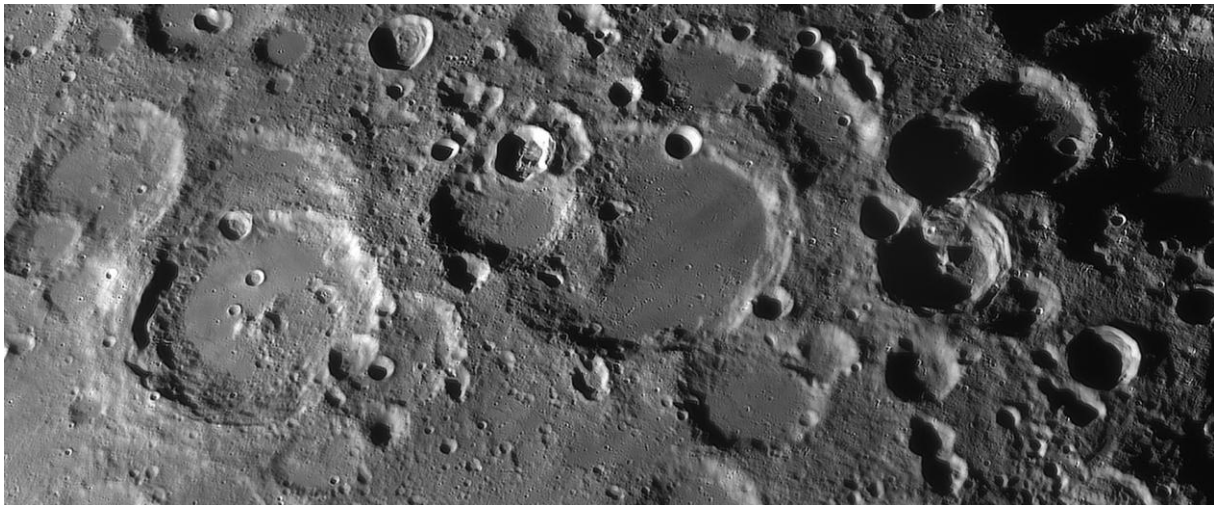


Tipps + Tricks zur hoch auflösenden Mond- und Planetenphotografie mit einem Videomodul - ein kurzer "Workflow" für SC Teleskope mit Baader Zubehör

Bilder sagen oft mehr als tausend Worte ...



... immer wieder werde ich gefragt, wie mir meine hoch aufgelösten Mond- und Planetenaufnahmen gelingen. Deshalb im folgenden eine kurze Beschreibung des Equipments und folgend ein paar Tipps + Tricks zum "Workflow" für die Aufnahmen und Bildbearbeitung.



Was brauchen Sie ?

- ✓ ein [Schmidt Cassegrain Teleskop](#) (SC) mit großer Öffnung, hier ein älteres C14 (Baujahr 2001)
- ✓ ein Videomodul, hier eine [Celestron SkyRis 445 Mono](#)
- ✓ eine Barlowlinse, hier die Baader [Q-Turret Barlow](#)
- ✓ Filter, hier ein Baader [UV/IR Cut](#), meist jedoch ein Baader [IR Passfilter](#) und
- ✓ mechanische Komponenten, hier ein älterer Baader [Crayford Okularauszug](#) und Adapter.

Kurze Bemerkungen zum Teleskop und seinem Standort

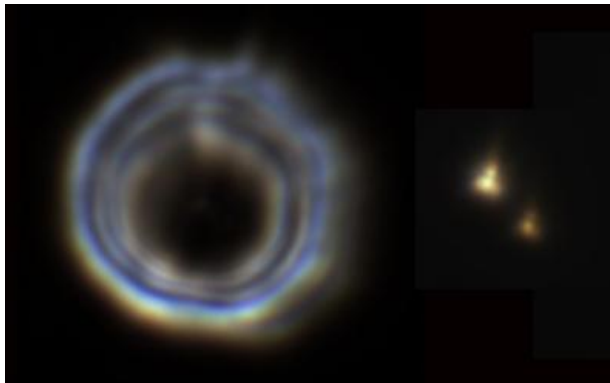
Im Mai 2013 wurde von mir in Namibia ein älteres Celestron C14 (Baujahr 2001) reaktiviert und auf der Gäste Lodge Onjala in der Nähe des internationalen Flughafens (nahe Windhoek) wieder aufgebaut.

