

Astronomie in Theorie und Praxis

8. Auflage in zwei Bänden

Erik Wischnewski

Inhaltsverzeichnis

1	Beobachtungen mit bloßem Auge	37
	Motivation	37
	Hilfsmittel	38
	Drehbare Sternkarte	
	Bücher und Atlanten	
	Kataloge	
	Planetariumssoftware	
	Elektronischer Almanach	
	Sternkarten	39
2	Atmosphäre der Erde	49
	Aufbau	49
	Atmosphärische Fenster	51
	Warum der Himmel blau ist?	52
	Extinktion	52
	Extinktionsgleichung	
	Photometrie	
	Refraktion	55
	Szintillationsrauschen	56
	Angaben zur Beobachtung	57
	Durchsicht	
	Himmelshelligkeit	
	Luftunruhe	
	Beispiel einer Notiz	
	Taupunkt	59
	Solar-terrestrische Beziehungen	60
	Klassifizierung der Flares	
	Korrelation zur Fleckenrelativzahl	
	Luftleuchten	62
	Polarlichter	63
	Nachtleuchtende Wolken	64
	Haloerscheinungen	67
	Formen	
	Häufigkeit	
	Beobachtung	
	Photographie	
	Grüner Strahl	69

Zodiakallicht	71
Dämmerung	72
Definition	
Purpurlicht	
Gegendämmerung	
Venusgürtel	
Erdschattenbogen	

3 Optische Teleskope

75

Fernrohrtypen	76
Refraktoren	
Reflektoren	
Fokus	
Optische Fehler	82
Farbfehler	
Kugelgestaltsfehler	
Bildfeldwölbung	
Koma	
Astigmatismus	
Verzeichnung	
Bildverzerrungen	
Helligkeitsinhomogenität	
Objektive	86
Linsenobjektive	
Spiegelobjektive	
Vergütung	
Optische Qualitätsprüfung	
RC-Wert	
RGB-Chromasietest	
Okulare	97
Zusatzoptiken	100
Barlow-Linse	
Shapley-Linse	
Flattener	
Spezialokulare	
Spektroskopie	
Herschel-Prisma	
Fabry-Pérot-Interferometer	
Vergrößerung	103
Welche Vergrößerung ist die Beste?	
Blickfeld	105
Lichtstärke	106
Kontrast	
Dämmerungszahl	
Auflösungsvermögen	108
Strehl-Zahl	
Luftunruhe (Seeing)	112
Tubusseeing	
Kuppelseeing	
Gebäudeseeing	

Montierungen	113
Nachführfehler	116
Ausrichtung einer parallaktischen Montierung	118
Scheiner-Methode	118
Lüthen-Kahlhöfer-Methode	120
Stative	124
Tauschutz	125
Selbstbau	127
Spiegel	
Barndoor	
Komplettbau	
Zubehör	132
Okularseitiges Zubehör	
Zubehör für die Aufstellung und Einstellung	
Sonnenbeobachtung	
Astrophotographie	
Kauftipps	134
Preise	

4 Astrophotografie

137

Aufnahmeverfahren	138
Sternfeldaufnahmen	138
Strichspuraufnahme (Polaufnahme)	
Nachgeführte Kamera	
Fokalaufnahmen	141
Barlow-Linse	
Shapley-Linse (Reducer)	
Flattener	
Spiegelrückschlag	
Projektionsaufnahmen	144
Bildgröße	144
Belichtungszeit	145
Belichtungsformel	
Atmosphärische Schwächung	
Flächenhelligkeit	
Deep-Sky-Objekte	
Filter	149
Digitaltechnik	151
CCD oder CMOS	
CCD-Ausleseverfahren	
Datenformat	
Digitales Okular	
Webcam	
Digitale Videokamera	
Marktübliche Digitalkamera	
Astrokamera	
Optimale Brennweite	
Notebook	

Kameraobjektiv	163
Übersicht	
Teleobjektiv	
Aufnahmesoftware	165
Astro Photography Tool	
Giotto für Webcam	
Canon EOS Utility	
Scientific Image Processing System	
Fokussierung	
Hintergrund des Bildes	171
Zahlensysteme	
CCD-Astro- vs. DSLR-Kamera	
Offset	
Biasframe	
Darkframe (Dunkelbild)	
Himmelshintergrund	
Flatframe (Weißbild)	
Bearbeitungsprozess	
Nachbearbeitung am PC	185
Bildüberlagerung	186
Ebnen und Glätten	188
Wavelet Rauschfilter	
FFT-Frequenzfilter	
Kontrastverstärkung	193
Kontrastverstärkung mit GIOTTO	
Kontrastausgleich durch Ebenentechnik	
Schärfung	195
Schärfung u. Rauschfilterung mit GIOTTO	
Schärfung mit FITSWORK	

5 Photometrie

201

Lichtelektrische Photometrie	202
Photographische Photometrie	202
Methoden	
Genauigkeit	
Umrechnungsfunktion	
Visuelle Schätzung	204
Position	
Extinktion	
Farbe	
Defokussierung	
Körperhaltung	
Distanz	
Intervall	
Umfeld	
Helligkeitsschätzung mit einer künstlichen Vergleichsquelle	206
Interpolationsmethode nach Pickering	207
Stufenschätzmethode nach Argelander	208
Umrechnungsfunktion	

