

Saturn vom 10. April 2009

Ausrüstung

Zum Einsatz kam der Intes MK67 6-Zoll Maksutov-Cassegrain auf meiner H-EQ5 Montierung und die Philips ToUCam 740K. Die Brennweite des Mak habe ich mit der VIP-Modular Barlowlinse von Baader verlängert. Nominell hat diese einen Verlängerungsfaktor von zweifach. Die aufgenommenen AVI-Files wurden noch in der gleichen Nacht mit Giotto 2.12 gestackt und teilweise bearbeitet. Zur Schlussbearbeitung habe ich Gimp in der Version 2.6.3 verwendet. Die einzelnen Bearbeitungsschritte sind weiter unten erklärt. Dass zur Mond- und Planetenfotografie mit der Webcam und ihren Verwandten ein Rechner, idealerweise ein Laptop, in unmittelbarer Nähe des Teleskops gehört, sei nicht verschwiegen.

Bei dieser Gelegenheit habe ich die Effektivbrennweite meines Setups von Teleskop, Barlow und Webcam experimentell bestimmt. Ein für diesen Bericht außer Konkurrenz laufendes Video habe ich mit den nominellen 1.800 mm Brennweite des Teleskops aufgenommen. Durch Vergleich des Summenbildes mit den Summenbildern, die ich mit der Barlowlinse erhielt, kam ich auf einen Verlängerungsfaktor von etwa 2,2-fach bis etwa 2,25-fach. Das ergibt eine effektive Brennweite von etwa 4.000 mm \pm 40 mm. Das kommt dem an anderer Stelle¹ empfohlenen Öffnungsverhältnis von 1 : 27 für die ToUCam sehr nahe. Kleiner durfte das Öffnungsverhältnis nicht werden, denn am Saturn musste das Gain, also die Empfindlichkeit der ToUCam, bereits so hoch eingestellt werden, dass das Bildrauschen erheblich wurde.

Begleitumstände

Am Abend des 10. April 2009 hatte ich gegen 19:00 Uhr mein Equipment auf den Balkon verbracht und ließ es bis etwa 21:00 Uhr auskühlen. Da ich den Polarstern von meinem Balkon aus nicht sehe und ich mir das Einscheinern ersparte und die Montierung frei Auge ausrichtete, musste ich während den Aufnahmen von Zeit zu Zeit mit der Feinbewegung den Planeten immer wieder in die Bildmitte zurückholen.

Das Seeing war für meine Balkonverhältnisse als durchaus gut zu bezeichnen. So etwas habe ich nur an wenigen Abenden im Jahr. Da ich befürchten musste, dass das genau in Südrichtung stehende Haus und dessen Dach noch Einiges an Wärme abstrahlen würde, habe ich kurz vor Saturns Kulmination die Aufnahmen beendet.

Insgesamt habe ich sechs AVI-Files aufgenommen, wobei ich den fünften und sechsten Film nach einer Kurzbearbeitung ohne Subpixelgenauigkeit als am besten beurteilt habe. Der Unterschied zwischen diesen beiden Filmen ist marginal, wenn er überhaupt vorhanden ist. Ich entschied deshalb, mich bei der weiteren Bearbeitung auf genau diesen sechsten Film zu beschränken.

Die Aufnahme

Damit beginnt alles, auch die folgenden Schwierigkeiten. Ich kann es durchaus nachvollziehen, wenn jemand nach der Lektüre dieses Aufsatzes für sich entscheidet, nein, das ist nichts für mich. Hierzu gehört eben die Einstellung, dass der Weg das Ziel ist, bei dieser Art, die Hobbyastronomie zu betreiben. Und natürlich eine entsprechende Frustrationstoleranz, da in der Regel mehrere Anläufe notwendig sind, um ein qualitativ befriedigendes Ergebnis bei der Aufnahme zu erreichen. Eine gewisse Technikaffinität ist durchaus hilfreich, auch bei der Eingrenzung von Fehlerursachen. Und Fehler können zur Genüge vorkommen. Aber wir gehen jetzt frisch ans Werk, lassen uns nicht abhalten und versuchen, Giotto sinnvolle Werte für eine ordentliche Aufnahme des Saturn zu übergeben.

Wenn Giotto² korrekt auf dem Rechner installiert ist, sollte die ToUCam, zumindest unter Windows XP, ohne weitere Treiberinstallation erkannt werden. Vorausgesetzt wird auch eine aktuelle DirectX-Version. Für XP ist das derzeit die 9.0c. Wer seine Windows Updates regelmäßig macht, hat es in der Regel auf seinem Rechner. Überprüfen kann man das unter Windows XP mit **->Start ->Ausführen** und dem Eintrag **dxdiag** im aufgehenden Fensterchen mit der Eingabezeile.