Prädestiniert ist die große Öffnung und die lange Brennweite des C 14 für die Mond- und Planetenphotografie und so wurden im Jahr 2014 erste Testbilder vom Mond aufgenommen, deren Qualität hervorragend gelangen.

Die Aufnahmeoptik ...

sollte eine gute bis sehr gute Abbildungsqualität haben. Ich setze das C14 hauptsächlich in seiner Primärbrennweite bei 3.900mm ein. Sind die Seeingbedingungen hervorragend - was an meinem Standort relativ selten ist - wird die Brennweite mit dem Baader Q - Turret Barlowlinsenelement auf ca. 6 Meter verlängert. Zur Seeingberuhigung wird oft das [Baader IR Passfilter](#) eingesetzt. Zu den letzten beiden Punkten später mehr.

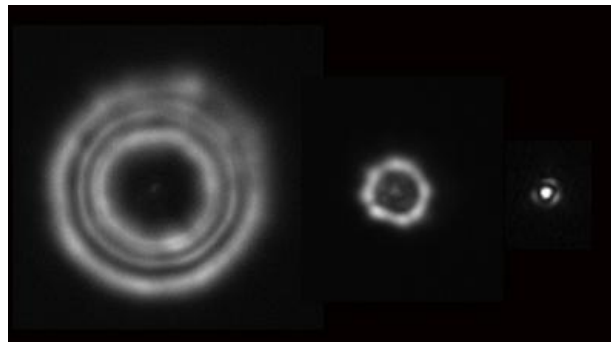
Das **A und O** für die Aufnahmeoptik ist ein perfekt kollimierter Fangspiegel (FS). Kleinste Verkippungen des FS gegen den Hauptspiegel (Hs) resultieren sofort in unscharfer Abbildung in den Bildfeldecken, trotz des kleinen Gesichtsfeldes (bei mir ca. 5.4 x 4 Bogenminuten), selbst wenn die Bildmitte noch einigermaßen scharf abgebildet wird.



< Das Bild links zeigt ein dekolliertes SC System, der Fangspiegelschatten liegt deutlich asymmetrisch zum Hauptspiegel. Rechts daneben die resultierende Abbildung des Doppelstern alpha Centauri.

Bei einem fest aufgestellten Instrument genügt es die Kollimation des FS von Zeit zu Zeit zu überprüfen, bei Geräten die häufig transportiert und auf- und abgebaut werden, sollte vor JEDER Aufnahmesession die Kollimation überprüft werden.

> Das Bild rechts zeigt das SC System nach einer Kollimation. Von links nach rechts: der Stern Altair extrafokal unscharf, kurz vor dem Fokus und rechts final fokussiert.



Mit einiger Erfahrung sieht man sofort, ist das Seeing einigermaßen gut und stabil ist, ob die Kollimation stimmt. Als ich die ersten male ein SC Teleskop justieren musste, habe ich kleines public domain Programm namens "Astroraster" eingesetzt. Den Link zum download finden Sie im Anhang dieser kleinen Schrift.



Der zweite wichtige Punkt ist der, dass SC Teleskope ein so genanntes "Spiegelshifting" aufweisen. Das bedeutet, dass der Hauptspiegel, wird das Bild über die normale Spindelfokussierung scharf gestellt, auf seiner Führung leicht hin- und her kippt.

Deswegen setzte ich zusätzlich einen älteren, manuellen [Baader Crayford Okularauszug](#) mit einer 1:10 Untersetzung ein, der hinten auf das 3.3" Außengewinde der Tubusabschlussplatte angeschraubt wird. Vorfokussiert wird über die normale Spindelfokussierung, final fokussiert wird dann über den Crayford.

Das geringfügige Kippen des Hauptspiegels (Spiegelshifting) über die Spindelfokussierung kann eine saubere Kollimation des Fangspiegels sofort negativ beeinflussen. Deshalb folgender persönlicher Tipp: immer wenn Sie den Hauptspiegel über die Spindelfokussierung verschieben, wählen Sie die Drehrichtung ENTGEGEN des Uhrzeigersinns. In dieser Drehrichtung "klemmen" Sie den Hauptspiegel in einer definierten Kippung praktisch fest.

