

# Aufnahmen mit dem Baader U (Venus) UV Bandpass Filter

Thomas Klemmer, Wuppertal 2018

## Die Venus

Die Venus befindet sich wie auch Merkur auf einer zu Sonne näheren Umlaufbahn als die Erde. Aus diesem Grund kann Sie nur in der Dämmerung gut beobachtet werden da sie andernfalls von der Sonne überstrahlt wird oder unter dem Horizont liegt. Visuell ist die Venus jedoch ein eher undankbarer Planet, sie lässt sich auf Grund ihrer sehr hohen Helligkeit zwar sehr gut während der Dämmerung auffinden und zeigt je nach Stellung zur Sonne eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Sichelform, atmosphärische Details wie sie bei Jupiter oder Saturn zu beobachten sind werden jedoch nicht sichtbar. Die Dichte und zu 96% aus CO<sub>2</sub> bestehende Atmosphäre der Venus verhüllt die Oberfläche vollständig und zeigt im visuellen Spektrum keinerlei Details.

Dies ändert sich jedoch sobald man die Venus unterhalb von 400nm Wellenlänge aufnimmt. Im NUV und UV Bereich des Spektrums zeigt die Venusatmosphäre z.T. sehr ausgeprägte atmosphärische Strukturen. Die Ursache hierfür ist bis heute nicht bekannt, besonders die im NUV Bereich sichtbaren Strukturen sind nicht durch die Absorption des NO<sub>2</sub> Anteil der Atmosphäre zu erklären [1]. Lange hielt sich die Theorie, dass in diesem Teil des Spektrums kristalline Formen elementaren Schwefels für die Absorption verantwortlich sind [2]. Dies konnte jedoch 2016 widerlegt werden [3] und Eisenchlorid (FeCl<sub>3</sub>) gelöst in der Schwefelsäurehaltigen Atmosphäre gilt nun als aussichtsreichster Kandidat.

## Aufnahmen im UV

Die Aufnahmen im UV-Licht (UVL) halten einige Herausforderungen für den ambitionierten Planetenfotografen bereit und werden hier in der Reihenfolge in der sie auf dem optischen Weg vorkommen nacheinander betrachtet.

### 1. Erdatmosphäre

Die Erdatmosphäre besitzt durch ihre Zusammensetzung nur eine sehr begrenzte Durchlässigkeit für elektromagnetische Wellen. So absorbiert der relativ hohe Anteil an Sauerstoff kurzwellige elektromagnetische Strahlung unter 300nm nahezu vollständig (Stichwort Ozonschicht). Erdgebundene Aufnahmen von Planeten können daher nur im sog. NUV bzw. UV-A Bereich von 315nm – 380nm erfolgen.

Ein weiteres Hindernis stellt das Brechungsverhalten von UV Licht dar. Je kürzer die Wellenlänge, desto größer ist die Ablenkung durch atmosphärische Störungen. Diese sog. Dispersion führt dazu, dass kurzwelliges Licht wesentlich empfindlicher auf Seeingeffekte reagiert als langwelliges Licht. Sehr gutes Seeing ist daher immer eine Grundvoraussetzung für erfolgreiche Aufnahmen im UV Licht.

### 2. Optik

In der Regel werden Teleskopoptiken nicht für die Fotografie mit kurzwelligem Licht optimiert. Auch besitzen die meisten optischen Gläser eine verminderte Transmission im UVA Spektrum und sind in der Regel unterhalb von 300nm undurchlässig. Da dieser Effekt mit der sich im Lichtweg befindlichen Glasmenge stetig wächst, sind Spiegelteleskope in der Regel besser geeignet als Refraktoren. Auch die Benutzung von Brennweitenverlängerungen sollte wenn möglich vermieden werden. Insbesondere RC-Systeme können durch ihren gänzlich ohne Glas auskommenden Lichtweg und lange Brennweiten optimal im UV Bereich arbeiten. Die für die Planetenbeobachtung häufig eingesetzten Schmidt Cassegrain Teleskope liefern ebenfalls gute Resultate, jedoch muss hier durch

die im Lichtweg verbaute Schmidtplatte ein Helligkeitsverlust in Kauf genommen werden. Zu bemerken ist, dass durch das kurzwellige Licht das Auflösungsvermögen der Optik stark ansteigt. Aus diesem Grund lassen sich auch schon mit rel. kleiner Öffnung tolle Ergebnisse im UVL produzieren – gutes Seeing immer vorausgesetzt.

