Planetenbeobachtung : Saturn beobachten und fotografieren

Autor(en): **Weigand, Mario / Geyer, Sabrina**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **69 (2011)**

Heft 362

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897185

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Planetenbeobachtung

Saturn beobachten und fotografieren

Von Mario Weigand und Sabrina Geyer

Von März bis Mai 2011 bietet sich wieder eine gute Gelegenheit, den Ringplaneten Saturn zu beobachten. Saturn steht dann als auffälliger, leicht gelblicher Lichtpunkt im Sternbild Jungfrau und ist deshalb mit blossem Auge leicht zu finden. Am 4. April wird Saturn in Opposition stehen – das bedeutet beste Sichtbarkeit. Der folgende Artikel ist ein Auszug aus dem Buch «Sonne, Mond und Planeten beobachten und fotografieren».

Abb. 1: Bereits in einem kleinen Teleskop ist der Blick auf den Ringplanet unvergesslich.

Ansätze des Ringsystems von Saturn in Form eines ovalen Erscheinungsbildes zeigen sich schon bei geringer Vergrösserung. Dafür genügt ein fest montierter Feldstecher oder ein kleines Teleskop. Ab einer Vergrösserung von 50-fach heben sich die Ringe bereits deutlich von der Planetenkugel ab und auch die Farbunterschiede zwischen dem Beige-Ton der Saturnatmosphäre und den eher gräulichen Ringen werden erkennbar. Mit einer Vergrösserung von etwa 100-fach lassen sich erste Bandstrukturen in der Atmosphäre erkennen, darunter besonders die beiden äquatorialen Bänder. Bei gutem Seeing ist im Saturnring die dunkle Cassini-Teilung sichtbar.

Durch das Ringsystem entsteht selbst bei monokularer Betrachtung ein plastischer Anblick, der Saturn zu einem der beliebtesten Beobachtungsziele macht. Vor allem gegenseitige Schattenwürfe der Planetenkugel und des Ringsystems verstärken diesen Effekt. Auch die bei allen Gasplaneten übliche Randverdunklung trägt zum räumlichen Erscheinungsbild bei. Abgesehen vom Mondterminator erwecken keine anderen Objekte einen solch starken 3D-Eindruck. Richtig zum Tragen kommt er ab 150-facher Vergrösserung und wenigstens 125 mm Öffnung.

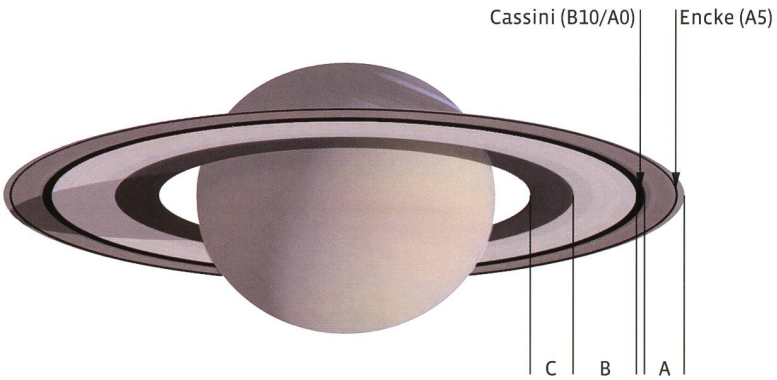


Abb. 2: Die Ringteilungen werden von innen nach aussen durchnummeriert, als Präfix wird der Buchstabe des Rings angegeben. Die Cassini-Teilung wird zum Beispiel als B10 bzw. A0 bezeichnet und die Encke-Teilung als A5.

Das Ringsystem

Die Ringe sind das auffälligste Merkmal von Saturn und prägen sein gesamtes Erscheinungsbild. Er ist zwar nicht der einzige Planet, der von Ringen umgeben wird, jedoch lassen sich die der übrigen Gasriesen nicht mit Amateurmitteln beobachten.