- **Also sowohl bei der Kollimation als auch später bei der Vorfokussierung IMMER die Drehrichtung GEGEN den Uhrzeigersinn wählen.**

Und ein letzter Tipp zum Aufnahmeteleskop. Achten Sie darauf, dass die SC-Platte sauber und staubfrei ist. Schmutz erzeugt Streulicht, welches schnell die Aufnahmequalität mindert. Besonders wichtig ist eine saubere Optik bei der Aufnahme von Planeten, z.B. von

Jupiter, deren feine, relativ kontrastlosen Wolkenstrukturen ansonsten im Streulicht verwischen.

Bei mir ist es leider oft so, dass aufgrund besonderer Umstände die SC Platte häufig völlig verschmutzt ist, wenn ich wieder zurück nach Namibia komme. Ich verwende dann zur Reinigung der SC-Platte ausschließlich Optical Wonder von Baader Planetarium.

Das Videomodul

Begonnen habe ich mit verschiedenen Videomodulen der Firma "The Imaging Source" (TIS), einer deutschen Firma mit Sitz in Bremen. Diese Videokameras waren zwar teuer, aber technisch ausgereift und mit der stabil laufenden Steuersoftware IC Capture einfach einsetzbar. Nach einem regelrechten Boom der TIS Kameras, die eigentlich für industrielle Anwendungen konstruiert waren, entwickelte TIS mehrere Videomodule für die Firma Celestron die speziell für Amateurastronomie konzipiert waren. Zur Steuerung der Aufnahme-funktionen der Module wurde die Software ICap entwickelt.



Ich setze für monochrome Mond- und Planeten Videosequenzen zur Zeit die [Celestron SkyRis 445 M](#) mit einer Pixelgröße von 3.75 Mikron ein. Die Steuersoftware ICap ist fast intuitiv zu bedienen und läuft ausgesprochen stabil.

Im primären Fokus des C14 bei 3.900 mm Brennweite ergibt sich im roten Wellenlängenbereich bei der Pixelgröße von 3.75 Mikron ein theoretisches Auflösungsvermögen bei mittlerer Mondentfernung von

ca. 400 Metern, die ich bei guten Seeingbedingungen auch erreiche (siehe dazu auch einige Weblinks im Anhang).

Baader Q-Turret Barlowlinse

Lassen es die Seeingbedingungen zu, setze ich zur Brennweitenverlängerung eine Baader [Q-Turret Barlowlinse](#) ein. Warum gerade die Baader Q-Turret ?



- sie bietet für ihren geringen Preis (€ 49.- Stand 2018) eine brillante, hervorragende Abbildung,
- sie ist teilbar, das eigentliche Barlowelement lässt sich von der Steckhülse trennen und so direkt in die 1¼" Steckhülse mit dem C-Mount Gewinde für die SkyRis Kamera einschrauben. Vorteil ist der, dass ich je nach Wahl der Steckhülse einen variablen Verlängerungsfaktor zwischen 1.5 bis 1.8fach einstellen kann.

Das Bild oben zeigt die geteilte Q-Turret Barlow. Links das optische Element, unten die abgeschraubte Hülse und oben die das SkyRis Modul mit einer [kurzen Baader 1¼" Steckhülse \(# 295 8515\)](#). Hier wird die Optik der Q-Turret direkt eingeschraubt und der Faktor der [brennweitenverlängerung](#) beträgt dann ca. 1.5-fach.

Die normalerweise üblichen Brennweitenverlängerungen von 2 bis 3-fach sind für das C14 und meine Seeingbedingungen einfach zu viel. Sobald möglich arbeite ich mit der Q-

Turret bei einem Faktor von ca. 1.5fach und habe somit eine Sekundärbrennweite von um die 6 Meter.

Filter

Das Zeitfenster an meinem Beobachtungsstandort mit guten Seeingbedingungen ist meist kurz (max. 45 Minuten) und beginnt oft noch VOR Sonnenuntergang, also bei noch hellem Himmelshintergrund. Ein unabdingbares Hilfsmittel bei vielen meiner Aufnahmen ist deshalb das Baader IR Passfilter. Zum einen verbessert es die Seeingbedingungen während der Phasen von gutem Seeing noch einmal deutlich. Zum anderen dunkelt es in der Dämmerung den Himmelshintergrund weit genug ab. Das Filter öffnet bei ca. 680 Nanometer, das reduziert zwar die Bildauflösung, die ja von der Wellenlänge abhängig ist, die Seeingberuhigung bringt aber mehr Vorteile als die höhere Bildauflösung.



