

# Nieuwe fotografische technieken voor hogere nauwkeurigheid

Casper ter Kuile<sup>1</sup> en Robert Haas<sup>2</sup>

## Inleiding/Doel

Tijdens de verwachte Leonidenstormen van 1998 en/of 1999 zullen de fotografische waarnemingen een prominente plaats innemen. Baanelementen kunnen eigenlijk uitsluitend met fotografische middelen met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald. Echter de Leoniden zijn dermate snel (71 km/sec) dat zelfs met onze huidige standaard fotografische uitrusting het heel moeilijk zal worden deze baanelementen met een voldoende nauwkeurigheid te bepalen. Peter Jenniskens heeft eens gepostuleerd dat de fotografen een factor 10 winst in nauwkeurigheid moeten behalen om deze doelstelling te halen. Dit artikel over fotografie zal dan ook vooral zijn gefocust op nieuwe dan wel aangepaste technieken die we in 1998 en 1999 zullen moeten gaan toepassen om de vereiste nauwkeurigheid te behalen.

We gaan op deze plaats verder niet in op zaken als: welke camera's er per waarnemingslocatie zullen worden ingezet, de keuze van de waarneemlocaties, het bepalen van richtpunten en het wel of niet overschakelen op een kortere belichtingstijd en zo ja onder welke voorwaarden. Ook besteden we hier geen aandacht aan activiteiten na de actie zoals de datareductie. Het is dus een technische verhandeling hoe, met gebruikmaking van bestaande technologie, toch een maximale winst in nauwkeurigheid te boeken.

## Huidige techniek

Het onderstaande overzicht geeft de belangrijkste kenmerken van de opbouw van de hedendaagse moderne camerabatterij:

1. Canon T-70 kleinbeeld 24\*36 mm formaat voorzien van FD 1.8/50 optiek welke tijdens gebruik een halve stop wordt afgediafragmeerd om een optimale scherpte bij een zo groot mogelijk opening te verkrijgen.
2. Twee, drie dan wel vierbladige sector met een toerental van 12.5 omwentelingen per seconde. Dit resulteert in 25, 37.5 dan wel 50 afdekkingen per seconde. De sectorbladen kunnen 30, 45, 60 of 90 graden groot zijn. Open/dicht verhoudingen van 1:1 en 2:1 zijn het meest gebruikelijk.
3. De meeste sectoren binnen DMS worden aangedreven door Japanse DC motoren met tacho regeling. Voor de sturing is gebruik gemaakt van speciaal voor dit doel door Hildo Mostert ontworpen en door Hans Betlem gebouwde stuurprinten. Deze motor-stuurprint combinatie zorgt ervoor dat

de afdekkingsfrequentie binnen 0.1 promille constant blijft.

4. Verwarming van filmvlak, commandoback en objectief d.m.v. stookweerstand van 5 tot maximaal 20 watt per camera. De stookweerstand worden meest onder het camerahuis bevestigd.
5. Als filmmateriaal wordt meest Kodak Tri-X of T-max 400 toegepast. Er zijn diverse ontwikkelaars in gebruik zoals Ilford Microphen, HC-110 en Tmax.
6. De negatieven worden met de gebruikelijke standaard scanresolutie van 2048\*3072 pixels (komt overeen met een resolutie van 12 micron) op foto-CD overgezet waarna het uitmeten plaatsvindt m.b.v. het programma AstroRecord van Marc de Lignie.
7. Geïntegreerde opstelling: sector en camera's zijn op hetzelfde statief geplaatst. Er wordt gebruik gemaakt van 1 stalen statiefzuil dan wel van 3 houten statiefpoten.
8. Voeding voor verwarming, sector en eventueel camerasturing wordt betrokken uit het lichtnet en wordt naar de juiste spanning getransformeerd m.b.v. ringkerntrafo's.

Bij expedities kan gebruik worden gemaakt van een aggregaat.