Das Ringsystem verläuft mit einem Abstand von 7000 km um den Äquator des Planeten und hat eine Dicke von nur etwa 400 Metern. Es besteht aus Eis- und Gesteinspartikeln unterschiedlicher Grösse, die Saturn auf eigenen Bahnen mit verschiedenen Geschwindigkeiten umkreisen. Die Partikel formen über 100'000 Einzelringe variierender Farbe, die in ihrer feinen Aufteilung erst durch die Pioneer- und Voyager-Sonden erkennbar wurden. Lücken verschiedener Grössen grenzen die einzelnen Ringe scharf gegeneinander ab. Diese Teilungen sind auf gravitative Resonanzeffekte untereinander, aber auch mit den zahlreichen Saturnmonden zurückzuführen. Das Ringsystem weist einen Aussendurchmesser von 960'000 km auf. Im infraroten Wellenlängenbereich konnte das Spitzer-Weltraumteleskop sogar noch in einem Abstand von 6 bis 12 Mio. km zu Saturn einen weiteren Ring ausmachen.

Klassifikation

Das feine Ringsystem wird in sichtbare Grobstrukturen eingeteilt, die von innen nach aussen als Ring D, C, B, A, F, G und E in der Reihenfolge ihrer Entdeckung benannt werden (siehe Abb. 2). In Amateurteleskopen können nur der A- und der B-Ring und mit grösseren Geräten auch der C-Ring wahrgenommen werden. Die übrigen Ringe sind für eine Beobachtung deutlich zu schwach, so dass sich der sichtbare Ringausschnitt auf eine Ausdehnung von 272'000 km beschränkt.

Bei der Beobachtung des Ringsystems fällt schon mit kleineren Teleskopen als erstes der Helligkeitsunterschied zwischen den Ringen A und B auf. Der B-Ring ist etwas heller als der A-Ring und

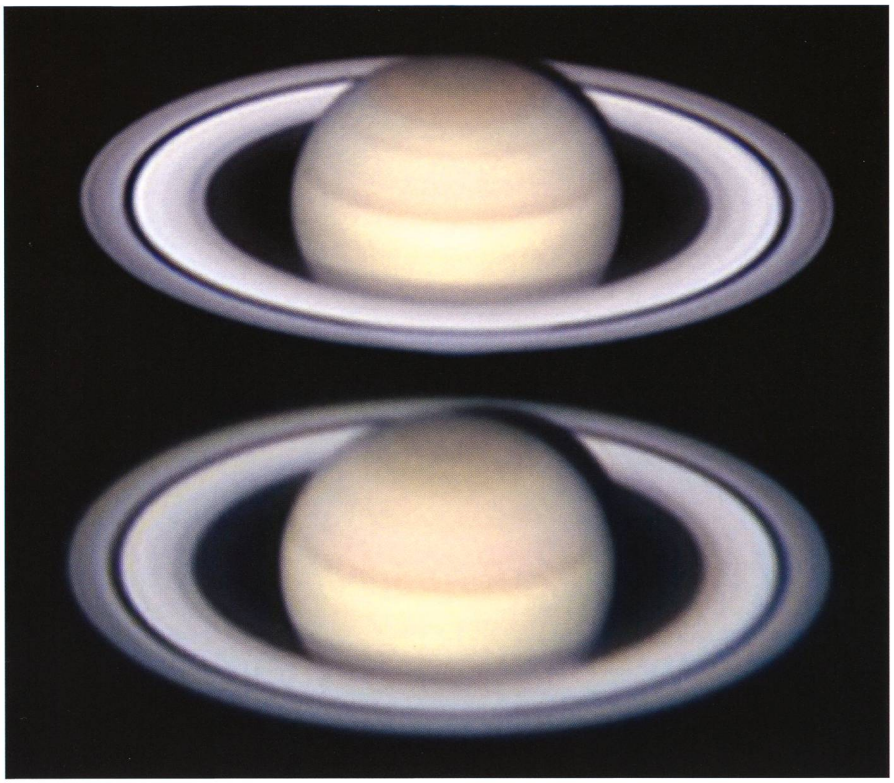


Abb. 3: Saturn in den Jahren 2004 (unten) und 2005 (oben). Es sind Unterschiede in der Farbe der Polregion erkennbar (225-mm-SCT).