Das Filter gestattet sogar - ist der Himmel sehr transparent und die Optik sauber - Mondaufnahmen bei hohem Sonnenstand. Dies kann hilfreich sein, will man zum Beispiel spezielle Beleuchtungssituationen bestimmter Mondstrukturen aufzunehmen (z.B. Schattenwürfe von Kraterwällen oder Zentralbergen).

< Das Bild links zeigt das Baader 2" IR Passfilter, welches in den 2"- 1¼" Adapter eingeschraubt wird und die SkyRis mit dem Barlowelement in der kurzen Steckhülse.

Test von mir haben deutlich gezeigt, dass eine weitere Verschiebung der Aufnahmewellenlänge in den infraroten Spektralbereich mit anderen Filtern keine Verbesserung der Seeingbedingungen bringt. Merkbar ist dagegen eine deutliche Verlängerung der Belichtungszeit für die Aufnahme der Einzelbilder. Siehe dazu auch den Weblink im Anhang.

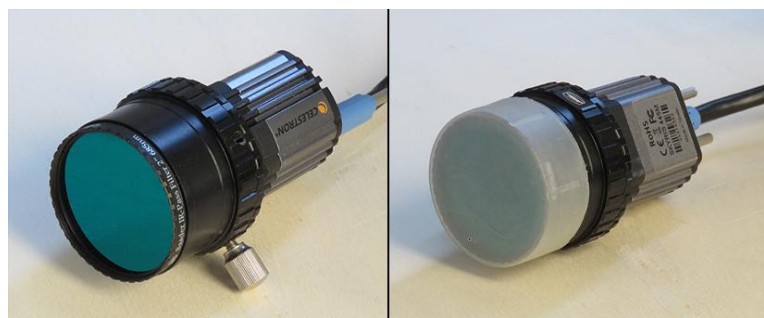
In den seltenen Fällen, wo ich "single shot" Farbaufnahmen mit einem Farbvideomodul von Planeten aufnehme, ist bei mir immer ein Baader UV/IR Sperrfilter im Strahlengang.

Mechanische Komponenten

> Das Bild rechts zeigt die komplette Aufnahmeeinheit mit dem IR Passfilter und rechts mit einem entsprechendem Staubschutzdeckel.

Wie oben schon erwähnt setze ich zur Fokussierung einen älteren Baader Crayford Auszug

ein. Die 2" Aufnahme der Fokussiereinheit wird über einen Adapter von 2" auf 1¼" reduziert. Teleskopseitig ist wahlweise das 2" UV/IR Sperrfilter oder das 2" IR Passfilter eingeschraubt. Das Videomodul wird dann über eine 1¼" Steckhülse mit C-Mount Gewinde realisiert. Ich achte darauf, das IMMER ein Filter im Adapter eingeschraubt bleibt. Das schützt den Aufnahmechip vor Staub, der - liegt er erst mal auf dem Chip - nur sehr schwer zu entfernen ist. Deshalb lasse ich Kamera, Adapter und Filter immer als Einheit zusammen gesetzt.



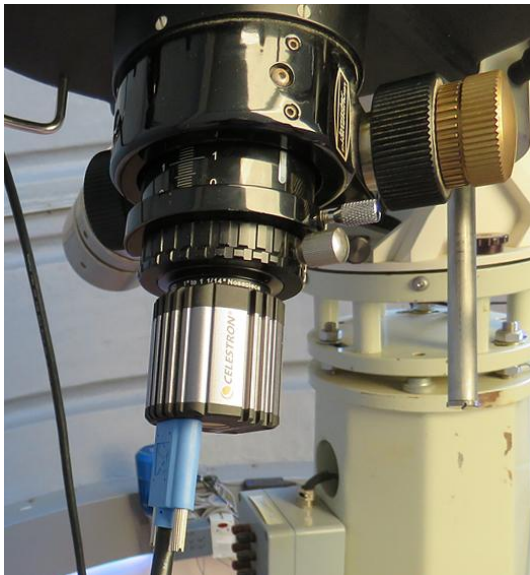
Damit ist die Beschreibung der Aufnahmekomponenten abgeschlossen. Im folgenden beschreibe ich den Workflow für die Aufnahme der Rohavifiles.