Daar waar we de grootste winst kunnen behalen laten we bovenstaande punten de revue passeren en zien waar verbeteringen mogelijk zijn en in welke grootte orde deze liggen. Tot slot proberen we een schatting te geven van de winst in nauwkeurigheid die haalbaar is indien we alle kleine verbeteringen sommen.

## Optiek

Beschouwen we de kleinbeeldcamera dan kunnen we winst boeken door gebruik te maken van objectieven met een langere brandpuntsafstand. Een objectief met een brandpuntsafstand van 100 mm geeft een winst in nauwkeurigheid met een factor 4 (Kwadratisch). Voor een 85 mm objectief draagt de winst een factor 2,9

Echter: we lopen al tamelijk snel tegen beperkingen aan. Naarmate we langere brandpuntsoptiek inzetten wordt het beeldveld evenredig kleiner. In oppervlak zelfs kwadratisch. Dat betekent dat er evenredig meer meteoren zijn waarvan het begin- dan wel eindpunt

of zelfs beide niet zijn gefotografeerd. Nu is dat geen ramp zolang dit punt maar op een naastliggend cameraveld staat. Willen we echter m.b.v. 100 mm optiek de hele hemel fotograferen zoals nu gebruikelijk is met onze 50 mm optieken dan hebben we daarvoor ruwweg 80 camera's nodig! Bij gebruik van 85 mm optiek hebben we circa 60 camera's nodig om de gehele hemel te fotograferen. Het zal duidelijk zijn dat dit niet realistisch is. We zullen in de praktijk dus slechts gebruik kunnen maken van een beperkt beeldveld dat met lange brandpuntsoptiek wordt bewaakt. Deze beeldvelden zullen simultaan bewaakt moeten worden. Zetten we per post 4 objectieven in van b.v. 100 mm dan dekken we daarmee slechts 5% van de hemel af in vergelijking tot wat we nu gewend zijn. Waarmee we maar willen zeggen dat 100 mm hoogstwaarschijnlijk de maximale brandpuntsafstand is die bruikbaar is voor ons doel. Zelfs met 6 camera's met 85 mm optiek dekken we maar 10% van de gehele hemel af.

## Sectoren

We kunnen ook winst boeken door een groter aantal sectoronderbrekingen. Dus door het aantal sectorbladen op te voeren. Ten opzichte van een sector met 4 bladen komen dan de 6 en 8 bladige sector in aanmerking. Een 6 bladige sector levert 50% winst op in nauwkeurigheid, een 8-bladige sector zelfs 100%.

Echter: ook hier vinden we adders onder het gras. Het is helaas niet mogelijk het aantal bladen ongelimiteerd te vergroten. De voornaamste reden is dat de bladgrootte kleiner wordt als de diameter van de lichtbundel die op het objectief valt. We kunnen dit probleem wel enigszins voor ons uit schuiven door de sectordiameter te vergroten. De bladgrootte neemt namelijk evenredig toe met de sectordiameter. Sectoren groter dan circa 50 cm zullen echter al gauw onhandelbaar worden en gevaarlijk in het gebruik. Bij expedities willen we graag alle materiaal zo



**Figuur 1 :** *Transportabele camerabatterij van Robert Haas, opgebouwd met 11 Canon T-70 toestellen, tacho gestuurde sector en lichtnet onafhankelijke voeding met NiCads. De opstelling is in een flight case gebouwd en speciaal voor de China expeditie ontworpen.*

klein, licht en transportabel mogelijk houden en dan komt eigenlijk alleen de 6-bladige sector in aanmerking met een diameter van maximaal circa 40 cm. De huidige sectoren worden veelal met de hand m.b.v. een figuurzaag of decoupeerzaag gefabriceerd. In de praktijk blijkt de nauwkeurigheid waarmee de sector gemaakt kan worden ongeveer 0,5 mm te bedragen. Door gebruik te maken van een numeriek gestuurde freesbank kan deze onnauwkeurigheid verbeterd worden tot ongeveer 0,01 mm.