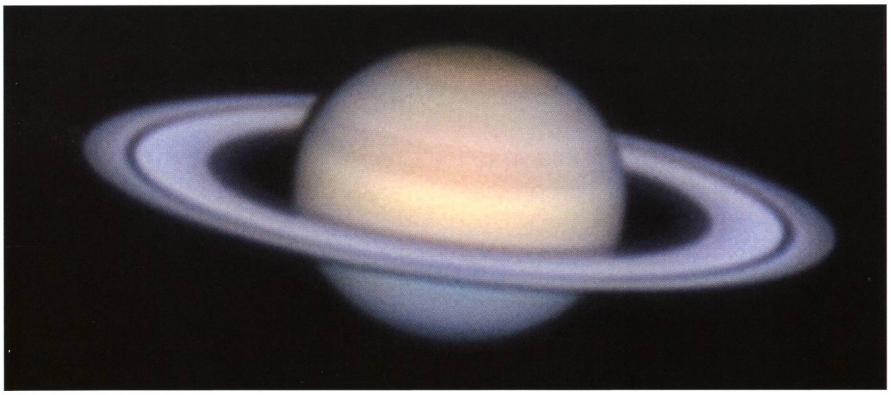


Abb. 4: Saturn mit bläulich gefärbter Nordhemisphäre am 26. Januar 2007, aufgenommen mit einem 280-mm-SCT.

weist zudem unterschiedlich getönte Bereiche auf, während der äußere A-Ring im Vergleich dazu eher homogen erscheint. Deutlich schwieriger zu erkennen ist der dunkle C-Ring, der auch Kreppring genannt wird. Er setzt am Innenrand des B-Rings an und endet auf halber Strecke zur Saturnatmosphäre. Dieser Ring ist äusserst dünn und halbtransparent, daher kann er am leichtesten noch als Verdunklung vor dem Planeten beobachtet werden (Abb. 2).

Cassini-Teilung

Der A- und der B-Ring werden voneinander durch die 4800 km breite Cassini-Teilung getrennt. Eigentlich ist diese Lücke mit nur 0,6" scheinbarem Durchmesser für das Auflösungsvermögen vieler Teleskope zu schmal, der harte Kontrast allerdings ermöglicht das Erkennen der lokalen Abdunklung. Je stärker die Ringebene zum Beobachter geneigt ist, desto einfacher lässt sich die Cassini-Teilung beobachten. Besonders deutlich wird die Unterbrechung in den Bereichen seitlich des Planeten, da sie dort perspektivisch breiter erscheint. Richtig aufgelöst sieht man die Cassini-Teilung erst mit einem ausreichend grossen Teleskop ab 200 mm Öffnung.

Encke-Teilung

Die wahrscheinlich grösste Herausforderung für Amateurbeobachter bildet die Encke-Teilung innerhalb des A-Rings. Sie ist nur 325 km breit, was bei der Entfernung von Saturn rund 0,35" entspricht. Damit liegt sie eigentlich eher im Auflösungsbereich grösserer Teleskope. Trotzdem ist die Encke-Teilung manchmal auf Bildern sichtbar, die mit kleineren Teleskopen gewonnen wurden. In solchen Fällen macht sie sich jedoch nur, wie zuvor beschrieben, als lokale Abdunklung des A-Rings bemerkbar und wird nicht aufgelöst abgebildet. Die besten Chancen auf eine Sichtung hat man bei maximaler Ringöffnung.

