

Het imagen van de nachtzijde van Venus

De nachtzijde van Venus - in het kort:

Venus wordt omringd door een ondoordringbaar wolkendek, dat het planeetoppervlak volledig aan het zicht onttrekt. Op geen enkele manier kan in zichtbaar licht door de atmosfeer heen gekeken worden om iets van het oppervlak te zien. In het nabije infrarood (NIR) zijn echter een aantal golflengten waar de atmosfeer redelijk transparant is voor licht. In 2004 heeft Christophe Pellier zijn baanbrekende amateuropnamen van de nachtzijde van Venus gemaakt, waar de thermische gloed van de oppervlakte door de atmosfeer heenschijnt.

Tijdens de conjunctie van 2007 hebben Willem Kivits en ik deze gloed ook vastgelegd. Nu er in maart 2009 weer een conjunctie aankomt doet zich opnieuw de mogelijkheid voor om dit verschijnsel vast te leggen.

Met een vrij goedkoop filter kan de gloed van Venus' oppervlak worden geimaged met een webcam of een gekoelde 'deepsky' CCD camera. De belichtingstijd bedraagt gemiddeld enkele seconden op f/10. Bezitters van SCT, Cassegrains of Newtons kunnen dit dit van 1 tot 15 maart proberen, wanneer Venus van de oostelijke elongatie overgaat tot de conjunctie met de zon.

Het benodigde filter is een RG-1000 nm Schott filter dat kan worden besteld bij Edmund optics voor 24,41 euro + verzendkosten. Artikelnummer: NT32-760.

Een alternatief is een filter van Asahi, XIL0990, dat online kan worden besteld. Dit filter kost ongeveer 130 euro.

Thermische emissie van de oppervlakte van Venus

De oppervlakte van Venus is zo heet (>450 °C), dat deze in het nabije infrarood (NIR) opgloeit. Dit effect is vergelijkbaar met het opgloeien van een hete staaf ijzer. Hoe hoger de temperatuur van het metaal, hoe korter de golflengte van het licht dat het uitstraalt. De oppervlakte van Venus is heet genoeg om zelfs in het zichtbare licht te gloeien met een dofrode kleur, maar daarnaast is er een sterke emissie in het nabije IR.

Verschillen in topografie zorgen ervoor dat niet alle delen van de oppervlakte even helder zijn dan andere. Hoge bergen zijn net zoals op aarde koeler dan hun omgeving en zullen daardoor donker afsteken omdat ze minder thermische straling uitzenden. Ook zijn er verschillen in het soort materiaal waaruit de oppervlakte van Venus

bestaat, want niet elk soort materiaal zal bij dezelfde temperatuur gaan gloeien.

Vulkanen die hete lava uitstoten emitteren meer licht en zullen dus helder zijn ten opzichte van hun omgeving. Omdat actief vulkanisme nog niet is aangetoond op Venus (maar wel sterk wordt vermoed op basis van indirecte waarnemingen), is het waarnemen van de nachtzijde van Venus erg interessant. Helaas zullen dit soort fenomenen uiterst moeilijk te zien zijn, omdat een vulkaan of een lavastroom maar een klein oppervlakte bestrijkt en als gevolg daarvan beneden de resolutie van onze telescopen blijft.