1 *Erstellung hochauflösender Mond/Planetenaufnahmen von Peter Wellmann*
<http://www.gym-vaterstetten.de/faecher/astro/Fotografie/MondfotografieTutorial.htm>

2 Download und Installationshinweise für Giotto
<http://www.videoastronomy.org/giotto.htm>

Sind nun alle Voraussetzungen gegeben, die Kamera an den Rechner angeschlossen und Giotto gestartet, können wir mit den Einstellungen beginnen. Wir wählen im Menü **->Bildaufnahme ->Aufnahme von AVIs** und gelangen in ein Unterfenster, das uns neben einigen Einstellmöglichkeiten das aktuelle Livebild der Webcam zeigt, falls sie das einzige installierte Videogerät unter Windows ist. Ansonsten müssen wir sie als **->Videoquelle** auswählen. Die ToUCam zeigt uns mit einer roten Leuchtdiode an, dass sie ihren Dienst aufgenommen hat. Wie solch ein Livebild mit den weiter unten gewählten Einstellungen aussehen kann, ist als Anlage als kurzer Flashfilm in der Onlineversion des Artikels beigefügt. Wer Youtube schauen kann, muss nichts Neues auf seinem Rechner installieren.

Im erwähnten Unterfenster treffen wir nun unsere Einstellungen. Zunächst stellen wir den, sich hoffentlich auf dem Chip befindlichen Saturn, einigermaßen scharf. Das erleichtert die weiteren Bildeinstellungen nicht unerheblich. Wir wählen das Videoformat, 1420 ist hier eine gute Wahl, und stellen die Bildrate auf 5 Bilder pro Sekunde. Die Ausgabegröße stellen wir auf 640 x 480 ein. Bevor wir **->OK** drücken, **->übernehmen** wir die Einstellungen.

Es folgen die **->Bildeinstellungen** und hier als Erstes der Reiter **->Bildregler**. Der Haken bei **->Regler vollautomatisch** muss zunächst raus, sollte er gesetzt sein. Wir kontrollieren, ob die Bildrate noch auf die gewünschten 5 Bilder pro Sekunde steht und lassen alle anderen Regler dieses Dialogs in Ruhe. Im zweiten Reiter **->Kameraregler** wählen wir die Verschlussgeschwindigkeit und den Gain (Gewinn), was nichts anderes ist, als die „Filmempfindlichkeit“ der ToUCam. Falls das Bild zu dunkel ist, stellen wir den Gain hoch und umgekehrt. Den Weissabgleich können wir durch Setzen des Hakens und ein paar Sekunden Warten automatisch ausführen. Nachdem sich das Livebild nicht mehr ändert, nehmen wir den Haken wieder raus. Im Reiter **->Audioregler** kontrollieren wir, ob das Mikrofon der Webcam aus ist. Das ist der Fall, wenn der Lautstärkeassistent ausgegraut ist.

Wir schließen den Dialog für die Bildeinstellung und sind zurück im Aufnahme Fenster. Wir legen per Schieberegler oder per Tastatureingabe die Anzahl der Bilder für unseren Film fest und klicken auf den Radiobutton **->AVI-Datei**. Einzelne BMPs kann man, wenn man unbedingt will, auch später aus dem Film extrahieren. Was jetzt folgt, müsste ich eigentlich für jeden Giotto-User fett schreiben. Wir legen den Namen und den Speicherort für die **->AVI-Datei** fest! Das muss vor jeder Aufnahme gemacht werden! Wenn man das vergisst, überschreibt man die eventuell vorhergehende Datei, was mir selber einige Male passiert ist.

Alle technischen Vorbereitungen sind nun erledigt und wir kontrollieren endgültig die Scharfstellung anhand des Livebildes. Man sollte sich hier durchaus Zeit nehmen. Trotz der verrauschten Darstellung auf dem Monitor sollte die Beurteilung des Bildes möglich sein. Eventuell lohnt es sich auch, ein wenig mit dem Gain zu spielen, bevor wir endgültig auf den Button **->Aufnahme** drücken. Die Statusmeldung im Aufnahme Fenster zeigt die Anzahl der bereits aufgenommen Bilder sowie die dafür benötigte Zeit an. Wenn im Status **Fertig** erscheint, dann ist Giotto bereit für eine neue Aufnahme. Bitte nicht vergessen, einen neuen Dateinamen für die nächste Aufnahme zu erstellen.



