

Günter Dietmar Roth (Hrsg.)

Handbuch für Sternfreunde

Wegweiser für die praktische
astronomische Arbeit

Band 1: Technik und Theorie

Unter Mitwirkung von Wilhelm J. Altenhoff,
Hilmar W. Duerbeck, Reinhold Hafner,
Wulff-Dieter Heintz, Martin Hoffmann, Bernd Koch,
Harald Nicklas, Felix Schmeidler, Norbert Sommer,
Herwin G. Ziegler

Vierte, überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 154 Abbildungen und 44 Tabellen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo HongKong

Inhaltsverzeichnis Band 1

1	Einführung in die astronomische Literatur und Nomenklatur. Von W. D. Heintz.	1
1.1	Astronomie und der Sternfreund	1
1.2	Die astronomische Bibliothek	2
1.3	Kataloge und Karten.	4
1.4	Jahrbücher.	6
1.5	Verwertung von Beobachtungen.	7
2	Die optischen Teleskope und ihre Zusatzinstrumente. Von H. Nicklas.	9
2.1	Einleitung	9
2.2	Grundzüge des Optik-Rechnens.	10
2.2.1	Vorzeichenkonvention und Strahldurchrechnung	10
2.2.2	Die Kardinalpunkte eines Systems.	12
2.2.3	Die Strahlenbegrenzung	14
2.3	Abbildungsfehler.	16
2.3.1	Seideische Summen.	16
2.3.2	Primäre Abbildungsfehler.	20
2.3.3	Chromatische Abbildungsfehler.	25
2.4	Optische Prüfmethode.	28
2.4.1	Herstellung optischer Flächen.	28
2.4.2	Brennweitenbestimmung.	30
2.4.3	Hartmann-Test.	33
2.4.4	Foucaults Schneidentest.	34
2.4.5	Interferometrische Tests.	36
2.5	Teleskop-Systeme.	37
2.5.1	Refraktionsoptiken	37
2.5.2	Newton-Reflektor.	40
2.5.3	Cassegrain-Teleskop.	42
2.5.4	Ritchey-Chretien-System.	45
2.5.5	Schiefspiegler.	46
2.5.6	Schmidt-Kamera	48
2.5.7	Schmidt-Cassegrain-Systeme.	50
2.5.8	Maksutow-Systeme.	52
2.5.9	Sonnenbeobachtungsinstrumente.	53
2.6	Die Teleskopleistungen.	56
2.6.1	Auflösungsvermögen.	56

2.6.2	Vergrößerung und Gesichtsfeld	60
2.6.3	Bildhelligkeit und Grenzgröße	62
2.7	Zusatzinstrumente	67
2.7.1	Zur Einführung	67
2.7.2	Okulare	67
2.7.3	Barlowlinse	71
2.7.4	Teleskoptubus und Taukappe	72
2.7.5	Sucher und Leitleteleskop	74
2.7.6	Okularmikrometer	74
2.7.7	Photometer	75
2.7.8	Spektrograph und Spektroskop	76
2.7.9	Sonnenprojektionsschirm	78
2.7.10	Uhr	78
2.8	Visuelle Beobachtung	80
2.8.1	Das Auge	80
2.8.2	Der Feldstecher	81
2.9	Photoplatte und photo-elektrische Detektoren	84
2.9.1	Photographische Astroatnahmen und deren Reichweite	84
2.9.2	Photomultiplier	86
2.9.3	CCD - Charge Coupled Device	87
2.10	Bezugsquellen von Teleskopen und Zusatzinstrumenten	88
2.11	Literatur	88
3	Teleskopmontierungen und ihre elektrischen Einrichtungen. Von H. G. Ziegler	91
3.1	Einleitung	91
3.2	Typen und Grundausführungen der Teleskopmontierungen	92
3.3	Allgemeine Konstruktionsgrundlagen	100
3.3.1	Rahmenbedingungen und das Konstruktionspflichtenheft	100
3.3.2	Statische, kinetische und kinematische Basiskriterien der Teleskopmontierungen	100
3.4	Statische Grundlagen der Teleskopmontierungen	102
3.4.1	Steifigkeit als statische Kenngröße der Teleskopmontierungen	102
3.4.2	Steifigkeit als Konstruktionsgröße	104
3.4.3	Elastizitätsmodul	107
3.5	Die Achsen und ihre Lager	109
3.5.1	Lagersteifigkeit	109
3.5.2	Belastungsverhältnisse an der Deklinationsachse	112
3.5.3	Gleitlager	113
3.5.4	Wälzlager	116
3.5.5	Steifigkeit von Wälzlagern	117
3.5.6	Steifigkeit und Lagerabstand	117
3.6	Fundament und Standsicherheit	118