Speichen

Einzelheiten in den Ringen sind bei gutem Seeing schon mit Geräten ab 150 mm Öffnung zu erkennen. Dabei handelt es sich, neben den leichten Helligkeitsunterschieden entlang der Ringbahnen, um strahlenförmig nach außen laufende, hellere Strukturen, welche die Ringe unregelmässig durchziehen. Sie werden wegen ihres Aussehens als «Speichen» (engl. Spokes) bezeichnet und treten nur sehr selten auf. Sind derartige Strukturen innerhalb der Ringe sichtbar, kann sogar die Rotation einzelner Ringabschnitte beobachtet werden.

Im Zusammenhang mit den Ringen stehen drei Phänomene, die das Erscheinungsbild von Saturn wesentlich beeinflussen.

Schattenwurf

Einmal handelt es sich um Schattenwürfe: Vor und nach einer Opposition blicken wir leicht seitlich auf Saturn, so dass der Schatten, den die Planetenkugel auf den hinteren Teil der Ringe wirft, beobachtbar wird. Während der Opposition verdeckt der Planet den Schatten, so dass er uns zu diesem Zeitpunkt verborgen bleibt. Umgekehrt lassen sich ebenso Schatten der Ringe auf der Planetenkugel wahrnehmen. Am besten können sie zur Zeit der Quadratur beobachtet werden, wenn Saturn um 90° östlich oder westlich der Sonne steht (Abb. 3 und 4).

Kantenstellung

Das zweite Phänomen kommt durch die Neigung der Äquatorebene gegen die Bahnebene zustande. Durch sie ändert sich im Laufe eines Saturnjahres die Perspektive, mit der wir auf das Ringsystem blicken. Zweimal während einer siderischen Periode, also im Abstand von 14,75 Jahren, liegen die Ringe parallel zur Sichtlinie des Beobachters und wir blicken auf ihre dunkle Kante (Abb. 5). Zu einer solchen Stellung kam es zuletzt im Jahr 2009, die

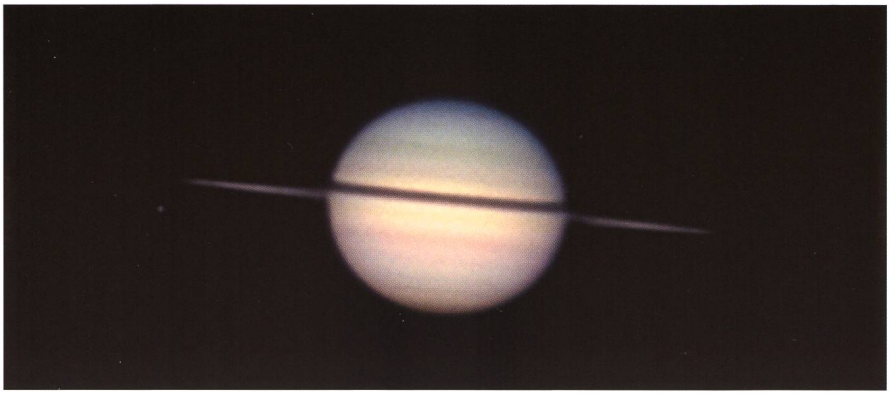


Abb. 5: Saturns Ringsystem in Kantenlage, aufgenommen am 31. Dezember 2008 mit einem 356-mm-SCT.

nächste wird 2024 stattfinden. In der Zeit dazwischen wendet uns Saturn seine nördliche Hemisphäre zu, die 2017 ihren maximalen Winkelstand erreicht.

Gesamthelligkeit

In Verbindung mit der sich stetig ändernden Neigung des Ringsystems steht der letzte der drei Effekte. Da die Ringe das Sonnenlicht deutlich stärker reflektieren als die Saturnatmosphäre, nimmt die scheinbare Helligkeit von Saturn mit steilerer Äquatorebene zu. Diese Abhängigkeit ist sogar so stark, dass sie gegenüber dem Helligkeitsunterschied zwischen Perihel- und Aphel-Opposition, hervorgerufen durch den variierenden Abstand zwischen Saturn und Erde, dominiert.

