



CCultus

nummer 163
januari 2026

**waarnemers van Sterbedekkingen
en Kleine Planeten**

Colofon

Occultus Is een uitgave van de

Vereniging **Waarnemers van Sterbedekkingen en Kleine Planeten (WSKP)**

K.v.K.: 40483445 te Utrecht.

Contributie : 10 Euro (2026).

Bank: NL10 RABO 0348 7888 86 t.n.v. WSKP, BIC: RABONL2U

Bestuur

Voorzitter:

Secretaris:

Penningmeester:

H.G.J. Rutten

H de Groot

M.I. van der Linden

Email : info@doa-site.nl

Waarneemcommissie:

H.J. Bril : Voorzitter waarneemcommissie, waarneemleider Zuid.

A.A. Gerritsen: Waarneemleider West, Rekenaar rakenden en eclipsen.

Wim Nobel

Email: sterbedekkingen@gmail.com

Occultus:

Redactie: H de Groot

ISSN: 2352-216X

De voorplaat:

*Opname sterrenhemel met de
planetoïde (1888) ZuChong-Zhi
met daarin een opname van de Titan overgang
opgenomen door Leo Aerts.*

Van de Redactie.

Beste lezers,

Allereerst allemaal natuurlijk een goed en gezond jaar 2026 toegewenst. En daarbij natuurlijk ook dat jullie tijd vinden en de mogelijkheid hebben om te waarnemen of anderszins betrokken te blijven bij de kleinere zonnestelsel objecten. Wat dat betreft hoop ik dat enkele artikelen in dit nummer daartoe een stimulans zijn.

Vorig jaar, in 2025, is het tij gekeerd wat betreft de gestage afname van het aantal waarnemingen wat door leden gedaan is. Het aantal waarnemingen ten opzichte van voorgaande jaren is weer toegenomen.

De kopijsluiting voor de volgende Occultus is 30 maart 2026.

Alle bijdragen zijn welkom!

Ik wens u veel leesplezier toe met deze Occultus.

Van het bestuur

Sterbedekkersdag – Kleine Planetendag.

Op **zaterdagmiddag 2 mei 2026** organiseren we weer de Sterbedekkersdag – Kleine Planetendag.

De lokatie is weer de Volkssterrenwacht Bussloo.

Bussloo is goed bereikbaar via de autowegen A50 en A1.

Treinstation Klaarenbeek, bereikbaar vanaf Zutphen en Apeldoorn, ligt op 3,5 km afstand. Eventueel kunnen we reizigers vandaar af halen en terugbrengen.

Penningmeesterschap.

Marion Iris heeft aangegeven met het penningmeesterschap te willen stoppen. We hebben Hans Govaarts bereid gevonden dit werk van haar over te nemen. Indien de ALV

Inhoud

(12639) Tonkoopman	4
De DVTI+Cam	8
Titan overgang	15
Open Science Dynamics Facility	17
Fotometrie (1888)ZuChong-Zhi	17
Rakende bedekkingen in 2026	20
Waarnemingen in 2025	21
Detectoren van Maaninslagen	21

daarmee akkoord gaat wordt hij vanaf 2 mei de nieuwe penningmeester.

Bijdrage aan de dag.

Buiten de Algemene Leden Vergadering willen we ervaringen uitwisselen tussen de leden. Deel ook jouw ervaring of beleving, en geef je op voor een bijdrage!

Ook zonder dat ben je natuurlijk van harte welkom. Geef je bijtijds op.

(12639) Tonkoopman

door Adri Gerritsen

De meeste liefhebbers van klassieke muziek zullen de naam Ton Koopman ongetwijfeld kennen. Geboren in 1944 te Zwolle, is hij vooral bekend als dirigent, organist, klavecinist en muziekpedagoog. Vanwege zijn grote bijdrage aan de muziekwereld, met name de barokmuziek, werd in 2014 een planetoïde naar hem vernoemd: (12639) Tonkoopman.

Officiële toekenning.

Van een officiële gelegenheid om dit heuglijke feit te vieren was het echter nooit gekomen. Niet alleen omdat zijn gezondheid hem zo nu en dan in de steek liet, maar ook vanwege de coronaperiode die daarna roet in het eten gooide. Maar in dit geval kwam van uitstel geen afstel.

Ter gelegenheid van zijn tachtigste verjaardag, werd het plan opgevat om hem alsnog in het zonnetje te zetten. Zo zou er op 23 december 2024 een feestelijke bijeenkomst plaatsvinden in de Waalse Kerk te Haarlem, alwaar hem ten overstaan van een groot publiek uit handen van Ewine van Dishoeck, voormalig president van de IAU, een certificaat zou worden uitgereikt.

Normaal gesproken zou ik dit alles niet hebben geweten, ware het niet dat Mat Drummen mij begin december tijdens een mailwisseling betreffende de Sterrengids vroeg of ik ook naar 'die' muzikale bijeenkomst op 23 december in Haarlem ging. In eerste instantie had ik geen flauw idee waar hij het over had, omdat we ons immers midden in de kerstperiode bevonden en er overal in het land in deze tijd van het jaar de nodige concerten worden georganiseerd. Mijn nieuwsgierigheid was echter snel gewekt. De zoektocht begon zoals gebruikelijk op het

internet. Maar al gauw moest worden vastgesteld dat er helemaal geen concert op 23 december in Haarlem in welke agenda dan ook was terug te vinden. Het werd nu wel héél interessant. Waar had hij het over? Terug naar Mat dus.

In de daarop volgende mailwisseling liet hij weten dat Ton Koopman in de Waalse Kerk die dag alsnog in het zonnetje zou worden gezet en dat hij uit handen van Ewine van Dishoeck een certificaat zou ontvangen voor zijn onderscheiding in 2014. Blijkbaar is hier geen sprake van standaard procedures, want verreweg de meesten die een planetoïde naar zich vernoemd krijgen, moeten het stellen met een eervolle vermelding in een pdf-bestand dat al snel in de vergetelheid raakt.

Voor deze besloten bijeenkomst gold dat de genodigden zelf ook een planetoïde op hun naam hadden staan. Het meenemen van partners of familie was echter geen bezwaar. Er was maximaal plaats voor 125 personen, dus enige haast was geboden bij de aanmelding.

Muzikale burenen in de ruimte.

Het thema van die avond was 'muzikale burenen in de ruimte' en zou worden georganiseerd door Huib Henrichs, Ewine van Dishoeck, Peter Barthel en Marieke Baan. Dit alles mede mogelijk gemaakt door KNA/RNAS – NOVA. De titel 'muzikale burenen in de ruimte' refereerde aan een reeks -muzikale- toekenningen gedaan in 2014 met opeenvolgende nummers: (12637) Leonhardt, (12638) Fransbruggen, (12639) Tonkoopman, (12640) Reinbertdeleeuw en (12641) Hubertushenrichs. Een domper op de feestvreugde was evenwel dat drie van hen inmiddels waren overleden: Gustav Leonhardt, Frans Brügggen en Reinbert de Leeuw.

Veel zin om alleen te gaan had ik niet, maar gelukkig kon ik mijn vriendin er van overtuigen dat dit een unieke muzikale bijeenkomst zou gaan worden, waarbij mijn 'verkooppraat' subtiel werd doorspekt met diverse argumenten die betrekking hadden op de bijkomende gezelligheid rondom de kerstperiode. Het pakte goed uit. De vraag was alleen nog: gaan we met eigen vervoer, of toch liever met het OV? Het concert vond immers plaats op een maandagmiddag. Uit ervaring wist ik dat Haarlem een ware plaag kan zijn als je met de auto komt. Zo lag mijn laatste bezoek aan deze

stad nog vers in het geheugen toen ik destijds met Alex Scholten bij het Noord-Hollands archief onderzoek deed naar de zonsverduistering van 17 april 1912. Hoelang

Wikipedia.

Dezelfde dag dat Mat de ware aard van het concert onthulde, heb ik ons aangemeld om te voorkomen dat wij alsnog achter het net zouden vissen. De bevestiging volgde al snel. Aardig detail was dat de toekenning van de planetoïde in 2014 in het geheel niet op de Wikipedia

De heenreis.

Om alle mogelijke file ellende maar op voorhand uit te sluiten, viel de keus al snel op een ritje met de bus. Gelukkig is de verbinding vanuit Amstelveen naar Haarlem vrij goed en zie je onderweg ook nog eens dingen waar normaal gesproken je blik nooit op valt. En ach, een uurtje in de bus, inclusief overstappen, dat zouden we ook nog wel overleven.

Natuurlijk waren wij te vroeg, omdat je immers nooit weet wat de nukken en grillen van het OV zijn op zo'n dag. Maar gelukkig viel er in de binnenstad van Haarlem genoeg te zien. Daarna snel ergens naar binnen wippen om ons op te warmen, zodat we alvast een beetje in de stemming zouden komen. We wilden ook nog een bezoek brengen aan de Grote of St. Bavokerk, maar daar was de tijd dan weer net even té krap voor. Dat houden we dus nog tegoed voor een volgende gelegenheid.

Uiteindelijk bleek dat we nog een uur te gaan hadden tot het moment waarop om 15h de deuren van de Waalse Kerk open zouden gaan. Het weer was niet echt om over naar huis te schrijven, maar goed genoeg om nog wat door de straten van de Noord-Hollandse hoofdstad te slenteren. En dan komt natuurlijk weer dat onvermijdelijke moment waarop je je realiseert dat het niet verstandig was het toiletbezoek nog even uit te stellen. Maar gelukkig stuitten we al snel op een bioscoop die qua architectuur nou niet bepaald de indruk gaf in harmonie met de historische omgeving te zijn ontworpen. Maar wat kan het schelen; we zaten droog en warm.

