

Projekt Jupiterrotation/Projekt Marsrotation: Von der Astrofotografie zur Astrokinematografie

Erstellung eines Animationsfilms über jeweils eine vollständige Rotation von Jupiter und Mars

Peter C. Slansky ist Professor für Film- und Fernsehproduktionstechnik an der Hochschule für Fernsehen und Film München. Mit Astronomie beschäftigt er sich erst seit 1998. Sein Schwerpunkt ist Astrofotografie und Astrokinematografie.

Dass die Himmelskörper nicht starr an ihrer Stelle stehen, dass sie sich vielmehr in vielfältiger Weise bewegen, um einander und um sich selbst rotieren, weiß heute jeder Schüler. In der Tat gibt es am Sternenhimmel eine Vielzahl von Bewegungen verschiedenster Objekte, die sowohl für den Wissenschaftler als auch für den Amateur von Interesse sind. Ein einzelnes Astrofoto kann diese Bewegungen jedoch nur sehr rudimentär wiedergeben: als Strichspuraufnahme etwa oder als Mehrfachbelichtung. Da ich nun beruflich mit dem bewegten Bild zu tun habe, hat es mich gereizt, Astrofotografie mit dem besonderen Schwerpunkt der Darstellung der Bewegung von Himmelsobjekten zu betreiben: Astrokinematografie sozusagen. Dabei betrachte ich mich durchaus als Amateur (Amateur heißt übrigens Liebhaber – und es ist wohl keine Schande, ein guter Liebhaber sein zu wollen...). Für die Aufnahme nutze ich bewusst meist einfache Amateurinstrumente und für die Bildnachbearbeitung Programme, die auch dem normalen Nutzer zur Verfügung stehen. Mit dem Internet existiert zudem ein allen zugängliches Präsentationsmedium für derartige Filmsequenzen.

Eine der am einfachsten, dennoch aber recht eindrucksvoll darzustellenden astronomischen Bewegungsvorgänge ist die Rotation eines Planeten um seine eigene Achse. Dies bietet sich allerdings nur bei Planeten an, die über markante Oberflächentexturen verfügen, also vor allem Jupiter und Mars. So setzte ich mir Anfang 2002 das Ziel, je eine Trickfilmsequenz über eine vollständige Jupiter- und eine vollständige Marsrotation zu erstellen. Realisiert werden sollte dies mit Amateurequipment unter 1000.- € (der für die Datenspeicherung erforderliche Computer ist mein Dienstlaptop und geht daher nicht mit in diese Summe ein). Von den beiden genannten Planeten ist Jupiter der einfachere Fall, da er erheblich schneller rotiert als die Erde, Mars dagegen etwas langsamer. Das "Projekt Jupiterrotation" sollte also den Vorlauf für das etwas aufwändigere "Projekt Marsrotation" anlässlich der Marsopposition im August 2003 bilden.

Projekt Jupiterrotation

Jeder Mensch erinnert sich zweifellos sein Leben lang daran, wie er (oder sie) zum ersten Male Jupiter im Okular eines Teleskops gesehen hat. Der große Planet mit den vier hellen Monden, mit den Wolkenbändern und dem großen roten Fleck gehört zu den eindrucksvollsten Himmelskörpern überhaupt. Für den Amateurastronomen stellt Jupiter ein vergleichsweise einfaches Objekt dar, da er hell ist und bei günstigen Bedingungen hoch über dem Horizont steht. So gibt es unzählige Fotografien von Jupiter von Amateurastronomen; bereits mit einem kleinen Teleskop können die charakteristischen Wolkenbänder aufgelöst werden.