Unser Lohn ist eine AVI-Datei, die unseren aufgenommen Film enthält. Die oben stehende Abbildung zeigt ein beliebiges Einzelbild in durchschnittlicher Qualität, das ich aus den insgesamt 2.050 Bildern meiner Filmsequenz entnommen habe. Unschwer sind erhebliches Bildrauschen in den relevanten Bildteilen sowie im Hintergrund und die für die ToUCam wohl typischen vertikalen Streifenmuster zu erkennen. Je höher der Gain eingestellt ist, um so auffälliger sind diese Bildfehler.

Das Einzelbild lässt zumindest hoffen, dass sich eventuell die Cassinteilung im Ansatz aus dem Bild heraus arbeiten lässt. Die Wolkenbänder sollen kontrastreicher werden. Allerdings können Einzelheiten, wie Stürme in der Saturnatmosphäre nicht heraus gearbeitet werden. Einerseits, weil die Auflösung des Teleskops etwas zu gering ist. Andererseits ist die Aufnahmedauer bei 5 Bildern pro Sekunde und 2.050 Bildern mit sieben Minuten insgesamt zu lange. Durch die schnelle Rotation des Saturn verschmieren weitere Details bereits mit dem weiter wandern in der Äquatorebene des Saturn. Im Gegensatz zu Jupiter zeigt Saturn im kleinen Teleskop meist keine weiteren Details als die typischen Wolkenbänder und ich konnte dadurch ohne Schaden länger belichten.

Die Bearbeitung

Aus dem mit der Aufnahme erhaltene AVI-File wurden die 10% besten Frames für das endgültige Bild verwendet. Das Seeing ließ eine Gewichtung zwischen Schärfe und Verzerrung von 50 : 50 zu. Während des Stackens habe ich mit doppelter Genauigkeit, sprich mit halben Pixeln gearbeitet. Auf meinem Laptop mit einem Pentium 4 M Prozessor, der mit 2 GHz Taktfrequenz läuft, dauerte das Prüfen der Einzelbilder und das Aufsummieren durch die Software etwa 22 Minuten.

Das fertige summierte Bild, bestehend aus einer Mittelung der besten 205 Einzelframes, ist in der neben stehenden Abbildung zu sehen. Durch das Stacken mit der Genauigkeit von Halbpixeln ist das Bild des Saturn auf das Doppelte dessen aufgeblasen, als es der tatsächlichen Brennweite des Teleskops entspricht. Zumindest, wenn man, wie oben beschrieben, das Runterskalieren am Ende des Stackens unterlässt. Die notwendige hohe Gain-einstellung sorgt für einen nicht ganz schwarzen, aber gleichmäßigen Bildhintergrund, der ausschließlich das gemittelte Bildrauschen enthält.



Im ersten Bild fällt an der Unterseite der Saturnringe und der Planetenkugel der blaue Saum auf. Dieser wird vermutlich durch die irdische Atmosphäre eingeführt und wird im nächsten Bearbeitungsschritt entfernt. Giotto bietet die Möglichkeit, den Blaukanal des Bildes in seiner Lage und Größe zu verändern.

Die dritte Abbildung zeigt das Bild, nachdem der Blaukanal um drei Pixel nach oben und um ein Pixel nach links verschoben wurde. Der untere und rechte Rand des Saturn sowie die Ränder der Ringe wirken nun ein wenig schärfer.



Mit ein Zeichen dafür, dass der Blausaum nicht von der Optik kommt, ist die Tatsache, dass eine Änderung der Größe nicht notwendig war und ich mit einer reinen Verschiebung des Blaukanals auskam. Hätte die Optik den Fehler eingeführt, hätte der Blaukanal eine andere Brennweite als die übrigen Farben gehabt und ich hätte ihn eventuell um ein Pixel kleiner machen müssen.

Ein sehr kritischer Punkt in der Bildbearbeitung bei der Planetenfotografie ist die Schärfung. Hier wird gerne ein wenig übertrieben und die Ergebnisse entsprechen dann in keiner Weise dem visuellen Eindruck, der unser Maßstab sein sollte. Mit übertriebener Schärfung führen wir unter Umständen wieder Bildrauschen ein, das wir durch die Mittelung von ausreichend vielen Bildern im ersten Bearbeitungsschritt entfernt hatten.

Auch zum Schärfen bietet Giotto für die meisten Fälle ein hinreichendes Werkzeugset. An dieser Stelle möchte ich gleich zugeben, dass ich zwar hier mit Fachbegriffen um mich werfe, diese aber in der Theorie nicht unbedingt nachvollziehen kann. Der Hintergrund ist nur mit einem erklecklichen Anteil Mathematik einigermaßen exakt zu verstehen. Aber soweit geht die Liebe nicht und ich verlasse mich ein wenig auf mein Gefühl.