Zo nu en dan werpen we vanuit de bioscoop een blik op de Waalse Kerk, die daar op een steenworp afstand vandaan ligt. Er beginnen

we er toen over hebben gedaan om de stad weer uit te komen weet ik niet meer, maar het moet zeker meer dan één uur zijn geweest.

pagina van Ton Koopman stond vermeld. Om te voorkomen dat deze 'valse' noot onopgemerkt zou blijven, heb ik de vermelding een week voorafgaand aan het concert, zonder dat iemand dat wist, er toen alsnog zelf maar aan toegevoegd. Iemand moet het doen, nietwaar?

zich inmiddels al de nodige mensen samen te pakken voor de ingang. Onbekende gezichten. Wie zouden er een planetoïde op hun naam hebben staan? Wie zijn door hun partner meegelokt? Geen idee. Uiteindelijk gaan om klokslag drie uur de deuren van de Waalse Kerk open. Langzaam maar zeker baant het voltallige gezelschap zich een weg naar binnen en wordt iedereen allervriendelijkst begroet door Ton Koopman in hoogst eigen persoon.



Waalse Kerk te Haarlem

Voor Ton Koopman was het echter geen standaard avondje uit, want hij moest het publiek eerst nog trakteren op een orgelconcert van Buxtehude, Ch.Ph.E. Bach en J.S. Bach. Kortom: aan de bak. Van de naam Buxtehude had ik nog nooit gehoord, maar het blijkt iemand te zijn geweest waar Bach de kunst van heeft afgekeken. Tevens aanwezig was Stephanie Gurga, die op de piano stukken van Messiaen, Debussy, Ravel en Poulenc ten gehore zou brengen.

Vage herinnering.

Al sinds de uitnodiging spookte de naam Huib Henrichs steeds door mijn hoofd. Had ik hem al eens eerder ontmoet? Begin jaren tachtig, tijdens mijn paar jaar sterrenkunde studie aan de UvA, hebben we namelijk met een begeleider ooit per metro het planetarium aan de Gaasperplas in Amsterdam-Zuidoost bezocht. Vage herinneringen kwamen weer boven. De gestalte, de stem, het karakter. Stuk voor stuk eigenschappen die de tand des tijds doorgaans moeiteloos doorstaan. Zou het dan toch? Of toch niet? Vaak blij ik voor dit soort zaken een soort van zesde zintuig te hebben, maar ik kon natuurlijk ook de plank volledig mislaan. Ik

Aanwezigen met een planetoïde.

Aardig detail was dat Huib op een bepaald moment tijdens zijn presentatie op een scherm onthulde wie van de aanwezigen ook met een planetoïde vereerd waren. Van het 125 koppige gezelschap bleken dat er slechts 12 te zijn:

besloot het hem na afloop van het concert te vragen.

Toen iedereen zijn plaats had ingenomen, begon Huib, die de avond leidde, hier en daar selectief wat handen te schudden. Al snel kwam hij ook bij mij uit, ofschoon de plaatsen waar wij zaten daar nou niet bepaald aanleiding toe gaven. Intuïtie? Zeg het maar ...

Nadat Ton Koopman zijn concert had afgerond, konden hij en zijn vrouw eindelijk ook van het feestje genieten. Er moest nog wel vooraan de rij een tweetal plaatsen worden vrijgemaakt, want door de drukte waren deze inmiddels ongemerkt bezet geraakt.

Rudolf Le Poole, Carl Koppeschaar, George Beekman, Mat Drummen, Piet van der Kruit, Tim de Zeeuw, Ewine van Dishoeck, Edwin Mathlener, Govert Schilling, Marieke Baan, Adri Gerritsen en Inge Loes ten Kate.



Huib Henrichs toont de lijst met namen van de aanwezigen aan wie een planetoïde is verbonden.

Tussen de bekende en minder bekende werken door, speelde Stephanie Gurga, die de avond ervoor per trein vanuit Zwitserland naar Nederland was afgereisd, ook nog een

compositie van Huib Henrichs ('The Dwarf Planets'), die door hemzelf op ludieke wijze werd geïntroduceerd.

De uitreiking van het IAU certificaat.

Hoogtepunt van de avond was de uitreiking van het IAU certificaat aan Ton Koopman door Ewine van Dishoeck, want daar was het hem natuurlijk allemaal om te doen. Zichtbaar trots nam Ton ten overstaan van het voltallige publiek het kleinood in ontvangst, dat Huib Henrichs speciaal voor deze gelegenheid in glas had laten inlijsten. Zelf had ik mij altijd voorgesteld dat dit soort certificaten veel groter zou zijn. Maar ook hier geldt: bescheidenheid siert de mens.

Na afloop, het was inmiddels na vijven, begon het informele deel van de bijeenkomst. Erg makkelijk manoeuvreren was het niet in deze relatief kleine kerk, aangezien je je alleen nog enigszins kon bewegen door de smalle gangpaden aan de zijkant.

Die éne vraag.

En ja, die éne vraag moest dus nog beantwoord worden: was Huib Henrichs, inmiddels emeritus-hoogleraar, dat broekie dat ik mij van begin jaren tachtig nog kon herinneren van het studenten tripje naar het planetarium aan de Gaasperplas? Toen hij nog aan het napraten was met Stephanie Gurga, wachtte ik een geschikt moment af om hem de vraag te stellen. Er viel een korte stilte, gevolgd door een volmondig 'ja'. Ik denk dat hij net zo stomverbaasd was als ik: 42 jaar na dato kom je elkaar in de Waalse Kerk weer tegen, én beide vereeuwigd aan de sterrenhemel. Hoe gek wil je het hebben? Dat planetarium aan de Gaasperplas heeft bovendien een bijzondere rol gespeeld in mijn eigen carrière. Het planetarium, ooit in 1982 gebouwd als deel van de Floriade van dat jaar, huisvestte



Uitreiking van het certificaat door Ewine van Dishoeck.

Uiteindelijk hebben we maar onze toevlucht gezocht tot een provisorisch ingerichte bar in een hoekje van de kerk waar allerlei vruchtensapjes en borrelnootjes onder handbereik lagen.

een computerplanetarium dat al snel mijn aandacht trok. Regelmatig fietste ik vanuit het ouderlijk huis in Amsterdam-West over een afstand van 20 kilometer naar deze uithoek van de stad om eigenhandig deze voor mij nieuwe wereld, die werd beschreven in het aprilnummer van Zenit (1981), te kunnen bestuderen. Het liet me niet meer los. Nog datzelfde jaar, in 1982, begon voor mij een nieuw avontuur dat werd ingezet met de aanschaf van een 2 Mhz BBC computer. De rest is geschiedenis ...

Niet lang daarna, in 1988, is het binnenwerk van het planetarium verhuisd naar Artis, waar het tegenwoordig nieuwe generaties kennis laat maken met de sterrenhemel. Het planetarium aan de Gaasperplas is tegenwoordig in gebruik als vergader- en congreslocatie.

De DVTI+Cam

door Henk de Groot

Al jaren gebruik in de Watec 120-N camera. De eerste waarneming was op 5 april 2007, en sindsdien heb ik met de Watec 484 positieve en vooral negatieve planetoïden bedekkingen waargenomen. Daarbij komen ook nog zo'n 25 bedekkingen door de Maan. En al die tijd heeft de Watec het voorbeeldig gedaan. Misschien zijn er wat heldere pixels bijgekomen, maar die zitten nog niet in de weg. Toch begon het bij mij te kriebelen toen enkele jaren geleden twee Zwitsers amateurs met een nieuw systeem aan kwamen zetten.

De Watec.

Allereerst de Watec: Waarom zou je daar afscheid van nemen. Nou, dat doe ik ook nog niet. Hij is hartstikke betrouwbaar, erg lichtgevoelig en klein en handzaam.



De Watec 120N camera.

De problemen die ik al die jaren heb gehad betroffen vooral de analoog/digitaal converter, welke het analoge camerasignaal naar een digitaal signaal omzet naar een USB poort. De eerste converter is inmiddels vervangen door een tweede. Ook heeft de time inserter het een keer

Esop in Polen.

Wat mij uiteindelijk over de streep trok om het ding toch maar te kopen was de Esop in Polen. Er werd een presentatie gegeven over de komende sterbedekking door de Jupitermaan Ganymedes. Bovendien was met het oog op de Esop de prijs van de camera met 10% verlaagd. Dus na nog een paar dagen wikken en wegen na de Esop de camera toch maar besteld. De prijs was op dat moment 990 Zwitserse frank. Daar

laten afweten, maar na een software update doet die het ook al weer een hele tijd goed. Een ander groot voordeel van de watec is dat je de integratietijd altijd, ook tijdens de opname, met de hand kunt instellen en veranderen.

De reden dat ik ook wel een andere camera zou willen hebben is dat er toch steeds meer bedekkingen komen waarvan de helderheidsvariaties erg klein zijn. Denk hierbij aan bedekkingen van sterren door de planeetmanen van Jupiter en Saturnus, sterbedekkingen door TNO's waarbij soms ringvormige structuren of een dunne atmosfeer te ontdekken zijn, of de onderlinge bedekkingen en eclipsen van de planeetmanen.

De Watec is een analoge 8 bits camera. Dat betekent dat er 254 grijsstinten en zwart en wit gemeten kunnen worden. De nieuwere camera welke de Zwitsers ontworpen hebben is 12 bits digitaal.