## Digitalisering

Fotografen laten tegenwoordig hun negatieven digitaliseren en op photo-CD plaatsen. Dit gebeurt standaard in 5 resoluties waarvan wij bij het uitmeten met behulp van AstroRecord uitsluitend gebruik maken van de hoogste resolutie van 2048 bij 3072 pixels. Deze resolutie komt ongeveer overeen met

een scheidend vermogen van 12 micrometer.

Kodak kent ook nog de Pro-foto CD verwerking. Daarbij kan de klant ook nog kiezen voor een nog hogere resolutie van 4096 bij 6144 pixels. Dit levert een scheidend vermogen op van circa 6 micrometer. Ook hier zal proefondervindelijk bepaald moeten worden of de hogere Pro-foto resolutie een verbetering in de uiteindelijke nauwkeurigheid oplevert.

Er zijn bij de pro-photo methode een tweetal nadelen op te sommen:

1. Helaas berekent men professionele prijzen zodat deze weg niet begaanbaar is wanneer er sprake is van grote aantallen te verwerken negatieven.
2. Daar de hoeveelheid beeldinformatie met een factor vier is toegenomen worden de bestanden ongeveer 24 megabytes groot. Er passen dan maar 25 opnamen op een CD. Verder zal het inlezen een

factor vier meer tijd kosten. We zullen dus minimaal moeten beschikken over een 8-speed CDR-speler om nog acceptabele tijden te verkrijgen. Daarnaast geldt dat het interne geheugen van de PC eigenlijk 64 MB groot moet zijn. Er wordt namelijk meestal een kopie aangemaakt in het geheugen. Indien dit, wegens geheugengebrek, op de harde schijf plaatsvindt zal dit de verwerking zeer aanzienlijk vertragen.

### Andere details

Enkele andere aspecten die de nauwkeurigheid positief kunnen beïnvloeden zijn:

- Het los van elkaar opstellen van camera's en sector zodat trillingen van de laatste niet worden doorgegeven aan de camera's. Dit aspect is met name van belang als we met lange brandpuntsoptiek gaan werken die de trillingen uitvergroot.
- Met beleid omgaan met het toepassen van zware verwarmingselementen. Deze genereren luchtwervelingen die onscherpte kunnen veroorzaken als gevolg van verschillen in brekingsindex. Evenals boven vindt ook hier uitvergroting plaats bij het toepassen van lange brandpuntsoptiek.
- Het gebruik van film met een fijne korrel en dus beter scheidend vermogen. Nadeel hier is de lagere gevoeligheid. Ook is het maar zeer de vraag of het voordeel van het hogere scheidend vermogen tot zijn recht komt omdat zeer waarschijnlijk de optiek, die vrijwel op volle opening wordt gebruikt, de beperkende factor vormt

### Winst in nauwkeurigheid

Welke winst in nauwkeurigheid kunnen we nu behalen met de bovengenoemde maatregelen?

Met een objectief van 85 mm halen we een factor 2.9 winst in nauwkeurigheid. Met een 100 mm objectief zelfs een factor 4.

Een 6-blads sector levert een factor 1.5 winst op ten opzichte van een 4-blads sector, een 8-blads sector levert een factor twee winst op ten opzichte van de 4-blads sector. De hogere resolutie waarmee de negatieven worden gescand zouden een factor twee winst kunnen opleveren. Of dit zich echter in de praktijk ook zo vertaalt is nog lang niet zeker. Dit zal nog proefondervindelijke uitgezocht moeten worden.

Alle andere genoemde secundaire effecten zullen alle zeker een duit in het zakje doen maar dit is moeilijk cijfermatig te onderbouwen. We laten deze aspecten hier dan ook achterwege.

Tamelijk zeker is echter dat we een winst in nauwkeurigheid kunnen behalen van een factor drie tot zes. Uiteindelijk zullen ook deze cijfers door de praktijk bewezen moeten worden. Helaas kunnen we daar nu op deze plaats geen uitsluitsel over geven.

De door Peter Jenniskens verlangde factor tien zal, met gebruikmaking van de huidige conventionele technieken, wel niet gehaald kunnen worden. Met een beetje geluk kunnen we echter wel ongeveer op de helft uitkomen en dan hebben we toch al heel wat gewonnen!