Aufnahmevorbereitungen

JEDER Beobachtungsstandort hat sein eigenes Seeingfenster, welches Sie kennen sollten. Es macht wenig Sinn Rohavifiles bei schlechtem Seeing aufzunehmen. Die heute frei verfügbaren Softwarepakete zum Stacken der Rohbilder (AviStack, RegiStax und AutoStackard) arbeiten zwar genial, aber zaubern können sie auch nicht.

Wenn möglich lassen Sie ihr Aufnahmeteleskop ca. 1 Stunde vor Beginn der Aufnahmen austemperieren. Mein Teleskop steht in einer Kuppel, die ich ca. 30 Minuten vor Beginn der Aufnahmen öffne. Die Sonne steht dann noch weit über dem Horizont und das Teleskop ist noch nicht austemperiert, wenn ich die Avi Aufnahmen starte. Deshalb muss ich am Anfang häufig nachfokussieren.

Ich setze die Kamera an den Crayford Auszug und richte sie dann in Rektaszension (RA) und Deklination (DE) zum Mondterminator aus. So verschiebt sich der Mondausschnitt nach oben/unten beim Verstellen der Deklination und Rechts/links bei einer Verschiebung in Rektaszension. Das spart viel Zeit bei der Einstellung von Mondformationen, wenn das Seeingfenster nur kurz ist. Bewegt sich das Mondbild irgendwie diagonal beim Verschieben in RA oder DE, kostet es viel Zeit, den gewünschten Bildausschnitt einzustellen.



Die Fokussierung ...

ist einer der wichtigsten Punkte für die Aufnahme von Rohavifiles. Bei sehr guten, stabilen Seeingbedingungen ist die Fokussierung problemlos. Hier wird im Livebild einfach auf die kleinsten sichtbaren Strukturen scharf gestellt. Anders sieht es aus, wenn die Seeingbedingungen alles andere als stabil sind.

< Das Bild links zeigt die einzelnen Komponenten für die Aufnahme der Avifiles am Crayford Okularauszug.

Seeing besteht generell aus zwei Komponenten:

- image motion - das Bild bleibt scharf zeigt aber starke Ortsverschiebungen,
- blurring - das Bild ist ortsstabil aber die Bildschärfe wechselt ständig.

Beide Komponenten überlagern sich normalerweise auch, es sei denn man verfügt über einen außerordentlich günstigen Beobachtungsstandort. Im folgenden einige Tipps zur Bildfokussierung für normale Seeingbedingungen von mir.

- ✓ Erhöhen Sie die Bildhelligkeit des Livebildes der Steuersoftware über die Belichtungszeit oder die elektronische Verstärkung (Gain) stärker als Sie später die Einzelbilder belichten. Ein helles Bild lässt sich sicherer fokussieren. Bei Planetenaufnahmen achten Sie bei der Belichtungszeit darauf, dass sie nicht kleiner als 1/30 Sekunden wird. Ruckelnde Livebilder lassen keine gute Fokussierung zu.
- ✓ Die Vorfokussierung erfolgt GEGEN dem Uhrzeigersinn der Spindelfokussierung. Die Kollimation des Sekundärspiegel bleibt erhalten!

- ✓ Verwenden Sie für die finale Fokussierung eine manuelle Fokussiereinheit. Es ist WICHTIG, über den best möglichen Fokus schnell zwischen extra- und intrafokal hin und her zu wechseln zu können. Motorfokussierungen sind bei normalen Seeingbedingungen viel zu langsam.
- ✓ Image Motion reduziert sich deutlich in der Nähe der besten Fokusposition.
- ✓ Ist das Teleskop nicht perfekt austemperiert, fokussieren Sie JEDES Rohavifile neu.