Bij 12 bits zijn er 4062 grijsstinten en zwart en wit mogelijk. Het dynamisch bereik van zo'n camera is dus een stuk groter. Pixels zijn minder gauw verzadigd. Een bijkomend voordeel is dat je kortere integratietijden kunt gebruiken dan bij de Watec het geval is.

komen nog bij 25 Zwitserse franc verzendkosten.

Omgerekend naar Euro's is dat 1.052 Euro. Daar moet je bij invoer in Nederland 21% BTW over betalen en 16 Euro douane afhandelingskosten, samen een kleine 240 Euro. Al met al ben je dus 1300 Euro kwijt (met 10% korting op de aankoopprijs).

De Ganymedes bedekking.

Het ging direct al goed fout. Bij de Ganymedes bedekking was het zwaar bewolkt. Een onderlinge overgang van twee Saturnusmanen, enkele dagen later, was niet waar te nemen omdat de luchtonrust zo groot was dat de Maan en Saturnus met elkaar versmolten. Een Saturnusmaan bedekking enkele weken later was ook al niet te zien vanwege de aanwezige wolken. Waar doen we het voor in Nederland? De eerste sterbedekking die ik kon waarnemen was op 28 oktober. Dat was een ster van

magnitude 9,3 en ik kon daarbij een integratietijd gebruiken van 0,02 seconden. Overigens was deze bedekking negatief. Op dezelfde avond veertien minuten later was er weer een bedekking van een ster van magnitude 13,2 met een lichtafname van slechts 0,2 magnitude. Deze kon ik wel waarnemen met een integratietijd van 0,05 seconden en de bedekkingsduur was 9,91 seconden. Het eerste positieve resultaat met de DVTI+Cam was binnen.

De levering.

De camera wordt goed verpakt afgeleverd, inclusief een GPS antenne met een 4 meter lang snoer en een ultrasnelle USB kabel met een lengte van 1 meter. Die USB kabel is niet zo erg lang, en dat is speciaal zo uitgevoerd om dat met erg hoge overdrachtssnelheden wordt gewerkt als de camera op zeer korte integratietijden staat ingesteld.

De software voor het bedienen voor de camera is vrij te downloaden op de internetsite van de

DVTI+Cam. De software is speciaal ontworpen voor het doen van waarnemen met deze camera. Ook staat op de website een zeer duidelijke handleiding in het Engels en een software programmaatje om verschillende videoformaten te kunnen converteren.

De installatie is goed beschreven en verloopt zonder problemen. Je vult eenmalig de gegevens van jouw waarneemlocatie en gebruikte apparatuur in, en je kunt aan de slag.

Verschillende camera's verkrijgbaar.

Je kunt kiezen uit de DVTI+CAM 174 en de DVTI+CAM 430. Het enigste verschil is de chip. De 430 is iets nieuwer, maar ook iets

duurder. Zonder korting is de aankoopprijs van de 174 : 950 CHF en de 430: 1100 CHF.

Enkele gegevens:

	DVTI+CAM 174	DVTI+CAM 430
Model	DVTI+CAM 174	DVTI+CAM 430
Sensor	Sony Pregius Gen.1	Sony Pregius Gen.1 allebei CMOS
Pixel size	5,86 * 5,86 µm	4,5 * 4,5 µm
Eff. Pixel rij	1920*1200	1624*1240
Aantal pixels	2,35 Mp	2 Mp
Eff oppervlak	11,34*7,13 mm	7,31 * 5,58 mm
Binning modes	1, 2, 4	idem, (4 niet in de camera maar in software)
A/D sample depth	12 bits	12 bits allebei monochrome
Shutter	global	global
Comp interface	USB3,0 Type C connector, 5 Gb/s	
Gewicht	142 gram	
Diameter	50,8 mm, 2"	

Hoeveel frames per seconde.

De Zwitsers hebben uitgebreide tests gedaan om de maximale snelheid van de camera en USB kabel te kunnen vaststellen. De eerste limiet in snelheid wordt opgelegd door de camera zelf. Voor de de IMX 430 is dat bij volle resolutie

89,1 frames/seconde en bij 2* binning 268 frames/seconde.

De USB verbinding is de tweede limiet. In de praktijk is deze snelheid maximaal 300-350 Mbyte/s. De computer zelf heeft ook een limiet.

Zou deze er niet zijn dan kun je praktisch gezien een minimale integratietijd van 4 ms bereiken, dat zijn 250 f/s in de modus 2* binning. De IMX 174 kan niet in de sensor “binnen”, en kan ten gevolge daarvan iets minder korte integratietijden gebruiken, ook omdat het aantal

Mijn keuze.

Ik heb gekozen voor de IMX 430. Vooral vanwege de wat grotere gevoeligheid en de mogelijkheid kortere integratietijden toe te passen. Het oppervlak van de sensor van de IMX 430 is wel iets kleiner, maar nog steeds iets groter dan die van de Watec waarvan het

De DVTI+CAM in de praktijk.

De camera wordt gebruikt met een C14 telescoop, welke een brandpuntafstand heeft van 3950 mm. Ik gebruik een focal reducer, waarmee de brandpuntafstand op ongeveer 2270 mm uitkomt. Eén pixel geeft dan 0,39 boogseconde van de hemel weer, en dat is erg weinig. Ik gebruik dan bijna standaard 2 * “binning”, waarmee de grootte van de pixel verdubbeld en er 0,78 boogseconde hemel per pixel binnenkomt.

Op de camera heb ik een plakkerje geplakt, zodat ik de positie van de camera t.o.v. de telescoop altijd hetzelfde kan houden bij het plaatsen van de camera. De antenne en de USB kabel zitten maar met kleine stekkertjes vast op de camera.

De DVRI+CAM camera bevestigd aan de telescoop. De focal reducer zit op de camera geschroefd en zit met klemschroeven in de focuser.

Het klitteband met het gele opzetstukje en veter is de valbeveiliging.

Onderaan de camera zit de GPS antenne draad en de USB kabel.

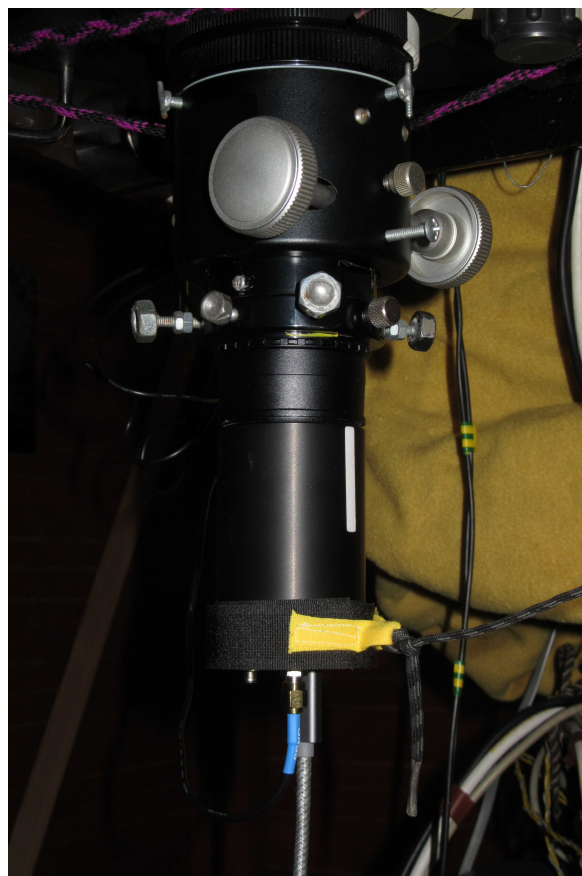
Kabels.

De GPS antennekabel is 3 meter lang, en de ontvanger is voorzien van een magneet zodat je deze op een ijzeren voorwerp kunt plakken. De USB kabel is 2 meter lang. Daarmee moet je dus goed uitkijken of dat wel altijd gaat als je

pixels per frame al wat groter is dan de IMX 430.

De Zwitsers zijn nog bezig om in de software kortere integratietijden te bewerkstelligen, voornamelijk door dan maar een beperkt deel van het beeldveld op te slaan. Uiteraard kost dat wel weer extra rekenkracht van de computer.

oppervlak 6,46 * 4,83 mm bedraagt. Bijkomend voordeel is ook dat de IMX 430 bij eenzelfde framerate iets minder data produceert en daarom minder geheugen nodig heeft en dan ook minder van de processor vergt.

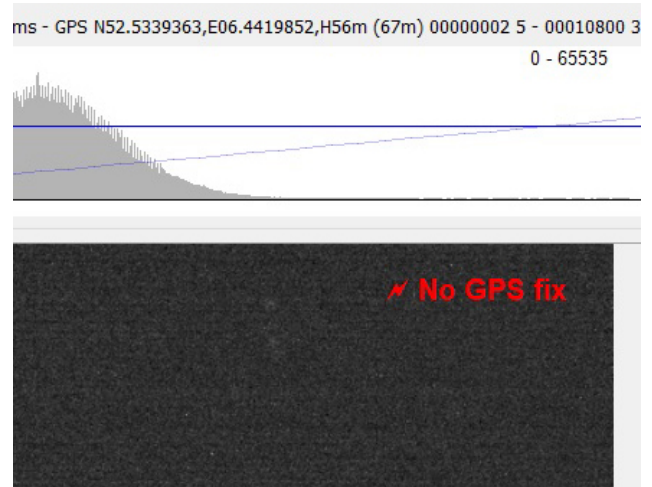


met de telescoop een grote verplaatsing maakt. Als ik een monterings “flip” moet maken met mijn “Duitse montering” haal ik altijd eerst even de USB stekker uit de computer.