Die Saturnatmosphäre

Auch die Saturnatmosphäre setzt sich aus vielen verschiedenen bandartigen Wolkenzonen zusammen. Sie werden durch ostwärts gerichtete Winde mit Geschwindigkeiten von bis zu 1800 km/h um den Planeten getrieben und unterscheiden sich in Breite, Farbe und Helligkeit voneinander. Obwohl die Wolkenstrukturen denen von Jupiter sehr ähneln, gibt es auch entscheidende Unterschiede, die im Abschnitt «Detailbeobachtungen» diskutiert werden.

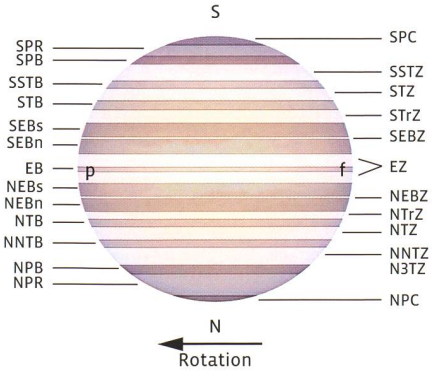


Abb. 6: Benennungssystem der Zonen und Bänder in der Saturn-Atmosphäre.

Nomenklatur

Aufgrund vieler Ähnlichkeiten findet das bei Jupiter vorgestellte Nomenklatursystem auch bei Saturn Anwendung. Die Bänder und Zonen werden vom Äquator ausgehend zu den Polen hin benannt (s. Abb. 6). Die Breitenangaben sind Mittelwerte und können in der Praxis etwas abweichen.

Detailbeobachtungen

Obwohl die Wolkenstrukturen von Saturn denen von Jupiter sehr zu ähneln scheinen, unterscheiden sie sich doch in zahlreichen Punkten voneinander. Zum einen liegt die Tönung der Saturnatmosphäre im gelb-bräunlichen Bereich, zum anderen sind die Bandstrukturen wesentlich feiner und der Farbunterschied zwischen ihnen kontrastarmer. Der geringere Kontrast liegt im Wesentlichen am Dunst in der Atmosphäre, der sich bei Saturn aufgrund der grösseren Entfernung zur Sonne und den daraus folgenden niedrigeren Temperaturen in den oberen Atmosphärenschichten halten kann. Zudem treten bei Saturn keine markanten Einzelheiten hervor, Details heben sich nur schwach von den Wolkenbändern ab.

Hauptbänder

Bei der Beobachtung der Atmosphäre stechen die beiden Hauptbänder SEB und NEB hervor, die deutlich dunkler als die äquatorialen und die temperierten Zonen sind. Abhängig vom aktuellen Blickwinkel auf die Planetenkugel wird häufig eines der beiden Bänder gerade vom Ringsystem verdeckt. Nur nahe der Kantenlage können beide Bänder gleichzeitig gesichtet werden. Meist werden die Hauptbänder durch eine schmale hellere Zone (NEBZ oder SEBZ) in zwei Hälften unterteilt. Über längere Zeiträume hinweg verändern sich ihre Helligkeiten und auch die Farben.

Polregionen

Auffällig sind ebenfalls die recht dunklen Polregionen, die oft die dunkelsten Strukturen in der Saturnatmosphäre darstellen. Auch sie variieren in Farbe und Helligkeit. Die Abbildung 3 zeigt Aufnahmen aus den Jahren 2004 und 2005, bei denen sich die Tönung der SPC (South Polar Cap) und der SPR (South Polar Region) von Grau zu einem wärmeren Braun entwickelt hat. Gut zu erkennen ist zudem die Helligkeitsabnahme im STB (South Temperate Belt).