3.7	Verbindungselemente . . . . .	.120
3.8	Messung der Steifigkeit . . . . .	.121
3.9	Teleskopsvingungen. . . . .	.122
3.9.1	Grundlagen mechanischer Schwingungen. . . . .	.122
3.9.2	Die Montierung als Schwingerkette und „mechanischer Tiefpaß“. . . . .	.123
3.10	Kinematische Aspekte der Teleskopmontierungen . . .	.126
3.10.1	Allgemeine Kriterien und Instrumentenfehler. . . . .	.126
3.10.2	Aspekte der Herstellungsgenauigkeit mechanischer Teile	.128
3.11	Triebe in Rektaszension und Deklination. . . . .	.129
3.11.1	Allgemeine Aspekte. . . . .	.129
3.11.2	Mechanik der Triebe. . . . .	.131
3.11.3	Antriebsmotoren. . . . .	.133
3.11.4	Steuerelektronik von Teleskoptrieben. . . . .	.137
3.11.5	Steuerelektronik für Synchronmotor-Nachführtriebe. .	.137
3.11.6	Steuerelektronik für Schrittmotor-Triebe. . . . .	.141
3.11.7	Schaltungselemente des Mikroschrittbetriebes. . . . .	.142
3.11.8	Steuerelektronik für Gleichstromtriebe. . . . .	.146
3.12	Lichtelektrische Nachführsysteme. . . . .	.148
3.13	Justierelemente und das Ausrichten des Instruments auf den Himmelspol. . . . .	.154
3.13.1	Justierelemente. . . . .	.154
3.13.2	Das Ausrichten des Achssystems nach der Methode von Scheiner. . . . .	.155
3.14	Teilkreise und ihre Justierung. . . . .	.156
3.14.1	Teilkreise. . . . .	.156
3.14.2	Justieren der Teilkreise. . . . .	.157
3.14.3	Digitale Positionsanzeigen. . . . .	.157
3.15	Allgemeine elektrische Einrichtungen. . . . .	.159
3.15.1	Stromquellen und Sicherheitsaspekte. . . . .	.159
3.15.2	Batterien, Eigenschaften und Gefahrenquellen . . . .	.161
3.15.3	Speisegeräte für elektronische Schaltungen. . . . .	.162
3.15.4	Beleuchtungseinrichtungen. . . . .	.164
3.15.5	Die Taukappe und ihre Heizung. . . . .	.166
3.16	Hinweise zu Literatur und Literaturverzeichnis . . . .	.168
3.17	Literaturverzeichnis. . . . .	.168
4	Astrophotographie. Von B. Koch und N. Sommer . . .	.173
4.1	Einleitung . . . . .	.173
4.2	Kameras und Objektive. . . . .	.173
4.2.1	Kleinbild-Spiegelreflexkameras . . . . .	.173
4.2.2	Mittel- und Großformatkameras. . . . .	.174
4.2.3	Sonstige Kameras. . . . .	.175
4.2.4	Refraktoren. . . . .	.175
4.2.5	Reflektoren. . . . .	.176
4.2.6	Spezielle astrophotographische Optiken. . . . .	.176
4.2.7	Video, Bildverstärker, CCDs. . . . .	.177

4.3	Allgemeine Gesichtspunkte	177
4.3.1	Fokussierung	177
4.3.2	Veränderung der primären Brennweite.	180
4.3.3	Nachführungskontrolle.	181
4.3.4	Polachsenjustierung	185
4.3.5	Sonstiges.	186
4.4	Nicht nachgeführte Kamera	187
4.4.1	Strichspuraufnahmen, Sternbilder, Planeten-Konjunktionen	187
4.4.2	Atmosphärische Phänomene.	189
4.4.3	Meteore.	189
4.4.4	Finsternisse.	190
4.4.5	Satelliten.	191
4.5	Nachgeführte Kamera	192
4.5.1	Brennweitenbereich bis \ll 500 mm.	192
4.5.2	Mondhalos.	192
4.5.3	Planetenmonde.	193
4.5.4	Kometen und Planetoiden.	193
4.5.5	Finsternisse.	195
4.5.6	Deep-Sky.	195
4.5.7	Spektrographie.	197
4.5.8	ZodiakaWicht und Gegenschein.	199
4.6	Langbrennweitige Astrophotographie.	200
4.6.1	Gerätetechnische Voraussetzungen.	200
4.6.2	Mond, Sonne, Planeten.	201
4.6.3	Planetenmonde.	203
4.6.4	Kometen.	203
4.6.5	Deep-Sky.	203
4.7	Filme in der Astrophotographie.	204
4.7.1	Filmformate.	204
4.7.2	Aufbau des Films und Entstehung des latenten Bildes	204
4.7.3	Schwärzungskurve.	206
4.7.4	Filmempfindlichkeit	208
4.7.5	Film/Filterkombinationen.	210
4.7.6	Schwarzschildeffekt	213
4.7.7	Auflösungsvermögen.	215
4.7.8	Empfohlene Filme.	216
4.7.9	Haltbarkeit photographischer Emulsionen.	216
4.7.10	Filmentwicklung.	217
4.7.11	Empfindlichkeitssteigerung von Filmmaterial.	219
4.8	Photolabortechniken.	227
4.8.1	Photolaboraustattung	227
4.8.2	Schwarzweißphotopapier.	228
4.8.3	Farbverarbeitung.	230
4.8.4	Bildsteuerung	230
4.9	Photographische Grenzgröße.	235
4.9.1	Abgebildete photographische Grenzgröße m	235

