

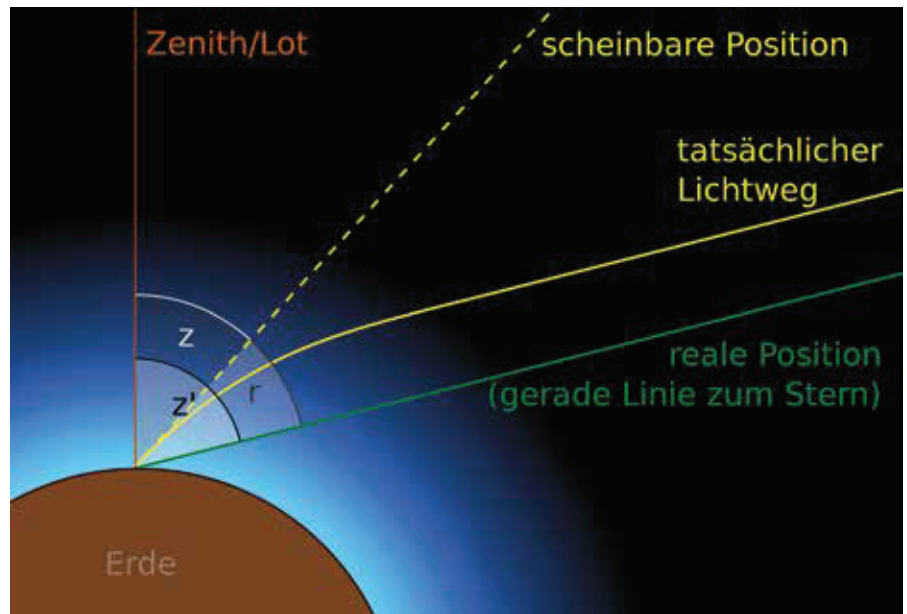
# Atmosphärische Dispersion

## Gute Planetenbilder trotz niedriger Horizonthöhe

von Kai-Oliver Detken

Planetenbeobachter auf der Nordhemisphäre waren in den letzten Jahren nicht zu beneiden, denn die meisten Objekte wanderten in niedriger Horizonthöhe über den Nachthimmel. Durch den tiefen Stand muss die atmosphärische Dispersion ausgeglichen werden, weshalb einige der besten Planetenfotos sogar in südlichere Gefilde (z. B. La Palma, Chile oder Namibia) ausgewichen sind. Für Daheimgebliebene gibt es allerdings die Möglichkeit, mittels eines Atmosphärischen Dispersionskorrektors (ADC) den Brechungseffekt des Lichts in Horizontnähe zu kompensieren. Über die Problematik der atmosphärischen Dispersion und den ADC-Einsatz möchte dieser Beitrag daher informieren.

Dazu muss man sich zunächst mit der grundsätzlichen Fragestellung beschäftigen. Wenn man ein Objekt dicht über dem Horizont beobachtet, kann es sein, dass das Objekt eigentlich schon untergegangen ist (s. Abb. 1). Dieser Effekt, den man als astronomische Refraktion bezeichnet, wird durch die Lichtbrechung in unserer Atmosphäre hervorgerufen. Zum Vergleich kann man einen Strohhalm in einem Wasserglas betrachten. Das Wasser ist dabei ein optisch dichteres Medium, so dass der Strohhalm im Wasser und in der Luft jeweils anders dargestellt wird – der Strohhalm wirkt gebrochen. Diesen Effekt können wir auch in unserer Atmosphäre beobachten, da das Licht in Horizontnähe durch mehrere Luftschichten hindurchmuss und dadurch mehrfach gebrochen wird. Diese Ablenkung des Lichts führt dabei zu einer ähnlichen Farbausplattung wie bei einem Prisma; es findet eine unterschiedlich starke Brechung des Lichts je nach Wellenlänge statt, was als atmosphärische Dispersion bezeichnet wird (s. Abb. 2). Dadurch kommt es zu unschönen Effekten an den Planetenrändern: Die beobachteten Objekte bekommen einen unterschiedli-



1 Brechung des Lichts eines Sterns durch zunehmende Dichte der Erdatmosphäre in etwas übertriebener Darstellung (Quelle: Wikipedia, Public Domain)

chen Farbbrand, der in der Bildverarbeitung schwer zu retuschieren ist. Zudem wirken Planetenaufnahmen zusätzlich kontrastärmer sowie unschärfer.