In einer günstigen Nacht kann man immerhin eine vollständige Umdrehung des Jupiters beobachten. Solche günstigen Bedingungen herrschen immer dann, wenn die Nacht lang ist (d.h. im Winter) und wenn Jupiter um Mitternacht kulminiert. In einer solchen Nacht kann man also eine Reihenaufnahme machen, z.B. alle 10 Minuten, und diese zu einem Zeitrafferfilm zusammenfügen. Das erste Bild wird 5 Stunden vor Mitternacht aufgenommen, das letzte 5 Stunden nach Mitternacht. Den ersten Versuch machte ich so im Januar 2002 von meiner heimischen Dachterrasse aus mit meinem 102/1000mm Fraunhoferrefraktor vom Typ Bresser. Bei einer Außentemperatur von – 10 bis – 15° C bekam der Laptop im Laufe der Nacht zwar

Eisblumen auf Display und Tastatur, er hielt aber ansonsten klaglos durch. Doch trotz einer sehr zeitaufwendigen Nachbearbeitung war das Resultat unbefriedigend. Die geringe Horizonthöhe zu Beginn und am Ende der Nacht ließ einfach keine richtig scharfen Einzelbilder zu.

Im Februar 2003 folgte der zweite Versuch. Den Freunden von der Beobachtergruppe im Deutschen Museum verdanke ich den Tipp, das Programm nicht in einer, sondern in zwei aufeinanderfolgenden Nächten zu absolvieren: Wählt man das richtige Timing, so setzt man genau um zwei Jupitertage versetzt an der richtigen Stelle wieder an. Der Vorteil: Jupiter steht während des ganzen Aufnahmezeitraums hoch am Himmel. Am C 8 der Beobachtergruppe belichtete ich am 22.2. von 20:20 bis 00:30 MEZ und in der darauffolgenden Nacht von 20:20 bis 02:40 MEZ 60 Videosequenzen mit jeweils 400 bis 600 Einzelbildern. Jupiter hatte 45" Durchmesser und kulminierte um 22:50 MEZ. Mit einer zweifach-Barlowlinse kam ich auf rund 6 m Brennweite.

Die Bildbearbeitung ist bei Reihenaufnahmen recht aufwendig, weil alle Bilder in Farbe, Kontrast, Position, Lage und Drehung möglichst genau aneinander angeglichen werden müssen. Andernfalls flimmert oder springt die Animation. In der Praxis bedeutet dies natürlich immer einen Kompromiss zwischen Genauigkeit und Zeitaufwand. Ein interessanter Effekt: Die Auflösung der Bilder erscheint bei laufender Animation größer zu sein als beim stehenden Einzelbild.



Unbehandeltes Einzelbild aus der Videosequenz



Aufaddiertes Summenbild aus den besten 5 % der 483 Einzelbilder



Kontrast- und farbkorrigiertes Phasenbild



Fertiges Phasenbild; geschärft und vergrößert

Die Abfolge der einzelnen Bearbeitungsschritte war:

Arbeitsschritt	Programm	Dateiformat
66 Aufnahmen alle 10 Minuten (mit etwas Überlappung), jeweils 300 bis 400 Einzelbilder	Philips VLounge 1.0	AVI, 640 x 480 Pixel
Aufaddieren der besten 5 bis 10 % der Einzelbilder jeder Sequenz zu jeweils einem Phasenbild (Stapelverarbeitung)	GIOTTO 1.21	BMP
Beschnitt auf 320 x 240 Pixel	Picture Publisher 8.0	BMP
Kontrastkorrektur sowie primäre und sekundäre Farbkorrektur aller Phasenbilder (Stapelverarbeitung und einzeln)	Photoshop 5.5	BMP
Schärfung und Rauschfilterung aller Phasenbilder (einzeln)	GIOTTO 1.21	BMP
Korrektur der Deckungsgleichheit der RGB-Auszüge für jedes Phasenbild (einzeln)	GIOTTO 1.21	BMP
Vollständige Schwärzung des Himmels über automatische Maske (Stapelverarbeitung)	Picture Publisher 8.0	BMP
Zentrierung der 59 ausgewählten Phasenbilder (einzeln)	Flame (UNIX)	TIF
Programmierung der Animationen für die verschiedenen Endformate	PicturePublisher 8.0 Adobe Premiere 6.0	GIF AVI, MPEG