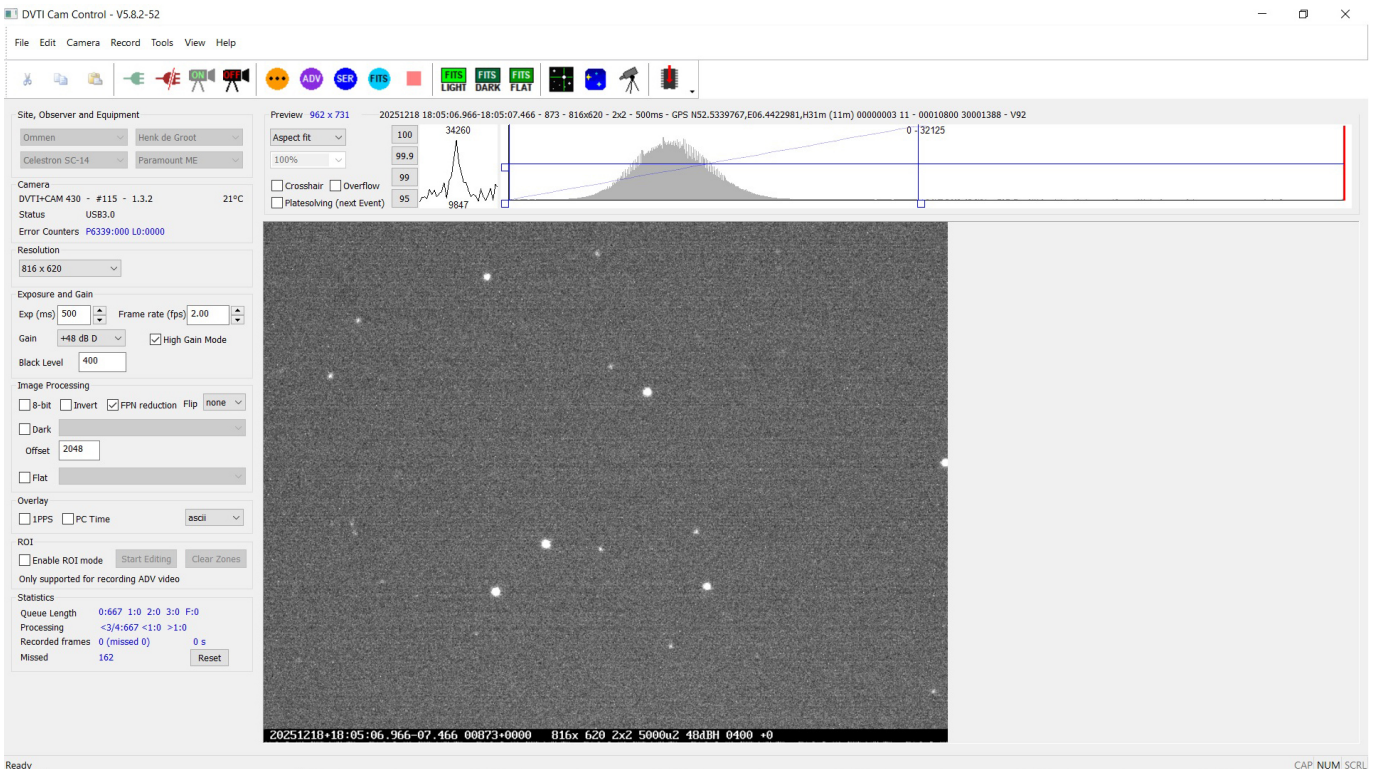
Opstarten.

Als het goed is wordt de camera “herkend” door Windows. Met de DVTI+CAM software kun je verbinding maken, en daarna beeld zien op het scherm. Het duurt maar eventjes voordat je de GPS tijd en de positie binnenkrijgt. Zolang deze er nog niet is, staat daarvan een duidelijke melding voor op het scherm.

Standaard staat de ontvangst ingesteld op GPS en Glonass. Je kunt echter ook gebruik maken van Galileo, Baidoe, IMES en QZSS. De nauwkeurigheid van de camera is erg groot; de afwijking in tijd is maximaal 1 ms. Dat is vastgesteld met de “Exposure Time Analyzer – EXTA” waar al eens over geschreven is. De camera wordt niet actief gekoeld. Hij is ontworpen om dienst te doen als sterbedekkingen camera en niet om mooie plaatjes te maken met hele lange integratietijden.



Als er nog geen GPS tijd en locatie bekend is wordt dat duidelijk weergegeven op het scherm.



Het scherm indien de camera gekoppeld is en beelden levert. Rechtsboven het histogram waarmee je de weergave kunt instellen.

Versterkingsfactor video.

Van 0 tot 24 dB gain wordt het analoge signaal van de pixel versterkt voordat deze

gedigitaliseerd wordt. Van 24 tot 48 dB is de versterking digitaal. De IMX 430 heeft daarop

nog een “boost” knop. Kosmetisch gezien wordt het beeld boven 24 dB minder, echter je kunt nog wel iets aan gevoeligheid winnen bij deze

Het maken van opnamen.

Nadat je verbinding hebt gemaakt met de camera kun je de video op het computerscherm starten. De plaatjes zijn horizontaal, verticaal of beide te spiegelen, zodat je steeds visueel een sterrenveld kunt laten zien wat overeenkomt met de steratlas welke je gebruikt. Ook is eenvoudig een histogram in te stellen waarmee je dan de beste weergave kunt instellen. Dit heeft verder geen invloed op de opnames die je maakt. Door de cursor op het beeld te zetten wordt de helderheid van een horizontaal lijntje pixels grafisch weergegeven. Je kunt dan onmiddellijk zien, als je over een ster meet, of de pixels mogelijk verzadigd zijn.

Onder in het beeld is altijd de datum, starttijd en stoptijd van het frame, de frameteller en de tijd sinds de laatste tijdsynchronisatie (meestal nul) zichtbaar. Ook andere gegevens kunnen zichtbaar gemaakt worden.

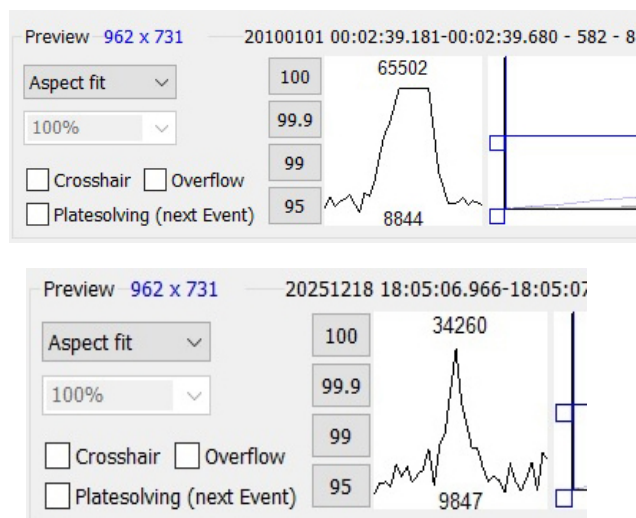
Verloren frames.

Indien je opnamen gaat maken, komt er een datastroom op gang vanuit de camera. Die worden bewerkt door de processor en vervolgens opgeslagen op de harde schijf of SSD. Op het scherm kun je volgen in hoeverre de computer dat allemaal goed bijhoudt. Als de dataverwerking en opslag gaat achterlopen, gaan er frames tussen uit vallen, en dat wil je voorkomen. Als je veel frames mist, zou je ook de bedekking kunnen missen. Indien er frames tussen uit vallen, wordt dat ook bijgehouden. Het beste is alle programma's op de computer welke je niet gebruikt af te sluiten. Dat geldt ook voor de internetverbinding. De processor wordt dan zoveel mogelijk alleen voor de videoverwerking gebruikt.

De opname.

Op mijn laptop is een snelheid bereikbaar tot een integratietijd van 20 ms bij 2* binning, dus een beeldveld van 812*620 pixels. Dit met een intelcore i5-7300HQ processor 2,5 Ghz-3,5

extra versterking. Je kunt de versterkingsfactor ook aanpassen tijdens de opnamen.



Op het bovenste plaatje is het pixelhelderheidsverloop over een verzadigd sterbeeld te zien. Het plaatje onder een niet verzadigd beeld.

Statistics	
Queue Length	0:538 1:0 2:0 3:0 F:0
Processing	<3/4:538 <1:0 >1:0
Recorded frames	0 (missed 0) 0 s
Missed	0 <input type="button" value="Reset"/>

De weergave hoeveel frames volledig zijn afgewerkt (>1), niet volledig zijn afgewerkt (<1) en die minder dan 75% zijn afgewerkt (<3/4). Ook het aantal gemiste frames is zichtbaar.

GHZ. Bij een integratietijd van 10 ms begin ik soms enkele frames te missen.