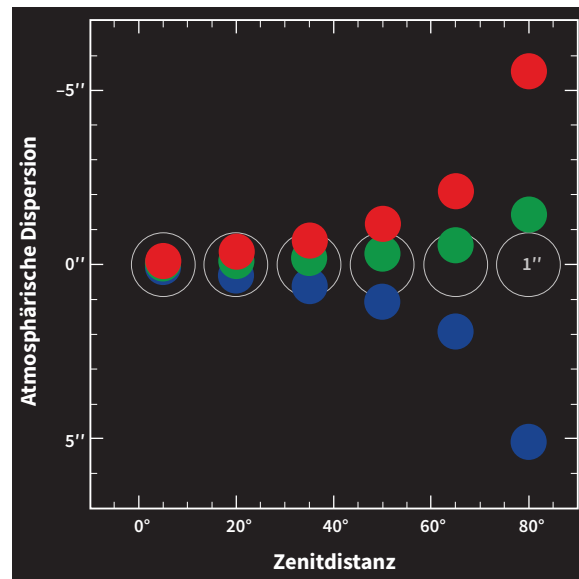
Die atmosphärische Dispersion wurde von Sir George Biddell Airy (1801-1892) bereits im Jahr 1869 beobachtet. Airy war Mathematiker und Astronom, der bedeutende Beiträge zur Himmelsmechanik, Astronomie und Optik leistete. In Cambridge forschte er u. a. an der Lichtbrechung von Linsengläsern und entdeckte den Astigmatismus des Auges (Hornhautverkrümmung). Das so genannte Airy-Scheibchen (Beugungsscheibchen) wird heute noch zur Beurteilung der Qualität von Teleskopen genutzt. Er und sein Assistent schlugen damals bereits verschiedene Maßnahmen gegen die atmosphärische Dispersion vor. Giovanni Battista Amici (1786-1863) war hingegen ein italienischer Astronom, Optiker und Physiker. Er stellte optische Instrumente (Mikroskope und Teleskope) in

herausragender Qualität her. Amici begann seine Karriere als Instrumentenbauer mit der Verbesserung von katoptrischen Mikroskopen. Diese Instrumente vergrößern mit Hilfe von Spiegeln und nicht von Glaslinsen. Zu Amicis Zeiten hatten achromatische Mikroskop-Objektive drei farbfehlerkorrigierende Linsenpaare. Amici ersetzte das erste durch eine einzelne, halbkugelförmige Linse. Eine einzelne Linse mit kurzer Brennweite erzeugt allerdings einen Farbfehler. Diesen korrigierte er innerhalb der beiden anderen Linsenpaare. Das ermöglichte einen größeren Öffnungswinkel und eine bessere numerische Apertur (Effektivität der Lichtfokussierung). Zur Kompensation der atmosphärischen Dispersion werden daher in heutigen Teleskopen Geadsichtsprismen nach Amici eingesetzt.

Durch gegenseitiges Verdrehen zweier Prismen um 90 Grad kann nämlich eine gegenteilige Dispersion hervorgerufen werden, was durch einen „Atmospheric Dispersion

Corrector“ (ADC) ermöglicht wird. Man produziert dadurch einen negativen Farbfehler, der die Atmosphärenwirkung kompensiert. Die Anordnung muss allerdings entgegengesetzt zur atmosphärischen Dispersion ausgerichtet werden, da sonst der Negativeffekt noch verstärkt wird. Ändert sich die Höhe des Objekts, muss ebenfalls nachgeregelt werden, da sich der Effekt unter 20 Grad Höhe stärker bemerkbar macht. Zusätzlich wird das Auflösungsvermögen eines Teleskops durch die atmosphärische Dispersion begrenzt, was man ebenfalls vermeiden möchte. Die Kompensation hat sowohl Auswirkungen auf die visuelle Beobachtung als auch auf die Astrofotografie. Die Vorteile eines ADC lassen sich daher wie folgt zusammenfassen: Korrigieren der atmosphärischen Dispersion, Reduzierung von Farbsäumen und Steigerung der Schärfe sowie des Kontrasts. Professionelle Großteleskope nutzen dazu einen variabel einstellbaren Korrektor im Strahlengang, der sowohl die Auswirkungen der atmosphärischen Dispersion in Abhängigkeit von der Höhe korrigiert als auch das Auflösungsvermögen des Teleskops bei Aufnahmen im gesamten zugänglichen Spektralbereich erhält.