Digitalphotometrie	212
Zielsetzung	
Dynamikbereich	
Datenformat und Sättigung	213
Sättigung	
Keine Verstärkung	
Einflüsse auf das Helligkeitsprofil	
Punktspreizfunktion (PSF)	216
Polsequenz	217
Spektralphotometrie	218
Filter	
RGB-Trennung	
Messmethoden	219
Blendenverfahren	
PSF-Verfahren	
Umrechnungsfunktion	224
Transformationsgleichung	
Lineare Regression	
Quadratische Regression	
Praxistipps	
Extinktion	228
Genauigkeit	230
Erhöhung der Genauigkeit	
Defokussierung	
Atmosphärische Einflüsse	
Größe der Kreisblende	
Darkframe (Dunkelbild)	
Flatframe (Weißbild)	
Farbe	
Fokus	
JPEG und Sättigung	234
Untersuchung eines Sternhaufens	
Zeitreferenz	
Heliozentrische Zeit	
Photometriesoftware	239
ASTROART	
ASTROMETRICA	
FITSMAG	
FITSWORK	
MAXIM DL	
MUNIWIN	
Photometrie mit FITSWORK	
Photometrie mit MUNIWIN	
Aufgabenbereiche	244
Einzelmessung eines Veränderlichen	
Serienmessung eines Veränderlichen	
Kleinplaneten	
Vermessung eines Sternhaufens	
Zusammenfassung und Ausblick	246
Einsatzgebiete	
Offene Fragen	

6 Spektroskopie

247

- Spektrograph 247
 - Bezeichnungen
 - Funktionsprinzip
 - Beugungsgitter
 - Blazegitter
 - Überlappung der Ordnungen
 - Spalt
 - Kollimator
 - Bauweise eines Spaltspektrographen
 - Auflösungsvermögen
- Spaltlose Spektroskopie 254
 - Auflösungsvermögen
 - Star Analyser
 - Überprüfung
 - Hinweise zur visuellen Beobachtung
 - Wer sucht, der findet
- Objektivgitter 263
 - Gitter höherer Dispersion
 - Fassung für Gitter
 - Abbildungsgröße
 - Lichtstärke
 - Dispersion
 - Auflösung
 - Abbildungsqualität
- Aufnahmen von Spektren 272
 - Ronchi, ein spielerischer Anfang
 - Grenzhelligkeit
 - Darkframe
 - Flatframe
 - Hintergrund
 - Mittelung der Spektralbilder
- Kalibrierung 278
 - Kalibrierung der Wellenlängenachse
 - Sterne zur absoluten Kalibrierung
 - Korrektur der Intensitätsachse
 - Flusskalibrierung mit RSpec
 - Kontinuumsnormierte Darstellung
- Spektrallinien 286
 - Fraunhofer-Linien
 - Wichtige Linien
 - Emissionslinien
- Energiesparlampe 289
 - Aufbau und Belichtung
 - Kalibrierung und Auflösung
 - Gittervergleich
- Themengebiete 291
 - Spektralklassifikation
 - Chemische Zusammensetzung
 - Geschwindigkeit

Äquivalentbreite	
Photometrie	
Spektralklassifikation	293
Einzelobjekte	
Vorgehensweise zur Klassifikation	
Identifikation von Spektrallinien	
Temperatur	
Vermessung der Linien	299
Profil	
Radialgeschwindigkeit	
Doppelsterne	
Rotation	
Doppelpeaks und V/R-Verhältnis	
Expansion	
Zeeman-Effekt	
Äquivalentbreite	308
Bestimmung mit dem Star Analyser	
Begriffsklärung	
Äquivalentbreite/Helligkeits-Korrelation	
Spektrumsphotometrie	315
Praxisvergleich	
Ausblick	
Vorgehensweise	
Anwendungsfälle	
Jugend forscht	321
Spektralatlas	

7 Polarimetrie

323

Theorie der Polarisation	323
Quellen mit polarisierter Strahlung	
Definition des Polarisationsgrades	
Stokes-Parameter	
Polarigramm	
Stokes-Parameter-Polarigramm	
Interstellare Polarisation	
Polarisations- und Positionswinkel	
Polarisation des Himmels	
Beobachtung	329
Krebsnebel	
Sonnenkorona	
Sonnensystem	
Messverfahren	332
Genauigkeit der Messung	
Korrektur der Messungen	
Auswerteverfahren	
Kometen	337
41P/Tuttle-Giacobini-Kresák	
C/2015V2 (Johnson)	
Be-Sterne	338
Physik der Sterne	
Gamma Cassiopeiae	

Wolf-Rayet-Sterne	341
WR 136	
CQ Cephei	
GP Cephei	
Sternhaufen	345
Plejaden	
Galaxien	349
Arp 299	
Messier 81	
Messier 82	
Polarisation und Farben der Mineralien beim Mond	351
Farbalbedo des Mondes	
Polarisation des Mondes	
Software	357
Auswertung mit IRIS	