4.9.2	Maximale photographische Grenzgröße m_{gr}	235
4.9.3	Maximale Belichtungszeit t_{max}	237
4.9.4	Helligkeitssequenz zur Bestimmung der Grenzgröße	237
4.10	Literatur	240
5	Radioastronomie für Amateurastronomen.	
	Von W. J. Altenhoff	245
5.1	Einleitung	245
5.2	Die Radiostrahlung	247
5.2.1	Thermische Strahlung	249
5.2.2	Nichtthermische Strahlung	251
5.3	Einfluß der Atmosphäre.	252
5.3.1	Ionosphäre.	252
5.3.2	Troposphäre.	253
5.3.3	Interferenzen - geschützte Frequenzen.	254
5.4	Instrumente.	256
5.4.1	Antennen.	256
5.4.2	Empfänger.	258
5.4.3	Rechner.	261
5.5	Beobachtungsobjekte.	263
5.5.1	Kontinuum.	263
5.5.2	Linien.	270
5.6	Erprobte Beobachtungssysteme.	271
5.6.1	Sonnenflare-Monitor.	272
5.6.2	Jupiterbursts.	272
5.6.3	Modellinterferometer.	273
5.6.4	FM- und Fernsehempfänger.	273
5.6.5	Satellitenempfänger.	274
5.6.6	Wertung und Alternativen	274
5.7	Anschriften von Amateurradioastronomiegruppen.	275
5.8	Literatur.	275
6	Sonnenuhren. Von F. Schmeidler	277
6.1	Einleitung	277
6.2	Die Äquinoktialuhr.	278
6.3	Horizontale Uhren und vertikale Ost-West-Uhren.	278
6.3.1	Berechnung.	278
6.3.2	Konstruktion durch Zeichnung.	280
6.4	Die abweichende Vertikaluhr.	282
6.4.1	Bestimmung der Wandrichtung	282
6.4.2	Berechnung des Zifferblatts für die Wand.	283
6.4.3	Übertragung des berechneten Zifferblatts auf die Wand	284
6.4.4	Einsetzung des Stabs.	285
6.5	Einrichtungen für höhere Genauigkeit	287
6.5.1	Berücksichtigung der geographischen Länge.	287
6.5.2	Berücksichtigung der Zeitgleichung	287
6.6	Literatur.	289

7	Grundbegriffe der sphärischen Astronomie.	
	Von F. Schmeidler	291
7.1	Einleitung	291
7.2	Die Koordinaten	291
7.2.1	Geographische Koordinaten.	292
7.2.2	Das Koordinatensystem des Horizonts.	293
7.2.3	Das System des Äquators, Frühlingspunkt und Sternzeit	295
7.2.4	Umwandlung der Horizontkoordinaten in Äquatorkoordinaten und umgekehrt	296
7.2.5	Andere Koordinatensysteme.	297
7.3	Die Zeit und die Erscheinungen der täglichen Bewegung.	299
7.3.1	Wahre und mittlere Sonnenzeit	299
7.3.2	Die Sternzeit und ihre Beziehung zur mittleren Zeit	301
7.3.3	Besondere Erscheinungen der täglichen Bewegung.	302
7.4	Die Veränderungen der Koordinaten.	303
7.4.1	Eigenbewegung	303
7.4.2	Präzession und Nutation	304
7.4.3	Aberration.	305
7.4.4	Parallaxe und Refraktion.	306
7.4.5	Die Reduktion vom mittleren auf den scheinbaren Ort.	307
7.5	Kalenderprobleme und Zonenzeiten.	308
7.5.1	Der Kalender und die Zählung der Jahre.	308
7.5.2	Länge und Beginn des Jahres.	309
7.5.3	Das julianische Datum und der Beginn des mittleren Tages.	311
7.5.4	Zonenzeiten und Datumsgrenze.	311
7.6	Veränderungen des Zeitmaßes.	312
7.6.1	Verschiedene Arten von Veränderungen der Tageslänge	312
7.6.2	Astronomische Auswirkungen der Veränderungen der Erddrotation.	313
7.7	Sphärische Trigonometrie.	315
7.7.1	Grundformeln	315
7.7.2	Abgeleitete Formeln	315
7.7.3	Das rechtwinklige sphärische Dreieck.	317
7.8	Literatur.	317
8	Mathematik für Amateurastronomen.	
	Von F. Schmeidler	319
8.1	Grundsätzliche Bemerkungen zu astronomischen Rechnungen	319
8.2	Fehlertheorie.	320
8.2.1	Ausgleichung direkter Beobachtungen.	321
8.2.2	Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen.	322
8.3	Interpolation und numerische Infinitesimalrechnung.	326
8.4	Photographische Astrometrie.	329

