

# Komeetfotografie met 'eenvoudige' apparatuur, een verkorte versie.

Peter Bus

## Inleiding

Het oorspronkelijke artikel – voor het eerst gepubliceerd in 1985 – is nu in verkorte vorm aangepast aan de in de loop der jaren opgedane ervaringen en nieuwe ontwikkelingen en i.v.m. de verschijningen van de kometen 96P/Machholz, C/2007 E1 (Garradd) en C/2007 E2 (Lovejoy). Hierbij is gebleken dat de aanpassingen voor digitale fotografie niet erg ingrijpend anders zijn t.o.v. de resultaten bereikt met film.

In dit artikel wordt niet ingegaan op allerlei bewerkingstechnieken zoals 'photoshappen' of het gebruik van diverse filters en wordt ervan uitgegaan dat de opnames onder ideale omstandigheden worden gemaakt met een opname gevoeligheid van 400 ASA (= 400 ISO).

## Apparatuur

In principe doet het er niet toe welk type optiek wordt gebruikt voor het fotograferen van kometen, als deze maar **lichtsterk** is. Met lichtsterk bedoelen we een openingsverhouding groter dan het diafragmagetal 5. Hoe kleiner het diafragma getal des te lichtsterker is de optiek (*4,5 is goed maar 2,8 of 1,8 is veel beter*).

De brandpuntsafstand van de optiek bepaalt dan tot welke helderheid de komeet nog **goed** gefotografeerd kan worden (*zie tabel 1*).

De komeet mag dan hooguit 10 boogminuten in diameter zijn en de graad van condensatie (= DC) van 4 of hoger (*zie figuur 1*) om nog **goed** gefotografeerd te kunnen worden.

Uiteraard moet de optiek wel van prima kwaliteit zijn.

Tabel 1

brandpuntsafstand in mm	Helderheid komeet	m <sub>vis</sub>
28	<i>helderder of gelijk aan</i>	4- 5
50	<i>helderder of gelijk aan</i>	5- 6
100	<i>helderder of gelijk aan</i>	7- 8
200	<i>helderder of gelijk aan</i>	8- 9
300	<i>helderder of gelijk aan</i>	9-10
500	<i>helderder of gelijk aan</i>	10-11
700	<i>helderder of gelijk aan</i>	11-12
1000	<i>helderder of gelijk aan</i>	12-13
1500	<i>helderder of gelijk aan</i>	13-14

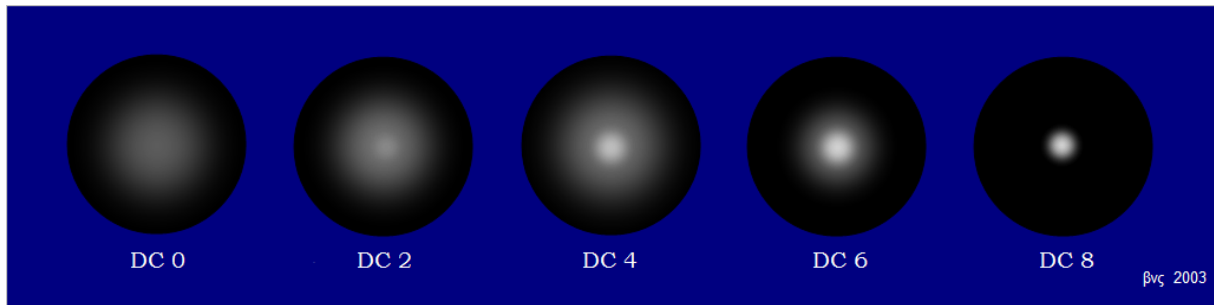
*Tabel 1. Geldig voor opnames op 400 ASA onder ideale omstandigheden met lichtsterke optiek waarbij de comadiameter van de komeet kleiner is dan 10 boogminuten met een DC hoger dan DC 4.*

