

Planetenaufnahmen mit dem Baader Methanbandfilter

Thomas Klemmer Juli 2017 Wuppertal – klemmer@uni-wuppertal.de

Einführung

Planetarische Aufnahmen werden heute in der Regel mit Hilfe von speziellen Farb- oder Monochrom-Kameras und RGB Filtern angefertigt. Beide Methoden besitzen ihre breit diskutierten Vor- und Nachteile, generieren aber im Grundsatz vergleichbare Ergebnisse. Das Sammeln von Bilddaten mit Schwarzweiß-Kameras hat jedoch den Vorteil, dass neben regulären Farbfiltern auch Spezialfilter leichter eingesetzt werden können. Diese ermöglichen es, Details bzw. Sichtweisen auf Planeten zu eröffnen, welche visuell am Teleskop nicht erfahrbar sind, da das menschliche Auge in diesen Spektralbereichen meist blind ist. Je nach Spektrum des genutzten Filters ist die Bildgewinnung durch die Bayermaske von RGB Kameras mit Auflösungsverlusten und stark eingeschränkter Empfindlichkeit verbunden.

Das Methanband

Die Planeten unseres Sonnensystems geben selbst kein eigenes Licht ab, sie reflektieren das Licht unseres Zentralgestirns und weisen somit ein spezifisches Absorptionsspektrum auf. Die großen Gasriesen besitzen durch ihren vergleichsweise hohen Anteil von Methan(CH₄) in ihrer Hülle (Jupiter ca.0.8%, Saturn ca. 0.45%) ein sehr ausgeprägtes Minimum auf der Methanlinie um 889nm (vgl. Abb. 1). Die Planeten reflektieren in diesem Teil des Spektrums somit so gut wie kein Licht. Dies hat zur Folge, dass Details, die sonst in der „Lichtflut“ des Planeten untergehen würden, besser sichtbar werden.

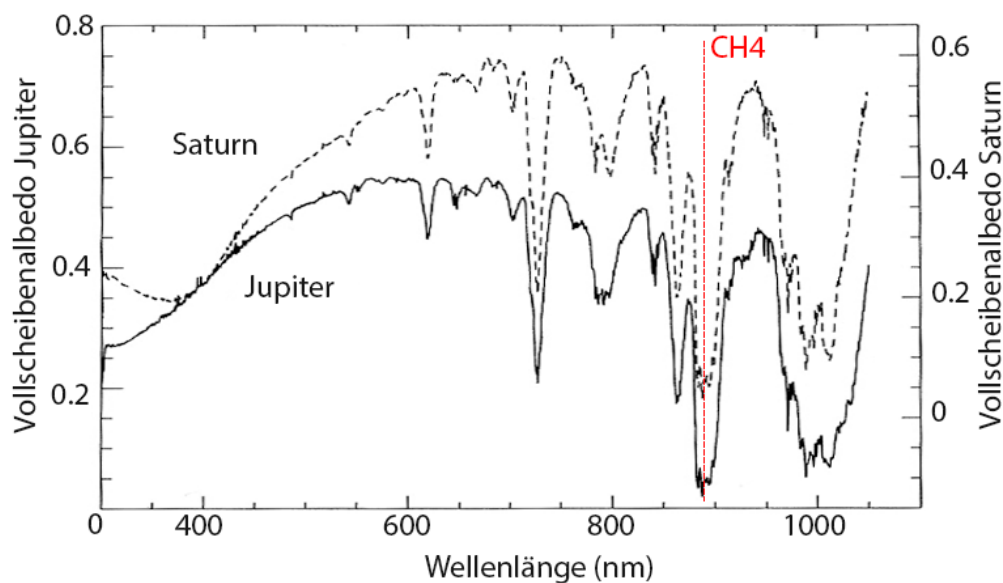


Abbildung 1 Absorptionsspektrum von Jupiter und Saturn [1]

Der Test

Die Wellenlänge von 889nm liegt im nahen infraroten (NIR) bzw. im sog. farbinfraroten (CIR) Wellenbereich, welcher sich direkt an den sichtbaren (roten) Bereich anschließt. Dies hat zur Folge, dass die meisten am Markt erhältlichen CMOS und CCD Kameras im NIR/CIR Spektrum nur eine sehr begrenzte Empfindlichkeit besitzen. In Kombination mit der benötigten Schmalbandigkeit des Filters sinkt die am Chip zur Verfügung stehende Signalstärke im Methanband auf ca. 5% eines klassischen Rotfilters.

Der Baader Methanbandfilter besitzt eine FWHM Bandbreite von 8nm um die Zentralwellenlänge (ZWL) von 889nm. Die Transmission wird vom Hersteller mit >80% angegeben. Das optische Aufnahmesystem bestand bei allen Aufnahmen aus einem Celestron C11 XLT und einer ZWO ASI 290mm (QE im NIR ca. 20 -30%) mit motorisiertem Filterrad. Auf eine Brennweitenverlängerung konnte auf Grund der kleinen Pixel der Kamera in diesem Fall verzichtet werden. Die Bildbearbeitung folgte der klassischen Verfahrensweise planetarischer Aufnahmen aus Stacking, Wavelet, und ggf. Farbkalibrierung.