8.5	Bestimmung des Ortes und der Helligkeit von Planeten und der planetographischen Koordinaten	331
8.6	Die Reduktion von Sternbedeckungen	336
8.7	Literatur.	337
9	Grundlagen der Spektralanalyse. Von R. Hafner.	339
9.1	Zur Einführung	339
9.2	Theorie der Spektren	339
9.2.1	Die Strahlungsgesetze.	339
9.2.2	Das Linienspektrum.	341
9.2.3	Anregung und Ionisation.	344
9.3	Die Objekte.	345
9.3.1	Sterne.	345
9.3.2	Die Sonne.	350
9.3.3	Planeten und Monde.	351
9.3.4	Kometen.	351
9.3.5	Meteore.	352
9.4	Die Instrumente.	352
9.4.1	Die Mittel der spektralen Zerlegung.	352
9.4.2	Die Anordnung im Spektralapparat.	356
9.4.3	Strahlungsempfänger.	359
9.4.4	Bauvorschläge, Betriebshinweise und Hilfsgeräte	359
9.5	Die Analyse.	367
9.5.1	Klassifizierung.	367
9.5.2	Linienänderungen.	368
9.5.3	Radialgeschwindigkeiten.	368
9.5.4	Farbtemperaturen.	369
9.5.5	Äquivalentbreiten und Linienprofile.	370
9.6	Literatur.	372
10	Grundlagen der Photometrie.	
	Von H. W. Duerbeck und M. Hoffmann.	373
10.1	Einführung.	373
10.1.1	Allgemeiner und historischer Überblick.	373
10.1.2	Meßgrößen der Helligkeit.	374
10.1.3	Die Empfänger.	376
10.2	Grenzen und Fehler photometrischer Messungen	381
10.3	Astronomische Farbsysteme.	383
10.4	Die Technik und Planung von Beobachtungen	388
10.4.1	Punktphotometrie - Flächenphotometrie.	388
10.4.2	Visuelle Photometrie: Differentielle Beobachtung	388
10.4.3	Lichtelektrische Photometrie: Differentielle Beobachtung.	392
10.4.4	Absolute lichtelektrische Photometrie.	393
10.4.5	Bedeckungsphotometrie.	393
10.4.6	Visuelle, photographische und elektronische Flächenphotometrie.	396

10.5	Reduktionsmethoden	396
10.5.1	Allgemeine Reduktion photometrischer Messungen . .	396
10.5.2	Allgemeine Reduktion photographischer Messungen. .	399
10.5.3	Allgemeine Reduktion digitaler Bilder (unter Mitarbeit von V. Gericke und M. Nolte)	400
10.5.4	Die Reduktion der Zeit: heliozentrische Korrektur . .	402
10.5.5	Minimumszeit- und Periodenbestimmung	405
10.6	Prinzipielles zur Photometrie verschiedener astronomischer Objekte.	409
10.6.1	Photometrie von Objekten des Sonnensystems	409
10.6.2	Sternphotometrie	418
10.6.3	Flächenphotometrie.	422
10.7	Bau oder Erwerb von Empfängern und Auswertegeräten	422
10.7.1	Hinweise zum Erwerb von Photometern.	423
10.7.2	Hinweise zum Bau von Photometern	425
10.8	Literatur	429
11	Die irdische Atmosphäre und ihre Wirkung. Von F. Schmeidler.	433
11.1	Allgemeine Bemerkungen über die Erdatmosphäre . .	433
11.2	Wetterabhängige Erscheinungen.	433
11.2.1	Die Beurteilung der Wetterlage.	433
11.2.2	Luftunruhe und Szintillation	437
11.2.3	Halos, Regenbögen und ähnliche Erscheinungen . . .	438
11.3	Stets vorhandene Erscheinungen.	440
11.3.1	Die Refraktion	440
11.3.2	Die Extinktion.	441
11.3.3	Die Dämmerung	443
11.3.4	Die Helligkeit des Nachthimmels.	445
11.3.5	Die Polarisation des Himmelslichts.	445
11.3.6	Die scheinbare Form des Himmelsgewölbes.	446
11.4	Die Auswahl des Standorts für astronomische Beobachtungen.	447
11.5	Literatur.	448
12	Geschichte der modernen Astronomie. Von G. D. Roth .	449
12.1	Einführung	449
12.2	Das heliozentrische Weltbild.	449
12.3	Weiterentwicklung der Bewegungslehre.	450
12.4	Katalogisierung des Sternhimmels.	451
12.5	Astrophysik	453
12.5.1	Sternphotometrie.	453
12.5.2	Spektroskopie der Sonne und der Sterne.	453
12.5.3	Himmelsphotographie.	454
12.5.4	Großteleskope.	454
12.6	Sternentwicklung und Sternsysteme.	455

12.6.1	Sternentwicklung	455
12.6.2	Sternsysteme.	455
12.7	Astronomie aller Wellenlängen.	456
12.8	Praktische Astronomiegeschichte.	457
12.8.1	Aufgabenstellung..	457
12.8.2	Quellen.	457
12.8.3	Die Bearbeitung.	458
12.9	Literatur.	459
13	Allgemeines Literaturverzeichnis	461
13.1	Bibliographie über alle Gebiete der Astronomie	461
13.2	Biographie und Geschichte.	461
13.3	Populäre Gesamtdarstellungen und Nachschlagewerke .	464
13.4	Wissenschaftliche Einführungen und Nachschlagewerke.	466
13.5	Radioastronomie.	468
13.6	Ratgeber für den Beobachter.	469
13.7	Instrumentenkunde und Beobachtungsverfahren . . .	470
13.8	Sonnenuhren	474
13.9	Rechnende Astronomie.	474
13.10	Verwandte Wissenschaften (Mathematik, Meteorologie, Physik).	475
13.11	Objekte der Beobachtung in Einzeldarstellungen . . .	477
13.12	Sternkarten, Zeitschriften und Jahrbücher.	486
13.13	Astronomische Lehrmittel	490

Günter Dietmar Roth (Hrsg.)