*N.B. bij gelijke helderheid van de komeet: hoe kleiner de comadiameter en hoe hoger de DC, des te beter is de komeet te fotograferen! Men moet er wel rekening mee houden dat deze tabel alleen geldt voor optimale condities zoals een goede doorzichtige atmosfeer, geen storend licht en met een stellaire grensmagnitude ter hoogte van de komeet beter dan +6 (figuur 3 en formule (1)).*

Om een komeet goed te fotograferen moet ervoor gezorgd worden dat de zwakste details boven de achtergrondsluier of hemelachtergrond op de emulsie of chip uitkomen. Wanneer niet onder optimale omstandigheden kan worden gefotografeerd (storend licht, schemering, maan, maar ook bij cirrus, heiligheid en mist), dan moet de belichtingstijd korter worden (*zie figuur 3*). Het is altijd aan te raden om op verschillende waarneemplaatsen onder verschillende waarneming omstandigheden van tevoren te experimenteren met diverse belichtingstijden.

*N.B. Bij het gebruik van film is het belangrijk dat de film niet te oud mag zijn en koel en donker bewaard moet worden (bijvoorbeeld in een koelkast). Anders kan de achtergrondsluier een te grote invloed uitoefenen. Ook moet ná het belichten de film zo snel mogelijk worden ontwikkeld.*

*Bij gebruik van een digitale camera is het belangrijk om de camera zo koud mogelijk te houden om ruis te voorkomen.*



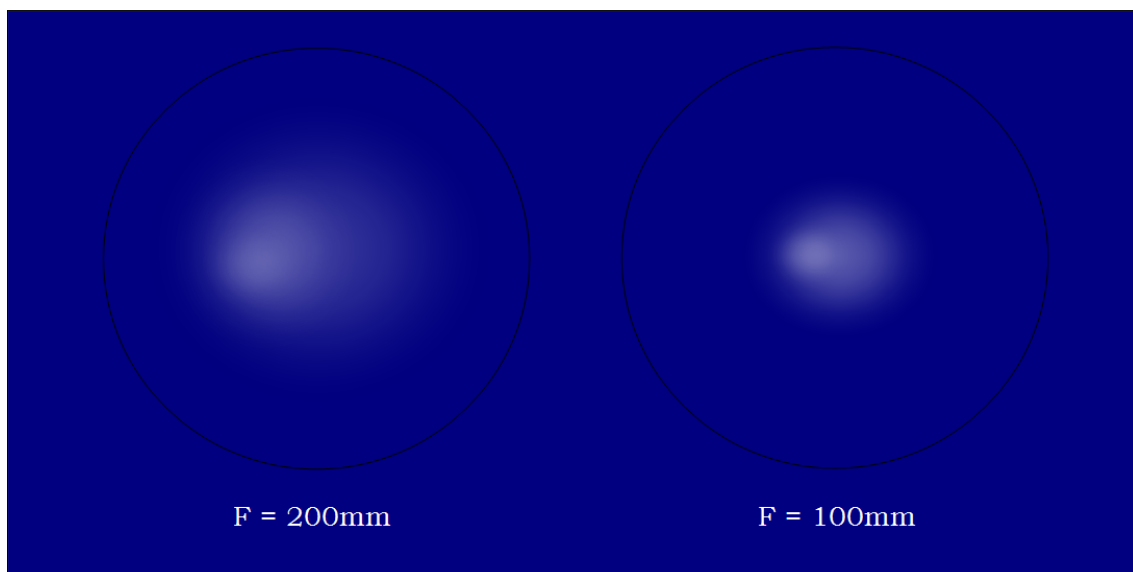
**Figuur 1. DC = condensatie graad van de coma zoals zichtbaar in het ronde beeldveld van een instrument.** De DC is in feite de bijdrage van de totale hoeveelheid licht van de condensatie in de coma t.o.v. helderheid van de gehele coma.