Er is een heel snelle modus mogelijk, nl: 176 * 128 pixels. In de camera worden dan de pixels

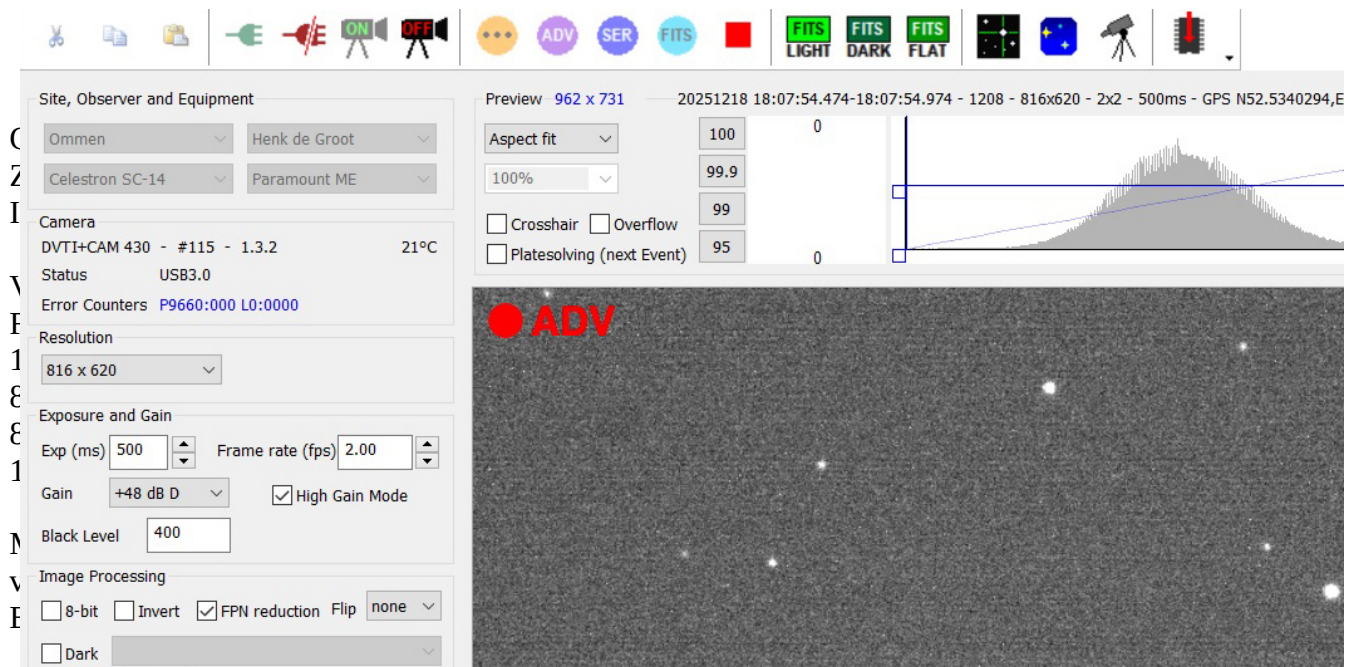
2*2 gebind, en alleen het middendeel van de beeldveld wordt gebruikt. In deze “Fast” modus kan ik met mijn laptop gaan tot integratietijden van 5 ms. Dit is uiteraard alleen toepasbaar op de meer wat heldere sterren.

Het is mogelijk op te nemen in ADV, SER of Fits formaat. Normaal gebruik je ADV formaat. Op de website van de DVTI+CAM staat software waarmee je de formaten kunt converteren naar elkaar of naar AVI of MP4 formaat.

Het is ook mogelijk om losse FITS opnames te maken, zowel normaal als voor dark fields en

flat fields. Dat geeft de mogelijkheid om gekalibreerde fotometrie metingen uit te voeren. Voor de gangbare bedekkingen is dat overigens niet nodig.

Bij het maken van een ADV opname wordt tegelijkertijd een csv file opgeslagen. Daarin staan veel gegevens van opgeslagen frames. Je kunt hierin ook gemakkelijk zien waar de eventuele gemiste frames zijn opgetreden. Ook als je tijdens de opname bijvoorbeeld de integratietijd hebt aangepast is dat zo weer te vinden.



Op de bovenste rij de bediening voor het verbinden met de camera en het aan en afzetten van de camera. Daarnaast de opnameknoppen voor ADV, SER en Fits formaat en de opname van individuele frames.

De gevoeligheid van de camera.

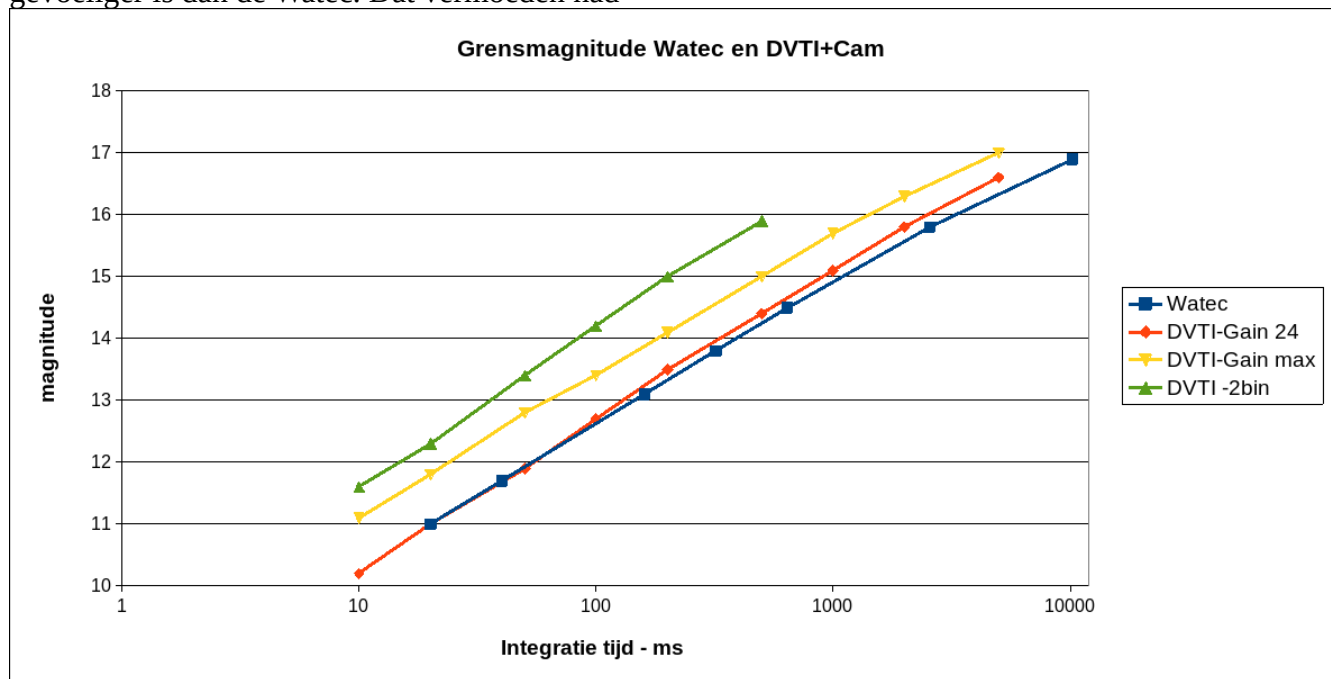
Op een heldere avond heb ik de gevoeligheden van beide camera's gemeten. Dat is gedaan op een sterfeldje, vlakbij de Plejaden. De metingen zijn visueel beoordeeld. Als grensmagnitude is steeds de waarde aangehouden waarbij de ster nog net, maar wel duidelijk zichtbaar was. Dat is allemaal bij benadering. Camera's zijn niet lineair gevoelig over een bepaald

golflengtegebied, en ik heb de sterkleur niet meegenomen in de vergelijking.

De Watec had ik al eens gemeten in 2007, kort na de aanschaf, en nu weer. De uitkomsten komen goed overeen met elkaar. Eerst heb ik een video met de Watec opgenomen met alle integratietijden daarin. Direct daarna heb ik Fits opnames gemaakt met de DVTI+CAM op verschillende instellingen. De

resultaten zijn in de grafiek weergegeven. Daaruit blijkt dat de DVTI+CAM wel wat gevoeliger is dan de Watec. Dat vermoeden had

ik ook al gekregen tijdens de eerste waarnemingen van bedekkingen.



De gevoeligheid van de Watec 120N en de DVTI+CAM grafisch weergegeven.. Horizontaal de integratietijd en verticaal de grensmagnitude van de sterren.

Voeding.

De camera wordt via de USB gevoed door de laptop. Dat werkt prima, en ik ben nog nooit tegen een lege laptop accu aangelopen. Volgens de handleiding is het stroomverbruik bij de IMX174 tussen 500 en 500 mA en bij de

IMX430 tussen 430 en 570 mA, of anders gezegd ongeveer 2,5 Watt +/- 15%. Als je voor een volle accu zorgt kun je zeker een uur of meer vooruit zonder problemen.

Het verwerken van de sterbedekkingen in Tangra.

Indien je de video in ADV formaat opslaat, is het uitwerken van de sterbedekkingen in Tangra een "fluitje van een cent". Tangra herkent de DVTI+CAM camera kan zelf van elk frame de

begin en eindtijd inlezen, dus je krijgt direct al een lichtcurve die helemaal juist is. De verdere afwerking is net als bij de Watec het geval is.

Voordelen en nadelen van de DVTI+CAM.

- Voordelen: Kortere integratietijden mogelijk,
- Iets gevoeliger dan de Watec
- Geen externe cameravoeding nodig
- Veel groter lichtbereik door 12 bits
- Eenvoudiger verwerking in Tangra
- Nadelen: Stekkertjes voor USB en GPS niet zo robuust
- Aanschaf (kost wel flink wat duiten)
- Kleinere lettertjes voor tijd etc. op de video.

Tenslotte.

Er zijn nog veel meer mogelijkheden voor deze camera welke ik niet besproken heb. Zo kun je, als je dit wilt, de software laten aansturen door OccultWatcher, zodat je zelf de opname niet hoeft te starten. Ook zijn er mogelijkheden om de stervelden te laten “solven”, dus bepalen welk sterbeeld het precies is. Voor eventuele afscherming van de stekkers aan de achterzijde

is een hulpstukje beschikbaar gemaakt door Martin Gutekunst.