Für Amateurastronomen sind ADC-Korrektoren von unterschiedlichen Herstellern erhältlich. Mit als erster auf dem Markt war ZWO [1], bei dessen ADC mit Hilfe von zwei Hebeln die inneren Prismen so lange verdreht werden, bis die Farbsäume stark reduziert oder komplett verschwunden sind. Der ADC sitzt direkt im Okularauszug vor der Planetenkamera. Als Alternative kann der ADC Mk III von der Firma Pierro Astro [2] genannt werden. Er hat den Vorteil, dass er nur einen Hebel besitzt, um beide Prismen zu bewegen, was die Handhabung wesentlich erleichtert. Auch besitzt dieser ADC einen 120-Grad-Drehbereich, wodurch er sich ohne Lösen der Verkle-



2 Atmosphärische Dispersion bei unterschiedlichen Neigungswinkeln eines Teleskops (Vds-Grafik nach einer Vorlage der ESO, [www.eso.org](http://www.eso.org))

mung in der Lage verändern lässt. Denn für die richtige Wirkung muss der Korrektor richtig zum Horizont orientiert sein. Das ist üblicherweise dann der Fall, wenn der Griff des Kompensators parallel zur Horizontlinie im Okularauszug liegt. Zur Justage-Hilfe kann das Programm FireCapture [3] von Torsten Edelmann genannt werden. Es bietet bei Einsatz einer Farbkamera eine ADC-Tuning-Funktion an, die Auskunft über die Lage der Prismen gibt. Erst wenn die verschiedenen Kreise (weiß, blau und rot) exakt übereinanderliegen, ist die Justage perfekt (s. Abb. 3). Leider kann man dies nicht mit einer Monochromkamera bewerkstelligen. Hier müsste dann nachträglich die Kamera am Teleskop gewechselt werden.

Gerade Jupiter, Saturn und Mars machten es den Planetenfotografen in den letzten fünf Jahren nicht einfach, sie aufzunehmen. Die Oberflächenstrukturen ließen sich nur herausarbeiten, wenn man einen ADC einsetzte oder in südlichere Gefilde auswich. Bei niedriger Objekthöhe verliert der Planet zudem stark an Kontrast und die Luftunruhe wird stärker. Längere Aufnahmen zu erstellen war aber auch keine Lösung, da sich beispielsweise Jupiter enorm schnell dreht. Bei einer Monochromkamera wird das Aufnahmezeitfenster dabei noch kleiner, da man die Farbkanäle getrennt aufnimmt. Daher bleibt nur, die Aufnahme

pro Farbe auf ca. 30 Sekunden zu begrenzen oder später längere Aufnahmen mit Hilfe des Programms WinJUPOS [4] von Grischa Hahn zu derotieren. Die Abbildung 3 zeigt eine Jupiter-Aufnahme mit seinem Mond Kallisto von 2017 mit ADC-Tuning mittels FireCapture. In den darauffolgenden Jahren verschlechterte sich die Objekthöhe von Jupiter weiter, so dass ohne ADC im Grunde keine guten Aufnahmen mehr möglich waren.

Dabei ist das ADC-Handling nicht so einfach, denn in vielen Fällen lassen sich zum einen die Kreise bei FireCapture nicht immer übereinander bringen, ohne das ADC loszuschrauben und zu drehen. Zum anderen bewirkt die Drehung der Prismen auch ein Herauswandern des Planeten aus dem Bildausschnitt (Region Of Interest, ROI). Das heißt, man kann die Einstellung eines ADC nicht bei höchster Vergrößerung vornehmen, sondern zuerst nur bei minimaler Vergrößerung bzw. maximaler Kameraauflösung. Setzt man zudem noch auf eine Monochromkamera, muss nach der Justierung die Farbkamera abgenommen und ersetzt werden. Da sich durch die parallaktische Nachführung der Montierung der Winkel zum Objekt kontinuierlich verändert, ist die Justage nur eine gewisse Zeit gültig, bevor man sie verändern muss. Daher ist man am Teleskop stark gefordert und permanent im Einsatz.