Handbuch für Sternfreunde

Wegweiser für die praktische
astronomische Arbeit

Band 2: Beobachtung und Praxis

Unter Mitwirkung von Rainer Beck, Horst Drechsel,
Johannes V. Feitzinger, Reinhold Hafner,
Hermann Haupt, Wulff-Dieter Heintz, Tibor J. Herczeg,
Adolph Kunert, Christoph Leinert, Thomas Neckel,
Winfried Petri, Felix Schmeidler

Vierte, überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 311 Abbildungen, 34 Tabellen im Text und
41 Tabellen im Anhang

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo HongKong

Inhaltsverzeichnis Band 2



1	Die Sonne. Von R. Beck, V. Gericke, H. Hilbrecht, C. H. Jahn, E. Junker, K. Reinsch, P. Völker	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Die Beobachtung der Sonne	1
1.2.1	Wahl des Beobachtungsortes	1
1.2.2	Beobachtungsbedingungen	4
1.2.3	Protokollführung	6
1.3	Sonnenflecken	6
1.3.1	Entwicklung und Klassifikation von Sonnenflecken	6
1.3.2	Lichtbrücken	14
1.3.3	Wilson-Effekt	15
1.3.4	Maßzahlen der Fleckenaktivität	16
1.3.5	Fleckenzyklen	22
1.4	Photosphärische Fackeln	26
1.4.1	Struktur und Erscheinungsbild	26
1.4.2	Klassifikation	27
1.4.3	Maßzahlen der Fackelaktivität	29
1.4.4	Polfackeln	31
1.5	Chromosphärische Fackeln	32
1.6	Protuberanzen und Filamente	33
1.6.1	Einleitung	33
1.6.2	Protuberanzen und Filamente	36
1.6.3	Klassifizierung und Typisierung	36
1.6.4	Protokollführung	37
1.6.5	Protuberanzenrelativzahl und Protuberanzenprofilfläche	39
1.6.6	Langzeitbeobachtungsprogramme	41
1.6.7	Kurzzeitbeobachtungsprogramme	42
1.7	Flares	46
1.7.1	Einleitung	46
1.7.2	Klassifizierung	48
1.7.3	Protokollführung	48
1.7.4	Langzeitbeobachtungsprogramme	49
1.7.5	Kurzzeitbeobachtungsprogramme	49
1.8	Sonstige Phänomene der Chromosphäre	52
1.9	Positionsbestimmung solarer Erscheinungen	53
1.9.1	Ziele der Positionsbestimmung	53
1.9.2	Heliographische Koordinaten	60

1.9.3	Methoden zur Positionsbestimmung	63
1.9.4	Berechnung der heliographischen Positionen.	65
1.10	Sonnenphotographie	70
1.10.1	Einleitung	70
1.10.2	Das geeignete Beobachtungsinstrument	71
1.10.3	Die Möglichkeiten der Lichtdämpfung.	72
1.10.4	Welche Kamera ist geeignet?.	74
1.10.5	Anmerkungen zum Filmmaterial.	76
1.10.6	Weißlichtphotographie.	76
1.10.7	Photographie in engen Spektralbereichen.	79
1.10.8	Doppelbelichtungen als Hilfsmittel zur Positionsbestimmung	82
1.10.9	Beobachtungsprogramme.	82
1.11	Schlußbemerkung	83
1.12	Literatur.	83
2	Beobachtung totaler Sonnenfinsternisse. Von W. Petri.	87
2.1	Photographie der Sonnenkorona	87
2.1.1	Das Korona-Kontinuum.	87
2.1.2	Die Korona-Struktur.	87
2.1.3	Auswertung	88
2.1.4	Fernrohraufnahmen.	88
2.1.5	Belichtungszeiten.	89
2.1.6	Amateuraufnahmen.	89
2.2	Astronomische Rahmenprogramme.	90
2.2.1	Die Chromosphäre.	90
2.2.2	Kontaktzeiten.	90
2.2.3	Die partielle Phase.	90
2.2.4	Das Sternfeld.	91
2.3	Terrestrische Rahmenprogramme.	91
2.3.1	Helligkeit und Farbe des Himmels.	91
2.3.2	Fliegende Schatten.	91
2.3.3	Meteorologische Beobachtungen.	92
2.3.4	Biologische Beobachtungen.	93
2.3.5	Die Ionosphäre.	93
2.4	Stationspraxis.	93
2.4.1	Programmplanung.	93
2.4.2	Platzwahl.	94
2.4.3	Zubehör.	94
2.5	Literatur.	94
3	Der Mond. Von G. D. Roth.	95
3.1	Aufgaben und Sinn der Mondbeobachtung.	95
3.1.1	Übungsobjekt für den Beobachter.	95
3.1.2	Beobachtungsaufgaben.	95
3.2	Sichtbarkeitsbedingungen.	101
3.2.1,	Die Mondphasen.	103