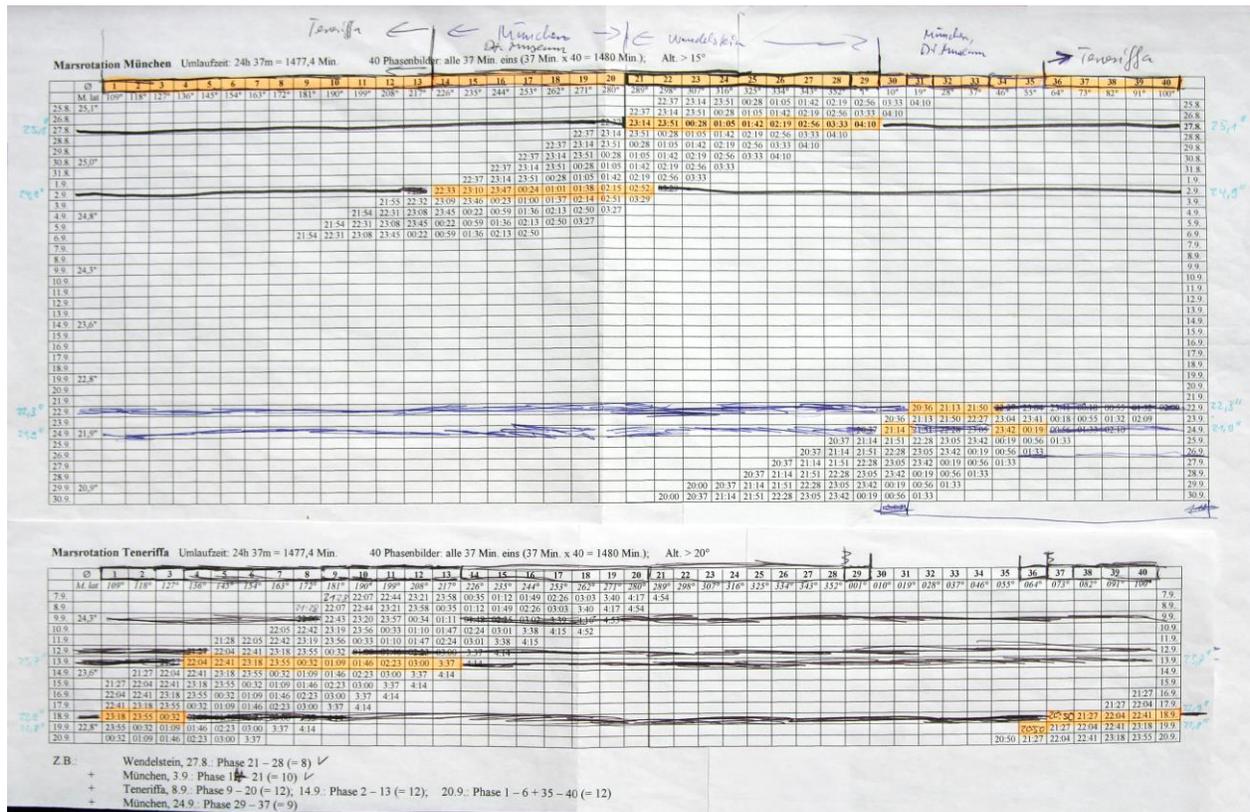
Projekt Jupiterrotation/Projekt Marsrotation: Von der Astrofotografie zur Astrokineematografie

Nach dieser über etliche Abende sich erstreckenden Bildbearbeitungsarie war die erste Rotationssequenz fertig. Sie finden das Ergebnis unter www.suw-online.de bzw. unter http://slansky.userweb.mwn.de/bereiche/astronomie/planeten/jupiter/jupiterrotation_03.html.

Projekt Marsrotation: Der exakte Fahrplan

Die Marsopposition im August 2003, bei der Mars einen Durchmesser von bis zu 25,1" erreichte, war die Gelegenheit, das Projekt Jupiterrotation zu wiederholen. Anders als Jupiter rotiert aber Mars vergleichsweise langsam: in 24 Stunden und 37 Minuten, das sind 1477 Minuten, dreht er sich einmal um sich selbst. Wählt man 40 Phasenbilder, so entspricht die Differenz zwischen Erdtag und Marstag gerade einer Phase: 1477 dividiert durch 37 ergibt 40 Phasenbilder. 360° dividiert durch 40 Phasenbilder ergibt 9° ; die 40 Phasenbilder zeigen den Mars also jeweils in einem Abstand von einem Marstag mit jeweils 9° Rotation von einem Bild zum nächsten.