Adressen

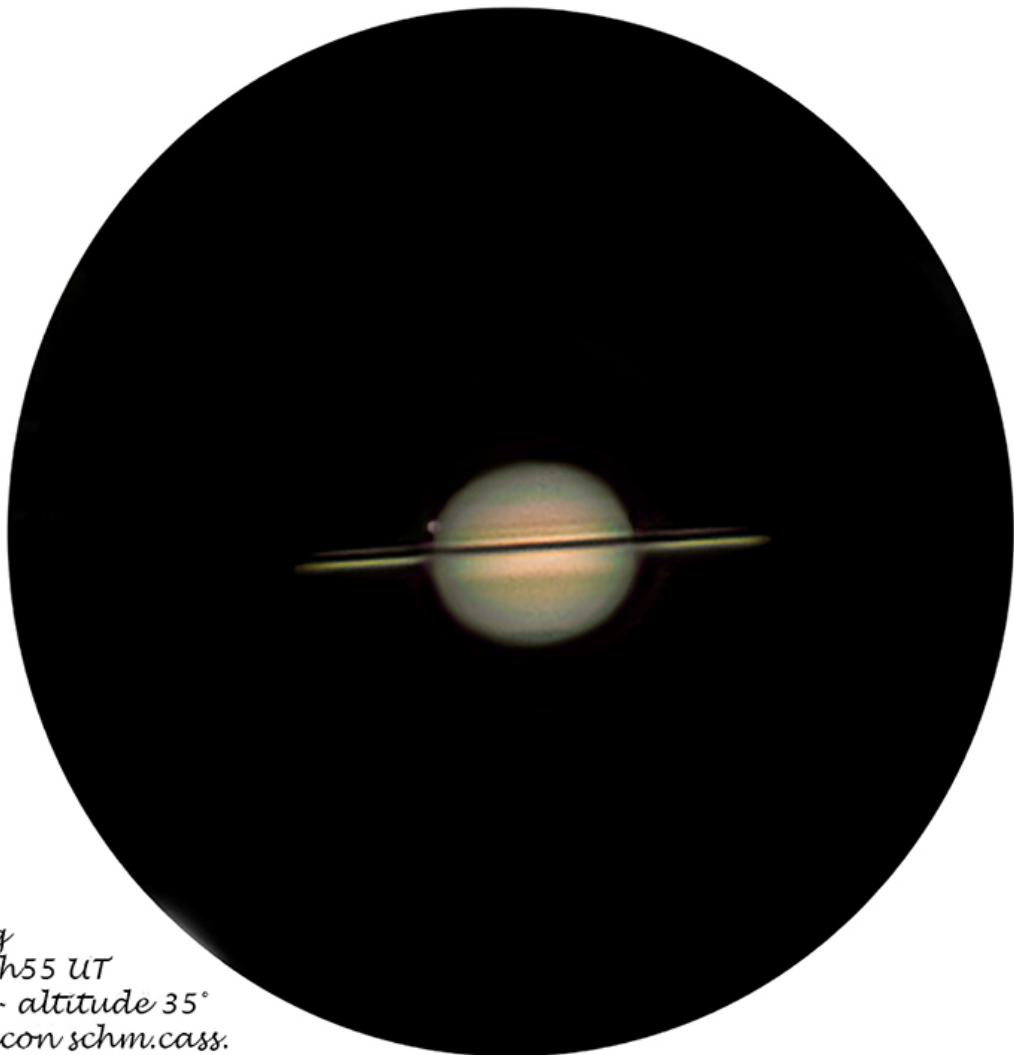
DVTI+CAM: <https://dvticam.com/product>

Forum: <https://groups.io/g/d-vti-cam/>

Titan overgang.

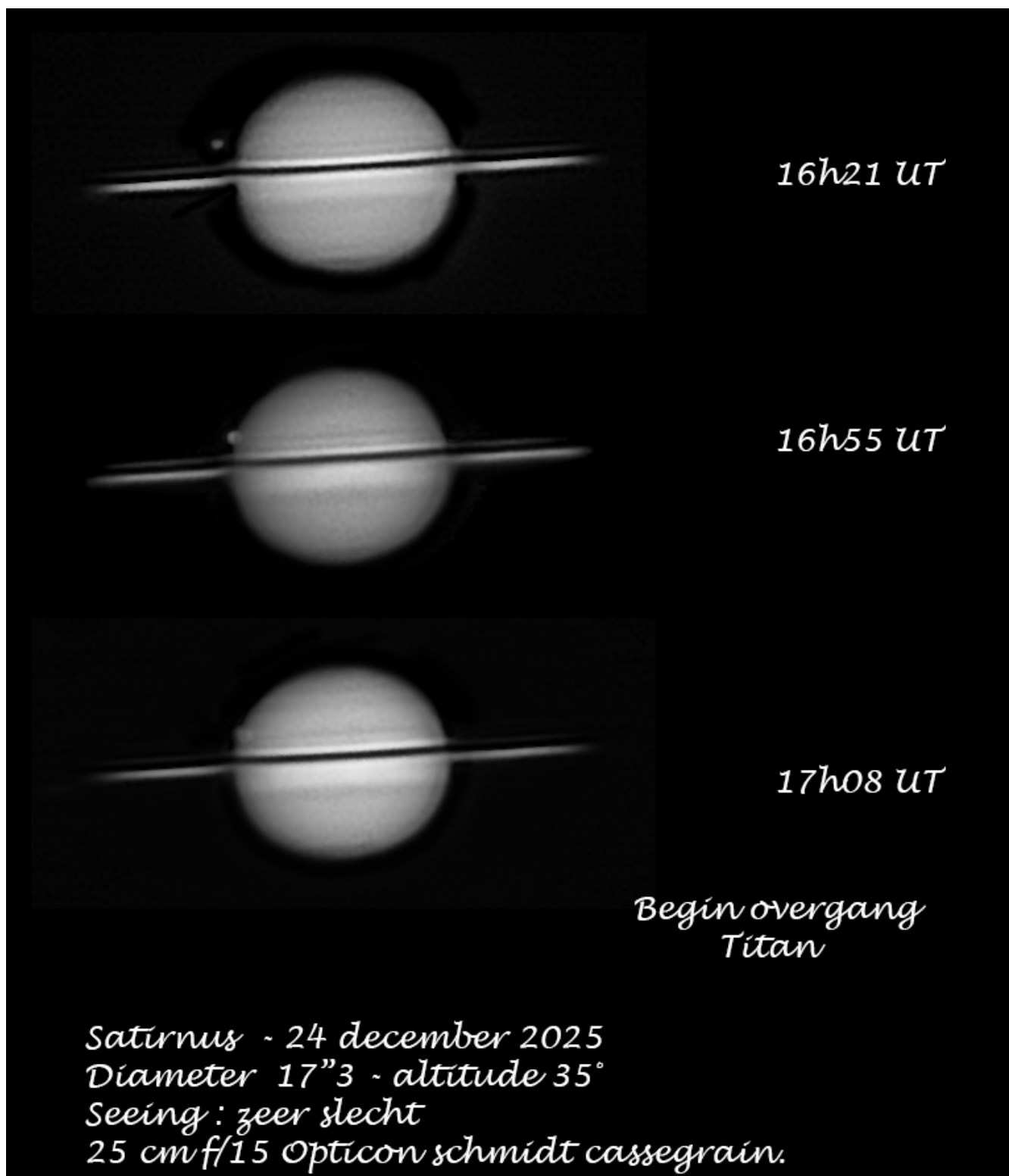
Het is Leo Aerts gelukt om op 24 december ‘s avonds het begin van een Titan overgang over Saturnus vast te leggen. De omstandigheden waren niet echt goed; er stond een harde wind en de seeing was niet zo goed. De lucht was verder wel droog en helder.

Het resultaat mag er wezen!



*Titan overgang
24.12.2025 16h55 UT
Saturnus 17"6 - altitude 35°
25 cm f/15 Opticon schm.cass.
Seeing: zeer slecht*

We kunnen nu overgangen zien omdat het vlak van de manen en de ringen niet ver van de positie van de Aarde is. Nadeel is wel dat we dan ook bijna tegen de zijkant van de ring aankijken en het aanzicht van Saturnus met de ringen wat minder spectaculair is.



Open Science Dynamics Facility

Het project “Open Science Dynamics Facility” van de TU Delft, waarover in Occultus 161 is geschreven, gaat door. Kort voor de Kerst kwam het bericht dat de “Open Science Steering Board” van het NWO de subsidievraag heeft goedgekeurd. We zullen daar komend jaar vast meer over horen.

Fotometrie van (1888) ZuChong-Zhi.

Zo omstreeks 20 december leek het erop dat er enkele heldere dagen zouden kunnen komen. Dat wordt dan ook wel eens tijd, Vanaf 24 december is het nooit langer dan één nacht helder geweest. Ik heb toen(1165) Imprinetta waargenomen, met succes. Echter om een goede rotatielichtkromme te verkrijgen moest daar nog een nacht aan toegevoegd worden. Helaas is het toen nooit meer langer dan 1,5 uur achter elkaar helder geweest zonder min of meer volle Maan, dus ik heb dat project niet kunnen afmaken.



De planetoïde (1888) ZuChong-Zhi op 26 december omstreeks 19:00 uur UT. Hij staat ongeveer iets onder het midden, de meest rechtse van drie ongeveer even heldere sterren. De helderheid van ZuChong-Zhi is magnitude 15,1.

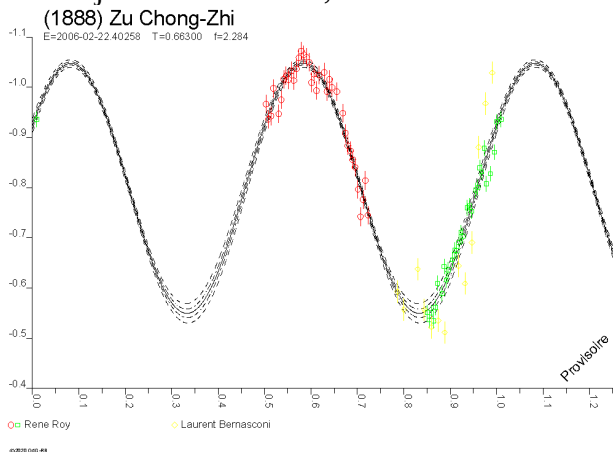
(1888) ZuChong-Zhi.

Nu is er hopelijk een nieuwe kans om eens aan fotometrie te doen. Voor dat ik begin kies ik een kandidaat object uit de database van R Behrend, die dit soort dingen voor West Europa begeleidt. Aangezien de gegarandeerde helderheidsperiode maar 2 of drie dagen is, moet ik een object kiezen wat in die tijd ook af te ronden is. En

bijvoorbeeld ook geen object kiezen met een omlooptijd van bijna 24 uur, want dan zit je ook elke nacht naar dezelfde kant van de planetoïde te kijken.

Uiteindelijk wordt het een planetoïde met de mooie naam (1888) ZuChong-Zhi. Volgens eerdere meting aan ZuChong-Zhi door Roy en

Bernasconi in 2022 zou de rotatietijd 0,6662, dat is 15,89 uren, bedragen. Andere waarnemers op de ALCDEF website komen uit op een rotatietijd tussen 11 en 11,5 uren.



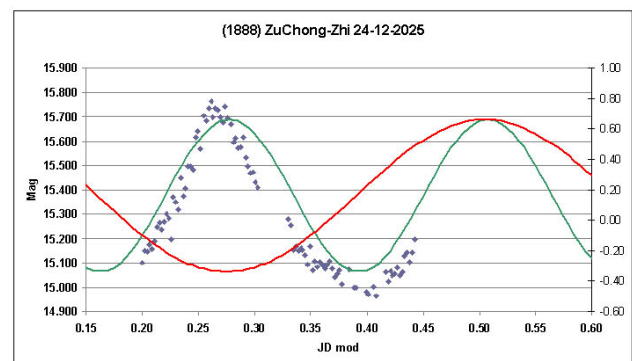
De rotatiekromme van 15,89 uren volgens Bernasconi, Roy en Behrend.

Op 24 december breekt dan eindelijk de heldere periode aan. Er zijn geen andere verplichtingen, dus ik kan met ZuChong-Zhi aan de slag! Net zoals Leo Aerts bij het vastleggen van de Titan is de lucht wel mooi helder, maar het waait behoorlijk. Volgens het KNMI is het windkracht 4-5, waarbij de wind erg vlagerig is. De seeïng is redelijk, maar dat is met fotometrie ook wat minder belangrijk dan bij planeetfotografie. Door de harde wind is het eigenlijk niet mogelijk de dauwkap op de telescoop te plaatsen. Die is best wel groot, en vangt ook veel wind. Dan maar zonder dauwkap. Gelukkig is de lucht droog en met de harde wind zal het condenseren wel meevallen. Na 1-2 uren zie ik dat de opnames er wat anders uit gaan zien, en ik vermoed dat er toch iets op de telescoop komt. Ik stop het opnemen eventjes, en bekijk de correctorplaat van mijn Celestron 14. Inderdaad, het oppervlak is voor meer dan de helft met een dun laagje ijs bedekt. Ik zet de dauwverwarming

25 en 26 december.

De volgende avond is het, volgens afspraak, weer helder. Om iets voor zes uur 's avonds wordt het opnemen weer gestart. Maar na het eten, om half acht, kom ik er achter dat ik ben vergeten het hokje aan te vinken dat er doorlopend opnames moeten worden gemaakt. Dus de camera is er na één aardige sterfoto er maar mee gestopt. Jammer!

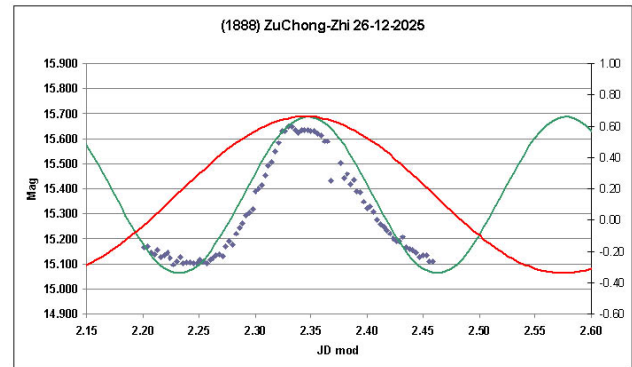
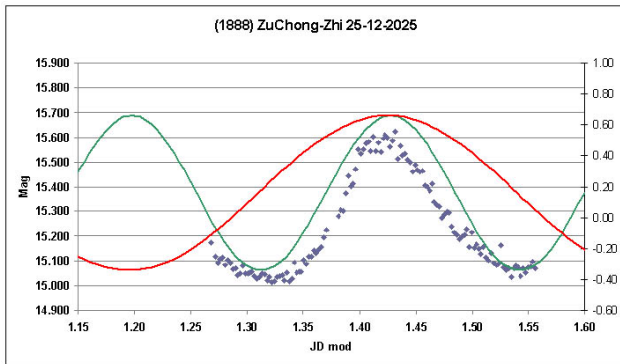
op maximaal, en wacht wel af wat het uiteindelijke resultaat wordt. De ijsvorming neemt niet verder toe, en zelfs heel langzaam iets af.



De opgenomen rotatiekromme op 24 december. De groene lijn geeft de halve rotatie weer en de rode is één rotatie. Horizontaal de tijd in dagen, verticaal de helderheid.

Om kwart voor twaalf stop ik ermee, dan heb ik inmiddels al zes uren gemeten. De volgende dag kijk ik op de correctorplaat om te zien of het ijs al weer verdwenen is. Dat is inderdaad het geval. Wel zitten er allerlei witachtige vlekken op het glas. Wat is dat nu weer? Met veel wattenstaafjes, gedemineraliseerd water en doekjes krijg ik dat er zonder verder schade er weer af. Ik vermoed dat dit ganzenpoep is. Er vliegen deze avond herhaaldelijk zwermen ganzen over naar het zuidwesten. Misschien zijn ze op de vlucht voor koning winter. Later bedacht ik dat het misschien ook nog wel link zou kunnen zijn in verband met het vogelgriepvirus. Het leven van een sterrenkunde amateur gaat niet over rozen: Kou lijden en kans hebben op levensgevaarlijke ziektes. Afwachten maar. Alhoewel, het zou eigenlijk moet zijn **door** rozen. Zo lang je er over heen gaat heb je geen last van de stekels.

Verder verloopt deze nacht alles naar wens. Tegen half drie stop ik er maar mee. Anders komt ZuWhong-Zhi zo laag aan de hemel te staan dat het door de luchtonrust een neveltje wordt, en dan gaat de meetnauwkeurigheid toch wel erg achteruit. Ondanks de late start is er toch zo'n zeven uur gemeten, waar ik tevreden mee ben.



De opgenomen rotatiekromme op 25 december.

Nacht drie, op 26 december, wordt toch spannend. Er verschijnen wat lichte hoge wolkjes, maar die verdwijnen toch weer snel. Ook nu wordt om iets voor zes uur begonnen, en ik stop er om twaalf uur mee. Ook deze avond verloopt naar wens.

De opgenomen rotatiekromme op 26 december.

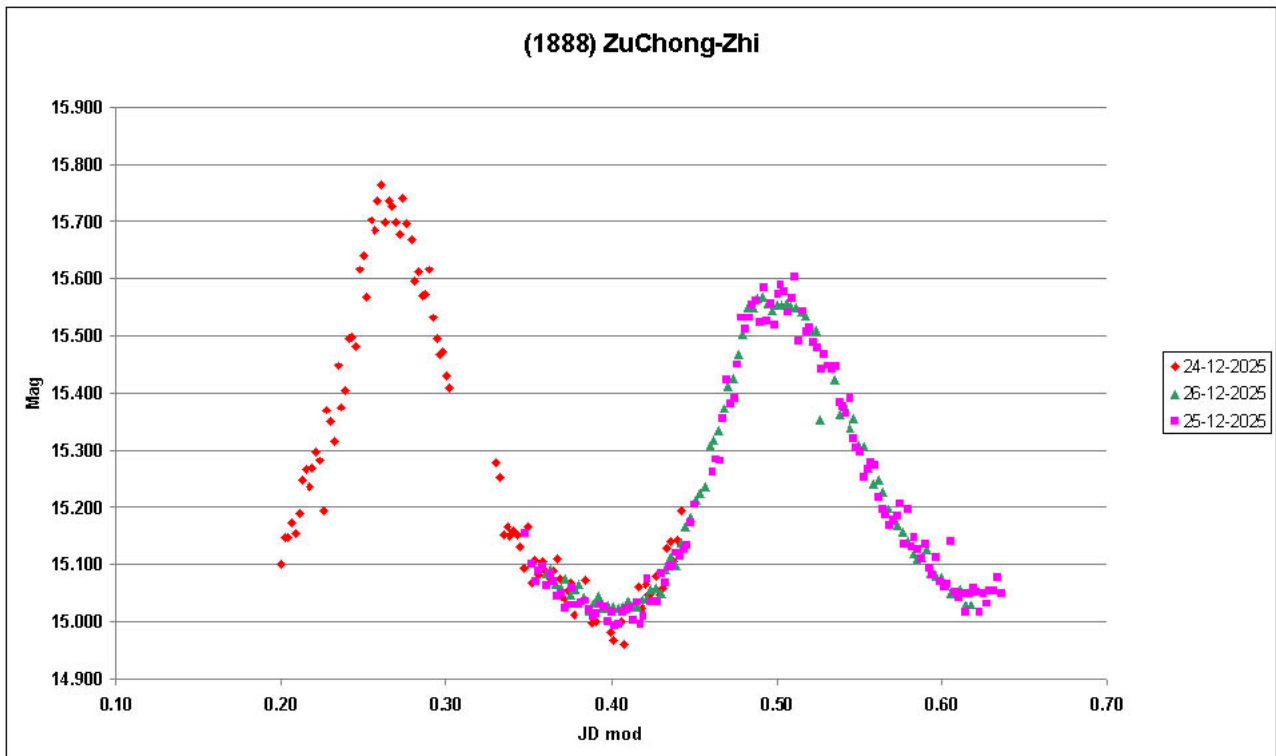
In totaal zijn er gedurende deze drie avonden 315 opnames gemaakt. Op de eerste twee dagen is een integratietijd van 3 minuten aan gehouden en op de laatste nacht een integratietijd van 4 minuten.

