

Thierry Legault

Astrofotografie

Von der richtigen Ausrüstung
bis zum perfekten Foto

Übersetzt aus dem Amerikanischen von Volker Haxsen



Lektorat: Michael Barabas
Fachlicher Review: Wolfgang Dzieran
Copy-Editing: Alexander Reischert
Satz: Petra Strauch
Herstellung: Susanne Bröckelmann
Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de
Druck und Bindung: PHOENIX PRINT

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:
Buch 978-3-86490-257-4
PDF 978-3-86491-803-2

1. Auflage 2016
Copyright © 2016 dpunkt.verlag GmbH
Wieblinger Weg 17
69123 Heidelberg

© der amerikanischen Ausgabe 2014 by Thierry Legault
Astrophotography
Rocky Nook · 802 East Cota Street, 3rd Floor, Santa Barbara, CA 93103
ISBN 978-1-937538-43-9

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schaden haftbar gemacht werden, die im Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

Inhalt

Danksagungen	v	Kapitel 3	
Vorwort	ix	Bilder kalibrieren und zusammenfügen	45
Wie man dieses Buch am besten liest.....	xi	Woraus ein Bild besteht.....	47
		Das thermische Signal	47
		Das Grundsignal	48
		Uniformitätsfehler.....	49
		Eigenschaften und Ursachen der Uniformitäts-	
		fehler.....	49
		Bildkalibrierung.....	50
		Korrektur des thermischen Signals.....	50
		Korrektur der Uniformitätsfehler	51
		Bildkalibrierung.....	54
		Das Rauschen und seine Reduzierung.....	56
		Die Ursachen des Rauschens	56
		Größe der Fotodioden und die Bildqualität.....	59
		Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses...	60
		Kombinationsmethoden	60
		Kombination über die Summe oder den Median ..	61
		Rauschreduzierung bei einem Einzelbild.....	63
		Hinweis zur Bildkalibrierung	64
		Kapitel 4	
		Ihre Ausrüstung einsetzen	67
		Befestigung der Kamera an das Teleskop.....	69
		Huckepackbefestigung.....	69
		Anbringen eines Adapters für die fokale	
		Projektion	69
		Verlängerung der Brennweite	70
		Der Einsatz von Brennweitenreduzierern.....	73
		Afokale Befestigungen	74
		Anschluss eines Fotoobjektivs an eine Kamera ...	74
		Berechnung des Gesichtsfelds und des Abbildungs-	
		maßstabs.....	75
		Berechnung des Gesichtsfelds.....	76
		Berechnung des Abbildungsmaßstabs und der	
		Objektgröße	77
		Kollimation des Teleskops.....	77
		Tipps für eine gute Kollimation	78
		Welche Justierung für welches Teleskop?	78
		Fokussierung	79
		Fokustoleranzen	79
		Fokussysteme.....	81
		Tipps und Tricks für gutes Fokussieren	81
Kapitel 1			
Astrofotografie ohne Teleskop	1		
Kameras und ihre Einstellungen.....	2		
Kameraanschlüsse und -einstellungen	5		
Astronomische Motive	6		
Planetenkonjunktionen	6		
Sternbilder und die Milchstraße	7		
Kometen.....	10		
Sternspuren	11		
Meteore (Sternschnuppen)	14		
Zodiakallicht.....	14		
Polarlichter	14		
Mond- und Sonnenfinsternisse.....	15		
Künstliche Satelliten	17		
Bildbearbeitung und -verbesserung	20		
Erstellen von Panoramen und Mosaiken	20		
Erstellen von Zeitrafferaufnahmen	22		
Kapitel 2			
Die Kameras für die Astrofotografie	27		
Der Sensor.....	28		
Sensoraufbau.....	28		
Bilderfassung.....	30		
Belichtungsphase	30		
Phase des Auslesens und der Digitalisierung	30		
Quanteneffizienz und spektrale Empfindlichkeit ..	32		
Farbsensoren	33		
Kameratypen	35		
CCD-Kameras	35		
Übliche Digitalkameras	38		
Videokameras für die Astronomie	40		
Computer	41		

Kapitel 5

Die Planeten und der Mond	87
Teleskope und Auflösungsvermögen.....	88
Wo liegen die Grenzen der Auflösung?.....	89
Teleskope für Planetenaufnahmen	90
Chromatische Aberration.....	90
Die Auswirkung der zentralen Obstruktion.....	91
Kollimation.....	92
Montierung und Nachführung.....	92
Die Atmosphäre.....	93
Kameras und deren Einstellungen	96
Brennweite und Abbildungsmaßstab.....	99
Aufnahmen mit dem Teleskop.....	100
Verarbeitung der Bilder	101
Auswählen und Stapeln der besten Bilder	101
Kalibrieren, Übereinanderlegen und Kombinieren der Bilder	105
Verstärkung von Details.....	105
Farbanpassung	106
Animationen.....	107
Stereobilder	107
Der Sinn der Bildbearbeitung.....	108
Die Planeten und ihre Monde	110
Merkur	110
Venus.....	110
Mars.....	111
Jupiter.....	112
Saturn.....	112
Uranus und Neptun	113
Die Monde der Planeten	113
Den Mond fotografieren	115
»Nahaufnahmen« des Mondes	115
Die Eigenbewegung des Mondes	115
Die gesamte Mondscheibe fotografieren.....	117
Der Erdschein	117
Mondfinsternisse	118
Stern- und Planetenbedeckungen durch den Mond.....	120
Die ISS.....	121