8 **Hochauflösende Astronomie** **359**

Großteleskope	359
Very Large Telescope	
Keck Telescope	
Gran Telescopio Canarias	
Hobby-Eberly Telescope	
Southern African Large Telescope	
Large Binocular Telescope	
Giant Magellan Telescope	
Thirty Meter Telescope	
Extremely Large Telescope	
Overwhelmingly Large Telescope	
Aktive Optik	361
New Technology Telescope	
Adaptive Optik	362
Prinzip der Interferometrie	362
Doppelspalt	
Michelson-Interferometer	
Radiointerferometer	363
Optisches Interferometer	364
Speckle-Interferometrie	365
Speckle-Bild	
Sternscheibenrekonstruktion	
Bildverstärker	
Autokorrelation	
Labeyrie-Prozess	
Speckle-Masking-Methode	
Speckle-Holographie	
Historische Ergebnisse	
Interferometer	
Speckle-Interferometrie mit FITSWORK	
Künstlicher Stern	
Doppler-Tomographie	376

9 Radioastronomie 377

- Radioteleskope 377
- LOFAR 379
- Square Kilometre Array 380
 - SKA-low
 - SKA-mid
 - SKA-high
 - Eigenschaften des SKA
 - Technische Anforderungen
 - Wissenschaftliche Aufgaben
- Beobachtungstechniken 383
- Radioquellen 384
- Physik der Radiostrahlung 385
- Beteigeuze (α Orionis) 387
- Einfaches Radioteleskop für Amateure 390
- Amateur-Radioteleskop ›Spider 230‹ 394
 - Aufbau
 - Ergebnisse
 - Radiokarte

10 Ultraviolett- und Infrarotastronomie 399

- UV-Satelliten 399
- IR-Forschung 400
 - Kühle Objekte
 - Hohe Auflösung im Infrarotbereich
 - Tiefer Einblick mit Infrarotstrahlung
 - Venus
 - Jupiter
- IR-Satelliten und -sonden 401
- IR-Bänder 401
- IR für Amateure 402
- Kühlung 403

11 Röntgen- und Gammaastronomie 405

- Satelliten 405
- Röntgenteleskope 406
- Wolter-Teleskop 406
- Gammadetektoren 407
- Tscherenkow-Teleskop 407
 - H.E.S.S.
 - MAGIC
 - IceCube
 - CTA
- Fluoreszenz-Teleskop 409
- Gammaskpektrometer 409

12 Gravitationswellenastronomie

411

- Gravitationswellen 411
 - Ausbreitung der Gravitationswellen
 - Linear polarisierte Welle
 - Dunkle Materie
- Gravitationswellendetektoren 413
 - Störquellen
 - 1. Generation
 - TAMA300
 - GEO600
 - 2. Generation
 - VIRGO
 - LIGO
 - KAGRA
 - 3. Generation
 - Einstein-Teleskop
 - Weltraum-Interferometer
 - LISA
 - Pulsar Timing Array
 - PPTA
 - EPTA
 - IPTA
- Parameter eines Binärsystems 419
 - Theoretische Parameter
 - Zirpmasse
 - Leuchtkraftentfernung
- Gravitationswellenobjekte 423
 - PSR 1913+16
 - HM Cancri
 - Z Chamaeleontis
 - OJ 287
 - PSR 0737–3039
 - Amplitude bei Quadrupolkörpern
 - AR Scorpii
 - Direkte Messungen von Gravitationswellenereignissen
 - GW 150914
 - GW 151226
 - GW 170104
 - GW 170608
 - GW 170814
 - GW 170817

13 Virtuelles Observatorium

431

- Einleitung 431
 - Begriffliches
 - IVOA
- Data-Mining 432
 - Begriffliches
 - Methodik
 - Unterstützung

Kataloge 433

- Generelles
- AAVSO
- APPLAUSE
- ASAS
- BRITE
- COROT
- CSS
- DASCH
- GDS
- HDAP
- KEPLER
- LINEAR
- MACHO
- NSVS
- OGLE
- OMC
- ROSAT
- Sonneberg
- SuperWASP

Bedienung 442

- AAVSO
- APPLAUSE
- ASAS
- CSS
- DASCH
- GDS
- KEPLER
- NSVS
- OMC
- SuperWASP
- VizieR
- TAP VizieR
- X-Match

Werkzeuge 462

- FITS VIEWER AND EDITOR
- TOPCAT
- PERIOD04

Citizen-Science (Bürgerwissenschaft) 470

- Verteiltes Rechnen

Zooniverse 471

- Galaxy Zoo

14 Interdisziplinäre Zusammenarbeit

475

Überblick 475

- Professionals
- Amateure
- Amateure unterstützen Professionals
- Amateure unter sich

ProAm-Kampagnen 477

- 4*P Coma Morphology Campaign

- Amateure unter sich 479
 - Radius bei Pulsationsveränderlichen
 - Radius und Masse von Doppelsternen
- Einzelobjekte 480
 - Pleione (28 Tau)
 - CC Andromedae
 - V2711 Cygni
 - Doppelsternsystem AR Scorpii
 - Aussichten