Zur Anwendung kam in meinem Fall eine Mexican Hat Filterung, als Filterform habe ich Gauss mit einem Rechteckanteil von numerisch 9 gewählt. Die Filtercharakteristik habe ich auf Butterworth mit einem Rauschfilter nach Gauss im Wert von 15 eingestellt.



Im Kasten mit der Filterwirkung kann man noch mit der Filtergröße und der Filterwirkung spielen. Die Schieberegler bewegen sich leider recht zäh, zumindest wenn man die Vorschau aktiviert hat, und so hat es etwas gedauert, bis ich bei einer Größe von 27 und der Filterwirkung von 140% hängen geblieben bin. Das Ergebnis ist in der Abbildung unmittelbar oberhalb dieses Absatzes zu sehen. Das Bild enthält wieder ein wenig mehr Rauschen und es haben sich bei genauem Hinsehen ein paar Schärfungsartefakte gebildet.

Mit dem letzten Schritt habe ich, nach Speichern des letzten Zwischenergebnisses, Giotto endgültig verlassen und wende für die weitere Bearbeitung Gimp³ an. Einmal, weil die folgenden beiden Schritte in Gimp wesentlich logischer nachvollzogen werden können, andererseits habe ich mich im Lauf der Jahre an Gimp gewöhnt. Mehr als eine 8-Bit Verarbeitung benötigen wir auch nicht, da die ToUCam auch nicht mehr liefern kann.

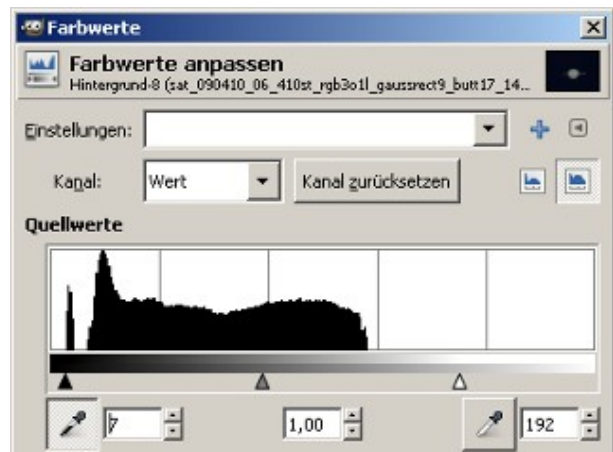
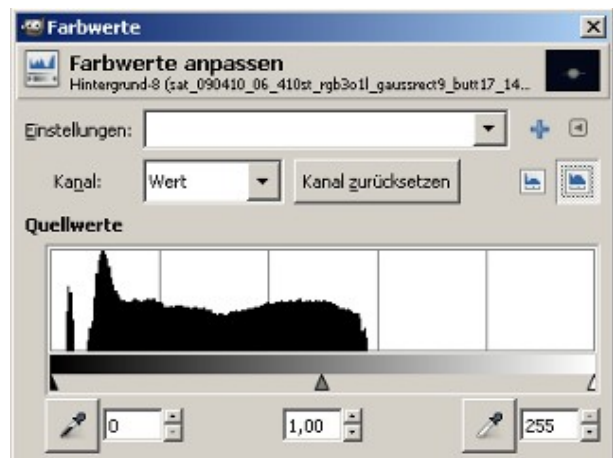
Wir öffnen also das Bild mit dem Zwischenergebnis nach der Schärfung in Gimp. So richtig vom Hocker will uns dieser Saturn noch nicht hauen, dazu ist das Bild so aus dem Bauch heraus gesagt ein wenig zu flau. Außerdem erscheint der Planet zu dunkel zu sein, dafür ist der Bildhintergrund zu hell. Allen diesen Missständen rücken wir mit Hilfe eines einzigen Werkzeugs zu Leibe.

Im Fenster mit unserem Bild wählen wir aus dem Menü am oberen Rand **->Farben ->Werte** und erhalten eine Histogrammdarstellung unseres Bildinhaltes. Das ist nichts Anderes als eine statistische Verteilung aller in unserem Bild vorkommenden Helligkeitswerte innerhalb der durch das Bild vorgegebenen Bittiefe. Wir erinnern uns, aus der ToUCam kommen nur 8 Bit je Farbkanal, das heißt, wir haben 2^8 also 256 Helligkeitsstufen in unserem Bild.