5.5	Bedeckungen von Planeten . . . . .	.169
5.6	Photoelektrische Registrierung. . . . .	.169
5.7	Literatur. . . . .	.171
6	Künstliche Erdsatelliten. Von W. Petri . . . . .	.173
6.1	Wesen und Zweck der Satelliten. . . . .	.173
6.1.1	Der Satellit als Himmelskörper. . . . .	.173
6.1.2	Der Satellit als Sonde und Raumschiff. . . . .	.174
6.2	Sichtbarkeitsbedingungen. . . . .	.174
6.2.1	Der Satellit als beleuchtete Kugel. . . . .	.174
6.2.2	Berechnung des Phasenwinkels. . . . .	.175
6.2.3	Lage des Erdschattens. . . . .	.176
6.2.4	Zenitdistanz und Entfernung. . . . .	.177
6.2.5	Scheinbare Winkelgeschwindigkeit. . . . .	.179
6.3	Optische Beobachtungen. . . . .	.179
6.3.1	Überwachungsinstrumente. . . . .	.179
6.3.2	Visuelle Spezialinstrumente. . . . .	.180
6.3.3	Festlegung der scheinbaren Bahn. . . . .	.181
6.3.4	Photographische Aufnahmen. . . . .	.182
6.3.5	Rotationslichtwechsel. . . . .	.182
6.3.6	Farbänderungen. . . . .	.183
6.4	Zeitdienst. . . . .	.184
6.4.1	Zeitsignale. . . . .	.184
6.4.2	Zeitregistrierung. . . . .	.184
6.4.3	Zeitliche Markierung der photographischen Spur . . . . .	.185
6.5	Funkbeobachtungen. . . . .	.186
6.5.1	Satellitensender und Ionosphäre. . . . .	.186
6.5.2	Empfangsgerät. . . . .	.186
6.5.3	Allgemeine Messungen. . . . .	.187
6.5.4	Der Doppler-Effekt. . . . .	.187
6.6	Elementare Bahnrechnung. . . . .	.188
6.6.1	Kreisbahngeschwindigkeit. . . . .	.188
6.6.2	Bahnneigung. . . . .	.189
6.6.3	Knotenlänge. . . . .	.190
6.6.4	Knotenwanderung. . . . .	.190
6.6.5	Geographische Ephemeriden. . . . .	.190
6.7	Elliptische Bahnen. . . . .	.191
6.7.1	Exzentrizität und Flughöhe. . . . .	.191
6.7.2	Perigäumsdrehung. . . . .	.191
6.7.3	Große Halbachse. . . . .	.192
6.7.4	Einfluß des Luftwiderstands. . . . .	.192
6.8	Literatur. . . . .	.192
7	Die Beobachtung der Planeten. Von G. D. Roth . . . . .	.195
7.1	Aufgabe und Sinn der Planetenbeobachtung. . . . .	.195
7.1.1	Der Amateur und die Planetenbeobachtung. . . . .	.195
7.1.2	Aufgaben der Beobachtung. . . . .	.195
7.2	Das Instrumentarium für die Beobachtung. . . . .	.197

7.2.1	Das Fernrohr.	197
7.2.2	Zusatzgeräte.	199
7.3	Sichtbarkeit der Planeten.	199
7.3.1	Scheinbarer Durchmesser, Phase, Abplattung.	199
7.3.2	Atmosphärische Bedingungen und Umwelteinflüsse	201
7.3.3	Persönliche Qualifikation.	202
7.4	Die Darstellung von Planetenbeobachtungen.	203
7.4.1	Zeichnungen.	203
7.4.2	Photos.	206
7.4.3	Karten und Planisphären.	207
7.5	Die Planeten.	208
7.5.1	Merkur.	208
7.5.2	Venus.	210
7.5.3	Mars.	218
7.5.4	Kleine Planeten (Planetoiden).	228
7.5.5	Jupiter.	235
7.5.6	Saturn.	250
7.5.7	Uranus.	255
7.5.8	Neptun.	258
7.5.9	Pluto.	258
7.6	Literatur.	259
8	Die Kometen. Von R. Hafner.	263
8.1	Ihre Natur.	263
8.2	Die Suche.	267
8.3	Die Ortsbestimmung.	270
8.3.1	Visuell.	270
8.3.2	Photographisch.	272
8.4	Strukturuntersuchungen.	274
8.4.1	Visuell.	274
8.4.2	Photographisch.	276
8.5	Spezielle Techniken.	279
8.5.1	Photometrie.	279
8.5.2	Polarimetrie.	281
8.5.3	Spektroskopie.	282
8.6	Literatur.	284
9	Sternschnuppen und Feuerkugeln. Von F. Schmeidler	287
9.1	Allgemeines über Meteore.	287
9.2	Die Methoden der Beobachtung von Meteoriten	288
9.2.1	Die visuelle Beobachtung.	288
9.2.2	Die photographische Beobachtung.	289
9.2.3	Die radioastronomische Beobachtung.	290
9.2.4	Die fernsehtechnische Beobachtung.	290
9.3	Spezielle Beobachtungsprobleme.	291
9.3.1	Sternschnuppen.	291
9.3.2	Feuerkugeln.	293