### Systeem Delphinus

De fotografische sectie van het Delphinus team heeft, al het bovenstaande in aanmerkingen genomen, een tweetal geheel nieuwe camerabatterijen ontworpen. De eerste bestaat uit een batterij welke speciaal bedoeld is voor het behalen van een hogere nauwkeurigheid. De tweede batterij is ontworpen om binnen en zo klein mogelijk volume een maximaal mogelijk aantal camera's te huisvesten.

De eerste batterij van Casper ter Kuile heeft de volgende kenmerken:

1. 6 Canon T-70 kleinbeeld 24\*36 mm camera's voorzien van 1.8/85 mm optiek inclusief dauwkap.
2. 8-bladige sector met een diameter van 40 cm en een bladgrootte van 22,5 graden.
3. Verwarming van het filmvlak, de commandoback's en de objectie-

ven vindt plaats m.b.v. korrels die via een chemisch proces warmte produceren. Deze zakjes worden met behulp van cabledies tegen de achterzijde van de camera gebonden. De warmtebronnen worden afgeschermd van de buitenlucht door ze te omwikkelen in shawls. Deze shawls zorgen er gelijk ook voor dat de camerabehuizing niet teveel afkoelt door warmteafgifte aan de lucht.

4. Kodak TMAX 400 film die ontwikkeld wordt op een gevoeligheid van 400 ASA. Er wordt zodanig ontwikkeld dat de korrel zo klein mogelijk blijft bij een redelijke gevoeligheid.
5. Negatieven worden op Kodak foto-CD geplaatst met de standaard 2048\*3072 resolutie en voor een geselecteerd aantal optimaal gefotografeerde meteoren de hoge professionele 4096\*6144 resolutie.
6. De sectormotor kan worden gevoed met 4 NiCd oplaadbare batterijen met een capaciteit van circa 1700 mAh. Dit is voldoende voor circa 4 uur gebruik.
7. De voeding van de sectormotor kan rechtstreeks aan het lichtnet, aan een aggregaat, via een 12V/220V omvormer, worden aangesloten op de sigarettenaansteker van de autoaccu of op de NiCad cellen.
8. Camera en sector worden separaat van elkaar opgesteld om trillingen te vermijden. De opstellingen voor de camera's en de sector zijn niet voorzien van statiefpoten maar worden rechtstreeks op de grond geplaatst.

De tweede batterij van Robert Haas heeft de volgende kenmerken:

1. 7 Canon T-70 kleinbeeld 24\*36 mm voorzien van 1.8/50 mm optiek gericht op een hoogte van 55 graden.
2. 4 Canon T-70 kleinbeeld 24\*36 mm voorzien van 1.8/50 mm optiek gericht op een hoogte van 70 graden.

3. Een 4-bladige sector met een diameter van 40 cm en een bladgrootte van 30 graden.
  4. Verwarming door middel van 15 ohms stookweerstand die gevoed worden via een ringkertrafo.
  5. Kodak TMAX 400 film die ontwikkeld wordt op een gevoeligheid van 400 tot 1600 ASA afhankelijk van de atmosferische condities.
  6. Negatieven worden op Kodak foto-CD geplaatst met de standaard 2048\*3072 resolutie.
  7. De bekende DC sectormotor wordt via de stuurprint gevoed door een voeding met ringkertrafo.
  8. De voeding voor de sector en de voeding voor de verwarming van de camera's kunnen rechtstreeks op het lichtnet worden aangesloten of op een aggregaat.
  9. Camera en sector worden separaat van elkaar opgesteld om trillingen te vermijden.
  10. De twee zijvakken van de batterij kunnen onder een hoek van 90 graden naar beneden worden gedraaid zodat zij de poten vormen waarop de batterij rust. De zijvakken van de batterij worden gebruikt voor de voeding en als opbergruimte voor de sectormotor.
- Sturing van de T-70's voor snel switchen tussen twee belichtingstijden.
  - Ontwerp van sector en motorophanging.
    - Compacte en lichte bouwwijze in een flightcase.
    - Verwarming van objectief, filmvlak en commandoback.
    - Universele inzetbare voeding.