### 3. Filter

Für die UVL Fotografie ist die Nutzung eines entsprechenden Bandpassfilters unabdingbar. Die Qualität des Filters spielt hierbei eine besonders wichtige Rolle. Durch die in Punkt 1 und 2 beschriebenen Filterwirkungen wird das am Filter ankommende Lichtspektrum bereits sehr stark in Richtung der langwelligeren Spektralanteile verschoben. Kombiniert man dies nun mit der Quanteneffizienz (QE) -Kurve des Kamera Chips zeigt sich sehr schnell, dass selbst kleinste „Lecks“ im Filter zu einer Bildung von Doppelbildern (sog. Ghosting) führen. Es ist daher unbedingt erforderlich, dass der Filter auch den IR Bereich vollständig blockiert. Ein ebenfalls sehr wichtiger Faktor ist die Transmission des Filters auf der Zentralwellenlänge. Hier gibt es sehr große Unterschiede zwischen einzelnen Herstellern und kann z.T. unter 30% liegen.

### 4. Kamera

Grundsätzlich eignen sich nur Monochrome Kameras für die Planetenfotografie im UVL. RGB Kameras erhalten durch die Filterwirkung der Bayermaske und des häufig vorgesetzten IR/UV Cut Filters nur sehr wenig oder gar kein Signal und verlieren zugleich 75% der Auflösung, da wenn überhaupt nur die blauen Pixel genutzt werden können. Aber auch die meisten Monochromen CMOS Kameras sind im kurzwelligen Spektrum unter 350nm nahezu blind, es ist daher ratsam sich zunächst die Spektralfunktion der QE der jeweiligen Kamera anzuschauen, um keine bösen Überraschungen zu erleben. Kameras mit großen Pixeln bieten zwar in der Regel eine höhere Empfindlichkeit, erfordern aber meist (lichtschluckende) Brennweitenverlängerungen um optimale Öffnungsverhältnisse zu erreichen. Aus diesem Grund sind Kameras mit besonders kleinen Pixeln - eine entsprechende UVL Empfindlichkeit vorausgesetzt - optimal für die Venusfotografie geeignet.

### Das Testsystem

Der im Testsystem eingesetzte Filter der Firma Baader Planetarium besitzt eine Zentralwellenlänge (ZWL) von 350nm - nahe der optimalen Kontrastlinie von 360nm - und eine Bandbreite von 60nm (beides Herstellerangaben). Er deckt damit den optimalen Spektralbereich für die Venusfotografie ab. Die Transmission wird mit 80% angegeben. Als optisches System kam ein Celestron C11" Schmidt Cassegrain Teleskop zum Einsatz. Durch die Verwendung einer CMOS Kamera (ASI 290mm) mit sehr kleinen Pixeln konnte auf die Verwendung von Brennweitenverlängerungen verzichtet werden.



Abbildung 1 UVL Aufnahmen im Zeitraum vom 6.1.2017 bis 16.2.2017

## Ergebnisse

Anfang des Jahres stand die Venus günstig am Abendhimmel, so konnten mit Hilfe des Baader U Filters über den Zeitraum von 1,5 Monaten eine Serie von Aufnahmen gemacht werden. Der Baader U erwies sich dabei als absolut „dicht“ außerhalb des Bandpasses, keinerlei Ghosting oder ähnliches waren festzustellen. Abbildung 1 zeigt neben deutlich sichtbaren atmosphärischen Strukturen auch sehr schön das Anwachsen der scheinbaren Größe und die immer dünner werdende Sichel, während sich die Venus ihrer Opposition näherte.