Als abschließendes Fazit kann man festhalten, dass der ADC-Einsatz bei einer Farbkamera unerlässlich ist, aber auch bei Monochromkameras sinnvoll sein kann. Trotz getrennter Aufnahmen der Farbkanäle kann ein ADC damit Folgendes bewirken: Erhöhung der Bildschärfe und Verringerung des Lichtbrechungseffekts. Eine Fokussierung am Okular oder an einer Kamera mit ADC ist dabei nicht so leicht, da das einzustellende Objekt durch die Prismen-Anordnung immer wieder aus dem Blickfeld verschwindet. Man muss den Einsatz daher üben, bis er zu einer Routine wird.

*Internethinweise (Stand 08.04.2023):*

- [1] Herstellerseite von ZWO: <https://astronomy-imaging-camera.com>
- [2] Herstellerseite von Pierro Astro: [www.pierro-astro.com](http://www.pierro-astro.com)
- [3] Programm-Webseite von FireCapture: [www.firecapture.de](http://www.firecapture.de)
- [4] Programm-Webseite von WinJUPOS: [www.grischa-hahn.homepage.t-online.de/winjupos\\_download.htm](http://www.grischa-hahn.homepage.t-online.de/winjupos_download.htm)
- [5] Homepage von Kai-Oliver Detken: [www.detken.net](http://www.detken.net)



3 Aufnahme von Jupiter und dessen Mond Kallisto mit Celestron C11 SC XLT (280 mm / 2.800 mm); Belichtungen: 55,92 ms (R), 27,44 ms (G), 63,38 ms (B), L-RGB-Filtersatz: Typ II C von Astronomik. Grasberg am 23. April 2017 (Bild: Kai-Oliver Detken).

## Jupiter multispektral Einsatz von Filtern in der Planetenfotografie

von Wolfgang Bischof

### Wozu Filter verwenden?

Planetenbeobachter und Planetenfotografen verwenden aus unterschiedlichen Gründen sehr gern Farbfilter. Die vordergründige Absicht dabei ist, dass man mit bestimmten Filtern manche Einzelheiten mit höherem Kontrast auf den Planeten erkennen und damit strukturreichere und interessantere Bilder gewinnen kann. Andererseits lassen sich auch Schwächen der Optik durch Filtereinsatz unterdrücken.

Vor allem Linsensystemen haben die beste Korrektur meist im roten bis nahinfraroten Wellenlängenbereich, in dem man deshalb meist die schärfsten Bilder erhält. Leider nimmt das Auflösungsvermögen und damit die Abbildungsschärfe des Teleskops in

Richtung langer Wellenlängen ab, so dass es irgendwo ein Optimum der Schärfe geben muss, das von den Eigenschaften des Teleskops abhängt. Vor allem für die Benutzer kleinerer Optiken ist es sehr wichtig, ein Gerät zu haben, das bereits im blauen bis grünen Spektralbereich gut korrigiert ist. So kann man das höhere Auflösungsvermögen im kurzwelligen Bereich besser nutzen. Bei Spiegelteleskopen stellt sich der Sachverhalt etwas anders dar. Hier kommt es darauf an, nicht nur im langwelligen Bereich eine knapp beugungsbegrenzte Auflösung zu haben, sondern man braucht im roten Licht einen überdurchschnittlichen Strehlwert, womit auch im blauen Wellenlängenbereich noch beugungsbegrenzt gearbeitet werden kann.

Auch die Luftunruhe (das „Seeing“) spielt eine wichtige Rolle. Meist erscheint die Atmosphäre im roten Licht ruhiger als im blauen Licht. Noch besser wird es, wenn man gar in den nahen Infrarotbereich geht. Hier werden so genannte IR-Passfilter speziell für die Planetenbeobachtung im Handel angeboten. Diese Filter sind allerdings zur langwelligen Seite hin nicht begrenzt. Das könnte zu Problemen führen, wenn das Teleskopsystem im IR unzureichend korrigiert ist. In jedem Fall wird das langwellige Ende des gesamten Transmissionsbereichs durch die Quantenausbeute der verwendeten Kamera begrenzt. Ergebnisse, die mit verschiedenen Kameras gewonnen wurden, können deshalb unterschiedlich ausfallen und nur eingeschränkt vergleichbar sein.