15 Strahlung und Helligkeit

489

- Strahlungsintensität 489
- Strahlungsstrom 489
- Photometrische Systeme 490
 - UBVRI
 - UGR-System nach Becker
 - Strömgren
 - Sloan
 - Tycho- und Hipparcos
- Auge 495
- RGB-Systeme 496
 - CIE-RGB
 - Digitalkameras
 - Canon EOS 40D
 - Canon EOS 60Da
 - CCD-Photometrie-Filter
 - Farbfilter
- Referenzfeld M 67 501
- Polsequenz 502
- Farbindex 503
- Bolometrische Korrektur 504
- Größenklassen 505
- Helligkeit der Sonne 505
- Weber-Fechner-Gesetz 506
- Entfernungsmodul 506
- Helligkeiten der Planeten 507
- Farbskalen 509

16 Entfernungen im Weltall

511

- Einheiten 511
 - Meter
 - Astronomische Einheit
 - Lichtjahr
 - Parsec
- Methoden 512
 - Kosmische Entfernungsleiter
- Parallaxe 514
 - Trigonometrische Parallaxe
 - Dynamische Parallaxe

- Baade-Wesselink-Methode
- Supernova Typ II
- Photometrische Parallaxe
- Farben-Helligkeits-Diagramm
- Lichtecho
- Pulsare
- Sunyaev-Zeldovich-Effekt
- Leuchtkraftentfernung 518
- Stefan-Boltzmann-Gesetz
- Wilson-Bappu-Effekt
- Osmer-Relation
- Perioden-Leuchtkraft-Beziehung
- Kugelsternhaufen
- Nova
- Supernova Typ Ia
- Tully-Fisher-Beziehung
- Faber-Jackson-Beziehung

17 Koordinatensysteme

523

- Himmelskoordinaten 523
 - Horizontalsystem
 - Äquatorialsystem
 - Ekliptikalsystem
 - Galaktisches System
 - Supergalaktisches System
- Umrechnung der Koordinaten 526
 - Horizontal- in Äquatorialsystem
 - Äquatorial- in Horizontalsystem
 - Äquatorial- in Ekliptikalsystem
- Präzession 528
 - Platonisches Jahr
 - Jährliche Präzession
 - Änderung der Koordinaten
 - Nutation
- Umrechnung des Äquinoktiums 529
 - Methode 1
 - Methode 2
- Sichtbarkeit eines Gestirns 531
 - Morgen- und Abendweite
 - Tagbogen
- Bestimmung des geographischen Ortes 531
- Koordinatennetze der Himmelskörper 534
 - Bezeichnungen
 - Himmelsrichtungen
 - Positionswinkel
 - Längengrade
 - Breitengrade
 - Gitternetz in Projektion
 - Koordinatenbestimmung

18 Chronologie 541

- Zeitmessung 541
 - Definition der Sekunde
 - Zeitliche Strukturen
 - Länge eines Tages
 - Definitionen der Zeit
 - Dynamische Zeiten
 - Jahreszeitliche Schwankungen
 - Ortszeit
 - Zeitgleichung
- Gregorianischer Kalender 547
- Jahreslängen 548
- Monatslängen 549
- Julianisches Datum 549
 - Baryzentrisches julianisches Datum
 - Modifiziertes julianisches Datum
 - Programmcode
- Osterformel 552

19 Teilchenphysik 553

- Elementarteilchen 553
- Quarks 555
- Wechselwirkung 556
 - Gravitation
 - Grand Unified Theory (GUT)
 - M-Theorie
 - Quantenschleifengravitation
- Loop-Quantengravitation 559
- Vakuumfluktuation 562
 - Casimir-Effekt

20 Physik des Lichtes 563

- Welle-Teilchen-Dualismus 563
- Lichtgeschwindigkeit 565
- Lichtablenkung 565
- Lichtbrechung 566
 - Dispersion
 - Achromasie
- Reflexion und Vergütung 570
 - Fresnel'sche Formeln
- Spektrum 571
 - Wie entsteht das spektrale Kontinuum?
 - Wie entstehen die Absorptionslinien?
 - Wie entstehen die Emissionslinien?
 - Kombinierte Spektrallinienprofile
 - Dispersionsverfahren
 - Dispersionsgleichungen
 - Wasserstoffspektrum

Doppler-Effekt 578
Zeeman-Effekt 579
Tscherenkow-Strahlung 580
Poynting-Robertson-Effekt 580
Jarkowski-Effekt 580
YORP-Effekt 581
 Kleinplanet (54509) YORP
 Kleinplanet (6489) Golevka

21 Magnetismus

583

Einleitung 583
 Geschichtliches
 Alltägliche Erfahrungen
 Elektromagnetische Strahlung
 Astronomische Bedeutung
Einheiten 584
 Magnetische Flussdichte
 Magnetischer Fluss
 Magnetische Feldstärke
Entstehung 585
 Sterne
 Planeten
 Neutronensterne
Synchrotronstrahlung 586
 Pulsar
Messung 588
 Faraday-Effekt
 Zeeman-Effekt
Sonne 588
 Alfvén-Radius
 Koronale Löcher
Erdmagnetfeld 590
Magnetische Stürme 591
Van-Allen-Gürtel 591

22 Sonne

595

Überblick 595
Innerer Aufbau 596
 Zentraler Kern
 Energie
 Tachocline
 Modellrechnungen
 Helioseismologie
Rotation und Magnetfeld 599
Oberfläche 600
 Kegelstumpfmodell

