

Bernd Koch (Hrsg.)

Handbuch der Astrofotografie

Mit Beiträgen von

Stefan Binnewies, Werner E. Celnik,

Bernd Koch, Lutz Laepple,

Peter Riepe und Klaus-Peter Schröder

Mit 134 Abbildungen und 12 Farbtafeln

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York

London Paris Tokyo

Hong Kong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

1	Phänomene im erdnahen Raum (Bernd Koch)	1
1.1	Atmosphärische Phänomene	1
1.1.1	Brechung von Licht in Eiskristallen	1
1.1.1.1	Halos, Zirkumhorizontalkreis und -zenitalkreis	1
1.1.1.2	Nebensonnen, Lichtsäule und Untersonne	2
1.1.2	Brechung von Licht in Wassertropfchen	2
1.1.2.1	Regenbögen	2
1.1.2.2	Korona und Aureole	4
1.1.2.3	Glorie	4
1.1.2.4	Brockenhexe	4
1.1.3	Lichtbrechung und -absorption in der Erdatmosphäre	5
1.1.3.1	Atmosphärische Refraktion	5
1.1.3.2	Atmosphärische Dispersion	6
1.1.3.3	Der Grüne Blitz	8
1.1.4	Leuchtende Nachtwolken	8
1.1.5	Polarlichter	9
1.1.6	Airglow	9
1.1.7	Der Erdschatten	10
1.2	Künstliche Erdsatelliten	10
1.2.1	Satellitenspuren	10
1.2.2	Geosynchrone Satelliten	11
1.2.2.1	Berechnung der Position am Himmel	11
1.2.2.2	Beobachtung und Fotografie	14
1.3	Meteore	16
1.3.1	Meteorströme	17
1.4	Kordylewskiwolken	17
2	Das Sonnensystem (Bernd Koch)	21
2.1	Sonne	21
2.1.1	Teleskope zur Sonnenbeobachtung und -fotografie	21
2.1.2	Vorsicht bei der Sonnenbeobachtung	21
2.1.3	Abschwächung des Sonnenlichts	22
2.1.4	Die Aufnahmetechnik	24
2.1.5	Weißlichtfotografie	25
2.1.6	Fotografie in engen Spektralbereichen	27
2.1.6.1	Die Sonne im $H\alpha$ -Licht	28

2.1.6.2	Die Sonne im Licht der CaII-Linien H und K	30
2.1.7	Sonnenfinsternisse	30
2.2	Mond	34
2.2.1	Anhaltswerte für die Belichtung	34
2.2.2	Aufnahmemethoden	35
2.2.2.1	Fokalfotografie kontra Okularprojektion	36
2.2.2.2	Die Anfertigung der Aufnahme	40
2.2.2.3	Geeignete Filme und Entwickler	40
2.2.2.4	Mondfotografie mit CCD-Kameras	42
2.2.3	Die schmale Mondsichel	42
2.2.4	Stern- und Planetenbedeckungen durch den Mond	44
2.2.5	Mondfinsternisse	44
2.2.6	Libration	47
2.3	Die großen Planeten	47
2.3.1	Das Planetenteleskop	47
2.3.2	Hinweise zur Belichtung	47
2.3.3	Merkur	47
2.3.3.1	Merkurdurchgänge vor der Sonne	48
2.3.4	Venus	49
2.3.5	Mars	51
2.3.5.1	Die Marsmonde	54
2.3.6	Jupiter	56
2.3.6.1	Die Galileischen Monde	57
2.3.6.2	Lichtschwache Jupitermonde	59
2.3.7	Saturn	60
2.3.7.1	Das Ringsystem	60
2.3.7.2	Monde im Saturnsystem	61
2.3.8	Uranus, Neptun und Pluto	62
2.3.8.1	Die Monde von Uranus und Neptun	63
2.4	Planetoiden	63
2.4.1	Vorbereitung und Durchführung einer Aufnahme	64
2.4.2	Die indirekte Nachführung	65
2.4.3	Planetoidenentdeckungen durch Amateure	66
2.5	Kometen (Werner E. Celnik)	67
2.5.1	Die Grundtechnik der Kometenfotografie	67
2.5.2	Spezielle Film-Filtertechniken	68
2.5.2.1	Allgemeines zu Film-Filterkombinationen	68
2.5.2.2	Staubschweif	71
2.5.2.3	Koma	73
2.5.2.4	Plasma- oder Gasschweif	74
2.5.3	Innere Komastrukturen	75
2.6	Zodiakallicht, Lichtbrücke und Gegenschein (Stefan Binnewies) ...	76