De DC-schaal loopt van DC 0 (extreem diffuus en vrijwel zonder enige vorm van een helderheidsverloop) tot DC 9 (stellair van uiterlijk). Bij DC 2 is de coma rond het midden iets helderder dan in de rest van de coma (de bijdrage is maar ongeveer 20% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 4 neemt de helderheid zeer geleidelijk naar het centrum toe (de bijdrage van de condensatie is nu zo'n 40% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 6 neemt de helderheid snel toe naar het centrum van de coma (de bijdrage is nu ongeveer 60% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 8 neemt de helderheid naar het centrum zeer snel toe en dat de helderheid duidelijk overheerst t.o.v. de buitenste delen van de coma (de bijdrage is nu ongeveer 80% van de totale helderheid van de coma). Bij DC 9 zit vrijwel al het licht in de coma, hooguit is nog een spoortje van de resterende coma te zien.

N.B. bij de DC bepaling wordt de 'valse' kern (= lichtcondensatie) altijd 'weggedacht' !

### Fotografie en brandpuntsafstand

Een groot misverstand bij het fotograferen van kometen is het denkbeeld dat kometen alleen goed kunnen worden gefotografeerd met grote instrumenten. Zoals uit tabel 1 is op te maken, heeft elke komeet van een bepaalde helderheid zijn bijbehorende brandpuntsafstand om optimaal gefotografeerd te kunnen worden.



**Figuur 2. Komeetbeeld, schematisch weergegeven, opgenomen met een F=200mm en een F=100mm lens.** Een twee keer zo groot komeetbeeldje betekent een vier keer zo zwak komeetbeeldje per emulsiekorrel of pixel. Met de F=100mm fotografeert men al veel sneller 'meer' van een komeet.

Stel, we hebben twee objectieven met een brandpuntsafstand van respectievelijk F=100 en F=200mm. De F-verhouding is voor beide objectieven precies hetzelfde. Bij dezelfde belichtingstijd bedraagt de theoretische stellaire lichtwinst van het grotere objectief  $\approx 0,75$  magnitude. Maar wat men meestal niet weet, dat met de zelfde belichtingstijd, de F=200mm **minder** van de komeet zichtbaar zal maken dan met F = 100mm. Wel zwakkere sterren maar minder komeet? Hoe kan dit, zullen velen zich afvragen. Wel, dit wordt veroorzaakt door voornamelijk het volgende:

- Ten eerste. Door de twee keer langere brandpuntsafstand wordt het komeetbeeldje twee keer zo groot als met de F = 100 mm en wordt het komeetbeeldje nu over twee keer zo grote oppervlakte van emulsiekorrels of pixels uitgesmeerd als met de F = 100mm. En twee keer zo groot betekent een vier keer zo zwak komeetbeeldje per emulsiekorrel of pixel (zie ook figuur 2). Theoretisch zal men dus nu vier keer langer moeten belichten (vergeet hier even het Schwarzschild-effect en andere effecten die optreden bij langere belichtingstijden).



*Foto 1. Opname van komeet C/2007 E1 (Garraff) op 8 april 2007 omstreeks 21:15 UT opgenomen met een Canon 10D met Canon EF 2.0/100 mm en een stack van 8x93 sec op 800 ASA. De diffuse komeet is op deze niet veel beter zichtbaar als op foto 2, ondanks de stack van 8 x 93 seconden. (Foto Koen Miskotte).*



*Foto 2. Opname van komeet C/2007 E1 (Garraff) op 8 april 2007 omstreeks 21:25 UT opgenomen met een Canon 10D met Canon EF 2.0/100 mm en een stack van 2 x 123 sec op 800 ASA. De diffuse komeet is op deze opname gelijk of iets duidelijker zichtbaar als op foto 1 ondanks dat de opname 'grof korrelijger' is. (Foto Koen Miskotte).*