Jahreszeitliche Veränderungen

In der Saturnatmosphäre lassen sich auch jahreszeitliche Phänomene beobachten. Sie entstehen durch die Achsenneigung des Planeten gegen seine Bahnebene, wodurch die Hemisphären unterschiedlich stark erwärmt werden. Dadurch bilden sich Stürme, die in der Regel nördlich des NEB bzw. südlich des SEB auftreten und als helle, fast weisse ovale Flecken sichtbar werden. In den Stürmen quillt wärmeres Gas in die hohen Atmosphäreschichten. Ähnlich wie bei einer Gewitterwolke auf der Erde bildet sich darüber eine vereiste Haube. Bei Saturn besteht diese allerdings nicht aus Wassereis, sondern aus Ammoniakkristallen. Beobachtungen seit dem 19. Jahrhundert haben ergeben, dass solche Wirbelstürme etwa alle 30 Jahre verstärkt auftreten, das heisst einmal in einem Saturnjahr. Ein weiteres Phänomen entsteht als Folge der saisonal unterschiedlichen Abschattung der Atmosphäre durch das Ringsystem. So kühlen die betroffenen Gebiete nach längerer Zeit ohne direkte Sonneneinstrahlung stark ab und es kommt zu Veränderungen in den Wolkenschichten. Beispielsweise konnte man Anfang 2007 eine deutliche blaue Färbung der Nordhemisphäre beobachten, vergleichbar mit Uranus und Neptun, nachdem diese für lange Zeit durch die Ringe verdunkelt war (Abb. 7).

Rotationssysteme

Wie bei allen Gasplaneten rotiert Saturn nicht als starrer Körper, sondern differenziell. Die Saturnatmosphäre wird daher ähnlich zu Jupiter in Berei-

Abb.7: Saturn mit Methanband-Filter (oben) und mit UV-Passfilter (unten).

che mit unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten eingeteilt. Am Äquator dauert ein Saturntag 10 Stunden und 14 Minuten (System I); in höheren Breiten bewegen sich die Gasmassen langsamer, so dass hier 10 Stunden und 38 Minuten zwischen zwei Zentralmeridianpassagen vergehen (System II). Mit der Magnetosphäre existiert auch bei Saturn noch ein drittes Rotationssystem. Es bewegt sich langsamer als System II und benötigt für einen Umlauf 10 Stunden und 47 Minuten. Für die Amateurastronomie ist es jedoch ohne Belang, da es nur im Radiobereich beobachtet werden kann.

Farbfilter

Nur vergleichsweise wenige Filter erweisen sich für den visuellen Einsatz bei der Saturnbeobachtung als hilfreich. Zur Kontraststeigerung ist die Verwendung eines Blaufilters sinnvoll, der die einzelnen Bänder und Zonen besser hervorhebt. Rot- und Grünfilter eignen sich, um Unterschiede zwischen A- und B-Ring deutlich zu machen. Der bei anderen Planeten oft wirksame Skyglow-Filter wirkt bei der Beobachtung von Saturn am Nachthimmel nicht gut. Er könnte höchstens für die Tagbeobachtung empfohlen werden, die aber bei den oberen Planeten weniger interessant ist.

Saturn fotografieren

Die Vorgehensweise bei der Saturnfotografie ähnelt der bei Jupiter. Auch hier wird zur Gewinnung von Farbaufnahmen entweder mit einer Farbkamera oder mit dem RGB-Verfahren und anderen Komposit-Methoden gearbeitet. Im Unterschied zu seinem inneren Nachbarn erreicht Saturn jedoch nur geringere scheinbare Helligkeiten, da seine Albedo etwas geringer und seine Entfernung zur Sonne deutlich grösser ist. Infolgedessen werden etwas längere Belichtungszeiten nötig. Für das RGB-Verfahren mit S/W-Chips ergeben sich bei einem Öffnungsverhältnis von f/20 und einer mittleren Verstärkung Belichtungszeiten zwischen 1/25 s und 1/15 s, je nach verwendetem Filter.