3 Deep-Sky-Fotografie	79
3.1 Aufnahmen ohne Nachführung (Peter Riepe)	79
3.1.1 Grundlagen und Theorie der Strichspuraufnahmen	79
3.1.2 Angewandte Strichspurfotografie	81
3.2 Nachgeführte Aufnahmen	83
3.2.1 Geeignetes Filmmaterial (Stefan Binnewies)	83
3.2.2 Fotografie mit Brennweiten bis 500 mm (Stefan Binnewies)	84
3.2.3 Fotografie mit Brennweiten von 500 mm bis 1500 mm (Peter Riepe)	93
3.2.4 Fotografie mit Brennweiten über 1500 mm (Stefan Binnewies)	104
3.3 Astronomische Exkursionen	116
3.3.1 Aspekte zur Wahl des Standortes (Stefan Binnewies)	116
3.3.2 Astrofotografische Ausrüstung (Peter Riepe)	119
4 Die optischen Instrumente (Lutz Laepple)	123
4.1 Optische Grundlagen	123
4.1.1 Das Auflösungsvermögen	123
4.1.2 Veränderung der Primärbrennweite	125
4.1.2.1 Okularprojektion	125
4.1.2.2 Afokale Fotografie	127
4.1.3 Verkürzung der Brennweite	128
4.2 Kameras, Objektive und Teleskope	128
4.2.1 Kameras	128
4.2.1.1 Kameras und Planfilmansätze	129
4.2.1.2 Zubehör	132
4.2.1.3 CCD-Kameras	133
4.2.2 Objektive	134
4.2.3 Refraktoren	142
4.2.4 Reflektoren	144
4.2.5 Spezialoptiken	147
5 Montierungen (Klaus-Peter Schröder)	176
5.1 Typen parallaktischer Montierungen	176
5.1.1 Die Deutsche Montierung	177
5.1.2 Die Gabelmontierung	179
5.1.3 Kompakte Reisemontierungen	180
5.2 Polachsenjustierung	182
5.2.1 Die Scheinermethode	183
5.2.2 Die direkte Methode – ohne Polsucher	184
5.2.3 Der Polsucher	185
5.2.4 Die fotografische Methode nach E.S. King	187
5.2.5 Auswirkung mangelhafter Polachsenjustierung	188

6 Aufnahmetechniken	190
6.1 Beeinflussung der Aufnahme durch die Atmosphäre (Peter Riepe)	190
6.1.1 Die Luftunruhe	190
6.1.2 Die atmosphärische Extinktion	194
6.1.3 Atmosphärische Refraktion und Dispersion	195
6.1.4 Das Luftleuchten (Airglow)	195
6.2 Die Einstellung der Bildschärfe (Fokussierung) (Stefan Binnewies)	198
6.2.1 Die Schärfentiefe	198
6.2.2 Fokussierhilfen	199
6.2.2.1 Die Sucherlupe	202
6.2.2.2 Die Messerschneidenmethode	203
6.2.2.3 Das Ronchigitter	205
6.2.3 Der Einfluß von Filtern auf die Fokallage	205
6.2.4 Probleme und Fehlerquellen	207
6.3 Das Nachführen auf ein Objekt (Bernd Koch)	209
6.3.1 Die Nachführgenauigkeit	210
6.3.2 Nachführtechniken	214
6.3.2.1 Die Nachführung mit einem Leitfernrohr	214
6.3.2.2 Die Off-Axis-Nachführung	215
6.3.2.3 Die On-Axis-Nachführung	217
6.3.2.4 Leitfernrohr kontra Off-Axis-System	217
6.3.2.5 Nachführokulare und -Ansätze	218
6.3.2.6 Autoguides	220
6.3.2.7 Die persönliche Technik der Nachführung	221
6.3.3 Fehlerquellen, Tips und Tricks	224
6.4 Die Filterauswahl (Bernd Koch)	225
6.4.1 Glasfilter	226
6.4.2 Gelatinefilter	227
6.4.3 Metallbedampfte Filter	227
6.4.4 Interferenzfilter	228
6.4.5 Film und Filter richtig kombinieren	228
6.4.5.1 Kombination von Film- und Filterkurven	231
6.4.5.2 Empfohlene Film-Filterkombinationen	233
7 Spektrographie (Klaus-Peter Schröder)	234
7.1 Funktion eines Prismenspektroskops	234
7.2 Ein einfacher Sternspektrograph: Objektivprisma und Teleobjektiv	236
7.3 Der Spektrograph am Fokus des Fernrohrs	239
7.4 Das Blazegitter, die Alternative zum Prisma	241
7.5 Anregungen zur Anwendung	244
8 Die fotografische Grenzgröße (Bernd Koch)	247
8.1 Die Helligkeitssysteme (Klaus-Peter Schröder)	247