- Ten tweede. De meeste astro-fotografen belichten komeetopnames veel korter dan de emulsie of chip aan kan. Uiteraard houden ze rekening met de sluiering voornamelijk veroorzaakt door de lichtvervuiling. Maar meestal is aan de opname te zien dat met onder goede omstandigheden langere belichtingstijden had kunnen toepassen. Ook de bekende buitenlandse astro-fotografen belichten maar een fractie van wat er mogelijk is bij komeetopnames. Omdat de meeste buitenlandse astro-fotografen fraaie komeetplaatjes laten zien, vallen de korte belichtingstijden van hooguit 100 à 180 seconden niet zo op. Het stacken (stapelen) van opnames levert uiteraard winst op, maar zal veel betere resultaten geven als men kometen eerst langer zouden belichten (zie ook foto 1 en 2) totdat sluiers zal optreden of volgens figuur 3 en formule 1. De zwakkere coma en staartdelen zouden dan nog veel beter zichtbaar worden, dan nu meestal het geval is. Zolang visuele waarnemers vaak – veel – grotere comadiameters blijven melden, is dit een indicatie dat de astrofotografen vaak – om veel redenen zeer begrijpelijk – de komeetopnames te kort belichten. (*N.B. de visuele waarnemer ziet minder gasstaart omdat het oog minder gevoelig is in het blauwe gebied dan de meeste camera's of emulsies*).

### **Emulsie, digitale gevoeligheid en belichtingstijd**

Wanneer we de spectra bekijken van kometen die minder dan 3 AE van de zon verwijderd zijn, dan zien we dat in de regel het meeste licht in het blauwe en het groene gebied van het spectrum wordt uitgezonden. Dit betekent dat niet alle verkrijgbare zwart/wit en diafilms gebruikt kunnen worden voor het fotograferen van kometen. Blauw/groen gevoelige films verdienen dan de voorkeur. Helaas verdwijnen er steeds meer type films en komen er nieuwe voor in de plaats. Maar gelukkig is de digitale camera in opmars. Het voordeel van de digitale techniek is dat de resultaten vrijwel meteen zichtbaar zijn.

Wordt een komeet helderder dan magnitude 8 en ontwikkelt zich een staart, dan kunnen ook andere typen films worden gebruikt die ook in het gele gebied van het spectrum gevoelig is.

Goede resultaten worden geboekt met de Fujichrome 400 ASA diafilm. Bij deze film zien we dat de blauwe rechte gasstaart blauw en de gekromde stofstaart geel van kleur is.

De blauwe kleur wordt voornamelijk veroorzaakt door het CO<sup>+</sup>-ion (koolmonoxide). Het gereflecteerde zonlicht is voornamelijk verantwoordelijk voor de gele kleur. Een stofstaart is in de regel veel korter dan de gasstaart. Om de staart(en) in hun geheel te fotograferen is het aan te raden om optiek te gebruiken met een zodanig groot beeldveld, dat beide staarten er duidelijk op komen te staan.

*N.B. In sommige gevallen is het mogelijk dat twee fotografen op precies dezelfde plek, met dezelfde belichtingstijd en met dezelfde emulsie dezelfde komeet fotografeert met een objectief met dezelfde brandpuntsafstand en openingsverhouding. Na ontwikkeling staat bij de ene alleen de stofstaart er goed op en bij de andere zijn beide staarten goed zichtbaar. De oorzaak hiervan kan zijn: de coating van het ene objectief corrigeert juist voor het blauwe gebied of dat een UV filter nog voor de lens zit. Bij de digitale fotografie dient men goed te letten op de spectrale gevoeligheid van de chip spectrale transmissie van de coatings en filters. Zo kan een heldere stofrijke komeet met een kleine periheliumdoorgang minder goed zichtbaar worden door het gebruik van de LPS-P1 filter die het Natrium D1 licht bij 589 Nm blokkeert.*