Genau wie bei Mars und Jupiter erweist es sich auch bei Saturn als sinnvoll, dessen Rotationsgeschwindigkeit zu kennen. Somit lassen sich die Längen von Videosequenzen anpassen, um Unschärfe durch die Rotation zu verhindern. Bei einer günstigen Perihel-Opposition mit rund 21" Durchmesser der Saturnscheibe bewegen sich Strukturen in deren Mitte mit ca. 0,1" pro Minute. Nach den in Jahrbüchern angegebenen Zeiten kommt es auf der Aufnahme zur Verdopplung einer ein Pixel grossen Struktur.

Methanband- und andere Spezialfilter

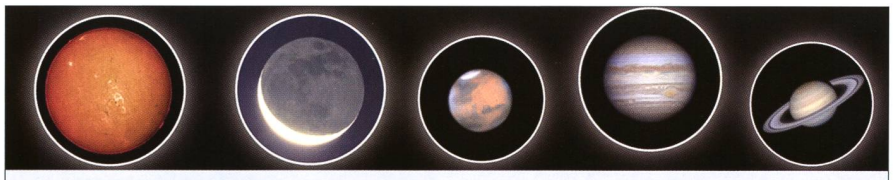
Der Einsatz von Filtern zur Fotografie im nahen IR und UV kann bei Saturn sehr interessant sein. Mit einem Methanband-Filter, dessen Wirkung bereits im Fotografie-Abschnitt bei Jupiter diskutiert wurde, lassen sich auch hier einige Zonen und Bänder stärker abdunkeln als andere. Bei Saturn tritt insbesondere die Äquatoriale Zone deutlich hervor (Abb. 7). Ebenso können helle Stürme mit einem solchen Filter beobachtet werden.

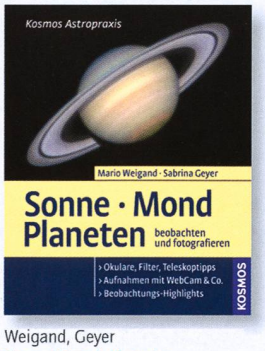
Auch das Experimentieren mit anderen Filtern wie beispielsweise einem UV-Passfilter ist lohnenswert. Er zeigt eine umgekehrte Wirkung wie der Methanband-Filter und gibt dessen helle Regionen als dunkle Bereiche wieder. Mit ihm können saisonale Effekte sichtbar gemacht werden. Bläulicher Dunst, der sich im Saturnwinter über der Nordhalbkugel bildet, erscheint als schwache Aufhellung am oberen Saturnrand in der Abb. 7 (unteres Bild) oder auch in der Abb. 4. Zudem lässt sich eine entsprechende Aufhellung sowohl am Morgen- als auch am Abendrand des Planeten erkennen.

Leider verlängern sich die benötigten Belichtungszeiten durch Verwendung solcher Filter erheblich. Zurückzuführen ist dies auf die geringere Lichtmenge und die schlechtere Empfindlichkeit gängiger Chips in diesen Wellenlängenbereichen. Unter Umständen bewegen sich die Belichtungszeiten hier im Sekundenbereich. Daher muss mit Einbussen in der Detailschärfe und Auflösung gerechnet werden.

Mario Weigand
Am Hirtenschild 23
D-63073 Offenbach

Sabrina Geyer
Am Hirtenschild 23
D-63073 Offenbach





Weigand, Geyer
Sonne, Mond, Planeten
144 S., 170 Abb., €/D 14,95
ISBN 978-3-440-12439-0
www.kosmos.de/astronomie

Beobachtungserfolg garantiert

Krater auf dem Mond, Saturn mit seinem Ring, Flecken und Fackeln auf der Sonne – die Objekte unseres Sonnensystems zeigen in jedem Teleskop abwechslungsreiche Phänomene. Dieser Praxisratgeber geht detailliert auf alle Aspekte der visuellen und fotografischen Beobachtungstechnik ein:

➜ Okulare, Filter, Teleskoptipps: Mit der richtigen Technik erhält man schärfere Bilder und entlockt den Objekten verborgene Einzelheiten