## Atmosphärische Beobachtungen

Besonders interessant waren hier die Aufnahmen vom 19.01.2017. An diesem Tag herrschte kurzzeitig sehr gutes Seeing, welches es ermöglichte auch feine Strukturen abzubilden. Durch den Vergleich zweier Aufnahmen, welche im Abstand von 45 Minuten gemacht wurden, konnten Veränderungen in der Atmosphäre sichtbar gemacht werden. Da die Rotationsperiode der Venus 243 Tage beträgt kann diese als Quelle für die Bewegung ausgeschlossen werden. Das Aufnahmesystem bildet die Venus mit einer Auflösung von ca. 60km/Pixel ab. Die Verschiebung der Wolkenstrukturen um ca. 4 Pixel ist daher durchaus plausibel und würde sich rechnerisch mit den bekannten Atmosphärischen Geschwindigkeiten der Venus von 300 km/h bis 400 Km/h decken.

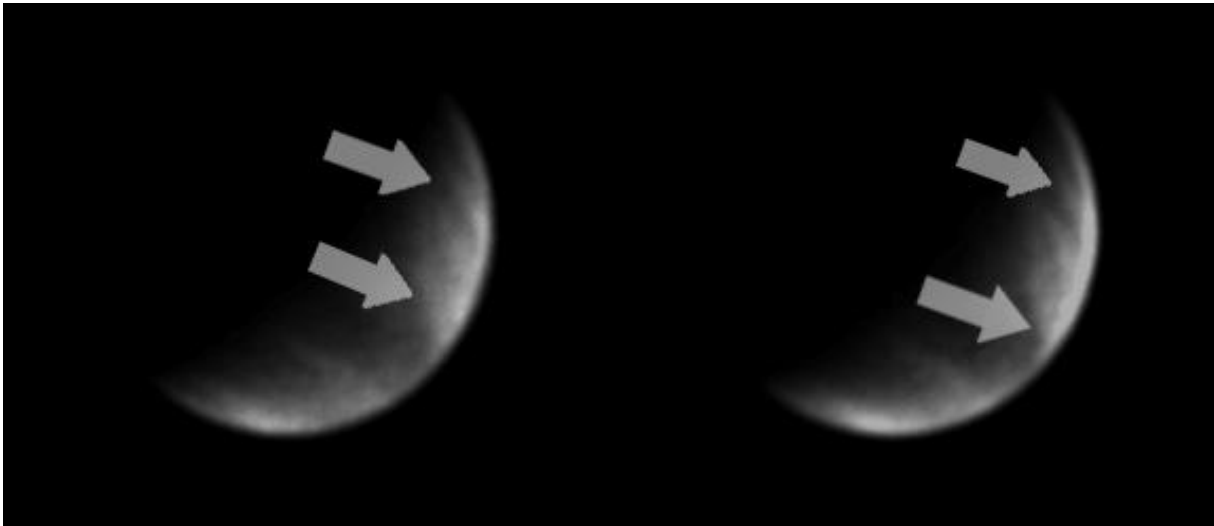


Abbildung 2 Darstellung der atmosphärischen Bewegungen auf der Venus innerhalb von 45 Minuten.

## Fazit

Der Baader U Filter ist perfekt um spannende Aufnahmen der dynamischen Venus zu machen. Durch die hohe Transmission können auch mit langsameren Systemen mit langen Brennweiten sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Der relativ enge Bandpass ermöglicht es den höheren Stand der Venus auszunutzen. Eine Empfehlung für jeden ambitionierten Planetenfotografen!

## Quellen

- [1] Pollak et.al: Distribution and Source of UV Absorption in Venus' Atmosphere, Journal of Geophysical Research, Vol. 85, No., A13, Pages 8141-8150 Dez. 30,1980
- [2] The Ultraviolet Absorber on Venus: Amorphous Sulfur, Owen B. Toon, Richard P. Turco, and James. B Polak Icarus Volume 51, Issue 2, August 1982, Pages 358-373
- [3] Vladimir A. Krasnopolsky. Sulfur aerosol in the clouds of Venus, Volume 274, August 2016, Pages 33-36