Wilson-Effekt	604
Beschreibung	
Berechnung	
Sonnenfleckengruppe NOAA 12670	
Atmosphäre	608
Aufbau der Atmosphäre	
Chromosphäre	
Korona	
Beobachtung	610
Protuberanzen	
H α -Beobachtung	
Weißlichtbeobachtung	
Beobachtung mit einem Feldstecher	
Photographie	613
Fokalaufnahmen	
Projektionsaufnahmen	
Sonnenflecken	616
Systematische Beobachtung	
NOAA-Nummer	
Relativzahl der Sonnenflecken	
Merkmale einer Fleckengruppe	
Fläche einer Fleckengruppe	
Lebensdauer einer Fleckengruppe	
Schwankungen der Sonnenfleckenaktivität	619
Schmetterlingsdiagramm	
Klassifizierung	622
Klassifizierung nach Waldmeier	
Klassifizierung nach McIntosh	
Lichtbrücken nach Hilbrecht	
Protuberanzen und Filamente	
Auswertemethoden	624
Diagramm	
Gleitendes Mittel	
Dokumentation	
Meldungen	
Jugend forscht	
Software <i>SUNMAP</i>	629
Beispiel	
Vorgehensweise	
Position des Sonnenflecks	
Eigenbewegung eines Sonnenflecks	
Größe eines Sonnenflecks	
Achsenneigung einer Gruppe	
Fläche eines Sonnenflecks	
Magnetfeld	
Sonnenfinsternisse	639

23 Erdmond

643

- Überblick 643
- Formationen 644
- Libration 645
 - Libration in Breite
 - Libration in Länge
 - Parallaktische Libration
- Sternbedeckung 645
 - Zeitmessung
 - Streifende Sternbedeckungen
 - Sternbedeckungen von oder durch Planeten
- Durchmesser eines Kraters 648
- Zeichnen von Mondkratern 649
- Höhe eines Mondberges 654
- Mondfinsternisse 657
- Lunar Transient Phenomena 661
- Ebbe und Flut 662

24 Planeten und ihre Monde

665

- Definition eines Planeten 665
 - Neudefinition
 - Planemo
- Übersicht 667
 - Neigung der Rotationsachse
 - Bahngeschwindigkeit
 - Fluchtgeschwindigkeit
 - Gravitationsbeschleunigung
 - Albedo
- Temperatur 669
- Definition der Oberfläche bei Gasplaneten 670
- Innerer Aufbau 670
- Beobachtung 671
- Merkur 672
 - Innerer Aufbau
 - Oberfläche
 - Atmosphäre
 - Magnetfeld
 - Ringsystem
 - Monde
 - Beobachtung
- Venus 674
 - Innerer Aufbau
 - Oberfläche
 - Atmosphäre
 - Magnetfeld
 - Ringsystem
 - Monde

Beobachtung
Venus-Dichotomien 1969 und 1977
Höhe der Atmosphäre
Venusbedeckung durch den Mond
Vorübergänge vor der Sonne

Erde 681

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Mond

Mars 682

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Monde
Beobachtung

Jupiter 686

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Monde
Beobachtung

Saturn 696

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Monde
Beobachtung

Uranus 704

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Monde
Beobachtung

Neptun 707

Innerer Aufbau
Oberfläche
Atmosphäre
Magnetfeld
Ringsystem
Monde
Beobachtung

25 Zwerg- und Kleinplaneten

709

- Übersicht 709
 - Entdeckung
 - Kuiper-Gürtel
- Kommensurabilitäten 712
 - Lücken
 - Trojaner
 - Resonanzgruppen
 - Resonante Kuiper-Gürtel-Objekte
- Erdnahe Objekte 713
 - Kleinplanet 2004 MN₄
 - Kleinplanet 2012 DA₁₄
- Zwergplaneten 714
 - Definition
 - Kandidaten für Zwergplaneten
- Einzelobjekte 715
 - Ceres
 - Vesta
 - Sylvia
 - Florence
 - Wischnewski
 - Chiron
 - Pluto
 - Plutomonde
 - Haumea
 - Quaoar
 - Makemake
 - 2007 OR₁₀
 - Eris
 - Sedna
- Interstellare Objekte 724
 - 'Oumuamua
- Beobachtung 725
 - Positions- und Bahnbestimmung
 - Helligkeitsbestimmung
 - Sternbedeckungen
 - Roma bedeckt Delta Ophiuchi

26 Kometen

729

- Kern und Staubkoma 731
- Koma 732
- Schweif 732
- Chemische Zusammensetzung 733
- Bahnen 733
 - Oort'sche Kometenwolke
 - Kometenfamilien
 - Hauptgürtelkometen
- Namensgebung 734

Einzelobjekte	735
Komet 1P/Halley	
Komet 9P/Tempel	
Komet 17P/Holmes	
Komet 67P/Tschurjumow-Gerassimenko	
Komet 81P/Wild	
Komet 96P/Machholz	
Komet C/2012 S1 (ISON)	
Beobachtung	744
Bestimmung des Kopfdurchmessers	
Bestimmung der Schweiflänge	
Bestimmung der Schweifbreite	
Bestimmung der Schweifrichtung	
Bestimmung der Koordinaten	
Bestimmung der Helligkeit des Kopfes	
Bestimmung des Kondensationsgrades	