Wir sollten noch darauf achten, dass wir die logarithmische Darstellung wählen. Das erreichen wir mit Aktivierung des Buttons ganz rechts in der Zeile mit den beiden Histogrammsymbolen. Theoretisch können wir unsere Operationen getrennt für jeden Farbkanal vornehmen und damit dem Bild eine neue Farbcharakteristik verleihen. Das habe ich aber bei meinem Saturnbild unterlassen, da ich es nicht für nötig befand. Wir belassen es also bei den im Bild gezeigten Werten, insbesondere, da der Monitor meines Laptops eindeutig eine zu kalte Farbe zeigt und entsprechende Korrekturen auf anderen Bildschirmen leicht in einem Gelbstich ausarten könnten.

Unterhalb des Histogrammes befinden sich drei dreieckige Pfeile, die mit der Maus angefasst und verschoben werden können. Das linke Dreieck befindet sich am Schwarzpunkt, also bei 0 in unserem 8-Bit Bild. Das rechte Dreieck bezeichnet mit dem Wert 255 den Weißpunkt. Durch Verschieben des Schwarzpunktes nach rechts bis an den Beginn des ersten Zackens setzen wir schwarz auf 7. Der Hintergrund wird somit dunkler.

Ähnlich verfahren wir mit dem Weißpunkt, nur das wir diesen nicht ganz an den Rand des Histogrammes schieben. Selbst die hellsten Partien der Saturnkugel sind nicht rein weiß, sondern enthalten noch Farbinformationen oder im Idealfall sogar Details. Es genügt also, den Weißpunkt auf etwa den Wert von 192 zu setzen. Das Bild wird insgesamt auf der Planetenkugel heller und zeigt den Saturn in der kühlen Farbcharakteristik ähnlich einen APO-Refraktor. Die Saturnringe wurden kaum aufgehellt. Sie sind in dieser fast Kantenstellung auch in der Realität ziemlich dunkel. Die Sonneneinstrahlung auf die Ringe ist relativ flach und bietet somit keinen Vergleich mit den weit geöffneten und von der Sonne stark beschienenen Saturnringen aus den Jahren 2001 bis 2003.



3 Die aktuelle Version von Gimp gibts zum Download: <http://www.gimp.org>

Wir schränken also den Bereich von 256 Graustufen mit dieser Anpassung auf 192 minus 7 und somit auf 185 Graustufen erst einmal ein. Alles unter 7 wird schwarz und erhält den Wert 0. Alles über 192 wird weiß und erhält den Wert 255. Der Rest des Bildes wird zwischen diesen beiden Werten einsortiert. Mathematisch spricht man von einer Interpolation. Der Informationsgehalt des Bildes ändert sich dadurch nicht.

Am Ende der Bearbeitung bleibt uns nur noch, das zu große Bild auf das der tatsächlichen Brennweite des Fernrohrs entsprechende Normalmaß zu skalieren. Wir erinnern uns, das lag an der doppelten Genauigkeit beim Stacken, In Gimp verwenden wir **->Bild ->Bild skalieren**, stellen im angebotenen Dialog die Einheit von Pixel auf Prozent und skalieren das Bild auf die Hälfte, also 50 % seiner Ausgangsgröße. Wir erhalten das Bild unten rechts, welches nun unser Endergebnis darstellt.



Die beiden Abbildungen oben vergleichen direkt nebeneinander das schon zu Beginn gezeigte beliebige Einzelbild aus der Filmdatei im Vergleich zu unserem Ergebnis nach der Bildbearbeitung. Die Cassiniteilung in den Saturnringen tritt deutlicher und ohne unnatürliche Verbreiterung hervor. Die parallel zum Saturnäquator verlaufenden Wolkenbänder sind in ihrem Verlauf entlang des Saturnäquators gut zu verfolgen. Durch das Stacken von mehr als 200 Bildern wurde das Bildrauschen in unmerkliche Bereiche gesenkt und der im Histogramm neu gesetzte Schwarzpunkt ergibt einen angenehm dunklen Hintergrund.

Fazit

Ich denke, ich kann mit meinem Ergebnis einigermaßen zufrieden sein. Insbesondere bei den Algorithmen zur Schärfung des Bildes kann ich leider nicht alle Einzelheiten in der Bearbeitung erklären. Es fehlen mir die mathematischen Grundlagen. Wenn ich jetzt spekulieren wollte, welcher visuellen Vergrößerung mein Saturnbild entspricht, verweise ich auf das theoretische Auflösungsvermögen meines Teleskops. Mit dem Öffnungsverhältnis von 1 : 27 bewege ich mich mit der Webcam fotografisch an der Grenze zur leeren Vergrößerung. Übertragen auf das Visuelle entspricht das in etwa einer 150-fachen Vergrößerung.