---

#### *Vervolg van bladzijde 62*

Casper ter Kuile en Carl Johannink lichtten de status van de DMS expeditie naar China toe.

Het hele organisatorische traject, opzet en planning alsmede astronomische en klimatologische condities werden uit de doeken gedaan. Thailand wordt als back-up land genoemd en ook op dit land is inmiddels grondige verkenning geweest. Op het moment dat dit verslag wordt opgemaakt staan inmiddels de nodige lichten voor de expeditie op groen, maar er moet ook nog veel gebeuren. Een gigantisch project staat in de steigers en Casper, Carl en Marc zijn ongetwijfeld de architecten daarvan. Naast de Canadese radarprojecten en Peter Jenniskens' Airborne Mission is de DMS grondactie de enige wetenschappelijke expeditie die ondernomen wordt vanuit meerdere posten en zoals de zaken er nu voorstaan zijn wij zelfs de enigen die simultaanwerk op kunnen zetten op een manier dat er banen van de stormcomponent beschikbaar kunnen komen. Ook financieel begint de onderbouwing van de expeditie er inmiddels wat zonniger uit te zien.

Na het maken van de onvermijdelijke groepsfoto licht Sirko Molau de Duitse expeditie naar Mongolië toe. Er zal hoofdzakelijk met video gewerkt worden. Vooral de daar te verwachten extreme kou lokte een interessante discussie uit. Ook gaf Sirko een demonstratie en toelichting bij het door hem geschreven programma "1966" waarin een heuse sterrenregen op het scherm

zichtbaar is, compleet met vuurbollen, nalichtende sporen ed. De ZHR kan worden ingesteld en de bedoeling van het programma is om de gebruiker schattingen te laten doen van de aantallen meteoren.

Veel lof maar ook veel vragen aan Sirko maar ook veel ideeën ter verdere verfraaiing van dit programma.

En voor je het in de gaten hebt is het al weer ruim 5 uur en moet de sterrenwacht worden verlaten.

Vanaf 18.00 uur vond het onafscheidelijke gebeuren bij onze stamchinese Lange Muur in Deventer plaats. Veel Leoniden, plannen voor de zomeracties en spelen met GSM telefoontjes door diegenen voor wie een dergelijk stukje techniek nog nieuw en onvertrouwd is. Het lijkt zo goed als zeker, dat er in oktober nog een grote najaarsbijeenkomst rond de Leoniden gaat plaatsvinden.

Tot slot: het lijkt nog heel kort geleden, de tweedaagse bijeenkomst in Bussloo ter gelegenheid van de tiende verjaardag van DMS. Toch was dit al weer 1989. DMS bestaat het komend voorjaar 20 jaar. De aanstaande Leonidenexpeditie zal beslist voldoende stof opleveren om een tweedaags gebeuren te rechtvaardigen. Ik stel me voor dat een klein comité van voorbereiding (3 tot 4 personen) zich met de organisatie van deze dagen gaat bezighouden. Hierbij wil ik geïnteresseerden oproepen contact op te willen nemen. In het najaar zou een eerste bijeenkomst belegd kunnen worden om de plannen nader uit te werken.

#### **Inzetbaarheid**

Caspers batterij is in principe slechts bruikbaar bij hoge uuraantallen en een voldoende aantal heldere meteoren omdat het totale beeldveld van de 6 camera's slechts ongeveer 10% van het hemeloppervlak beslaat. Het is daarmee bij uitstek een "storm"-batterij.

Roberts batterij is uitstekend inzetbaar bij crashacties omdat deze in recordtijd inzetbaar is. Roberts batterij bewaakt ongeveer 50% van het hemeloppervlak is daarmee een "all-purpose" batterij die voor elke actie inzetbaar is. Alleen bij acties waarbij vliegtuigen in het spel zijn is deze batterij door z'n grote gewicht wat in het nadeel.

Een tweede deel van dit artikel zal zich met name toespitsen op bouwkundige aspecten zoals: