel 'directe' blik; de schatting van de helderheid altijd perifeer!

N.B. De 'valse' kern – vaak zichtbaar als een zwak vrijwel sterachtig vlekje in het centrum van de coma – moet altijd worden 'weggedacht' bij de DC bepaling!

4.5 De invloed van de gebruikte schattingsmethode op de helderheidsschatting van een komeet

De helderheidsschatting van een komeet is erg afhankelijk van de schijnbare comadiameter en de DC van de komeet en de gebruikte schattingsmethode. Hoe kleiner de DC (hoe diffuser de komeet) hoe groter het verschil in de geschatte helderheid tussen de Sidgwick- en de Bobrovnikoff-methode.

Is de komeet erg gecondenseerd (DC 8 à 9, vrijwel stellair), dan treden er nagenoeg geen helderheidsverschillen op tussen beide methoden. Is de komeet daarentegen erg diffuus (DC = 3), dan kan de helderheid van een komeet met de Bobrovnikoff-methode (B) meer dan 0,7 magnituden zwakker worden geschat dan met de Sidgwick-methode (S) volgens de empirische formule (6) van de auteur.

Bij een DC = 3 en bij het gebruik van de Morris-methode (M) kan de helderheid van een komeet volgens de empirische formule (7) van de auteur ca. 0,3 magnitude zwakker worden waargenomen t.o.v. de Sidgwick-methode (S).

$$\text{Log } \Delta_m (\text{B-S}) = (\text{DC} * -0,19) + 0,45 \quad (r = \text{DC } 1 - \text{DC } 9) \quad (6)$$

$$\text{Log } \Delta_m (\text{M-S}) = (\text{DC} * -0,11) - 0,18 \quad (r = \text{DC } 3 - \text{DC } 9) \quad (7)$$

De invloed van de waarnemingsomstandigheden is des te groter naarmate de komeet diffuser is (is lage DC waarde). Een komeet met een DC van 0-1 is alleen onder perfecte waarnemingsomstandigheden te zien, terwijl een komeet met een DC van 8-9, zelfs onder minder goede omstandigheden, nagenoeg niet aan helderheid inboet. Hier zit echter een 'addertje onder het gras'. Wanneer een komeet onder perfecte omstandigheden een DC heeft van bijvoorbeeld DC 4, dan kan een waarnemer onder slechte waarnemingsomstandigheden, een DC van 7 à 8 of zelfs hoger opgeven, omdat de buitenste diffusere delen van de coma niet worden waargenomen. Ook de invloed van het instrument en de gebruikte vergroting is des te groter naarmate de komeet diffuser is. Alleen onder perfecte waarnemingscondities is van een komeet met een DC = 0-1 nog een goede helderheidsschatting te maken, waarbij wel gelet moet worden op het gebruik van het juiste instrument en vergroting (vergroting tussen 1,45 tot 2,15 maal de objectief opening in centimeters).

4.6 Standhoekeffect

Welke schattingsmethode men ook gebruikt, zorg er goed voor dat de verbindinglijn tussen de komeet en de vergelijkingsster(ren) zo veel mogelijk evenwijdig loopt met de verbindinglijn tussen de ogen. Het zal dus vaak voorkomen dat het hoofd scheef moeten worden gehouden om de verbindinglijn parallel te laten lopen. Andere posities geven verschillende uitkomsten en daardoor foute waarden, vooral wanneer de vergelijkingsster onder of boven de komeet staat. Dit is het zogenaamde 'standhoekeffect'. Dit effect wordt veroorzaakt omdat het bovenste gedeelte van het oog een andere gevoeligheid heeft dan de andere gebieden van het oog. De waarnemer heeft nu de neiging i.p.v. de bovenste vergelijkingsster in het centrum van het beeldveld te plaatsen, zijn blik naar de bovenste te richten. De waarnemer kijkt dan niet meer met hetzelfde gebiedje van het oog.

N.B. Het standhoekeffect manifesteert zich dus alleen als de komeet en de vergelijkingsster(ren) bij het beoordelen niet in het centrum van het beeldveld staan en de helderheid van de komeet en de vergelijkingssterren niet met hetzelfde gebiedje in het oog perifeer worden beoordeeld!

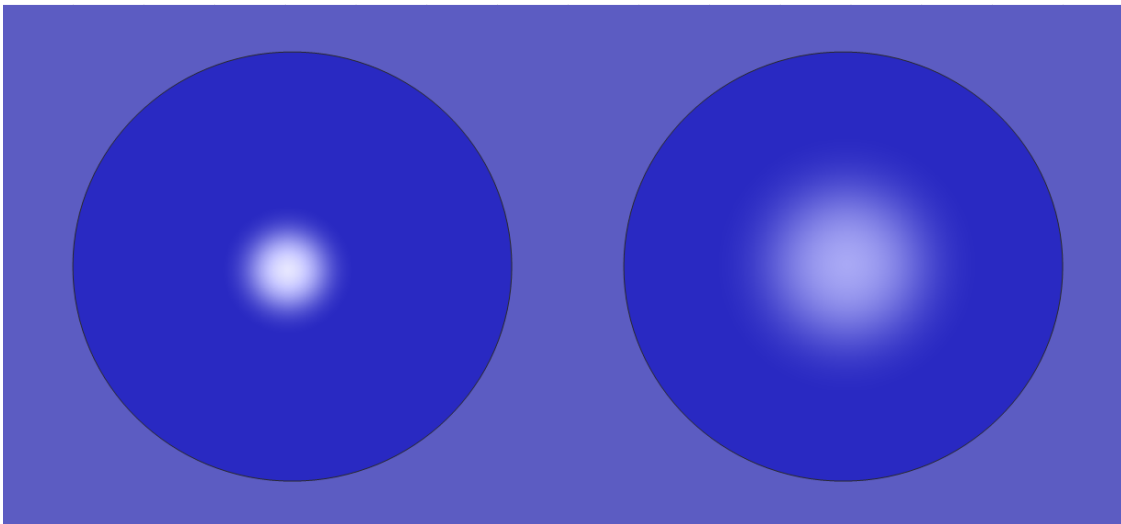
5. Het waarneeminstrument

In principe is elk type instrument bruikbaar om de helderheid van een komeet te bepalen zolang met dit instrument een vergroting van 1,45 – 2,15 maal de objectief diameter in centimeters kan worden bereikt.

Wel moet het instrument optisch in een goede tot perfecte staat verkeren; de coatings mogen niet beschadigd zijn; de reflectielagen van de spiegeloptiek moeten perfect zijn. Uiteraard dienen de optische oppervlakken ook stof- en vet- en vlekkenvrij zijn. Kortom, alleen een instrument dat in een prima optische staat verkeert, levert goede komeetwaarnemingen op.

N.B. Welk instrument men ook gebruikt, voor een goede waarneming moet een telescoop of een binoculair op het moment van de waarneming op een trillingvrije opstelling staan. Bij de geringste beweging verliest men de zwakkere diffusere buitendelen van de coma van een komeet en de zichtbaarheid van stof- en plasmastaart neemt ook af of worden niet eens opgemerkt.

5.1 De visuele waarnemingshoek



Figuur 7. Het visuele beeld van een komeet in het beeldveld van een telescoop is weergegeven in het linker plaatje. Op het rechter plaatje dezelfde komeet bij een 2 x zo hoge vergroting waardoor de oppervlaktehelderheid met een factor vier is afgenomen (de helderheid van de komeet op beide plaatjes blijft wel hetzelfde). De helderheid van de komeet op het linker plaatje is bij de lagere vergroting perifeer dus veel gemakkelijker en veel nauwkeuriger te bepalen omdat de visuele waarnemingshoek kleiner én de oppervlaktehelderheid helderder is dan de komeet op het rechterplaatje.

Wanneer een komeet een schijnbare comadiameter heeft van 3 boogminuten, dan wordt bij een vergroting van 20 keer de visuele waarnemingshoek waaronder de komeet wordt gezien 60 boogminuten (*visuele waarnemingshoek (in boogminuten) is vergroting x comadiameter (in boogminuten)*). Wordt de visuele waarnemingshoek groter dan ca. 90 à 100 boogminuten, dan zijn de ogen niet langer in staat de gehele helderheid van de coma te accumuleren en is het resultaat een onderschatting.

5.2 Binoculaires (prismakijkers)

Kometen helderder dan de 7° à 8° grootte kunnen in de regel het beste worden waargenomen in binoculaires indien aan de voorwaarde wordt voldaan dat de uitreepupil groter is dan 4,6 mm, maar kleiner dan 7 mm met een voorkeur voor 5 à 6 mm.

$$\text{uitreepupil in mm} = \text{opening in mm} / \text{vergroting} \quad (8)$$

Het maximaal aan het donker aangepaste oog benut bij een uitreepupil groter dan 7 mm niet volledig de objectief-diameter van het instrument. Dit komt niet door een diafragma van het instrument maar door de iris van het oog van de waarnemer. Bovendien wordt de hemelachtergrond te licht en verdwijnen delen van de coma in de hemelachtergrond waardoor de schijnbare comadiameter kleiner en de komeet zwakker wordt waargenomen. Is de uitreepupil kleiner dan 4,6 mm dan verdwijnen delen van de coma in de donkere hemelachtergrond waardoor de schijnbare comadiameter ook kleiner wordt en de komeet zwakker wordt waargenomen.

Hoe comfortabeler de waarneming wordt verricht, des te beter is de kwaliteit. Veel waarnemers doen hun waarnemingen met de binoculaire vanuit de hand. Dit heeft als nadeel dat het beeld constant beweegt en is daarom sterk af te raden. Een redelijk stilstaand beeld is te verkrijgen door met de ellebogen ergens op te steunen, bijvoorbeeld een muurtje of het dak van een auto. Hoewel niet optimaal, kan dit alleen met niet al te grote binoculaires met vergrotingen tot 7 keer. Hoe klein de vergroting ook, er worden altijd veel betere waarneemresultaten verkregen met een binoculaire op een statief. De komeet kan in alle rust worden bekeken en de zwakkere details worden veel duidelijker zichtbaar, omdat ze anders bij een 'bibberend' beeld niet zichtbaar worden.

Ook bestaat nog steeds het wijdverspreid idee dat de diffuse lichtzwakkere buitendelen van de coma van een komeet geen of erg weinig invloed hebben op de helderheid van een komeet. Uit analyses blijkt echter dat afhankelijk van de comadiameter de komeet hierdoor vanaf ongeveer DC 6 of lager meer dan 0,2 à 0,3 magnituden zwakker kan worden waargenomen.

Het is ook zeer belangrijk dat de binoculaire in een uitstekende conditie verkeert. Is daarentegen de beeldkwaliteit niet goed (*de sterbeeldjes worden in focus niet als scherpe puntjes afgebeeld*) en verkeren de coatings in slechte staat (*door verstrooiing van het licht wordt dan de hemel achtergrond lichter*) dan zullen de buitenste delen van de coma niet te zien zijn: de helderheidsschattingen zullen altijd zwakker zijn dan die verricht zijn met een kwalitatief goed instrument. Ook het 'scheel' kijken van de binoculaire – als beide optische assen niet evenwijdig liggen levert duidelijk slechtere resultaten op. (*Dit is vast te stellen door afwisselend snel met het linker- en het rechteroog te kijken 'knipperen'. De sterren verspringen dan*). Bovendien, na verloop van tijd, hoofdpijn voor de waarnemer (*de hersenen moeten namelijk de beelden van het linker- en het rechteroog 'op elkaar leggen' en dat is zeer inspannend*).

Om een goede helderheidsschatting te kunnen maken en om te voorkomen dat de helderheid van de komeet wordt onderschat blijkt uit eigen ervaring dat het erg belangrijk is dat de stellaire grensmagnitude in het instrument (bij dezelfde vergroting die gebruikt wordt om de komeet te schatten) ten minste 2 magnituden maar hooguit 3 magnituden zwakker is dan de helderheid van de komeet.

Zorg er voor dat de uitreepupil tussen 4,6 en 7 mm ligt met een voorkeur voor 5 à 6 mm! Is het verschil kleiner dan 2 magnituden dan is het raadzaam een groter instrument te gebruiken. Bij een verschil groter dan 3 magnituden is het raadzaam een kleiner instrument te gaan gebruiken. Want hier geldt, hoe sterker de vergroting des te zwakker de helderheidsschatting. Omdat bij de sterkere vergroting de zwakkere diffuse delen van de coma in de hemelachtergrond zullen verdwijnen en een zwakkere schatting het gevolg is.

In de tabellen 2 en 3 zijn bij benadering de grensmagnitudes van een komeet gegeven van het waarneeminstrument waarin de helderheid van de komeet nog goed bepaald kan worden bij een stellaire grensmagnitude met het blote oog van 6,0 ter hoogte van de komeet, een uitreepupil tussen 4,6 en 7 mm en een visuele waarnemingshoek van maximaal 90 à 100 boogminuten. Deze grensmagnitudes voor kometen voor een gegeven instrument zijn bepaald uit eigen ervaringen en uit de waarnemingen in de database van de Nederlandse Kometen Vereniging (1968 – 2015).

De stellaire grensmagnitude voor binoculaires kan worden bepaald met de formule van Henk Bril.

$$m_{gmB} = m_{gmo} - 1,8 + 2,5 * \log (O * V) \quad (9)$$

m_{gmB} = grensmagnitude binoculaire; m_{gmo} = grensmagnitude blote oog; O = opening instrument in mm en V = vergroting instrument.

Voor een goede schatting kan de grensmagnitude van kometen in binoculairs worden bepaald met mijn empirische formule waarbij de visuele waarneemhoek niet groter mag zijn dan 90 à 100 boogminuten.

$$m_{\text{gmKB}} = m_{\text{gmko}} - 0,7 + 2,5 * \log(O^2) \quad (10)$$

m_{gmKB} = grensmagnitudekomeet in binoculair; m_{gmko} = grensmagnitude blote oog ter hoogte komeet; O = opening instrument in mm.

Binoculair		$m_{\text{mgk}} 6,0$	Binoculair		$m_{\text{mgk}} 6,0$
	Uittreepupil 7,0 – 4,6 mm	Zwakste helderheid komeet voor een goede schatting		Uittreepupil 7,0 – 4,6 mm	Zwakste helderheid komeet voor een goede schatting
Objectief diameter in mm	Vergroting min – max		Objectief diameter in mm	Vergroting min – max	
blote oog	–	4,5	50	7,2 – 10,8	8,8
20	2,9 – 4,3	6,8	56	8,0 – 12,2	9,0
30	4,3 – 6,5	7,7	60	8,6 – 13,0	9,2
35	5,0 – 7,6	8,0	80	11,4 – 17,4	9,8
40	5,7 – 8,7	8,3	100	14,3 – 21,7	10,3
45	6,4 – 9,8	8,6	120	17,2 – 26,0	10,7

Tabel 2. Kolommen 1 en 4: objectiefdiameter in mm. Kolommen 2 en 5: minimale en maximale vergrotingen voor uittreepupillen tussen 7,0 en 4,6 mm. Kolommen 3 en 6: bij benadering zwakste helderheid van een komeet in een binoculair waarmee de helderheid van de komeet nog goed bepaald kan worden bij een stellaire grensmagnitude met het blote oog van 6,0 ter hoogte van de komeet en de visuele waarneemhoek van de komeet niet groter is dan 90 à 100 boogminuten.

De meeste binoculairs kunnen maar beperkt extrafocaal¹ worden gezet (*onscherp gesteld*) en dat is ook nog afhankelijk van de ogen van de waarnemer. Is de waarnemer brildragend en draagt deze negatieve lenzen, dan zullen naarmate de lenzen sterker zijn, de extrafocale sterbeeldjes veel kleiner worden gezien in vergelijking met waarnemers die niet brildragend zijn (*van nature scherpe ogen*). Dit geeft een beperking voor het schatten van de helderheid van een komeet vooral als de komeet een grote schijnbare diameter heeft. Echte problemen doen zich voor als de comadiameter groter wordt dan 20' à 25'. De waarnemer kan dit probleem voorkomen door bij de Sidgwick-methode de comadiameter te ijken op de sterren zoals beschreven bij figuur 5 op pagina 9 en onder punt 'd' van het stappenplan op pagina 10. Kan met het instrument de sterbeeldjes niet ver genoeg uit focus worden gedraaid, gebruik dan een instrument dat dit wel kan.

Noot

¹ Met het extrafocaal of uit focus zetten of defocuseren van het instrument, wordt het onscherp stellen van de sterbeeldjes bedoeld (het naar buiten draaien van de focuseerinrichting). Bij verschillende typen instrumenten zijn er duidelijke verschillen in de intra- en extrafocale sterbeeldjes. Bij het schatten van de helderheid van kometen in binoculairs maar ook in telescopen, nooit intra-focaal draaien (het naar binnen draaien van de focuseerinrichting). Bij sommige typen telescopen kan een deel van de focuseerinrichting dan in de lichtweg komen, waardoor de vergelijkingssterren zwakker lijken dan ze in werkelijkheid zijn. O.a. een Newton telescoop heeft bovendien al een 'gat' in het gedefocuseerde sterbeeld. Dit wordt veroorzaakt door de vangspiegel in de lichtweg.

5.3 Andere instrumenten

Elk type telescoop is bruikbaar om de helderheid van een komeet te schatten zolang het instrument tussen 1,45 – 2,15 maal de diameter van het objectief in centimeters kan vergroten, omdat anders teveel lichtverlies op zal treden. De uittreepupil moet groter zijn dan 4,6 mm met een voorkeur voor 5 à 6 mm maar kleiner dan 7 mm. In de tabellen 2 en 3 zijn de minimale en maximale vergrotingen gegeven, behorende bij uittreepupillen tussen 4,6 en 7 mm voor verschillende objectieven. Vanwege het optimale contrast moet de optische constructie van spiegels en lenzen perfect zijn. De opgedampte reflectie-lagen van de spiegels moeten niet te oud zijn en de coatings van de lenzen en spiegels moeten in optimale conditie verkeren. Het is vanzelfsprekend dat het oppervlak van elk optische element van het instrument vetvrij en schoon (stofvrij) is. Ook is het erg belangrijk dat de stellaire grensmagnitude in het instrument (bij dezelfde vergroting als welke gebruikt wordt om de helderheid van de komeet te schatten) ten minste 2 magnituden zwakker gaat dan de helderheid van de komeet en met een uittreepupil tussen 4,6 en 7 mm.

De stellaire grensmagnitude voor telescopen kan worden bepaald met de formule van Henk Feijth.

$$m_{gmT} = m_{gmo} - 2,3 + 2,5 * \log (O * V) \quad (11)$$

m_{gmT} = grensmagnitude telescoop; m_{gmo} = grensmagnitude blote oog; O = opening instrument in mm en V = vergroting instrument.

Voor een goede schatting kan de grensmagnitude van kometen in telescopen worden bepaald met mijn empirische formule waarbij de visuele waarneemhoek niet groter mag zijn dan 90 à 100 boogminuten.

$$m_{gkmT} = m_{gkmo} - 1,2 + 2,5 * \log (O^2) \quad (12)$$

m_{gkmT} = grensmagnitudekomeet in telescoop; m_{gkmo} = grensmagnitude blote oog ter hoogte komeet; O = opening instrument in mm.

Telescoop	Uittreepupil 7,0 – 4,6 mm	$m_{mgk} 6,0$ Zwakste helderheid komeet voor een goede schatting	Telescoop	Uittreepupil 7,0 – 4,6 mm	$m_{mgk} 6,0$ Zwakste helderheid komeet voor een goede schatting
Objectief diameter in mm	Vergroting min – max		Objectief diameter in mm	Vergroting min – max	
25	3,6 – 5,4	6,8	120	17,2 – 26,0	10,2
50	7,2 – 10,9	8,3	130	18,6 – 28,2	10,4
60	8,6 – 13,0	8,7	150	21,5 – 32,6	10,7
67	9,6 – 14,5	8,9	200	28,6 – 43,4	11,3
70	10,0 – 15,2	9,0	254	36,3 – 55,1	11,8
80	11,4 – 17,4	9,3	305	43,6 – 66,2	12,2
100	14,3 – 21,7	9,8	406	58,1 – 88,1	12,8
110	15,7 – 23,9	10,0	520	74,4 – 112,8	13,4

Tabel 3. Kolommen 1 en 4: objectiefdiameter in mm. Kolommen 2 en 5: minimale en maximale vergrotingen voor uittreepupillen tussen 7,0 en 4,6 mm. Kolommen 3 en 6: bij benadering zwakste helderheid van een komeet in een telescoop waarmee de helderheid van de komeet nog goed bepaald kan worden bij een stellaire grensmagnitude met het blote oog van 6,0 ter hoogte van de komeet en de visuele waarneemhoek van de komeet niet groter is dan 90 à 100 boogminuten.

5.4 Instrumentcorrectie

De Nederlandse komeetwaarnemer Albert Antoine Nijland (1868-1936) schreef bij zijn waarnemingen van C/1911 N1 Kiess:

“...Het is een welbekende eigenaardigheid van kometen – en van andere hemellichten van zekere uitgebreidheid – dat zij helderder blijken naarmate het instrument kleiner is. Den 7^{en} Augustus schatte ik haar in een binocle 6^m,2, met het bloote oog ongeveer 5^m,5 .”

Bij diezelfde komeet schreef hij dat hij de komeet ongeveer 1½ magnitude helderder schatte in de binoculair dan in de 73 mm zoeker en ongeveer 1 magnitude helderder met de 73 mm zoeker dan met de 26 cm telescoop. Een objectief van 12 cm levert gemiddeld ca. 0,1 magnitude verschil op t.o.v. de standaard diameter van 6,78 cm en een objectief van 40 cm ruim 0,6 magnituden. De oorzaak van het systematisch helderder zijn van kometen lijkt de grootte van het objectief, maar in feite wordt dit voornamelijk veroorzaakt door de gebruikte kleinere vergrotingen waardoor de visuele waarneemhoek ook kleiner wordt. De huidige waarden voor de instrumentcorrectie is een goede benadering mits de vergrotingen gelegen zijn tussen 1,45 – 2,15 maal de diameter van het objectief in centimeters.

Voor het analyseren van de waarnemingen wordt eerst instrumentcorrectie toegepast volgens:

$$m_1 = m + F * (6,78 - D \text{ (in cm)}) \quad (13)$$

De factor F is afhankelijk van het type instrumentarium: F = 0,066 voor refractoren¹ en F = 0,019 voor reflectoren en catadioptrische telescopen². Empirisch bepaald door deze auteur voor binoculairs: F ≈ 0,021.

Noten (van pagina 15)

¹ De instrumentcorrectie voor de huidige moderne refractoren lijkt ongeveer 0,025 per cm te zijn.

² In feite zijn deze ICQ-instrumentcorrecties bepaald voor waarnemingen verricht met de Bobrovnikoff-methode. Naar mijn mening gelden voor schattingen volgens de Sidgwick-methode andere (kleinere) waarden, die nog niet zijn vastgesteld. Uit eigen analyses blijkt dat waarnemingen verricht met de huidige kwaliteit van het instrumentarium duidelijk aangeeft dat de correcties nu kleiner zijn. Dit geldt dan vooral voor de nieuwe generatie refractoren. Verder blijkt uit mijn analyses dat komeetwaarnemingen verricht met een 10 cm en een 12 cm binoculair, systematisch 0,11 respectievelijk 0,15 magnituden zwakker worden bepaald t.o.v. kleine binoculairs met objectiefdiameters van 4 – 6 cm. Helderheden van kometen bepaald met het blote oog blijken systematisch ongeveer 0,2 magnituden helderder te zijn dan waargenomen met deze kleinere binoculairs, als de komeet helderder is dan magnitude 4 à 5.

6. Waarneemomstandigheden

Nijland schreef bij zijn waarnemingen van komeet P/1909 R1 Halley:

"...dat de helderheid eener komeet zeer sterk, veel sterker dan de helderheid eener ster, afhankelijk is van de omstandigheden der waarneming (maanlicht, schemering, doorzichtigheid der atmosfeer, hoogte der komeet boven den horizon) en niet minder van het gebruikte instrument".

Waarnemingen verricht met de maan boven de horizon, in de schemering, met poollicht, bij hoge-, midden- of lage bewolking, heiligheid (*stofdeeltjes in een droge atmosfeer*), nevelig, mist, stadslicht, sportvelden, kassen, megastallen, boorlocaties en auto's op wegen blijken altijd zwakkere schattingen op te leveren. De helderheid van de hemelachtergrond neemt sterk toe als er zich veel vocht, ijskristallen en stof in de atmosfeer bevindt en een inversielaag die de concentratie van deeltjes bevordert, etc. Ook hier is het resultaat een zwakkere schatting. De helderheidsschattingen worden ook nadelig beïnvloed als de komeet zich in de Melkweg bevindt of in het zodiakale licht.

Een goede helderheidsschatting kan pas worden bereikt, indien bovenstaande negatieve factoren zoveel mogelijk zijn geminimaliseerd of beter nog, zijn opgeheven. In de regel geeft alleen een blote oog grensmagnitude van beter dan magnitude 6,0 ter hoogte van de komeet en de vergelijkingssterren, een zeer bruikbare helderheidsschatting.