27 Meteore und Meteorite

753

Begriffe	753
Übersicht	754
Meteorströme	754
Perseiden	
Leoniden	
Historische Einschläge	756
Nördlinger Ries	
Barringer-Krater im Canyon Diablo / Arizona	
Tunguska-Krater / Sibirien	
Prager Becken	
Chicxulub-Krater	
Sintflut	
Tscheljabinsk-Meteor	
Beobachtung	759

28 Planeten- und Kometenbahnen

761

Kepler-Problem	761
Kepler'sche Gesetze	765
Erstes Kepler'sche Gesetz	
Zweites Kepler'sche Gesetz	
Drittes Kepler'sche Gesetz	
Librationspunkte	766
Hill-Sphäre	767
Bahnelemente und Koordinatensysteme	768
Bahnelemente der Planeten	770

29 Ephemeridenrechnung und Bahnbestimmung 771

- Wahre Anomalie 771
 - Ellipsenbahn
 - Parabelbahn
 - Hyperbelbahn
 - Parabelnahe Bahnen
- Ephemeridenrechnung 775
 - Berechnung der Koordinaten
 - Berechnung der Phase
 - Berechnung der Helligkeit
- Bahnbestimmung 780
 - Vorgehensweise
 - Hilfsgrößen
 - Hypothesenrechnung
 - Bestimmung der Bahnelemente
 - Koeffizient M
 - Beispiele

30 Entstehung des Planetensystems 791

- Historische Weltbilder 791
- Entstehung der Planeten 792
 - Katastrophenhypothese
 - Nebularhypothese
 - Turbulenztheorie
 - Proplyd
 - Planetesimale und Protoplaneten
 - Koagulation (Ausflockung)
 - Agglomeration (Zusammenballung)
 - Oligarchisches Wachstum
 - Akkretion
 - Debrisscheibe (Trümmer)
 - AU Mic
 - Nizza-Modell
- Einzelphänomene 797
 - Merkur
 - Erdmond
 - Ringsysteme
 - Rückläufige Monde
 - Planetoidengürtel
 - Pluto
 - Planet X
 - Planet Neun
 - Kuiper-Gürtel

Braune Zwerge 803

SCR 1845–6357

SDSSJ010448.46+153501.9

EBLMJ0555–57

Exoplaneten 805

PSR 1257+12

My Arae

2M 1207

55 Cancri

GQ Lupi

Gliese 581

Gliese 876

Fomalhaut

OGLE-2005-BLG-390L

CoRoT-1

HD 10069

HD 10180

HD 40307

HD 122194

HD 172555

HAT-P-11

Proxima Centauri

Epsilon Eridani

GG Tauri

TRAPPIST-1

Satellit Kepler

Kepler-10

Kepler-11

Kepler-37

Kepler-62

Kepler-90

Kepler-186

Beobachtung

Astrobiologie 819

Green-Bank-Formel

Flüssiges Wasser

Eiweiß

Mittlere Distanz

Magnetfeld

Plattentektonik

Chemische Evolution

Technische Zivilisation

Relationen 831

Masse 833

Masse-Leuchtkraft-Beziehung für Hauptreihensterne

Doppelsternbeobachtungen

Pismis 24-1

HD 93250

HD 97950

NGC 3603 A1

WR 20a

WR 102ka

Eta Carinae

Radius 837

Bedeckungsveränderliche

Stefan-Boltzmann-Gesetz

Sternbedeckung

Masse-Radius-Beziehung

Interferometrie

Baade-Wesselink-Methode

Dichte 841

Temperatur 841

Effektive Temperatur T_{eff}

Strahlungstemperatur T_{Str}

Schwarze Temperatur T_{schw}

Farbtemperatur T_{Farb}

Wien'sche Temperatur T_{Wien}

Kinetische Temperatur T_{kin}

Ionisationstemperatur T_{Ion}

Anregungstemperatur T_{Anr}

Ionisation-Anregungs-Temperatur $T_{\text{Ion/Anr}}$

H1504+65

Wega

Konvektionszone 845

Rotation 847

Populationen 848

Metalle

Population III

Extrem metallarme Sterne

Pekuliare Sterne

Energieprozesse 849

Nuklearreaktionen

Radius des Kerns

Betrachtung der Energie

Tunneleffekt

Sternaufbaurechnungen 856

Differentialgleichungen

Energietransport

Materialfunktionen

Dichte

Opazität

Energieerzeugungsrate
Lösung des Gleichungssystems
Tipps für den Fit
Programmierung
Ergebnisse der Modellrechnungen
Relationen
Konvektionszone
Kernradius
Schlussgedanke

33 Zustandsdiagramme 869

Hertzprung-Russell-Diagramm 869
 Alter-Null-Hauptreihe
 Humphreys-Davidson-Grenze
Hayashi-Linie 871
Farben-Helligkeits-Diagramm 872
 Sekundäre Hauptreihe
 FHD von M 11
Zwei-Farben-Diagramm 876
 ZFD von M 11
Umrechnungen 878
 Effektivtemperatur aus B–V
 Spektraltyp aus Effektivtemperatur