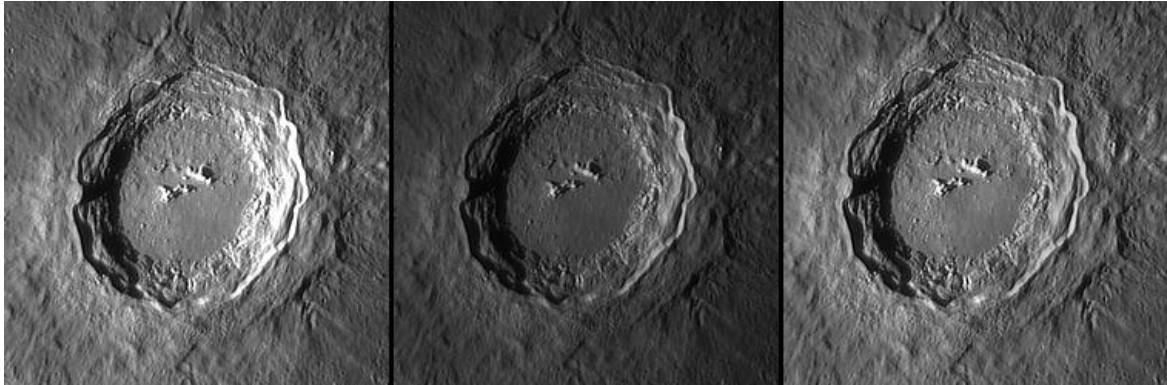
Letztlich muss aber jeder für sich und seine Instrumentenkombination einen eigenen Weg finden.

Die Steuersoftware zur Aufnahme der Rohavifiles

Hier kann ich nur Tipps zu ICap für die Aufnahmesteuerung der SkyRis Videomodule geben.

- ✓ Kontrollieren Sie unbedingt - BEVOR Sie das erste Avi aufnehmen - die Grundeinstellungen ihrer Steuersoftware, speziell die Einstellung des Video Codecs. Nichts ist ärgerlicher, als wenn Sie eine Reihe guter avifiles aufgenommen haben und die Stacking Software kann die Filme nicht verarbeiten,
- ✓ die Helligkeitsänderungen - speziell bei Mondaufnahmen - sind über die Belichtungszeiten oft zu grob strukturiert, deshalb regle ich die finale Bildhelligkeit meist über die elektronische Verstärkung (Gain). Dies lässt eine wesentlich feinfühligere Einstellung der Bildhelligkeit zu,
- ✓ meine Grundeinstellung liegt hier bei Sonne, Mond und Planeten bei +10db, Verstärkungen über 13db versuche ich zu vermeiden, denn das Bildrauschen der Einzelbilder wird dann schon sehr stark und es muss ein dementsprechend höherer prozentueller Anteil von Einzelbildern gestackt werden,
- ✓ ich nehme - je nach Seeingbedingungen - beim Mond zwischen 1.200 und 1.800 Einzelbilder auf, von denen ich zwischen 10- und 12% zum Rohsummenbild stacke (im Mittel ca. 150 Rohbilder). Bei Planetenaufnahmen nehme ich maximal 3.000 Einzelbilder auf, von denen ich generell 10% zum Rohsummenbild addiere. Das ergibt in der Regel sehr rauschfreie Rohsummenbilder die über Waveletfilter extrem gut zu schärfen sind,
- ✓ setzen Sie die "framerate" (frs, frames per second) so, dass Sie möglichst viele Einzelbilder pro Sekunde aufnehmen können, wie es die USB Geschwindigkeit und die Schnelligkeit der Festplatte ihres Laptops zulässt. Achten Sie jedoch darauf, dass framerate und Belichtungszeiten der Einzelbilder zusammen passen. Es bringt z.B. bei Aufnahmen vom Jupiter nicht, eine framerate von 60 Bildern pro Sekunde zu setzen, wenn die Belichtungszeit bei 1/30 Sekunde liegt. Im Gegenteil, es könnte passieren, dass die Stackingsoftware die avifiles nicht lesen kann,
- ✓ achten Sie speziell bei Aufnahmen von Jupiter und Saturn darauf, dass die Aufnahmezeit des Avifiles nicht zu lange dauert, denn beide Planeten rotieren sehr schnell. Als Anhaltswert für das C14 im Primärfokus sollte die Aufnahmezeit eines einzelnen Avifiles nicht länger als ca. 2 Minuten dauern, andernfalls rotieren kleine Strukturen um einen größeren Winkelbetrag als die theoretische Auflösung des Teleskops und dass erzeugt so Bildunschärfen.