### **Tips voor de astrofotograaf**

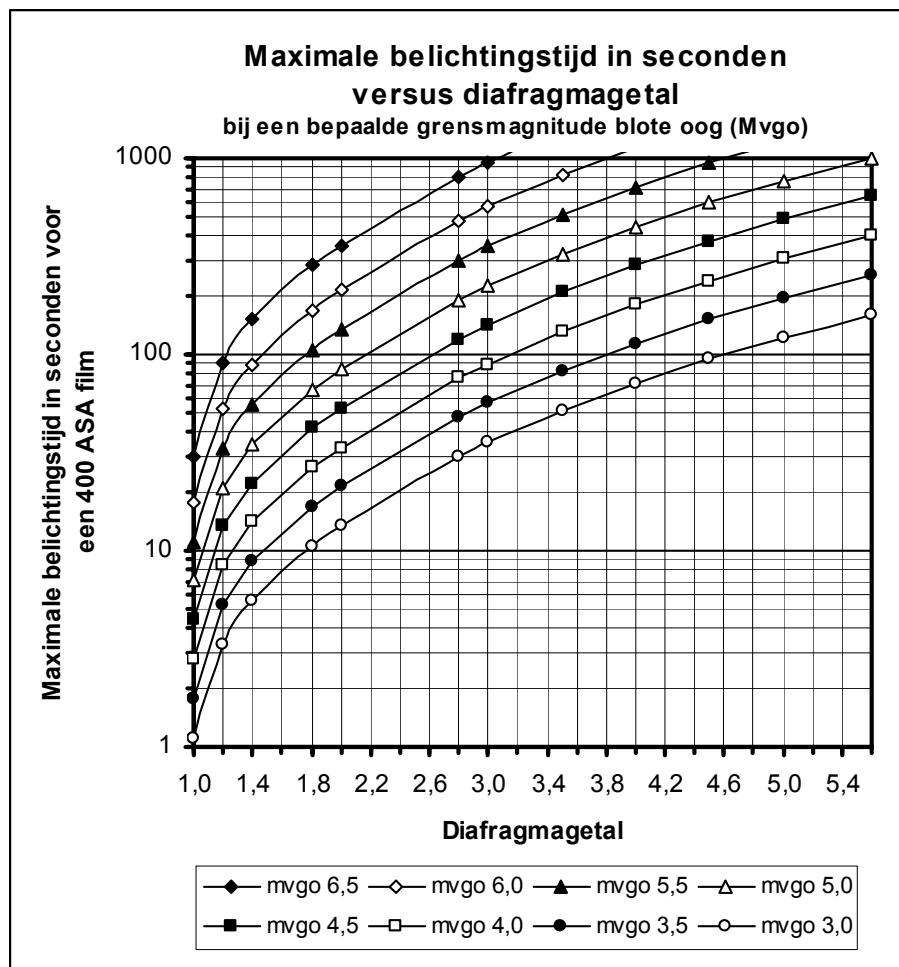
#### **Film**

- Gebruik een blauwgevoelige emulsie voor de gasstaart en de coma.
- Gebruik alleen zeer snelle films en belicht en afhankelijk van de lichtverontreiniging de film tussen 5 en 10 minuten. Maar blijf wel volgen op de komeet!
- Gebruik geen lenzen met een brandpuntsafstand langer dan 200 mm!
- Gebruik alleen roodgevoelige emulsies voor het fotograferen van een stofstaart.
- Gebruik snelle diafilms (400 ASA), deze kunnen zeer verrassende resultaten opleveren.