34 Entstehung der Sterne 881

Kritische Masse 881
Gasfinger 885
Mikroturbulenz 885
Magnetfelder 885
Bildung von Sternhaufen 885
Sternentstehungseffizienz 886
Molekülwolken 886
Drehimpulsproblem 887
Entstehung eines Sterns mit einer Sonnenmasse 888
Lada-Klassen 889
IRDC 890
TW Hydrae 891
MN Lupi 891
Rho Ophiuchi 892
Epsilon Aurigae 893
 Entfernung
 Modellübersicht
 Staubwolke
 High-Mass-Modell
 Low-Mass-Modell
 Zentrales Loch

35 Entwicklung der Sterne 897

- Hydrostatische Zeitskala 897
- Kelvin-Helmholtz-Zeitskala 897
- Nukleare Zeitskala 898
- Schönberg-Chandrasekhar-Grenze 900
- Kritische Masse 901
 - Braune Zwerge
- Brenndauer bei massereichen Sternen 901
 - s-Prozess / r-Prozess
- Abzweigen von der Hauptreihe 902
- Thermische Stabilität 903
- Übergang zum Heliumbrennen 904
 - $M_* > 3.2 M_\odot$
 - $1.5 M_\odot < M_* < 6 M_\odot$
 - $M_* < 1.5 M_\odot$
- Schalnbrennen um einen entarteten Kern 905
 - Heliumblitz
 - Riesenstadium
- Zweischalnbrennen 906
- Wiederbelebung Weißer Zwerge 907
- Pulsation der Sterne 907
 - Kappa-Mechanismus
 - Periode
 - Schwingungsdauer
- Einzelobjekte 910
 - Polarstern
 - Beteigeuze
 - Mira

36 Endstadium der Sterne 913

- Urmasse 913
 - Weißer Zwerge
 - Neutronensterne
 - Schwarze Löcher
- Massenverlust 916
 - Supernovae
 - Hypernovae
 - Überriesen
- Akkretionsscheibe 917
 - Entstehung
 - Magnetfeld

37 Weiße Zwerge 919

- Zustandsgrößen 919
 - Chemie und Aufbau
 - Masse
 - Radius

- Dichte
- Leuchtkraft
- Temperatur
- Lebenserwartung
- Magnetfeld
- Rotation
- Doppelsternsystem AR Scorpii
- Stabilität 924
 - Photonengas
 - Grenzmasse
- Heliumblitz der zweiten Generation 926
 - Sakurais Objekt
- Spektralklassifikation 927
- Planetarischer Nebel 928
- ZZ-Ceti-Sterne 928
 - Einzelobjekte

38 Neutronensterne

931

- Entstehung 931
- Abschätzung des Magnetfeldes 933
- Abschätzung der Dichte 933
 - Kruste
- Magnetare 934
- Thermische Röntgen-Neutronensterne 936
- Quasiperiodische Oszillatoren (QPO) 936
 - Entstehung eines Gammabursters
 - Entstehung eines Röntgenbursters
 - Hypernova
- Quarksterne 938
 - RXJ1856–3754
 - 3C 58
 - SN 2006gy
 - SN 1680 = Cas A
- RRATs 939
- Einzelobjekte 939
 - SGR 1806–20
 - SWIFT J1955+2614
 - SGR J1550–5418
 - GRS 1915+105
 - XTE J1739–285
 - GRB 980425 = SN 1998bw
 - GRB 050904
 - GRB 060614
 - GRB 080319B
 - GRB 130427A
 - Cyg X-3
 - Cir X-1
 - Vela X-1

39 Pulsare

943

Physik der Pulsare 943

- Durchmesser
- Rotationsenergie
- Periode
- Magnetfeld
- Lebenserwartung
- Verteilung
- Schalenmodelle
- Strahlungsleistung
- Millisekundenpulsare

Einzelobjekte 948

- Krebsnebel-Pulsar
- Vela-Pulsar
- PSR 0950+08
- Herkules-Pulsar
- Centaurus-Pulsar
- Vulpecula-Pulsar
- PSR 0943+10
- PSR 1257+12
- PSR 1737-30
- PSR J0348+0432
- PSR J2144-3933
- PSR J1719-1438
- 1E 161348-5055
- PSR 1913+16
- PSR J1913+1102

Entfernungsbestimmung 954

40 Schwarze Löcher

955

Schwarzschild-Radius 955

Hawking-Strahlung 956

- Hawking-Effekt
- Temperatur
- Lebensdauer
- Feuerwand

Modelle 958

Kerr'sche Löcher 959

Verschmelzung von Neutronensternen 960

Mikroquasar 960

Holosterne und Gravasterne 961

Einzelobjekte 962

- V404 Cyg
- A0620-00
- GX 339-4
- V861 Sco
- Cyg X-1
- IC 10
- SS 433
- M 33 X-7

41 Milchstraße 969

- Aufbau 969
- Struktur 970
- Gaia 972
 - Zielsetzung
 - Technische Umsetzung
 - Ergebnisse
- Sternströme und Hyperschnellläufer 973
- Ausstoß von Wasserstoffwolken 974
- Gasblasen 974
- Galaktischer Kern 975
- Begleiter 976
- Kollisionskurs 976