➜ Aufnahmen mit Webcam & Co.: Das Zusammenspiel von Kamera und Teleskop über Bildverarbeitung bis zur Anwendung von Spezialfiltern

➜ Beobachtungs-Highlights: Ausführliche Beschreibungen der Objekte mit ihren individuellen Merkmalen machen die Beobachtung zum Erlebnis

KOSMOS

Ein «Bisschen» Mondfinsternis

Bei uns in der Schweiz war von der Mondfinstrnis herzlich wenig zu sehen. Die aufziehenden Wolken liessen den finster werdenden Erdtrabanten nur noch durch Wolkenlücken hindurch erahnen. Besser hatten es die Beobachter im nördlichen Deutschland. Hier spielte einerseits das Wetter mit, andererseits war die Finsternis am Morgen des 21. Dezember 2010 auch etwas länger zu beobachten. Wir sehen hier den partiell verfinsterten Mond gegen 08:00 Uhr MEZ. Schwach ist die leichte rostbraune Tönung des Erdkernschattens erkennbar. Je mehr der Vollmond im Schattenkegel verschwand, desto heller wurde es. Die Mondfinsternis war total am besten in Amerika und Teilen des Pazifiks zu sehen. Die nächste totale Mondfinsternis bei uns ist am Abend des 15. Juni 2011. (Bild: Udo Freidank)

www.teleskop-express.de
Teleskop-Service – Kompetenz & TOP Preise

Der große Onlineshop für **Astronomie, Fotografie** und **Naturbeobachtung**
mit über **4000 Angeboten!**

(Preise sind EU-Export Preise ohne Mehrwertsteuer)

WS 240 GT
Sternwartenmontierung
aus europäischer Fertigung

Zuladung bis 70 kg
- RA/Dec teilbar
- Höhe: 600 mm
- Ø RA: 240 mm, 300 Zähne
- Ø RA Lager: 170 mm
- inkl. FS2 GoTo

Neben einer sehr hohen Steifigkeit wird vom Hersteller eine Nachführgenauigkeit von ± 5" garantiert.
Preis inkl. 2 Gegengewichte: 7554,- €

TSIMN8S
8" f/4: 419,- €

TSIMN8L
8" f/5: 377,- €

TSIMN10L
10" f/5: 503,-

TS Imaging Newton 8" / 10"
inkl. 2" Monorail-OAZ mit 1:10, 8x50 Sucher, Rohrschellen, vergrößerter Fangspiegel und Tubusdurchmesser

TLAPO 804
80/480 mm
Triplet APO

Hoch korrigierter fotovisueller Apo mit 2" Crayford Fokussierer inkl. 1:10 Kompakt mit einschiebb. Taukappe
545,- €

TS Newton-Komakorrektor
volle 2" Öffnung, optimiert für f/6 bis f/4
91,59 €

Neu: Skywatcher Gitterrohrdobsons mit voll motorisiertem GoTo-System

Schnell aufgebaut, justierstabil...

Weltneuheit! Skywatcher 8-14" SkyScan Dobson
- automatische Objektpositionierung - kein Suchen mehr
- kombiniert die Vorteile des Dobsons mit denen von Goto Teleskopen
Diese innovativen Systeme verfügen über die bewährte SkyScan-Steuerung und lassen sich auch für die Mond- und Planetenfotografie einsetzen. TS Sonderleistung: 2" Übersichtsokular im Preis enthalten!

8" f/6 manuell:	*292,- €*	*GoTo Version: 711,- €*
10" f/4,7 manuell:	*461,- €*	*GoTo Version: 906,- €*
12" f/4,9 manuell:	*797,- €*	*GoTo Version: 1320,- €*
14" f/4,5 manuell:	*1427,- €*	*GoTo Version: 1637,- €*

... und doch kompakt!

Telefon: +49 (0)89-1892870 • Fax: +49 (0)89-18928710 • info@teleskop-service.de
Teleskop-Service, Keferloher Marktstr. 19C, D-85640 Putzbrunn/Solalinden