8.2	Erreichbare Grenzgröße m_{gr} punktförmiger Objekte	248
8.3	Erreichbare Grenzgröße m_{ges} flächenhafter Objekte	249
8.4	Maximale Grenzgröße m_{gr} punktförmiger Objekte	250
8.5	Grenzgröße bei Strichspuraufnahmen mit ruhender Kamera	252
8.6	Die maximal mögliche Belichtungszeit t_{max}	253
8.7	Helligkeitssequenz zur Bestimmung der Grenzgröße	253
9	Astrofotografische Emulsionen	255
9.1	Filme und Filmverarbeitung in der Astrofotografie (Peter Riepe) ..	255
9.1.1	Filmformate	255
9.1.2	Der Aufbau eines Films	256
9.1.3	Der fotochemische Prozeß	258
9.1.4	Die Schwärzungskurve	259
9.1.5	Die Filmempfindlichkeit	263
9.1.5.1	Die absolute Filmempfindlichkeit	263
9.1.5.2	Die spektrale Filmempfindlichkeit	264
9.1.6	Der Schwarzschildeffekt	265
9.1.7	Das Auflösungsvermögen eines Films	269
9.1.8	Empfohlene Filme (Stefan Binnewies)	270
9.1.8.1	Schwarzweißfilme	270
9.1.8.2	Farbdiafilme	272
9.1.8.3	Farbnegativfilme	275
9.1.9	Haltbarkeit und Lagerung (Stefan Binnewies)	276
9.1.10	Filmentwicklung (Stefan Binnewies)	277
9.1.10.1	Schwarzweißfilmentwicklung	277
9.1.10.2	Farbfilmentwicklung	278
9.2	Steigerung der Filmempfindlichkeit (Bernd Koch)	280
9.2.1	Die Verfahren im Überblick	280
9.2.2	Tiefkühlfotografie	280
9.2.3	Gashypersensibilisierung	282
10	Fotolabortechniken (Lutz Laepple)	285
10.1	Schwarzweißvergrößerungen	285
10.1.1	Schwarzweißfotolaborausrüstung	285
10.1.2	Schwarzweißfotopapier	285
10.2	Farbdiavergrößerungen	286
10.2.1	Ergänzende Ausstattung für das Farbfotolabor	287
10.2.2	Fotochemie für den Farbpositivprozeß	287
10.2.3	Farbpositivvergrößerungspapiere	287
10.3	Farbnegativvergrößerung	288
10.3.1	Fotochemie für den Farbnegativprozeß	288
10.3.2	Fotopapiere für die Farbnegativvergrößerung	288
10.4	Bildsteuerung bei der Vergrößerung	288
10.4.1	Abwedeln und Nachbelichten	288

10.4.2	Kompositverfahren	291
10.4.3	Sandwichmethode	292
10.4.4	Kontrastverstärkung	293
10.4.5	Technik der unscharfen Maske	294
10.4.6	Dreifarbenkompositverfahren	296
10.5	Diakopiertechniken	298
10.5.1	Diakopierausrüstung	298
10.5.2	Filmmaterial	299
10.5.3	Diaduplizieren	300
10.5.4	Herstellung von Farbdias aus Farbnegativen	304
Literaturverzeichnis		307
Sachverzeichnis		317
Abgebildete Himmelsobjekte		321
Bildnachweis		323