### **Meer Tips**

- Inspecteer de waarneemplaats van tevoren op de aanwezigheid van hinderlijke lantaarnpalen, bovenleidingen van elektrische leidingen, bomen en huizen en andere obstructies.
- Fotografeer heldere kometen ook tussen de astronomische en de burgerlijke schemering. Door de lichtere achtergrond wordt de emulsie gevoeliger, waardoor meer van de komeet op de emulsie komt. Dit geldt ook in sommige gevallen als de hemelachtergrond iets is verlicht door kunstmatige lichtbronnen (*NIET in een lichtkoepel van een stad*). De waarnemingsomstandigheden moeten dan wel uitstekend zijn.
- Let goed op bij welke fotograaf de dia's worden ontwikkeld. Uit ervaring is gebleken dat de films niet volgens dezelfde procedures bij de verschillende ontwikkelcentrales worden ontwikkeld. Voor het zogenaamde 'huisje, boompje, beestje' opnames, valt dit niet altijd zo goed op. Maar het resultaat kan voor astro-opnames fataal zijn. In extreme gevallen ontstaan pikzwarte opnames (*te kort ontwikkeld*) waarop met moeite sterren, laat staan kometen zijn te ontdekken en in andere gevallen ontstaan opnamen waarop de hemelachtergrond veel te licht is (*te lang ontwikkeld*) waardoor de zwakke details verloren zijn gegaan.

## Bepalen van de maximale belichtingstijd



Figuur 3. Uit ervaring is gebleken (met objectieven met een brandpuntsafstand van  $F=28$ ,  $F=50$ ,  $F=135$ ,  $F=200$ ,  $F=300$ ,  $F=400$  en  $F=500$ mm) dat de maximale belichtingstijd voor een 400 ASA film (zwart/wit én kleuren), bij een bepaald diafragmagetal, afhankelijk is van de visuele grensmagnitude in het cameraveld bij een goede doorzichtige atmosfeer zonder maan en schemering. Uit enige tientallen opnames van de auteur uit de periode 1969 - 2000, die voldeden aan de criteria:

- 1) de stellaire grensmagnitude op de emulsie is in overeenstemming met de theorie (zie figuur 3 en formule 1).
- 2) de opname vertoont bij de komeet nog een duidelijke blauwe kleur voor de gasstaart en een gele kleur voor de stofstaart.
- 3) de opname is duidelijk niet overbelicht.

Uit deze opnames gemaakt bij verschillende grensmagnitudes en met verschillende diafragmagetallen is bovenstaande grafiek gemaakt. Op de verticale as is de maximale belichtingstijd uitgezet en op de horizontale as het diafragma getal. De kromme lijnen geven het verband tussen maximale belichtingstijd en diafragmagetal. Voor de verschillende visuele grensmagnitudes (zie legenda in figuur 3 voor de symbolen voor grensmagnitude blote oog (Mvgo)). Bijv.: Mvgo = 5,0; diafragma getal = 2,8; dan is de maximale belichtingstijd 110 seconden.

N.B.: met een 200 ASA film ca. 2 keer langer belichten en met een 800 ASA film ca. 2 keer korter. Belicht een kleurenfilm niet langer dan 10 à 15 minuten i.v.m. de dan sterk optredende kleurverschuivingen. Zwart/wit films kunnen langere belichtingen ondergaan, maar het effect is beperkt door het Schwarzschild effect.

### Fotografische grensmagnitude versus visuele grensmagnitude:

Na onderzoek aan een groot aantal goed gedocumenteerde opnames, allen gemaakt bij een goede doorzichtige atmosfeer, blijkt dat onderstaand formule van de auteur een goede benadering is voor de zwakste stellaire fotografische grensmagnitude voor een 400 ASA film (= 400 ISO) of instelling bij digitale camera's een bepaalde visuele stellaire grensmagnitude met de maximale belichtingstijd voor die visuele blote oog grensmagnitude (zie ook figuur 3):

$$Mgf \equiv Mvgo - pc + 5 * \log f \quad (1)$$

Hierbij geldt:  $Mgf$  = fotografische grensmagnitude;  $Mvgo$  = stellaire grensmagnitude met het blote oog;  $f$  = brand- puntsafstand van het objectief in mm;  $pc$  is een persoonlijke constante met een gemiddelde waarde van  $pc = 4,5$ . Voor iemand met zeer scherpe ogen  $pc = 4,8$  en  $pc = 4,2$  voor iemand met minder scherpe ogen.