Nun könnte man selbstverständlich 40 Tage lang jeden Tag zur gleichen Uhrzeit eine Aufnahme machen. Dies wäre aber ein sehr umständliches Verfahren und ein Unsicheres dazu: in unseren Breiten herrscht nun einmal selten ein Wetter mit 40 klaren Nächten unmittelbar hintereinander. Da ist es besser, an einigen wenigen Abenden jeweils Aufnahmen im Abstand von 37 Minuten zu machen. Man muss lediglich an einem anderen Tag wieder so ansetzen, dass der Mars der Erde wieder exakt den gleichen Längengrad $+9^\circ$ zuwendet. Die Größenänderung des Mars kann über eine Skalierung in der Bildbearbeitung ausgeglichen werden. Ungünstig wäre das Auftreten von Sandstürmen auf der Marsoberfläche; dieses Risiko musste aber in Kauf genommen werden.



Ablaufplan für das Projekt Marsrotation 2002; die erfolgreichen Marsaufnahmen sind orange markiert

Ausgehend von einer willkürlich gewählten Standardbeobachtungszeit ergaben sich die Zeitpunkte der ebenso willkürlich durchnummerierten Phasenbilder im Abstand von jeweils 37 Minuten: 18:18, 18:55, 19:32, 20:09, 20:46, 21:23, 22:00, 22:37, 23:14, 23:51, 0:28, 1:05, 1:42, 2:19, 2:56, 3:33, 4:10 Uhr. Leider erreichte Mars bei seiner Kulmination in München nur eine Höhe von etwa 25° über dem Horizont. Im Programm Skymap suchte ich nun für den Zeitraum vom 10. August bis zum 24. September die Zeitfenster heraus, innerhalb derer der Mars mindestens 15° über dem Horizont stand. Noch bessere Beobachtungsbedingungen versprach die von Sterne und Weltraum angebotene Leserreise nach Teneriffa, wo Mars bis zu 45° über den Horizont aufsteigen würde. Der Zeitraum, indem er mindestens 15° über dem Horizont stehen würde, wäre dort also erheblich länger. Somit würde sich auch die Anzahl der erforderlichen Beobachtungsnächte gegenüber München reduzieren. Kurz entschlossen buchte ich für Mitte September. Dann fertigte ich zwei Tabellen an: eine für München und eine für Teneriffa, in der auf der waagerechten Achse die 40 Bewegungsphasen und auf der senkrechten Achse die Tage vom 10.8. bis zum 24.9. eingetragen waren. In der Tabelle erschienen dann jeweils die Zeitpunkte, zu denen eine bestimmte Bewegungsphase an einem bestimmten Tag aufgenommen werden konnte. So stand der Mars beispielsweise in der Nacht vom 27. auf den 28. August von 22:37 bis 4:10 MESZ mindestens 15° über dem Horizont, sodass in dieser Nacht theoretisch die Phasen 20 bis 29 aufgenommen werden konnten. Wichtig bei der Aufstellung und beim Abarbeiten solcher Fahrpläne sind ausreichende Überlappungs- und Pufferzeiten, um nicht wegen einzelner verpasster Phasen das gesamte Projekt zum Scheitern zu bringen.