9.4	Bahnbestimmung von Meteoroiden	294
9.4.1	Die Bahn in der Atmosphäre	295
9.4.2	Die Bahn im Raum	296
9.5	Literatur	297
10	Leuchtende Nachtwolken, Polarlichter, Zodiakallicht.	
	Von Ch. Leinert	299
10.1	Leuchtende Nachtwolken	299
10.1.1	Frühe Beobachtungen	299
10.1.2	Charakteristische Eigenschaften	301
10.1.3	Typeneinteilung	302
10.1.4	Sichtbarkeit	302
10.1.5	Entstehung	305
10.1.6	Größerer Zusammenhang	307
10.1.7	Zukünftige Beobachtungen	307
10.1.8	Zu den Literaturangaben	308
10.2	Polarlicht	308
10.2.1	Erklärung	308
10.2.2	Erscheinungsformen	311
10.2.3	Spektrum, Farbe und Helligkeit	312
10.2.4	Beobachtbarkeit	315
10.2.5	Polarlichtoval und Geometrie der Magnetosphäre	317
10.2.6	Entstehung	318
10.2.7	Begleiterscheinungen	321
10.2.8	Photographische Aufnahmen	321
10.2.9	Zu den Literaturangaben	322
10.3	Zodiakallicht	322
10.3.1	Helligkeitsverteilung	323
10.3.2	Räumliche Verteilung der interplanetaren Staubwolke	324
10.3.3	Eigenschaften der interplanetaren Staubteilchen	328
10.3.4	Lebensdauer	329
10.3.5	Herkunft	331
10.3.6	Überblick	333
10.3.7	Zu den Literaturangaben	333
10.4	Literatur	334
10.4.1	Leuchtende Nachtwolken	334
10.4.2	Polarlicht	334
10.4.3	Zodiakallicht	334
11	Die Sterne. Von Th. Neckel	337
11.1	Die Positionen der Sterne	337
11.2	Helligkeiten und Farben der Sterne	339
11.3	Trigonometrische Bestimmungen der Entfernungen naher Sterne	341
11.4	Absolute Helligkeiten und Entfernungsmodul	343
11.5	Die Spektraltypen der Sterne	344
11.6	Das Hertzsprung-Russell-Diagramm	345
11.7	Die Leuchtkraftklassen	346

11.8	Zwei-Farben-Diagramme.	347
11.9	Bolometrische Helligkeiten.	349
11.10	Die Durchmesser der Sterne.	349
11.11	Die Temperaturen der Sterne.	350
11.12	Die Massen der Sterne.	351
11.13	Energieerzeugung und Lebensdauer.	352
11.14	Die chemische Zusammensetzung der Sterne.	353
11.15	Die zeitliche Entwicklung der Sterne.	354
11.16	Literatur.	356
12	Veränderliche Sterne. Von H. Drechsel, T. J. Herczeg	357
12.1	Einleitung.	357
12.1.1	Die ersten Entdeckungen.	358
12.2	Nomenklatur und Klassifikation.	359
12.2.1	Nomenklatur.	359
12.2.2	Klassifikation.	360
12.3	Bedeckungsveränderliche.	362
12.3.1	Struktur enger Doppelsterne.	363
12.3.2	Klassifikation und Analyse von Lichtkurven.	367
12.3.3	Getrennte Systeme.	369
12.3.4	Ellipsoidische Veränderliche.	370
12.3.5	RS CVn-Systeme.	371
12.3.6	Halb-getrennte Systeme.	371
12.3.7	Kontaktsysteme.	373
12.4	Pulsationsveränderliche.	375
12.4.1	Die Physik der radialen Pulsationen.	376
12.4.2	Die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung. Cepheiden als Entfernungsindikatoren.	383
12.4.3	Perioden und Lichtkurven.	386
12.4.4	Nicht-radiale Pulsatoren.	393
12.4.5	Die Pulsationsveränderlichen in der Galaxis.	398
12.4.6	Halbregelmäßig und unregelmäßig Veränderliche Sterne	403
12.5	Rotationsveränderliche.	406
12.5.1	Magnetische Veränderliche (α_2 Canum Venaticorum-Sterne).	406
12.5.2	Radiopulsare.	407
12.5.3	BY Dra-Sterne (Fleckensterne).	410
12.6	Eruptive Veränderliche.	411
12.6.1	Supernovae.	411
12.6.2	Kataklysmische Veränderliche.	420
12.6.3	Röntgen-Doppelsterne.	438
12.6.4	Symbiotische Sterne.	441
12.6.5	Flare-Sterne.	443
12.7	Junge irreguläre Veränderliche	447
12.7.1	Orion-Veränderliche und RW Aurigae-Sterne.	447
12.7.2	T Tauri-Sterne.	448
12.7.3	Variable Be-Sterne.	449
12.8	Literatur.	449