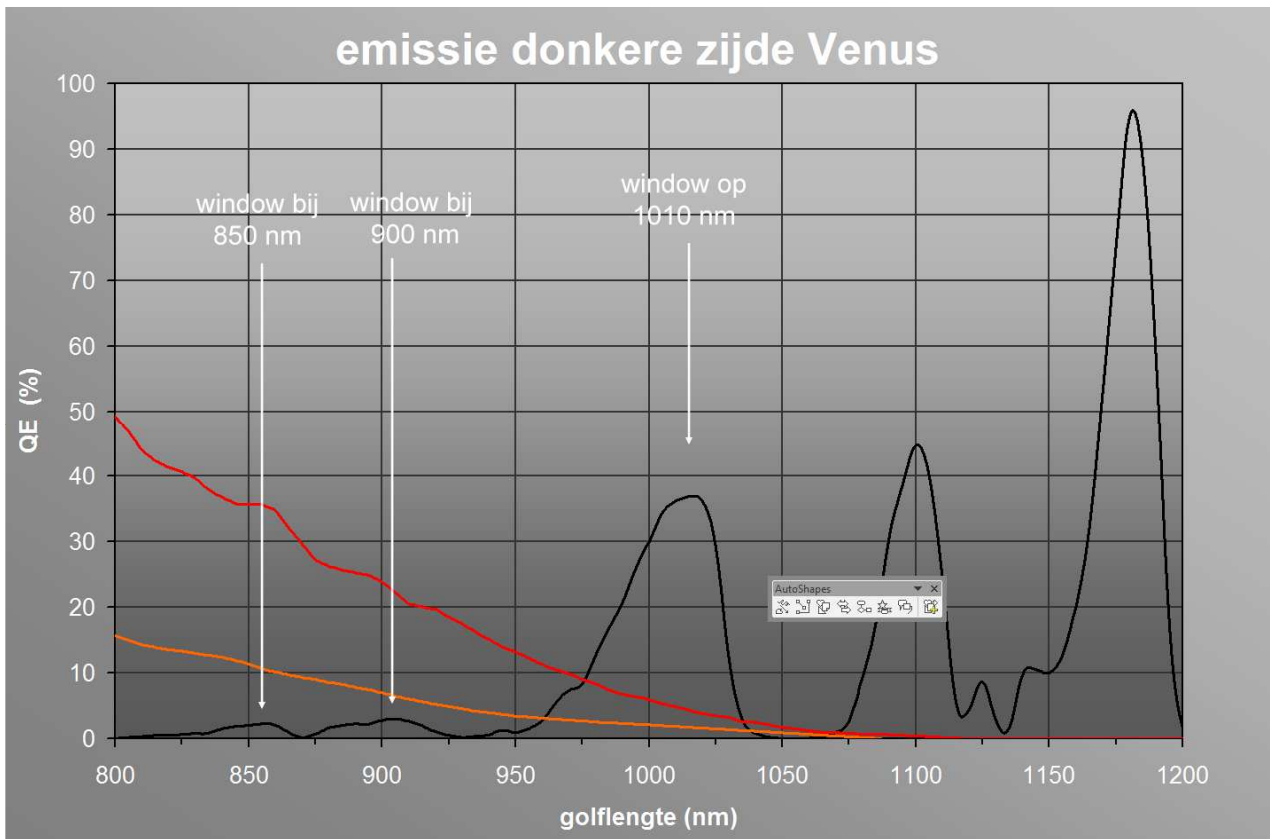
Atmosferische windows

De atmosfeer van Venus is helaas ondoorzichtig voor deze straling. Net zo goed als Venus atmosfeer ondoorzichtig is voor zonlicht van buitenaf, wordt ook de thermische gloed van het oppervlak van de planeet geblokkeerd. Echter, bij een aantal golflengten is de atmosfeer van Venus wel doorzichtig, namelijk bij 850, 900, 1010, 1100 en 1180 nm** (en nog wat diepere NIR golflengten) is de atmosfeer wel doorzichtig. Deze windows staan ons toe om het thermische gloed van het oppervlak waar te nemen. De nog langere NIR golflengten laten met name de lagere atmosferische wolken zien en dringen niet door tot aan het oppervlak.

De nog langere NIR golflengten zijn voor ons niet zo interessant, aangezien de CCD-camera's die wij gebruiken niet gevoelig zijn voor golflengten langer dan 1100 nm. De 3 windows rond de 850, 900 en 1010 nm liggen wel in ons bereik (zie figuur 1).

Door te imagen in deze golflengten zijn amateurs in staat om de thermische gloed van de oppervlakte vast te leggen en misschien wel verbanden te leggen met topografie van Venus. Een erg interessant window bevindt zich rond de 1010 nm, dat van 970 tot ca 1040 nm loopt. Ook bij 850 en 900 nm zijn 2 windows, maar de intensiteit van deze emissies is veel lager dan de emissie bij 1010 nm.

De donkere nachtzijde van Venus is het beste zichtbaar nabij de conjunctie, wanneer het verlichte gedeelte van Venus erg klein is. In die situatie is er een goed zicht op de nachtzijde. In 2009 is een gunstige periode vanaf 1 tot 15 maart. Dan is de sikkel van Venus nog smal, de schijf is erg groot (40-50') en Venus staat dan nog relatief hoog boven de horizon.