Das Instrumentarium

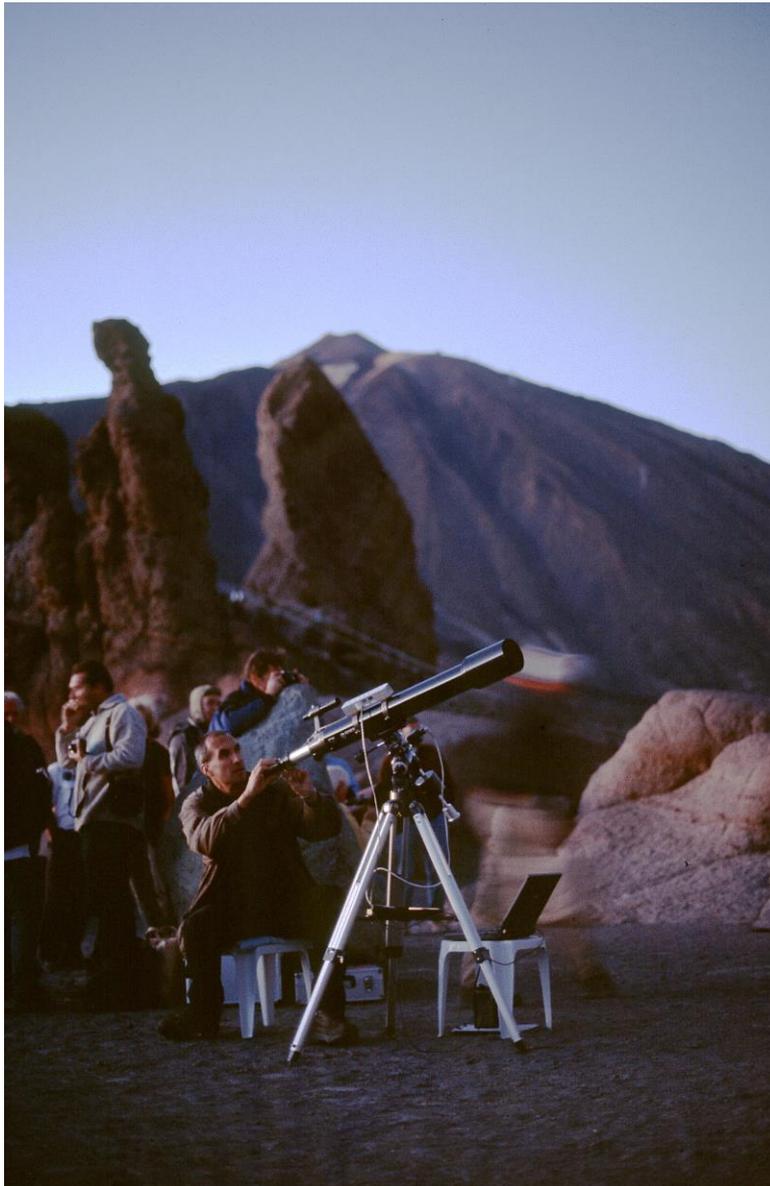
Das eingesetzte Gerät war mein 102/1000 Fraunhofer-Refraktor von Bresser auf einer EQ-3 Montierung mit einer Philips ToUcam in Okularprojektion. Teil der Herausforderung des Projekts war ja die Verwendung eines einfachen Amateurgeräts, in diesem Fall unter 1.000.- €. (Der für die Datenspeicherung erforderliche Computer ist mein Dienstlaptop und geht daher nicht mit in diese Summe mit ein.) Diese Gerätschaften flogen auch mit nach Teneriffa. Um die Videodateien nicht unnötig groß werden zu lassen wurde die Bildgröße von 640 x 480 Pixel - ohne Verlust der Auflösung - auf 352 x 288 Pixel begrenzt, was ohne einen Verlust an Auflösung gegenüber 640 x 480 Pixel nur ein Viertel so große Videodateien ergab. Im Interesse der Bildqualität sollte jede Videosequenz etwa 1800 Bilder enthalten; durch die Aufaddition von 180 bis 360 Bildern sollten extrem rauscharme Bilder entstehen, aus denen mit digitalen Filtern die zunächst nicht sichtbaren Feinheiten nachträglich herausgearbeitet werden sollten. Da Mars, verglichen mit Jupiter, langsam rotiert, waren bei 10 Bildern pro Sekunde in den 3 Minuten keine Probleme mit Bewegungsunschärfen zu erwarten. Zwischen den einzelnen Aufnahmen war zudem Zeit genug, die AVI-Sequenzen im Programm Giotto zu einem Summenbild aufaddieren zu lassen. So konnte gleich beurteilt werden, ob die Aufnahme auch gelungen war. Vor der Webcam kam neben dem IR-Sperrfilter noch ein Baader Kontrast-Booster zum Einsatz.