13	Doppelsterne. Von W. D. Heintz	453
13.1	Die visuellen Doppelsterne.	453
13.2	Mikrometer und visuelle Beobachtung.	456
13.3	Photographische und interferometrische Beobachtung.	459
13.4	Bahnelemente und Ephemeriden.	461
13.5	Die photometrischen Doppelsterne.	463
13.6	Literatur.	465
14	Die Milchstraße und ihre Objekte. Von Th. Neckel . . .	467
14.1	Das visuelle Erscheinungsbild der Milchstraße	467
14.2	Der interstellare Staub und seine Auswirkung auf Entfernungsbestimmungen in der Galaxis.	471
14.3	Die Objekte der Milchstraße: Überblick	474
14.4	Kataloge und Atlanten galaktischer Nebel	476
14.5	Die offenen Sternhaufen	478
14.5.1	Klassifizierung der offenen Haufen.	479
14.5.2	Farben-Helligkeits-Diagramme und Zwei-Farben-Diagramme.	480
14.5.3	Die Zugehörigkeit von Sternen zu offenen Haufen . . .	485
14.6	Die kugelförmigen Sternhaufen.	485
14.6.1	Die Farben-Helligkeits-Diagramme von Kugelhaufen . .	486
14.6.2	Die Bestimmung der Entfernungen von Kugelhaufen . .	488
14.7	HII-Regionen.	489
14.7.1	Die anregenden Sterne der HII-Regionen.	489
14.7.2	Die Spektren der HII-Regionen.	491
14.7.3	Die Radio-Kontinuums-Strahlung von HII-Regionen . .	492
14.7.4	Radio-Rekombinations-Linien von HII-Regionen . . .	493
14.7.5	Die Infrarot-Strahlung von HII-Regionen.	493
14.7.6	Typische Strukturen in HII-Regionen.	494
14.7.7	Physikalische Parameter von HII-Regionen.	495
14.7.8	Die bekanntesten HII-Regionen.	495
14.8	Reflexionsnebel.	497
14.9	Die Hagenschen Wolken.	500
14.10	Supernova-Überreste.	502
14.11	Planetarische Nebel.	504
14.12	Molekül- und Dunkelwolken.	506
14.12.1	Die räumliche Verteilung der interstellaren Extinktion .	506
14.12.2	Entfernungen und totale Extinktion von Dunkelwolken.	508
14.12.3	Moleküle in Dunkelwolken.	510
14.12.4	Molekülwolken.	512
14.12.5	Molekülwolken und Sternentstehung	514
14.13	Herbig-Haro-Objekte, bipolare und kometarische Nebel	518
14.14	Aufbau des Milchstraßensystems.	522
14.14.1	Das galaktische Zentrum.	522

14.14.2 Sternpopulationen	524
14.14.3 Die differentielle galaktische Rotation - kinematische Entfernungen	526
14.14.4 Die Spiralarme unseres Milchstraßensystems.	528
14.14.5 Die Flächenhelligkeit der Milchstraße.	534
14.14.6 Die unmittelbare Sonnenumgebung.	535
14.15 Hinweise für Beobachtungen	537
14.15.1 Die Anforderungen an den Standort und den Himmel.	538
14.15.2 Visuelle Beobachtungen	538
14.15.3 Photographische Beobachtungen.	539
14.16 Literatur.	540
15 Extragalaktische Objekte. Von J. V. Feitzinger	541
15.1 Einleitung	541
15.2 Kataloge und Bildmaterial	541
15.3 Die Klassifikation der Galaxien	548
15.3.1 Wechselwirkende Galaxien und Galaxien mit Besonderheiten	553
15.4 Der Aufbau der Galaxien.	553
15.4.1 Allgemeine Eigenschaften der Galaxien.	556
15.4.2 Strukturbildung in Galaxien.	565
15.5 Entfernungsbestimmung.	577
15.6 Aktive Galaxien und Quasare.	580
15.7 Das Universum.	582
15.8 Amateurtechniken und Amateuraufgaben	585
15.9 Literatur.	587
16 Anhang	589
16.1 Tabellen.	589
16.1.1 Allgemeiner Teil	589
16.1.2 Spezieller Teil.	602
16.2 Astronomische Lehrmittel (einschließlich Planetarien). Von A. Kunert	656
16.2.1 Technische Informationsträger.	658
16.2.2 Nichttechnische Informationsträger.	678
16.3 Allgemeines Literaturverzeichnis	684
16.3.1 Bibliographie über alle Gebiete der Astronomie.	684
16.3.2 Biographie und Geschichte.	684
16.3.3 Populäre Gesamtdarstellungen und Nachschlagewerke	687
16.3.4 Wissenschaftliche Einführungen und Nachschlagewerke	689
16.3.5 Radioastronomie.	691
16.3.6 Ratgeber für den Beobachter.	692
16.3.7 Instrumentenkunde und Beobachtungsverfahren	693
16.3.8 Sonnenuhren.	697
16.3.9 Rechnende Astronomie.	697

16.3.10 Verwandte Wissenschaften (Mathematik, Meteorologie, Physik)	698
16.3.11 Objekte der Beobachtung in Einzeldarstellungen	700
16.3.12 Sternkarten, Zeitschriften und Jahrbücher.	709
16.3.13 Astronomische Lehrmittel	713
16.4 Astronomische Organisationen.	713
16.4.1 Überregionale Organisationen.	713
16.4.2 Sternwarten, Planetarien, astronomische Arbeits- gemeinschaften in der Bundesrepublik Deutschland . . .	714
16.5 Gebräuchliche Abkürzungen astronomischer Organisationen und Zeitschriften.	719
Sachverzeichnis	721