Jupiter

Trotz der relativ geringen Lichtmenge lohnte sich die Mühe: Es lassen sich mit Hilfe des Baader Methanbandfilters Jupitermonde im Transit hervorragend vom Jupiter im Hintergrund trennen. Abbildung 2 zeigt zwei Aufnahmen des Europa - Transits vom 3. April 2017. Während auf dem RGB Bild (rechts) nur der Schatten des Mondes zu erkennen ist, so wird Europa auf der Methanbandaufnahme deutlich vor der Scheibe des Jupiters sichtbar. Auch lo „leuchtet“ hell in der unteren rechten Ecke. Ebenfalls deutlich zu erkennen sind die Bänder des Jupiters, die rote Färbung korrespondiert mit den im Methanspektrum dunkleren Schattierungen, welche auf eine erhöhte Methankonzentration in diesen Bereichen schließen lassen [1].



Abbildung 2 Vergleich einer Methanbandaufnahme mit einem RGB Komposit (Aufnahmen vom 03.04.2017) Seeing 3/5)

Neben den Monden, welche durch ihr mangelndes Absorptionsvermögen im Methanband wesentlich heller sind, geben auch die großen Stürme, wie der Große Rote Fleck (GRF) und seine kleineren Ableger, sowie die Polregionen wesentlich mehr Licht in diesem Spektralbereich ab. Grund für die gute Sichtbarkeit des GRF im Vergleich zum Rest des Planeten ist jedoch nicht geringere Methankonzentration (sie ist hier sogar größer), sondern die weit höhere Temperatur und seine große, atmosphärische Höhe. Auch die extrem hohen Dunstschichten an den Polkappen werden durch Aurorae sehr stark aufgeheizt und strahlen im NIR Spektrum. Abbildung 3 zeigt eine Aufnahme vom 10. Juni 2017, deutlich zu erkennen sind auf der Methanbandaufnahme (Mitte) der heiße GRF und die hellen Polkappen. Mischt man das Methanbild nun in den Rot Kanal (rechte Abbildung) so lassen sich farbenfrohe Darstellungen des Jupiters erzeugen.

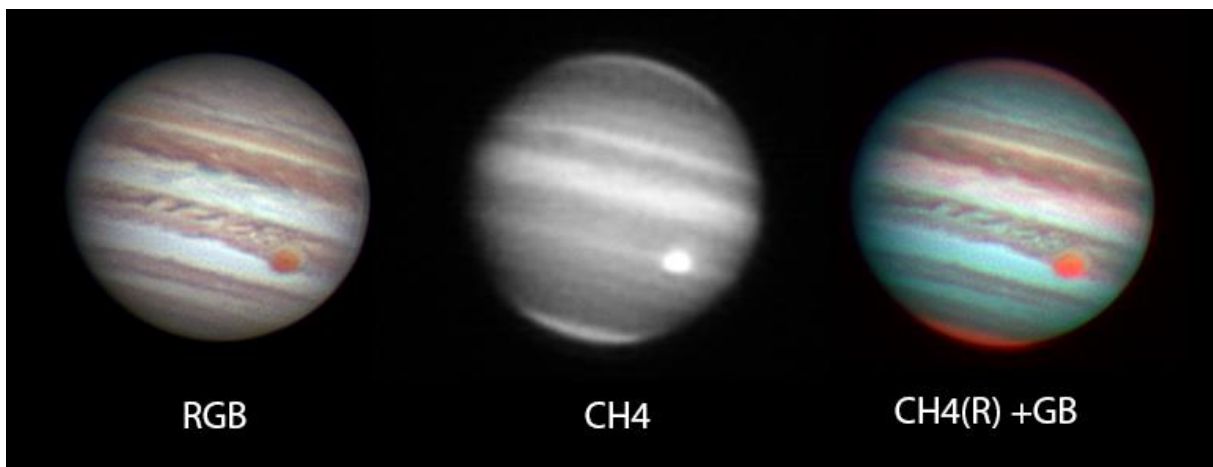


Abbildung 3 Jupiteraufnahmen in RGB und im Methanband sowie als Methan+GB Komposit (10.06.2017 23.00 Uhr Seeing 3/5)

Saturn

Neben dem Jupiter eignet sich der Baader Methanfilter auch sehr gut, um die Ringe des Saturns aufzunehmen. Da diese nicht aus (methanhaltigem) Gas, sondern aus Staub und Eis bestehen, besitzen sie dementsprechend ein anderes Immissionsspektrum als der Planet an sich. Abbildung 4 zeigt hier 3 Aufnahmen des Saturns vom 14.06.2017 nahe seiner Opposition (hier aus ästhetischen Gründen leicht gedreht). Der Saturn wird durch den Methanband Filter praktisch ausgeblendet und nur die Ringe bleiben übrig. So werden auch die feinen C und D Ringe vor der Planetenscheibe sichtbar. Durch den hohen Reflexionsgrad der Ringe konnte auch beim Saturn mit Belichtungszeiten von 100ms im Methanband gearbeitet werden.