Die ersten Aufnahmen

Leider kam ich erst Ende August 2003 zum Beobachten: Die ersten Marsaufnahmen realisierte ich am 27. August, zusammen mit Ulf Wossagk und mit dem freundlichen Entgegenkommen von Heinz Barwig, dem Leiter der Universitätssternwarte München, auf dem Wendelstein. Die Verabredung war kurzfristig zu Stande gekommen, da der Wetterbericht einen Wetterumschwung ankündigte und es darum ging, die letzten günstigen Nächte zu nutzen. Um 23:14 MESZ wurde die erste Aufnahme gemacht. Doch gegen 02:00 Uhr zogen im Südwesten immer mehr Wolken auf und Mars verschwand immer wieder. Um 04:10 Uhr war die Bewölkung bereits so dicht, dass nur noch eine Videosequenz mit 437 Einzelbildern aufgenommen werden konnte. Die Bewegungsphasen 21 bis 29 konnten dagegen abgehakt werden. Zwischen

den Aufnahmen war genug Zeit, mit Giotto aus der Videosequenz einzelne rohe Phasenbild zu gewinnen – ein Vorgang, der gut 20 Minuten benötigte. Vor den ersten Aufnahmen auf Teneriffa waren aber noch die Phasen 14 bis 20 von München aus zu machen. Hierzu nutzte ich – abweichend von meinem ursprünglichen Plan – am 4.9. nochmals den großen Cassegrain des Deutschen Museums.

Mars auf Teneriffa



Mit dem 102/1000mm Fraunhoferrefraktor auf Los Roques, Teneriffa, 2.250 m ü. M. Im Hintergrund der über 3.700 m hohe Teide.

Joachim Biefang war unser engagierter und kompetenter Reiseleiter und Chefastronom auf Teneriffa. Schon im Vorfeld hatte ich mit ihm die Integration meines Projektes in das astronomische Programm besprochen. Unser Hotel lag direkt am Strand. Daher war ich wegen des Seeings und wegen des Windes doch recht skeptisch. Und tatsächlich musste ich bis zur 6. Nacht warten. Für den 13.9.2003 verzeichnet

mein Beobachtungsbuch: "*Nach sehr bezogenem Nachmittag zwischen 21:00 und 22:00 MESZ doch recht klar mit akzeptablem Seeing. Vom Balkon meines Zimmers aus brauchbare Aufnahmen Phasen 4 – 13. Letzte Aufnahme 03:37 Uhr.*"

Die Unsicherheit des Wetters auf Meereshöhe und die beiden ersten, nur phantastisch zu nennenden Beobachtungsabende mit Joachim Biefang auf Los Roques, dem Vorgebirge des über 3700 m hohen Vulkans Teide, bewogen mich dann, die weiteren Aufnahmen von dort oben zu machen. Am 18.9. konnte ich, 2070 m über dem Meer, bei Windstille und bei sehr gutem Seeing, die Phasen 1 – 3 sowie 37 bis 40 aufnehmen, einen Abend später folgte noch die Phase 36. Die leuchtende Milchstraße, der bis über 45° ansteigende Mars und die bizarre, grandiose Vulkankraterlandschaft werden mir immer in Erinnerung bleiben. Angesichts der vielen mit bloßem Auge sichtbaren Deep Sky Objekte fiel es durchaus schwer, sich auf das Hauptprojekt zu konzentrieren.