Figuur 1: Deze figuur is overgenomen uit de documentatie van de VMC camera van de Venus Express. Hij is gebruikt om de golflengte gebieden van de twee NIR camera's te kiezen. De zwarte curve laat de pieken van de verschillende atmosferische windows zien. De voor ons relevante pieken zijn met witte pijl aangegeven. De rode en orange curves geven de gevoeligheid van twee CCD camera's aan: de rode een gevoelige full frame CCD camera (QSI 504), de orange een wat meer ongevoelige camera (SkyNyx 2-0)

Filters

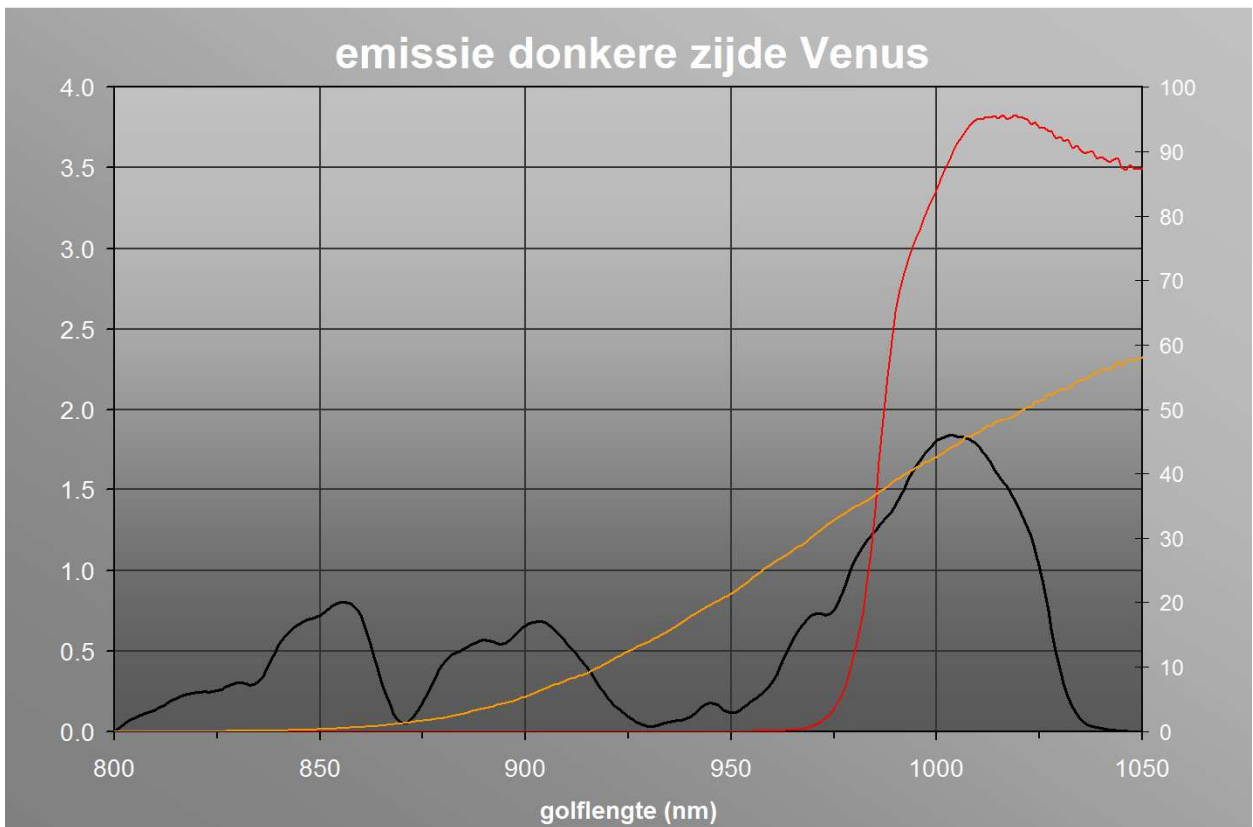
Welk filter is geschikt? Het probleem met de atmosferische windows is dat de emissies erg zwak zijn vergeleken met de verlichte zijde van Venus, die het zonlicht uit van dezelfde golflengten weerkaatst. Het is dus noodzakelijk om een filter te zoeken dat zoveel mogelijk licht van de verlichte zijde tegenhoudt, maar de transmissie windows aan de nachtzijde doorlaat. We zoeken dus een filter dat de transmissie windows zeer scherp begrenst. De voorkeur gaat uit naar de grote emissiepiek bij 1010 nm. De gevoeligheid van de CCD is daar heel laag, maar de emissie is erg sterk tov de emissies bij 850 en 900 nm. De heldere dagzijde van Venus zal meer storen bij 850 nm dan bij 1010 nm.