Op zaterdag 27 december is het alweer bewolkt. Zo zie je maar, je moet blij zijn met elke heldere minuut die je krijgt.

Het resultaat.

Het uitwerken van de opnames gaat zonder erg veel problemen. Alleen bij de opnames waarbij er veel ijs op de correctorplaat van de telescoop zit, heeft de software het wat moeilijk met het goed herkennen van de sterren bij het

positioneren van de opnames. De helderheidsmeting verlopen verder wel goed. De rotatieperiode komt bij mijn metingen uit op 11,04 uren.



Rakende sterbedekkingen door de Maan in 2026:

Onze rekenaar Adri Gerritsen heeft alle rakende sterbedekkingen zichtbaar in de Benelux in 2026 opgezocht. Wil je deze lijst met de bedekkingslijnen graag ontvangen, neem dan contact op met Adri. De volgende sterbedekkingen zijn reeds geselecteerd. Wil je mee doen, meld je dan aan! De raaklijnen lopen min of meer in de buurt waar de organisatie personen wonen. (Alleen waar “public” achter staat.)

Date	Time	Star	Magnitude	Organized by	Access type	Lon. East		alt. WGS84
						°	'	
05-01-2026	03 : 14 UT	X 13206	8.5	Henk de Groot	private	6	29	50 m
22-01-2026	18 : 33 UT	X 31437	7.6	Henk Bril	public	5	16	55 m
26-01-2026	19 : 55 UT	X 3617	5.7	Henk Bril	public	5	48	75 m
26-01-2026	19 : 55 UT	X 3617	5.7	Roland Boninsegna	public	3	15	60 m
28-01-2026	00 : 32 UT	X 5017	6.8	Henk de Groot	public	6	17	50 m
28-01-2026	21 : 17 UT	X 6168	7.9	Henk Bril	private	5	54	85 m
21-02-2026	19 : 01 UT	X 2155	8.0	Hans Govaarts	public			
22-03-2026	21 : 28 UT	X 4218	6.8	Roland Boninsegna	public	4	36	205 m
24-03-2026	21 : 35 UT	X 6836	6.4	Henk Bril	public	5	29	150 m
27-03-2026	01 : 03 UT	X 11375	8.3	Henk Bril	private	6	05	80 m
23-05-2026	20 : 54 UT	X 15848	8.2	Hans Govaarts	public			
04-07-2026	02 : 08 UT	X 30244	7.5	Henk de Groot	public	6	21	55 m
02-09-2026	01 : 17 UT	X 3210	9.1	Henk Bril	private	5	52	85 m
02-09-2026	01 : 17 UT	X 3210	9.1	Henk Bril	private	5	52	80 m
02-09-2026	01 : 17 UT	X 3210	9.1	Roland Boninsegna	private	4	33	205 m
02-09-2026	23 : 46 UT	X 4273	7.3	Henk Bril	private	5	46	80 m
02-09-2026	23 : 46 UT	X 4273	7.3	Roland Boninsegna	public	4	37	285 m
09-09-2026	04 : 27 UT	X 14512	6.3	Roland Boninsegna	public	5	02	215 m
25-09-2026	19 : 21 UT	X 31587	7.6	Henk Bril	private	5	53	90 m
25-09-2026	19 : 21 UT	X 31587	7.6	Henk Bril	private	5	53	80 m
30-09-2026	04 : 30 UT	X 4163	8.5	Henk de Groot	private	6	27	50 m
31-10-2026	01 : 08 UT	X 10287	7.1	Roland Boninsegna	public	4	24	315 m
01-11-2026	23 : 50 UT	X 13640	6.6	Henk Bril	public	6	11	65 m
02-11-2026	05 : 49 UT	X 13881	7.6	Henk de Groot	public	6	25	50 m
20-11-2026	18 : 16 UT	X 358	7.7	Henk Bril	private	6	16	125 m
20-11-2026	18 : 16 UT	X 358	7.7	Hans Govaarts	public			
22-11-2026	20 : 50 UT	X 2963	6.4	Henk Bril	private	5	51	80 m
28-11-2026	05 : 57 UT	X 11826	7.1	Henk Bril	public	6	06	75 m
29-11-2026	00 : 05 UT	X 13217	7.9	Henk Bril	private	5	54	80 m
21-12-2026	23 : 04 UT	X 4845	7.2	Henk Bril	private	6	04	70 m
21-12-2026	23 : 11 UT	X 4854	3.9	Roland Boninsegna	public	4	27	405 m
24-12-2026	23 : 35 UT	X 10611	8.0	Henk de Groot	private	6	27	55 m

Waarnemingen in 2025.

Voor zover nu bekend zijn door leden van de vereniging in het jaar 2025 de volgende waarnemingen verricht.

Sterbedekkingen door de Maan:

Henk Brill : 103

Henk de Groot: 6

De waarnemingen zijn gerapporteerd aan Dietmar Bütner van de IOTA-ES.

Rakende bedekkingen door de Maan:

Henk Brill : 1, op 12 april 2025.

De waarneming is gerapporteerd aan Mitsuru Soma van de IOTA.

Sterbedekkingen door planetoïden:

Eberhard Bredner : 4 waarvan 4 positief,

Henk de Groot : 40 waarvan 17 positief.

De waarnemingen zijn gerapporteerd in het SODIS systeem van IOTA-ES.

Fotometrie, bepaling rotatiekromme van planetoïden:

Henk de Groot : (1845) Helewalda,
(3415) Danby (door het slechte weer niet afgekregen)
(127) Johanna
(783) Nora
(1165) Imprinetta (door slechte weer niet afgekregen)
(1888) ZuChong-Zhu.

De waarnemingen zijn gerapporteerd aan R Behrend van het observatorium van Geneve.

Alles bij elkaar was 2025 een erg productief jaar, zeker gezien voorgaande jaren.

Detectoren van Maaninslagen.

Vier sterrenkundigen te weten: Elisa Alessi, Tony Cook, Maria Artese en Detlef Koschny zetten een citizen science programma op voor het detecteren van maaninslagen. Met name Detlef Koschny is geen onbekende voor onze vereniging.

Het project is bedoeld om de aanstaande ESA LUMIO Cubesat missie te ondersteunen. De Lumio wordt in 2028 gelanceerd en zal daarna in een baan achter de Maan, in Lagrange punt L2 geparkeerd worden. Daar zal deze satelliet gedurende een jaar meteoriet inslagen op de donkere zijde van de Maan gaan detecteren. Het doel daarvan is om meer inzicht te krijgen in de hoeveelheid kleine meteorieten, van centimeter tot enkel decimeters, welke in de ruimte op ons af komen. De aanvullende waarnemingen vanaf de Aarde dienen als vergelijkings- en kalibratie materiaal.

Het waarnemen.

Het is al mogelijk met een relatief kleine telescoop de inslagen op de Maan te detecteren. Zeker de Watec camera is daarvoor erg geschikt. Een erg grote tijdnauwkeurigheid is daarvoor niet nodig. Je kunt met de Watec steeds korte video's opnemen van bijvoorbeeld 5 tot 10 minuten, waarbij met de computertijd het begin en eind gemarkeerd wordt. Met het aantal frames kun je de inslag dan vrij nauwkeurig in tijd vaststellen.

In Virtual Dub zet je vervolgens het AVI formaat om naar BMP formaat. Met speciale detectiesoftware, beschikbaar op de website, kun je dan zoeken naar inslagen.

Op de website staat vermeld hoe je dit doen moet uitvoeren.

Het is de bedoeling dat er campagnes georganiseerd worden, weke een beperkte tijd duren, waarbij er dan over de gehele wereld waarnemers actief zijn, die elkaar steeds aanvullen en waarbij zoveel mogelijk detecties door meer dan één verkregen worden.

In december, tijdens de Geminiden, was er al zo'n campagne. Daarbij zijn bij elkaar enkele tientallen detecties gevonden. Helaas was vanuit Nederland het weer toen zo beroerd dat er geen Maan te zien was. Vermoedelijk komen er in de toekomst meer oefen campagnes om tegen de tijd dat LUMIO de lucht ingaat een geoefende groep waarnemers klaar staat.

Lijkt het jou interessant om mee te doen, meld je dan aan op: <https://lif.mi.imati.cnr.it/>

Ook: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Shaping_the_Future/LUMIO_New_CubeSat_Illuminating_Lunar_Impacts

https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Technology_CubeSats/LUMIO