Wieder zu Hause

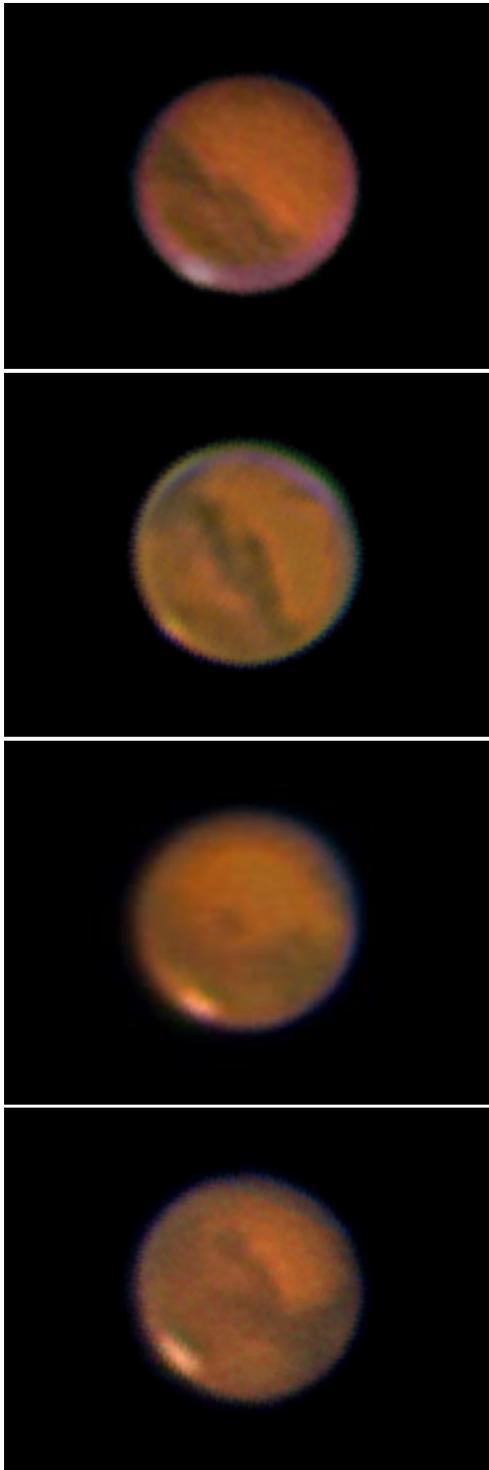
Für die letzten noch fehlenden Phasen bis 29 bis 35 stand von München aus ein Zeitintervall vom 22.9. bis 2.10. zur Verfügung. Das ganze Projekt konnte durchaus noch scheitern: elf Nächte schlechtes Wetter hätten ausgereicht. Doch dazu kam es zum Glück nicht: am 22. und 24.9. realisierte ich die letzten Aufnahmen, wieder mit dem C 8 im Deutschen Museum.

Bildbearbeitung

Wie schon bei der Jupiterrotation begann die eigentliche Arbeit erst nachher. Allerdings lagen die aufaddierten Einzelbilder bereits vor. Die übrigen Bearbeitungsschritte waren identisch mit denen der Jupiterrotation und müssen daher hier nicht wiederholt werden. Hinzu kam die Anpassung der unterschiedlichen Bildgrößen (verursacht durch die wechselnde scheinbare Marsgröße und unterschiedliche Teleskope), sowie eine Korrektur der durch die Dispersion der Erdatmosphäre hervorgerufenen blauen und roten Konturen des Marsbildes bei allen Aufnahmen mit geringer Horizonshöhe. Wichtig ist hierbei, die Anpassung der Kontraste und Farben nicht am LCD-Display eines Laptops, sondern an einem Computermonitor zu machen.

Das Endergebnis

Der große Moment kam dann am 26.9.2003, ziemlich genau einen Monat nach dem Beginn des Projekts: Das Zusammenfügen der 40 fertig bearbeiteten Einzelbilder zu einer Animation. Auch diese Animation finden Sie unter www.suw-online.de sowie unter http://slansky.userweb.mwn.de/bereiche/astronomie/planeten/mars/marsrotation_03.html.



Vier der insgesamt 40 Phasenbilder der Marsrotation

Zusammenfassung und Ausblick

Es gibt noch viele astronomische Phänomene, deren Bewegungskomponente sich mit einfachen Amateurmitteln darstellen lässt. Anders als die klassische Astrofotografie ist die Astrokinematografie ein von Amateuren noch wenig bearbeitetes Gebiet. Astronomische Bewegtbildsequenzen visualisieren bestimmte astronomische Vorgänge besonders sinnfällig und bilden zudem attraktive Elemente auf einer Website. Sie erfordern allerdings, je nach Projekt, ausgedehnte, langfristig kontinuierliche und exakt vorausgeplante Beobachtungen. Mit ähnlichem apparativem Aufwand wie beim Projekt Marsrotation ist unter anderem möglich: eine komplette Animationssequenz der Mondphasen, die Darstellung der Mondlibration, der Ablauf einer Mondfinsternis oder einer Sonnenfinsternis, die Wanderung der Planeten (vor allem mit der rückläufigen Phase) – und, nächstes Jahr, im Juni 2004, der Venustransit...

Peter C. Slansky

München, 10.4.2004

www.peter-slansky.de