Pellier deed zijn oorspronkelijke waarnemingen met een Schott RG-1000 filter (zie figuur 2). Dit filter is prima in staat de emissie van het oppervlak vast te leggen. Door dit filter te gebruiken wordt er emissie van 2 verschillende

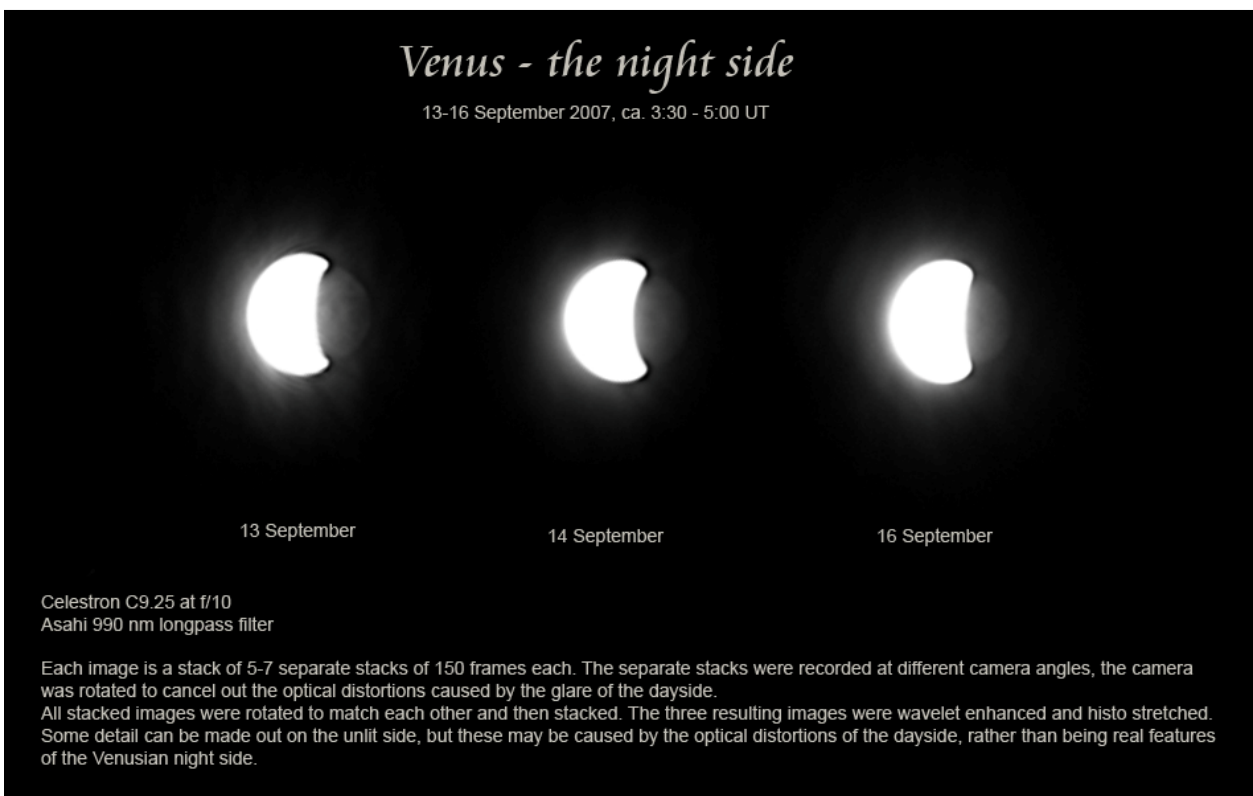
windows waargenomen, die beide afkomstig zijn van het oppervlak.