In Nederland kan het vaak zeer helder worden vlak na een koufrontpassage of bij een droge noordoosten wind. In donkere gebieden met weinig of geen kunstmatige lichtbronnen kunnen dan grensmagnitudes worden gehaald van rond magnitude 7,0 in het zenit. De waarneemomstandigheden in Nederland en België zijn per definitie helaas vaak minder dan de donkere en droge omstandigheden waarover sommige buitenlandse waarnemers kunnen beschikken. Nederlandse waarnemers die naar donkere en astronomisch gunstige locaties afreizen kunnen zinnvolle bijdragen leveren door tijdens deze 'expedities' ook schattingen aan waarneembare kometen te verrichten.

6.1 Grijs en vlekkelig beeldveld

Als bij een goede donkere sterrenhemel het beeldveld in het instrument 'grijs' en 'vlekkelig' lijkt te zijn, dan kan dit mogelijk worden veroorzaakt door zuurstofgebrek. Het kan vooral optreden als men op grote hoogtes in de bergen waarneemt. Het waarnemen van kometen is dan weinig zinvol.

Treedt dit grijs en vlekkelig beeldveld plotseling op, dan wordt dit vaak veroorzaakt door het te lang inhouden van de adem tijdens het waarnemen met een telescoop of bij het stilhouden tijdens het vanuit de hand waarnemen met een binoculair. In beide gevallen eerst een paar keer diep inademen voor de waarneming.

6.2 Komeet op de grens van de hemelachtergrond

Het komt nogal eens voor dat men (volgens de ingetekende positie) vrijwel zeker weet dat de komeet in het veld van de kijker moet staan, maar dat deze niet zichtbaar is. Sterker vergroten levert niets op. De komeet kan dan zichtbaar worden door het oog te 'fixeren' op de rand van het beeldveld en dan zacht ritmisch 1 à 2 keer per seconde tegen de kijker buis of binoculair te tikken evenwijdig met de kijkrichting. Het beeldveld mag dan niet meer dan een paar boogminuten bewegen. Dit bewegen zorgt ervoor dat de lichtzwakke komeet (en eventueel de staart) net weer zichtbaar wordt boven de hemelachtergrond. De staafjes reageren alleen op licht als dit licht over deze receptoren beweegt. Normaal beweegt het oog met zeer kleine schokjes heen en weer om licht te kunnen waarnemen, maar deze 'natuurlijke' schokjes zijn te bruusk voor lichtzwakke objecten nabij de helderheid van de hemelachtergrond. Uiteraard is een goede schatting onder deze omstandigheden onmogelijk.

7. Het waarnemingsformulier van de Nederlandse Kometen Vereniging

Om komeetwaarnemingen goed te kunnen beoordelen en te gebruiken voor analyses, zijn naast de gegevens over de komeet, het tijdstip en de geschatte helderheid, ook andere gegevens nodig die mogelijk invloed hebben gehad op de waarneming. Met deze extra gegevens kunnen de waarnemingen beter beoordeeld worden en nadien vergeleken met die van andere waarnemers in binnen- en buitenland. Het zo volledig mogelijk invullen van het formulier van elke komeetwaarneming is dus erg belangrijk.

KOMEET: _____ Volg nr. _____

**WAARNEMINGSFORMULIER
NEDERLANDSE KOMETEN VERENIGING**

Verzenden naar de waarneemcoördinator
van de Nederlandse Kometen Vereniging

Waarnemer : _____

Adres : _____

PC/ Plaats : _____

e-mailadres : _____



Waarneemgegevens (tijd altijd in UTC !):

Tijdstip: Jaar ___ Mnd: Dag: ___ Uur: ___ Min: ___; DA: Y / N

Magnitude: ___ Methode: ___ Kwaliteit: goed / matig / slecht (doorhalen wat **niet** van toepassing is)

Comadiameter (in boogminuten): _____ Condensatiegraad (DC): _____;

Gasstaart: Lengte (graden): _____ PA: _____ Noord = 0°, Oost = 90°

Stofstaart: Lengte (graden): _____ PA: _____ Zuid = 180°, West = 270°

Instrument: Type: ___ Vergroting: ___ Diameter (mm): ___ f: ___; Wel / Niet op Statief / Opstelling
(doorhalen wat **niet** van toepassing is)

Bij gebruik binoculair en comadiameter > 10': maximaal extrafocaal beeld binoculair in boogminuten: _____'

Vergelijkingssterren: Bron: _____; Sequentie: _____;

_____;

Grensmagnitude: bij komeet _____; in het zenit _____; in instrument: _____;

Waarn.conditions: 0 / 0-1 / 1 / 1-2 / 2 / 2-3 / 3 / 3-4; Hoogte komeet boven horizon: _____°

Storingen: maanlicht M; stadslucht C; schemering T; heilig / nevelig / mist H; wolken / cirrus Cl; poollicht P; zodiakale licht Z.

Waarneemlocatie: coörd.: _____° O / W; _____° N / S; hoogte (m): _____;

Waarneemlocatie: naam: _____;

Opmerkingen: _____;

_____;

eventuele schets met coma- of staartdetails op achterzijde met vermelding van tijdstip (UTC) en schaalindicatie !

Doorhalen
wat **niet** van
toepassing is

Komeet	Waarnemer	Datum	tijd (UTC)	R = ___, _____AE
		___ ___ 2___.	___h ___m	Δ = ___, _____AE

bovenstaande kaders zijn voor de verwerking; s.v.p. niet invullen

7.1 Uitleg bij het waarnemingsformulier

Lees voor het waarnemen deze handleiding nog eens zorgvuldig door en raadpleeg tijdens het waarnemen het waarnemingsformulier, om zeker te zijn dat alle gegevens zijn bepaald.

Het wordt erg op prijs gesteld als het waarnemingsformulier bij voorkeur elektronisch wordt ingevuld, maar desgewenst is invullen in blokletters of met een typemachine ook mogelijk.

Een voorbeeld van een volledig ingevuld waarnemingsformulier is gegeven in figuur 8 op pagina 21.

Let op: Op één formulier alle waarneemgegevens zetten die met één instrument zijn verricht.

Zijn bijvoorbeeld de lengte en PA van de plasmastaart en/of de stofstaart met een ander instrument verricht, dan deze op een apart formulier invullen of bij de opmerkingen plaatsen.

N.B.: Onderstaande gegevens voorzien van een asterix (*) dienen altijd op het Waarnemingsformulier te worden ingevuld.

***KOMEET** _____ **Volg nr.:** _____;

KOMEET: Noteer altijd de naam van de komeet met de bijbehorend aanduidingen.

Bijvoorbeeld: C/2014 Q2 (Lovejoy), 2P/Encke of C/2013 US₁₀ (Catalina).

Volgnr.: het volgnummer van de schatting aan deze komeet. Bijvoorbeeld: reeds vier waarnemingen aan deze komeet verricht, dan wordt het nu: Volg. nr. 5.

* **Waarnemer:** _____; de volledige naam van de waarnemer.

* **Adres:** _____; het volledige adres van de waarnemer.

* **PC/Plaats:** _____; Postcode, Woonplaats.

* **e-mailadres:** _____; e-mailadres

* **Tijdstip: Jaar** _____ **Mnd** _____ **Dag** _____ **Uur** _____ **Min** _____; **DA : Yes / No**

Tijdstip: Jaar: jaar van de waarneming. **Mnd:** maand van de waarneming. **Dag:** dag van de

waarneming. **Uur** ___ **Min** ___: uur en minuut van de waarneming in UTC.

Coordinated Universal Time (UTC) is Midden Europese Tijd (MET) min 1 uur en is Midden Europese Zomertijd (MEZT) min 2 uren. MEZT is gelegen in de periode van de laatste zondag in maart tot de laatste zondag in oktober.

N.B.: Een waarneming verricht op bijvoorbeeld 20 november 0h43m MET is verricht op 19 november om 23h43m UTC en een waarneming verricht op 1 mei om 1h33m MEZT is verricht op 30 april om 23h33m UTC. Denk dus om de lokale datumwisseling.

DA: Y / N als de waarnemer langer dan 30 minuten donker geadapteerd is dan wordt de N doorgestreept. Is het korter dan 30 minuten dan wordt de Y doorgestreept.

* **Magnitude:** _____ ***Methode:** _____ ***Methode: Kwaliteit: goed / matig / slecht**

Kwaliteit: goed / matig / slecht (doorhalen wat *niet* van toepassing is)

Met **Magnitude** wordt bedoeld de geschatte helderheid van de komeet op 0.1 magnitude nauwkeurig (bijvoorbeeld 10.2). Is de helderheidsschatting volgens de waarnemer onzeker, dan wordt een dubbele punt (:) achter het getal gezet (bijvoorbeeld 10.5:).

Methode De letter S invullen als de Sidgwick-methode is gebruikt. Indien een andere methode is gebruikt de letter van de gebruikte methode invullen. B = Bobrovnikoff-methode, M = Morris-methode. Blote oog waarnemingen: E = blote oog waarnemingen zonder hulpmiddelen. *f* = blote oog schatting, *losse 50-mm binoculair objectief dicht voor het oog gehouden voor het defocuseren van sterren (voor heldere en grote comadiameters van o.a. aardscherende kometen)*. *G* = blote oog schatting, met gebruik van brillenglazen om te defocuseren op vergelijkingssterren (alleen kometen van magnitude 3 of helderder).

Kwaliteit: goed / matig / slecht : Vindt de waarnemer de kwaliteit van de schatting goed, dan wordt matig en slecht doorgestreept. Door bijvoorbeeld een storende ster in het veld van de kijker, of door plotseling opkomende storende invloeden - kunstmatig licht dat wordt aangezet, plotseling opkomende mist en bewolking - kon men de waarneming niet afmaken, dan worden goed en matig doorgestreept. De waarnemer streept goed en slecht door indien de waarnemer gewoon twijfels heeft over zijn waarneming, maar vindt dat de waarneming een redelijk resultaat heeft. Zo'n situatie kan zich bijvoorbeeld voordoen als de waarnemer twijfelt over de sequentie van de vergelijkingssterren.

***Comadiameter (in boogminuten):** _____ ' **Condensatiegraad (DC) :** _____;

Comadiameter (in boogminuten): geef de comadiameter in boogminuten. Bepaal deze met dezelfde vergroting als gebruikt tijdens de schatting. Gebruik de ijksterren hiervoor (zie figuur 5 op pag. 9). Met het blote oog en binoculairs afronden tot de dichtstbijzijnde hele boogminuut. In grotere instrumenten tot de dichtstbijzijnde halve boogminuut.

Condensatiegraad (DC): 10 puntsschaal die van 0 (= zeer diffuus) tot 9 (= sterachtig) loopt. DC = 0 (alleen zichtbaar onder uitstekende waarneemcondities), DC=5 (ca. 50% van het licht bevindt zich in de centrale condensatie) en bij DC=9 is de komeet nagenoeg sterachtig van uiterlijk. Bij DC=9 verandert de helderheid van de komeet vrijwel niet bij het gebruik van verschillende instrumenten. Als de waarnemer vindt dat de DC tussen twee waarden ligt, dan wordt een schuin streepje(/) achter de laagste waarde geplaatst. Bijvoorbeeld: DC is gelegen tussen vier en vijf: DC= 4/ (Voor schema DC zie Figuur 6 op pagina 11).

Gasstaart: Lengte (in graden): ____°. **PA:** ____°. **Stofstaart: Lengte (in graden):** ____°. **PA:** ____°.

Gasstaart en Stofstaart Lengte (in graden): als staarten worden gezien geef dan de lengte hiervan aan in graden en decimale graden. De positiehoek (PA) wordt aan de sterrenhemel tot op een hele graad gegeven gerekend vanaf de Celestial Noordpool. Noord = 0 graden, Oost = 90 graden, Zuid = 180 graden en West = 270 graden.

Het berekenen van de positiehoek PA

Door de positiehoek (PA) van twee achtergrondsterren te vergelijken met de te bepalen PA van de komeetstaart kan men vaak redelijke resultaten bereiken. De positiehoek van twee referentiesternen kan bijvoorbeeld worden nagemeten in een atlas. Nauwkeuriger PA bepalingen kunnen worden gemaakt met de sterrenatlassen en -kaarten in elektronische vorm voor pc, laptop, tablet en smartphone. Met de meeste van deze computer-planetariumprogramma's kunnen ook positiehoeken en afstanden worden bepaald.

Uit de positie (Rechte Klimming en Declinatie) van de kop en het einde van de stof- of gasstaart kan de PA met de volgende formule worden berekend:

$$PA \text{ staart} = \tan^{-1} \frac{\sin(\alpha_{\text{komeet}} - \alpha_{\text{einde staart}})}{\tan \delta_{\text{komeet}} * \cos \delta_{\text{einde staart}} - \sin \delta_{\text{einde staart}} * \cos(\alpha_{\text{komeet}} - \alpha_{\text{einde staart}})}$$

Om het juiste kwadrant van de PA staart te bepalen, moet eerst het teken van $[\sin(\alpha_{\text{komeet}} - \alpha_{\text{einde staart}})]$ worden berekend. Deze is hetzelfde als $[\sin PA]$. Dit is, teken $[\sin PA] = \text{teken} [\sin(\alpha_{\text{komeet}} - \alpha_{\text{einde staart}})]$.

* **Instrument: Type** ____ **Vergroting:** ____ x **Diameter (mm)** ____ **f/** ____ . **Wel / Niet op Statief / Opstelling**

Type: De waarnemer vult een letter in volgens onderstaande code die van toepassing is op het gebruikte instrument.

B = Binoculair (verrekijker of prismakijker). C = Cassegrain. E = Blote oog schatting. J = Jones-Bird. L = Newton. M = Maksutov. N = 1x monoclair door gebruik te maken van twee identieke lenzen waarvan één gebruikt wordt als objectief en de andere als oculair. O = Opera glass (toneelkijker). R = Refractor. S = Schmidt-Newton. T = Schmidt-Cassegrain. f = blote oog schatting, losse 50-mm binoculair objectief dicht voor het oog gehouden voor het defocuseren van sterren (voor heldere en grote comadiameters van aardscherende kometen). G = blote oog schatting, met gebruik van brillenglazen om te defocuseren op vergelijkingssterren (alleen kometen van magnitude 4 of helderder).

Vergroting: De gebruikte vergroting tijdens de schatting. Dit is de brandpuntsafstand van het objectief in mm gedeeld door de brandpuntsafstand van het oculair in mm. Vergroting bij voorkeur altijd gelegen tussen 1,45 – 2,17 maal de objectief diameter in centimeters (niet invullen bij blote oog schatting).

Diameter (mm): dit is de diameter van het objectief in millimeters (niet invullen bij blote oog schatting).

f/: is de openingsverhouding van het gebruikte instrument. Dit is de brandpuntsafstand van het objectief in mm gedeeld door de objectief diameter in mm. (niet invullen bij een binoculair- of blote oog schatting).

Wel / Niet op Statief / Opstelling: Doorhalen wat niet van toepassing is. (Alleen voor binoculaires, hoe klein dan ook).

Bij gebruik van binoculair en comadiameter >10': maximaal extra focaal beeld binoculair (boogminuten): _____'

N.B.: bij een binoculair (binoculair) is het onscherp stellen aan een maximum gebonden en dit varieert per type en zelfs binnen hetzelfde merk. Om het maximale extrafocale beeldje te kunnen vaststellen wordt eerst op de sterren scherp gesteld. Dan wordt de binoculair in zijn maximale onscherpe stand gesteld. Met de onscherpe sterbeeldjes die elkaar nog net raken is te bepalen wat de maximale extrafocale instelling in boogminuten is.

***Vergelijkingssterren: Bron:** _____ **Sequentie** _____

Vergelijkingssterren: Bron: code voor de bron van de gebruikte vergelijkingssterren. (zoals: TK¹).

N.B. Gebruik voor de schatting van de visuele helderheid van kometen nooit bronnen waarvan de beschikbare ster magnituden óf alleen helderder óf alleen zwakker zijn dan de komeet. Gebruik ook nooit bronnen met uitsluitend V-magnituden. Gebruik bij voorkeur Vt-magnituden van de Tycho-2 Catalogus (Broncode: TK). Deze catalogus bevat sterren tot magnitude 12 en geeft bovendien ook de B-V kleurindex van de elke ster. Gebruik geen sterren met een kleurindex >0,90. Voor meer bronnen: zie de ICQ Magnitude reference key: op te vragen bij de waarneemcoördinator.

Noot (van pagina 19 onder kopje *Vergelijkingssterren*)

¹ (TK) = *Tycho-2 Catalogue*, Hog et al. 2000 A. Ap., (van *Cartes du Ciel*, *Sterrenkaarten* (alleen Tycho-2 gelabeld V_T -magnituden!). én (TK) = *Guide*. N.B!: *alleen* Tycho-2 V_T magnitudes (VT gelabeld) van de *bron* catalogus gebruiken. De supplementen bevatten een mix van V-achtige magnituden van de originele Tycho catalogus die niet geschikt zijn voor de waarnemingen.

Catalogus of kaart met goede vergelijkingssterren ²):

(S) = *SAO-Star Catalog* (alleen sterren die met een H of T zijn gelabeld !)

(SC) = *Sky Catalogue 2000.0* (alleen de mv magnitudes. NIET de V-magnitudes !)

(NP) = *North Polar Star Sequentie* (AAVSO).

(D) = *Dutch Comet Halley Handbook* (kaarten in *Halley Handboek deel II*).

Altijd de identificatiecode geven van de gebruikte sterren zoals: TYC3291-02118-1 = $V_t = 4,01$. of Phi Per.

Noot: ² ICQ, *Magnitude reference key: op te vragen bij de waarnemingscoördinator.*

Sequentie: Hierbij wordt de veranderlijke ster alsmede de gebruikte vergelijkingssterren gegeven óf het nummer uit de catalogus óf van de kaart.

Voorbeeld: (AA) R Aql: 7.7, 7.8, 7.9. (AC) T Lyn: 9.0, 9.6 10.0.

(D) 3a en 3b: 72a' en 6.7b'.

(S) SAO 022859 = 5.0T en SAO 022696 = 5.6H.

(TK) TYC3673-01923-1 = 4.34 en TYC3673-01929-1 = 5.23.

(TT) 78 (SAO 153124) en 85 (SAO 153132)

***Grensmagnitude: bij komeet* _____ ; in zenit: _____ ; in instrument: _____ .**

De blote oog grensmagnitude (= zwakste nog zichtbare ster) ter hoogte van de komeet (erg belangrijk altijd invullen).

De bepaling van de grensmagnitude in het instrument wordt gedaan met dezelfde vergroting die is gebruikt bij de schatting van de komeet. Indien een grensmagnitude niet is bepaald plaatst men (N.B. = niet bepaald) op de lijntjes.

***Waarn. Conditie: 0 / 0-1 / 1 / 1-2 / 2 / 2-3 / 3 / 3-4 ; hoogte komeet boven de horizon _____ °**

Streep de getallen van deze 8 puntsschaal door die niet van toepassing zijn.

Omschrijving waarneemcondities

- 0 = uitstekende perfecte donkere sterrenhemel. De Melkweg is zelfs hinderlijk helder en vertoont veel details. Afzonderlijke sterrenbeelden in de Melkweg zijn moeilijk te herkennen. Het zodiakale licht is erg helder en is als een boog aan de sterrenhemel zichtbaar. De grensmagnitude in het zenit is hoger dan magnitude 7,0. Er zijn geen lichtkoepels zichtbaar.
N.B. Dit komt alleen voor ver van de bewoonde wereld en, normaal gesproken, niet in Nederland of België.
- 0 - 1 = zeer goede donkere sterrenhemel. De Melkweg is zeer helder. Structuren in de Melkweg zijn goed zichtbaar. Het zodiakale licht is goed zichtbaar. De grensmagnitude in het zenit ligt tussen 6,5–7,0. Vrijwel geen of zeer kleine lichtkoepels zichtbaar aan de horizon.
- 1 = Goede doorzichtige hemel. Structuren in de Melkweg zijn zichtbaar vanaf zo'n 15–20 graden boven de horizon. Alleen de helderste delen van het zodiakale licht zijn zichtbaar. De grensmagnitude in het zenit ligt tussen 6,0–6,5. Kleine lichtkoepels duidelijker zichtbaar aan de horizon.
- 1 - 2 = Nog redelijk doorzichtige sterrenhemel. De Melkweg is alleen zichtbaar hoger dan 40 graden boven de horizon en is volledig onzichtbaar bij de horizon. Lichtkoepels zijn zichtbaar. Grensmagnitude 5,5–6,0 in het zenit.
- 2 = Enigszins ontransparante lucht, eventueel heilig of nevelig en/of dunne cirrus, de Melkweg is alleen zichtbaar hoger dan 60 graden boven de horizon en wordt snel volledig onzichtbaar richting de horizon. Lichtkoepels zijn opvallend zichtbaar. Grensmagnitude 5,0–5,5 in het zenit.
- 2 - 3 = Ontransparante lucht, met een enigszins heldere hemelachtergrond, eventuele heilig/nevelig of dunne cirrus. De Melkweg is alleen zichtbaar rond het zenit. Grensmagnitude 4,5–5,0 in het zenit.
- 3 = Zeer ontransparante lucht met een heldere hemelachtergrond. Eventueel erg heilig/nevelig, mistig of cirrus. Melkweg met veel moeite zichtbaar in het zenit. Grensmagnitude 4,0–4,5 in het zenit.
- 3 - 4 = Zeer heldere hemelachtergrond. Erg heilig/nevelig of mistig en/of aanwezigheid van cirrus. Melkweg niet zichtbaar. De omstandigheden zijn dermate slecht dat eigenlijk geen goede helderheidsschatting kan worden wordt verricht. Grensmagnitude in het zenit lager dan 4,0.

***Hoogte komeet boven de horizon:** De geschatte of berekende hoogte van de komeet boven de horizon, in graden.

***Storingen:**

maanlicht M, stadslicht C, schemering T, heilig¹ / nevelig² / mist³ H, wolken/cirrus Cl, poollicht P, zodiakale licht = Z.

Streep door wat niet van toepassing is.

Noten (van pagina 20 onder kopje Storingen)

- ¹ heilig = beperking van zicht door verstrooiing van licht op droge deeltjes in de atmosfeer zoals fijnstof, rook, en andere aerosolen.
- ² nevelig = beperking van zicht door verstrooiing van licht op waterdruppeltjes. Zicht veel beter dan 1 km.
- ³ mist = zicht minder dan 1000 meter.

***Waarneemlocatie: naam** _____


Naam van de locatie. Bijvoorbeeld: de naam van de dichtstbijzijnde plaats/dorp of streek.

Waarneemlocatie : coörd.: _____° O / W ; _____° N / S ; **hoogte (m) :** _____ ;
Streep de letters van de lengte- en breedtegraad door die niet van toepassing zijn.

N.B. De positie van de waarneemplaats in graden en minuten O (Oosterlengte) of W (Westerlengte) en in graden en minuten in N (Noorderbreedte) of S (Zuiderbreedte) volgens het World Geodetic System 1984 (WGS-84 systeem) of via Google Earth. Bijvoorbeeld: 6°14'O en 53°22'N. De positie is zo nodig ook goed te bepalen vanaf topografische kaarten. Ook dient de hoogte in meters te worden opgegeven. Deze waarden zijn van belang om bijvoorbeeld de hoogteberekening te maken van de komeet, waarna eventuele extinctiecorrecties kunnen worden uitgevoerd.

Opmerkingen

Gebruik deze ruimte voor overige opmerkingen zoals: bijzondere omstandigheden of storende factoren, de vorm van de coma, eventuele kleuren, bijzondere details. Als met een ander instrument of met verschillende vergrotingen waarnemingen zijn verricht, vermeld deze of op een apart formulier of bij opmerkingen. Voor tekeningen en schetsjes kan de achterkant worden gebruikt met vermelding van tijdstip, het gebruikte instrument, vergroting en oriëntatie en schaal van de tekening. Zet dan duidelijk Z.O.Z. rechtsonder op het formulier.

KOMEET: <u>C/2014 Q2 (Lovejoy)</u> Volgnr. <u>10</u>				
WAARNEMINGSFORMULIER NEDERLANDSE KOMETEN VERENIGING				
Verzenden naar de waarnemingscoördinator van de Nederlandse Kometen Vereniging				
Waarnemer : <u>Naam + Voorletters</u>				
Adres : <u>Straatnaam + huisnummer</u>				
PC/Plaats : <u>Postcode + Plaatsnaam</u>				
e-mailadres : <u>abcdefg@hijklm.gr</u>				
Waarnemingsgegevens (tijd altijd in UTC !)				
Tijdstip: Jaar <u>2015</u> Mnd <u>02</u> Dag <u>18</u> Uur <u>19</u> Min <u>15</u> ; UTC DA: Y / N				
Magnitude : <u>5,0</u> Methode : <u>S</u> Kwaliteit: goed / matig / slecht (doorhalen wat niet van toepassing is)				
Comadiameter (in boogminuten) : <u>~13'</u> Condensatiegraad (DC) : <u>6'</u> ;				
Gasstaart: Lengte (graden) : <u>~2,0°</u> PA: <u>~60°</u> Noord = 0°, Oost = 90°				
Stofstaart: Lengte (graden) : <u>~0,25°?</u> PA: <u>~60-70°?</u> Zuid = 180°, West = 270°				
Instrument : Type: <u>B</u> Vergroting: <u>10</u> Diameter (mm) : <u>56</u> / <u>5,6</u> ; Wel / Niet op Statief / Opstelling (doorhalen wat niet van toepassing is)				
Bij gebruik binoculair en comadiameter > 10' : maximaal extrafocaal beeld binoculair in boogminuten : <u>~45'</u>				
Vergelijkingssterren : Bron : <u>TK</u> ; Sequentie : <u>TYC3688-02149-1 = 5,50 (hoogte 58,4°)</u> <u>TYC3689-00131-1 = 4,98 (hoogte 59,5°)</u> <u>TYC3673-01923-1 = 4,34 (hoogte 53,0°)</u>				
Grensmagnitude : bij komeet <u>> 6,6</u> ; in het zenit <u>NB</u> ; in instrument : <u>~ 11,0</u> ;				
Waarn.condities : 0 / 0-1 / 1-1 / 1-2 / 2-2 / 2-3 / 3-3 / 3-4 / ; Hoogte komeet boven horizon : <u>55,1°</u> } Doorhalen wat niet van toepassing is				
Storingen: <u>maanlicht-M</u> ; <u>stadslicht-C</u> ; <u>schemering-T</u> ; <u>nevelig/mist-H</u> ; <u>wolken/cirrus-CI</u> ; <u>poollicht-P</u> ; <u>zodiakale licht-Z</u>				
Waarnemingslocatie : naam : <u>Ballastplaats (Lauwersmeerpolder)</u> ;				
Waarnemingslocatie : coörd. : <u>ca. 6° 14'</u> O / W ; <u>ca. 53° 22'</u> N / S ; hoogte (m) : <u>0</u> ;				
Opmerkingen : <u>Komeet zeer duidelijk met het blote oog (!) zichtbaar op 18' in PA 240° onder Phi Persei (mv=4,01) als een wollig bolletje. Zeer goede doorzichtige atmosfeer. Sterretjes van mv 6,5 en sterretjes van 6,6 waren duidelijk met het blote oog zichtbaar. Geen hinderlijk licht in directe omgeving. Wijde capuchon over het hoofd. Gasstaart zichtbaar tot in ster TYC3292-01143-1 = 6,27. Lijkt zwakker dan op de 17e ondanks veel betere waarnemingsomstandigheden. Stofstaart? Teveel hinder van φ Per. Donkeradaptatie reeds in auto (passagier) begonnen door het rode brilletje op te zetten.</u>				
Eventuele schets met coma- of staartdetails op achterzijde met vermelding van tijdstip (UTC) en schaal-indicatie!				
Komeet	Waarnemer	Datum	tijd (UTC)	R = _____ AE
		_____	_____h _____m	Δ = _____ AE
bovenstaande kaders zijn voor de verwerking ; s.v.p. niet invullen				

Figuur 8. Voorbeeld van een volledig ingevuld waarnemingsformulier.

Appendix 1: Te gebruiken codes

Raadpleeg de voorschriften voor de codes van de ICQ: de “*Magnitude reference key*”, “*Observation keys for Magnitude method*”, “*Special notes*”, “*Instrument keys*” en de “*Magnitude correction for atmospheric extinction*”^{1,2,3}).

Hieronder worden alleen de meest gebruikte ICQ-codes gegeven.

Waarneemmethoden codes¹

S = Sidgwick-methode B = Bobrovnikoff-methode M = Morris-methode

Instrument codes¹

B = Binoculair. C = Cassegrain reflector. E = Blote oog schatting zonder hulpmiddelen.

J = Jones-Bird telescoop. L = Newton reflector. M = Maksutov reflector. N = 1x monoculair door gebruik te maken van twee identieke lenzen waarvan één gebruikt wordt als objectief en de andere als oculair.

O = Opera glass (toneelkijkertje). R = Refractor. S = Schmidt-Newton. T = Schmidt-Cassegrain-reflector.

Speciale magnitude codes²

[= Een links rechthoekig haakje (“openen”), voor de magnitude geeft aan dat de komeet niet werd gezien. (Indien de komeet wel is gezien en de waarnemer geeft aan dat de komeet zwakker was dan een gegeven magnitude, wordt het teken '>' (“groter dan”) gebruikt).

& = komeet waargenomen op een hoogte van 20 graden of lager boven de ware horizon waarbij geen atmosferische extinctiecorrectie is toegepast.

\$ = Komeet waargenomen op een hoogte 10 graden of lager boven de ware horizon, de waarneming is gecorrigeerd door de waarnemer met behulp van de procedure (zie onder hoofdstukje: *Extinctie-correctie bij een hoogte van de komeet op minder dan 30 graden boven de horizon*).

% = vergelijkingsster(ren) zijn met behulp van gemodificeerde Stantonformule (zie formule (3) op pagina 6) omgerekend naar visuele magnitude aan de hand van bekende B-V waarden voor deze sterren.

f = losse 50-mm binoculair objectief dicht voor het oog gehouden voor het defocuseren van sterren (voor heldere en grote comadiameters van o.a. aardscherende kometen).

G = blote oog schatting, met gebruik van brillenglazen om te defocuseren op vergelijkingssterren (alleen kometen van magnitude 3 of helderder).

Extinctie-correctie bij een hoogte van de komeet op minder dan 30 graden boven de horizon

Als een komeet relatief laag boven de horizon staat (op minder dan 30 graden hoogte) en de waarnemer verricht een schatting van de totale helderheid van de komeet (door vergelijking met behulp van een in de buurt van de komeet staande onscherp gefocusseerde vergelijkingsster waarvan helderheid afkomstig is van catalogi of kaarten met betrouwbare ster helderheden) moet de waarnemer op de juiste wijze corrigeren met de juiste waarde voor atmosferische extinctie. Een standaardprocedure aanbevolen door de ICQ en gepubliceerd in de editie van juli 1992 van de ICQ.

Alleen als de vergelijkingssterren dicht bij de komeet staan, (bij voorkeur op vrijwel dezelfde hoogte als de komeet) worden de helderheidsbepalingen realistischer. Zijn er geen geschikte sterren op dezelfde hoogte gebruik dan sterren die maximaal 2–3 graden hoger staan. Staan de sterren nog hoger dan wordt de berekende helderheid steeds onrealistischer.

Houd er rekening mee dat de tabellen³ voor het bepalen van de extinctie correcties alleen zijn bedoeld voor sterren in de periode dat de zon meer dan 18 graden onder de horizon staat. Op het waarnemingsformulier wordt aangeven hoe de helderheidsschatting tot stand is gekomen (en gebruik de juiste codes):

a = atmospheric extinction correction applied by observer using Table Ia of Green (1992, ICQ 14, 55-59)³.

s = atmospheric extinction correction applied by observer using Table Ic of Green (1992, ICQ 14, 55-59)³.

w = atmospheric extinction correction applied by observer using Table Ib of Green (1992, ICQ 14, 55-59)³.

Noten

¹ ICQ, *Magnitude reference key*.

² ICQ *Observation keys for Magnitude method*, *Special notes*, *Instrument keys*

³ ICQ, *Magnitude correction for atmospheric extinction*.

Deze drie publicaties van de *International Comet Quarterly (ICQ)*, alleen in het Engels, zijn als PDF op te vragen bij de waarneemcoördinator van de *Nederlandse Kometen Vereniging*.

Appendix 2

Samenvatting waar op te letten tijdens de voorbereiding en het waarnemen

- * Selecteer vooraf de vergelijkingssterren in een grote magnitude range, bijvoorbeeld ± 3 magnituden en controleer op het juiste spectrum en of er geen andere sterren te dicht bij deze sterren of de komeet staan maar ook dat het geen veranderlijke sterren zijn. (N.B. Als sterren bij het defocuseren elkaar gedeeltelijk overlappen dan wordt de gezamenlijke helderheid groter dan die van de helderste vergelijkingsster.)
 - * Gebruik bij voorkeur Vt-magnituden van de **Tycho-2 Catalogus**. Deze catalogus bevat sterren tot magnitude 12 en geeft bovendien ook de B-V kleurindex van elke ster. Gebruik nooit bronnen voor de schatting van de visuele helderheid van kometen waarvoor de beschikbare vergelijkingssterren óf allen helderder óf zwakker zijn dan de komeet. Gebruik nooit bronnen met alleen V-magnituden. (zie pag. 6, 7).
 - * Controleer vooraf goed of de vergelijkingssterren geen spectrum hebben later dan **K0-K3** of een kleurindex $> 0,90$. Dit zijn rode sterren die vanwege het zogenaamde **Purkinje**-effect een sterk negatief effect hebben op de helderheidsbepaling en daarom niet gebruiken (zie pag. 6).
 - * Als de bron van de helderheden van de vergelijkingssterren niet bekend is, gebruik dan alleen sterren met spectrum O5, A of B. De V-magnituden van deze sterren wijken in de regel minder weinig af van de visuele magnituden. Noteer dit duidelijk op het waarnemingsformulier en ook welke sterren en bron zijn gebruikt.
 - * Een goede waarneming kan alleen worden verricht na ten minste 30 minuten **donkeradaptatie** (pag. 3).
 - * Gebruik alleen **zwak rood** licht tijdens het waarnemen (zie pag. 7).
 - * Bij het gebruik van een enkelvoudig oculair van een **telescoop** wordt de komeet in het midden van beeldveld van de telescoop gezet. Richt de blik richting op ca. 15–18 graden van de komeet, terwijl de komeet **perifeer** wordt geobserveerd (pag. 3 t/m 5). Bijvoorbeeld: richt de blik van het linkeroog op zo'n 15–18 graden rechts van de komeet (zie \oplus in fig. 3a, op pag. 5) en met het recheroog op zo'n 15–18 graden links van de komeet. (zie \oplus in fig. 3b op pag. 5). Ook elke vergelijkingsster, nadat deze in het centrum van het beeldveld is gezet, wordt op deze manier bekeken. Dit is erg belangrijk omdat bij het schatten van de helderheid altijd hetzelfde gebiedje van het oog moet worden gebruikt (pag. 5). Denk om de blinde vlek!
 - * In een **binoculair** (bij voorkeur op statief) wordt de komeet **perifeer** met beide ogen waargenomen. Zet de komeet in het centrum van de binoculair en richt de blik van beide ogen op ongeveer op zo'n 15–18 graden onder de komeet (zie \oplus in fig. 3c op pag. 5) terwijl in het bovengedeelte van de ogen de komeet perifeer wordt geobserveerd. Ook elke vergelijkingsster, nadat deze in het centrum van het beeldveld is gezet, wordt op deze manier perifeer bekeken.
 - * Plaats elke keer de komeet en elke vergelijkingsster, om en om, weer in het centrum van het beeldveld bij het bepalen van de helderheid (zie pag. 5).
 - * Gebruik de **Sidgwick-methode** en het **stappenplan voor de helderheidsbepaling** (zie pag. 9–10 en fig.5).
 - * Gebruik **ijksterren** waarvan de onderlinge afstand gelijk of vrijwel gelijk is aan de comadiameter voor het extrafocaal zetten van het waarneeminstrument (zie pag. 9 en fig.5).
 - * De bepaling van de **DC** (Degree of Condensation is mate van condensatie) wordt met hetzelfde instrument en dezelfde vergroting verricht als de helderheidsbepaling van de komeet (zie fig. 6 op pag. 11).
- N.B.** De beoordeling van de DC met een vrijwel 'directe' blik. Máár de schatting van de helderheid perifeer !
- * Gebruik alleen vergrotingen tussen 1,45 tot 2,15 maal de objectief opening in centimeters. Hierdoor is de **uittreepupil** gelegen tussen 7 en 4,6 mm met een voorkeur voor 5 – 6 mm (zie pag. 7 en 13 t/m 15).
 - * Om een goede helderheidsschatting te kunnen maken en om te voorkomen dat de helderheid van de komeet wordt onderschat is het erg belangrijk dat de stellaire grensmagnitude in het instrument (bij dezelfde vergroting die gebruikt wordt om de komeet te schatten) **tenminste 2 maar niet meer dan 3 magnituden zwakker is dan de helderheid van de komeet** (zie tabel 2 en 3 op pag. 14 en 15). Is het verschil kleiner dan 2 magnituden dan is het raadzaam een groter instrument te gebruiken; bij een verschil groter dan 3 magnituden is het raadzaam een kleiner instrument te gaan gebruiken. Hier geldt namelijk dat, hoe sterker de vergroting is des te zwakker de helderheidsschatting, aangezien bij een sterkere vergroting de schijnbare comadiameter kleiner is (de zwakkere diffusere buitenste delen van de coma in de hemelachtergrond zullen opgaan) waardoor een zwakkere schatting het gevolg is (zie pag. 13 t/m 15).
 - * Zorg ervoor dat de **visuele waarneemhoek** (vergroting * comadiameter in boogminuten) niet groter wordt dan 90 à 100 boogminuten (zie pag. 12), om te voorkomen dat delen van de coma in de hemelachtergrond verdwijnen. Een zwakkere helderheidsschatting is het gevolg. Neem daarom altijd verschillende instrumenten mee en doe de waarneming met het kleinst mogelijke instrument (zie pag. 12 t/m 15).
 - * Met een **binoculair op een statief**, ook met een 7x50B, een 6x40B of *kleiner(!)* kan men veel preciezer de comadiameter (en staartlengtes) van een komeet bepalen. Dit zorgt er ook voor dat de helderheidsschatting veel nauwkeuriger wordt (zie pag. 13).

Bronnen

- Bobrovnikoff, N.T., Contributions from the Perkins Observatory, No. 15 en 16, (1941)
- Bobrovnikoff, N.T., Contributions from the Perkins Observatory, No. 19, (1943)
- Bosch en Keuning nv, Atlas van de Fysiologie, Baarn, (1981)
- Bus, E.P., *Helderheidsverschillen tussen schattingsmethoden en DC*, Kometen Nieuwsbrief, No. 18, pp. 4-7, (1983)
- Bus, E.P., Halley Handboek, deel 2, *Sterrenkaarten*, NVWS Werkgroep Kometen, (1984)
- Bus, E.P., *Geijkte Sidgwick-schatting*, Kometen Nieuwsbrief, nr. 32, januari (1987)
- Bus, E.P., *Waarneeminstructie voor het Schatten van de Komeethelderheid*, DCS Publicatie no.4, (1987)
- Bus, E.P., *Instructie voor het bepalen van de helderheid van een komeet*, DCS Publicatie no.7, (2001)
- Bus, E.P., *Sterrencatalogi en de helderheden van sterren tot magnitude +6½*, Kometen Nieuwsbrief, nr. 92, oktober (2002)
- Bus, E.P., *Methoden voor het bepalen van de helderheid van kometen*, Kometen Nieuwsbrief, nr. 95, (2003)
- Bus, E.P., *De Sidgwick-methode en nog drie andere methoden voor het bepalen van de helderheid van kometen*, Kometen Nieuwsbrief, nr. 126, (2015)
- Feijth, H., *Of Sequences and comparison star magnitudes*, International Comet Quarterly, Vol.2, No.4, pp. 73-74, (1980).
- Feijth, H., *Waarneeminstructie Werkgroep Kometen*, Kometen Nieuwsbrief, nr. 17, pp. 6-8, (1983)
- Feijth, H., *Instructie voor het visueel waarnemen van Veranderlijke Sterren*, NVWS Werkgroep Veranderlijke Sterren, pag. 13, (1983)
- Feijth, H., Halley Handboek, deel 1, *Waarneemmethoden & IHW procedures*, NVWS Werkgroep Kometen, (1985)
- Green, D.W.E., *Magnitude corrections for atmospheric extinction*, International Comet Quarterly, Vol. 14, No. 3, pp. 55-59, (1992)
- Green, D.W.E., International Comet Quarterly, 18, No. 4, 186, (1996)
- Hirschfeld, A., en R.W. Sinnott, Sky Catalogue 2000.0. Volume 1: Stars to Magnitude 8.0. (1982)
- Meisel, D.D. en C.S. Morris, The Study of Comets, Part 1, (1976)
- Morris, C.S., Comet News Service, No.79-1, (1979)
- Nederlandse Kometen Vereniging (Dutch Comet Section), archief komeetwaarnemingen 1968 – 2015.
- Nijland, A.A., Hemel en Dampkring, 9^e jaargang, Afl. 1, pag. 7, (Mei 1911).
- Nijland, A.A., Hemel en Dampkring, 9^e jaargang, Afl. 4, pag. 51, (Augustus 1911).
- Piper, H., *Über die Abhängigkeit des Reizwertes leuchtender Objekte von ihrer Flächen- bezw. Winkelgröße. (Fortsetzung der Untersuchungen über Dunkeladaptation des Sehorgans)*. Zeitschrift für und Physiologie der Sinnesorgane, No. 32, pp. 98-112 (1903).
- Ricco A., *Relazione fra il minimo angolo visuale e l'intensita` luminosa*. Memorie della Regia Academia di Scienze, lettere ed arti in Modena., 17:47–160. (1877)
- Stanton, R.H., *Photoelectric measures of AAVSO comparison star sequences II*, Journal of the AAVSO, 10, 1, (1981)
- Vsekhsvyatskii, S.K., *Physical Characteristics of Comets*, 1958. Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations, (1964).
- Whipple, F.L., Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog, Part 1 – 4, (1971)