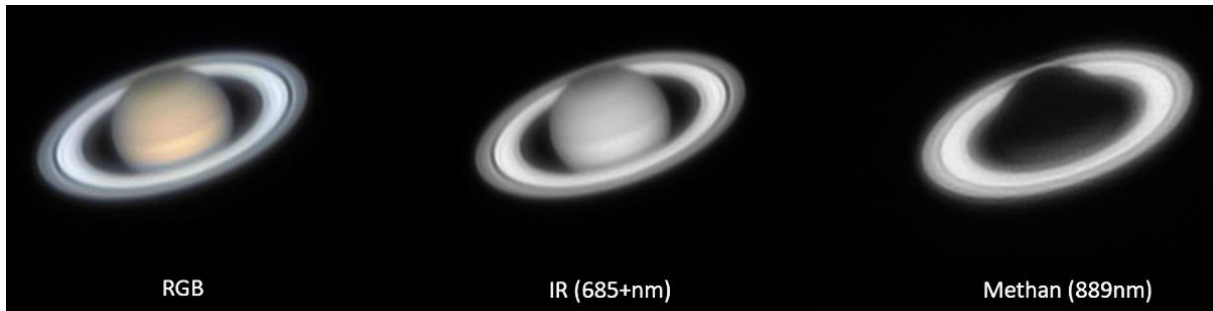
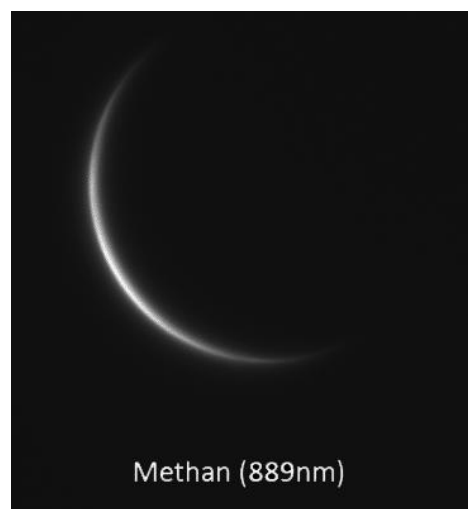


Abbildung 4 Aufnahmen des Saturns mit unterschiedlichen Filtertypen (14.06.2017 1:30 Uhr Seeing 3/5)

Venus & Merkur

Zu guter Letzt lassen sich auch Venus und Merkur sehr gut mit Hilfe des Methanfilters ablichten. Da Venus und Merkur keine Gasplaneten mit atmosphärischem Methananteil sind, steht auf diesem Band genug Licht zur Verfügung. Neue Details werden hier nicht sichtbar. Der Filter kann jedoch durch seinen langwelligen, aber sehr schmalen Spektralbereich punkten. So kann bereits früh am Abend oder spät im Sonnenaufgang bei höherem Stand fotografiert werden, gleichzeitig werden Seeing- und atmosphärische Dispersionseffekte minimiert. Abbildung 5 zeigt die Venus kurz vor der unteren Konjunktion am 16. März 2017. Trotz des niedrigen Standes und unruhigem Seeing konnte die Venussichel gut abgebildet werden.

Abbildung 5 Venusaufnahme mit Methanbandfilter (16.03.19:00 Uhr Seeing 2/5)



Fazit

Die Planetenfotografie wird mit Hilfe von Methanbandfiltern um ein sehr spannendes Spektrum erweitert und eröffnet eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten zur Bildgewinnung. Die geringe Signalmenge kann durch die hohe Transmission und den engen Bandpass des Baader Methanfilters gut kompensiert werden, wodurch die Aufnahme mit handelsüblichen Planetenkameras erst sinnvoll wird. Er bietet Hobbyastronomen, die über die klassische RGB Planetenfotografie hinausgehen möchten, eine spannende Alternative.

Quellen:

[1] Albedo, Internal Heat and Energy Balance of Jupiter, Preliminary Results of the Voyager Infrared Investigation R.A. Hanel et.al. Journal of Geophysical Research, Vol. 86, No. A10 30.9.2918

[1.1] Spectroscopy of Atmospheres Class 5 – lasp.colorado.edu – 01.06.2017

[3] Planetary Atmospheres /Jupiter and the Outer Planets A P Showman, University of Arizona, Tucson Course 6, Chapter 12 2013

[3.1] Atmospheric Chemistry of the Gas Giant Planets, K. Lodders Geochemical Society – Online www.geochemsociety.org 2010

[4] Spatial Resolved Methane Band Photometry of Jupiter, R.A. West, M.G. Tomasko ICARUS 41, 278-292 1980