Speziell "junge" Mondkrater, wie z.B. Kopernikus und Tycho zeigen in Terminatornähe extrem helle Kraterwände, die bei einer Belichtungssteuerung auf die Umgebung nach dem Stacken und Schärfen völlig ausgebrannt und somit unschön erscheinen (siehe Abbildung unten). In solchen Fällen nehme ich zwei Avifiles auf, einmal belichtet auf den Kraterwall und eines belichtet auf die Umgebung. Beide geschärften Rohsummenbilder werden dann in der endgültigen Bildbearbeitung in Ebenen übereinander gelegt (Belichtung für den Kraterwall nach unten, Umgebung darüber) und dann wird im einfachsten Fall mit dem "Radiergummi" im Photoshop der überbelichtete Kraterwall bearbeitet.



Das Bild oben zeigt den Krater Kopernikus: links belichtet auf die Umgebung, mitte belichtet auf den Kraterwall und rechts das zusammengesetzte, final bearbeitete nach obiger Beschreibung.

... und noch ein letzter Hinweis:

- ein gutes Rohsummenbild ist ausschlaggebend für die anschließende Bildschärfung, egal welche Filterfunktionen eingesetzt werden (bei mir ausschließlich die Waveletfilterung), und für den folgenden Aufwand in der finalen Bildbearbeitung.

Dipl.-Ing Wolfgang Paech im Januar 2018

Anhang: Weiterführende Informationen

Zwei komplette online Mondatlanten, deren Bilder ALLE nach obiger Beschreibung aufgenommen wurden, finden Sie unter dieser URL:

<http://www.chamaeleon-observatory-onjala.de/mondAtlas-2/index.htm>

Eine ausführlichere Beschreibung von Bildaufnahme und Bildverarbeitung dieser Mondbilder finden Sie unter dieser URL:

<http://www.chamaeleon-observatory-onjala.de/mondAtlas-2/bildverarbeitung/bildverarbeitung.htm>

Beispielbilder vom Mond, aufgenommen mit C14 und Baader Q-Turret Barlowelement

http://www.chamaeleon-observatory-onjala.de/de/chamaeleon-observatory/moon-images/mond_web_2017/mond_start_2017.htm

Bemerkungen zur theoretischen- und in der Praxis erreichbaren Bildauflösung eines Celestron 14 unter dieser URL:

<http://www.chamaeleon-observatory-onjala.de/mondAtlas/bildaufloesung/bildaufloesung.htm>

Das Baader IR Passfilter im praktischen Einsatz

<http://www.baader-planetarium.com/de/blog/baader-ir-passfilter-im-praktischen-einsatz/>

IR Passfilter im Vergleich

<http://www.baader-planetarium.com/de/blog/ir-pass-filtervergleich-planetenfotografie/>

Mondfotografie bei Tageslicht und hohem Sonnenstand

<http://www.baader-planetarium.com/de/blog/mondbilder-am-tage/>

Zur Reinigung eines SC Teleskops

<http://www.baader-planetarium.com/de/blog/baader-optical-wonder-ein-optisches-wunder/>

Zu Barlowlinsen

<http://www.baader-planetarium.com/de/blog/zu-den-brennweiten-verlaengernden-faktoren-von-barlowlinsen/>

Tutorial zur Video Planetenfotografie

<https://www.celestron-deutschland.de/brands.php?BrandID=108>

Tutorial zur Videofotografie des Mondes und der ISS

<https://www.celestron-deutschland.de/brands.php?BrandID=108>

Software zur Kollimation von SC Teleskopen

Anmerkung dazu: Die Software ist programmiert von Bernd Marquard und erzeugt ein transparentes Bildfenster, welcher im Vordergrund z.B. über dem Livebild eines Videomoduls liegt. Die Software ist seit dem Jahr 2007 nicht modifiziert worden und läuft auch unter Windows 7 (Windows 10 habe ich nicht getestet). Ist das Programm installiert und gestartet, öffnet sich bei Druck der <F1> Taste ein Hilfsfenster. Unter vielen anderen Funktionen gibt es auch eine Routine zur Kollimation eines SC Systems.

<http://www.gosky.de/Software1.htm>