Kapitel 6

Die Sonne	125
Die Sonne im Weißlicht	126
Verwendung von Breitbandfiltern	126
Kameras, Fotografie und Nachbearbeitung.....	128
Die Sonne in H-alpha	130
Der H-alpha-Interferenzfilter.....	130
Der Kalzium-K-Filter.....	135
Kameras, Fotografie und Bearbeitung.....	135
Sonnenfinsternisse	138
Sonnentransite	141
Die Parameter eines Sonnentransits	141
Ausrüstung und Einstellungen	143

Kapitel 7

Bilder von Deep-Sky-Objekten	147
Teleskope für die Deep-Sky-Fotografie	148
Brennweite und Öffnungsverhältnis.....	149
Gesichtsfeld	150
Die Kollimation	157
Montierungen für Deep-Sky-Bilder	158
Feste Montierungen.....	158
Motorgesteuerte Alt-Az-Montierungen	158
Motorgesteuerte Äquatorialmontierungen	158
Die Polachsenaustrichtung.....	160
Verwendung eines Polsuchers	162
Computergestützte Polausrichtung.....	163
Ausrichtung mithilfe des Teleskopsuchers	163
Verbesserung der Polausrichtung.....	164
Nachführfehler	165
Periodischer Schneckenfehler	165
Die anderen Nachführfehler.....	166
Guiding während der Aufnahme	167
Guiding mit Leitrohr.....	167
Off-Axis-Guiding	169
Deep-Sky-Objekte.....	172
Sterne	172
Diffuse Nebel	174
Galaxien.....	177
Kometen.....	179
Asteroiden.....	181
Die Atmosphäre	182
Farbe, Schwarz-Weiß und Filter.....	183
Breitbandfilter	183
Schmalbandfilter	186
LichtverschmutzungsfILTER.....	187
DSLRs: Infrarotsperrfilter und H-alpha.....	188

Auswahl und Einstellung der Kamera.....	189	Anhänge	217
DSLR oder CCD-Kamera?	190	Anhang 1: Dateiformate und Arbeitsschritte.....	217
Welche Belichtungszeit?	191	Gebräuchliche Dateiformate	217
Die anderen Einstellungen	193	Bildschirmansicht der Bilder.....	219
Das Auffinden der Objekte	194	Häufige Bildbearbeitungsschritte.....	219
Zentrierung mit einem Sucherfernrohr.....	194	Anhang 2: Astronomiekameras und -software	220
Die Aufnahmen.....	195	Video- und CCD-Kameras.....	220
Vorbereitung einer Aufnahmesession.....	197	Filter und fotografisches Zubehör.....	221
Die Technik des Ditherings.....	197	Astronomiesoftware	222
Die Bildbearbeitung.....	198	Anhang 3: Vom Sensor zum Bild.....	222
Kalibrierung	198	Auslesen des Bildes	222
Übereinanderlegen und Stapeln	199	Erzeugung eines Farbbildes	222
Entfernung von Gradienten.....	201	Der Schwarz-Weiß-Modus mit einer Farbkamera .	224
Tonwertkorrektur und Gradationskurven.....	202	Anhang 4: Uniformitätsfehler –	
Verbesserung des Schärfeeindrucks.....	204	Ursachen und Lösungen.....	224
Rauschreduzierung	205	Vignettierung.....	225
Kosmetisches Aufhübschen	205	Staub.....	227
Mosaike	205	Anhang 5: Überprüfung und Einstellung einer	
Farbliche Bearbeitung.....	206	Äquatorialmontierung	228
Bearbeitung der Farben von Sternen und		Messung des periodischen Fehlers.....	228
Galaxien, die mit einem Farbsensor aufge-		Justierung der Montierung	228
nommen wurden	207	Anhang 6: Bilderserien von Finsternissen	230
Bearbeitung der Farben von Sternen und		Aufnahmeprobereitungen.....	230
Galaxien, die mit einem monochromen Sensor		Zusammenfügen der Aufnahmen	230
und LRGB-Filtern fotografiert wurden.....	207	Anhang 7: Optimierung der Kameraeinstellungen ..	232
Bearbeitung der Farben von Emissionsnebeln,		Optimale Belichtungszeit des Einzelbildes bei	
die mit einem Farbsensor fotografiert wurden ...	209	der Deep-Sky-Fotografie.....	232
Bearbeitung der Farben von Emissionsnebeln,		Optimale ISO-Einstellung einer DSLR für Deep-	
die mit einem monochromen Sensor und RGB-		Sky-Aufnahmen.....	233
oder Schmalbandfiltern aufgenommen wurden .	209	Weißlichtabgleichfaktoren zur Anwendung bei	
		RAW- (DSLR-) und RGB-Aufnahmen	234
		Anhang 8: Meteorströme	234
		Index	235