Een alternatief is een duurder maar kwalitatief beter filter van bijvoorbeeld Asahi. Dit filter, het 990 nm longpass filter heeft een veel hogere transmissie in dit gebied (90-100%). Ook is de verhouding tussen dagzijde en nachtzijde veel beter omdat het filter nauwer op de atmosferische window aansluit. Door de betere transmissie en de betere verhouding tussen dag en nachtzijde, kan er langer belicht worden zonder de dagzijde te verzadigen terwijl er meer signaal van de nachtzijde afkomstig is.

Zelf heb ik met het filter van Asahi gewerkt dat alleen licht doorlaat met een golflengte groter dan 990 nm (zie figuur 3). Ik kon maar weinig verschil zien met het RG-1000 filter van Schott, dus dat pleit er misschien ervoor om het goedkopere filter te kopen.



Figuur 2: Mogelijke filters voor het imageren van de nachtzijde van Venus, geprojecteerd op de atmosferische windows van Venus. De intensiteit van de emissies is hier voor de duidelijkheid gecorrigeerd voor de gevoeligheid van de CCD camera, zodat de relatieve intensiteit beter uitkomt. Christophe Pellier gebruikte voor zijn opnamen het filter met de oranje gekleurde (Schott RG-1000 nm longpass). Ik gebruikte het 990 nm longpass filter van Asahi (de rood gekleurde curve).



Figuur 3: Mijn opnamen van de nachtzijde van Venus. De opnamen zijn verstoord door spiegelingen van de dagzijde van Venus, maar de gloed van de onverlichte zijde van Venus is duidelijk te zien.

Hoe te imagen / wat is er te zien?

Ik heb zelf ervaringen met het imagen van de nachtzijde opgedaan in 2007, de voorlaatste conjunctie. Het is noodzakelijk om een goede monochrome camera te gebruiken, die in staat is tot tenminste enkele seconden belichting. Het beeld van de nachtzijde is erg lichtzwak en vereist een donkere hemelachtergrond. De zon zal ongeveer 8° onder de horizon moeten staan wanneer de hemel donker genoeg is voor een poging. Figuur 4 laat de tijdsperiode zien die het beste geschikt is voor een kans om waar te nemen, maar mogelijk kan ook ervoor en erna nog geimaged worden.

Met het filter moet (met de gemiddelde monochrome webcam) enkele seconden belicht worden. Met die lage framerate kunnen enkele honderden beelden worden verzameld totdat Venus te laag boven de horizon staat.

De seeing is behoorlijk stabiel bij zulke lange golflengten. Verder heeft Venus dan een behoorlijke zichtbare diameter, groter nog dan Jupiter, zodat er op f/10 gewerkt kan worden. Met een 20-30 cm telescoop is er dan voldoende resolutie om de schijf zichtbaar te maken. Slechte weersomstandigheden (behalve bewolking....)

storen minder dan normaal. Hoge resolutie imaging is immers niet noodzakelijk, omdat alleen de donkere schijf vastgelegd hoeft te worden en die is groot genoeg.

Door de extreme helderheid van de dagzijde van Venus is ontstaan er echter vaak reflecties op de opname. Die verstoringen maken het lastig om de eventuele oppervlakte details te onderscheiden van artefacten. De uitdaging is een goede opname te maken zonder verstoringen. Maar de gloed van de nachtzijde zelf kan vrij gemakkelijk zichtbaar worden gemaakt.

Het is niet perse noodzakelijk een webcam te gebruiken, er is een belichting van enkele seconden per frame nodig, dus hoge framerate's zijn niet haalbaar. Een goed gekoelde CCD camera is misschien zelfs te verkiezen boven een webcamcamera omdat deze waarschijnlijk gevoeliger is en de signaalruisverhouding gunstiger is. Ook mensen die zich normaal gesproken met deepsky bezighouden kunnen dus een poging wagen. Er kan worden geimaged met een van de besproken filters of een alternatief dat een vergelijkbare werking heeft. De filters die hier besproken zijn moeten nog wel in een vattig geplaatst worden.



Figuur 4: De avond verschijning van Venus in maart. Begin maart beweegt Venus snel naar de zon toe. Tussen 1 maart en 15 maart is er een periode waar de dagzijde van Venus steeds kleiner wordt als gevolg van de afnemende sikkel van Venus, terwijl de planeet nog ver genoeg van de zon staat om haar tegen een donkere hemel te kunnen imagen.