42 Interstellare Materie 979

- Allgemeines 979
- Lokale Blase 980
- Wasserstoffmoleküle H_2 981
- Organische Moleküle 982
- Interstellare Extinktion 982
- Farbezexzess 983
- Q-Methode 984
- Balmer-Dekrement 985
 - P Cygni
 - Bestimmung der interstellaren Rötung

43 Galaktische Nebel 989

- Allgemeines 989
- Radius von HII-Regionen 990
- Übersicht 992
- Beobachtung 992
- Einzelobjekte 993
 - Pacman-Nebel
 - Kaliforniennebel
 - Nördlicher Trifidnebel
 - Orionnebel
 - Pferdekopfnebel
 - Flammennebel
 - Messier 78
 - Affenkopfnebel
 - Rosettennebel
 - Konusnebel
 - Tarantelnebel
 - Trifidnebel
 - Lagunennebel
 - Adlernebel
 - Schwannennebel

Crescent-Nebel
Nordamerikanebel
Schmetterlingsnebel
IC 1396
Irisnebel
Blasennebel
Kokonnebel
Objekte für Teleobjektive 1012
Übersicht
Motive
Herbig-Haro-Objekte 1018

44 Planetarische Nebel

1019

Allgemeines 1019
Entstehung
Farben
Anregungsklassen
Bumerangnebel
Übersicht 1023
Einzelobjekte 1023
Ringnebel NGC 246
Kleiner Hantelnebel
Ringnebel NGC 2022
Erdnussnebel
Eskimonebel
Eulennebel
Katzenaugennebel
Ringnebel in der Leier
Hantelnebel
Saturnnebel
Helixnebel
Blauer Schneeball
Abell 39
V838 Mon

45 Sternhaufen

1035

Offene Sternhaufen 1035
Klassifikation
Westerlund 1
Arches
Zwischenalterhaufen
Beobachtungsobjekte
Objekte für Teleobjektive
Kugelsternhaufen 1044
NGC 2808
Terzan 5
Omega Centauri
Beobachtungsobjekte
Entwicklung eines Sternhaufens 1049

Altersbestimmung 1050
 Isotopenmethode
 Isochronenmethode
 Weiße Zwerge
 Ergebnisse
 Farben-Helligkeits-Diagramm
 Interpretation

46 Doppelsterne

1059

Visuelle Doppelsterne 1059
Astrometrische Doppelsterne 1059
Spektroskopische Doppelsterne 1060
Photometrische Doppelsterne 1060
 Algol-Sterne
 Beta-Lyrae-Sterne
 W-Ursae-Majoris-Sterne
Kataklysmische Systeme 1062
 PG 1550+131
 WR 104
Statistik 1063
Systemparameter 1064
Radiusbestimmung 1064
Massenbestimmung 1066
 Massenfunktion
Massenaustausch bei Doppelsternen 1066
Beobachtungsobjekte 1070
Einzelobjekte 1073
 Kastor (α Geminorum)
 Eta Orionis
 85 Pegasi
 Beta Delphini
 Zeta Herculis
 Xi Ursae Majoris
 Zeta Cancri
 26 Draconis
 70 Ophiuchi
 80 Tauri
 Porrina (γ Virginis)
 HP Cancri
 Σ 1037 (Gemini)
 HO 532 (Leo Minor)
 Zeta Bootis
Bestimmung von Abstand und Positionswinkel 1084
 Visuelle Beobachtung
 Messung mit Fadenkreuzokular
 Messung mit Baader Micro Guide
 Photographisch
 Lucky Imaging
 Bildaddition
 Kalibrierung

Gauß-Fit des Helligkeitsprofils
Ergebnisse
Vergleich der Messungen von Albireo
Albireos Double OL 217
Eta-Lyrae-Region
Genauigkeit
Ephemeridenrechnung 1096
Bahnelemente
Wahre Anomalie
Positionswinkel
Abstand

47 Veränderliche Sterne

1099

Klassifikation 1099
Pulsationsveränderliche 1101
Delta-Scuti-Sterne
RR-Lyrae-Sterne
Delta-Cephei-Sterne
W-Virginis-Sterne
Beta-Cephei-Sterne
RV-Tauri-Sterne
Mira-Sterne
Halbregelmäßige
Unregelmäßige
Blue large-amplitude pulsators
Beteigeuze
Eruptionsveränderliche 1110
T-Tauri-Sterne
FU-Orionis-Sterne
UV-Ceti-Sterne
R-Coronae-Borealis-Sterne
Rotationsveränderliche 1111
Röntgenveränderliche 1111
Kataklysmische Veränderliche 1112
Supernovae
Novae
Intermediate-luminosity transients
Kilonova
Be-Sterne
Delta Scorpii
Pleione
P-Cygni-Profil
P Cygni
VV Cephei
Symbiotische Sterne
Novae 1122
Entwicklung
Spektrum
Nova Cygni 1975
Nova Cygni 1992
Nova Delphini 2013

Einzelobjekte	1133
Auswahl der Vergleichssterne	1134
SV Vulpeculae (1978)	
RZ Cassiopeiae (1972)	
SV Vulpeculae (1971)	
RX Aurigae (1970)	
Delta Cephei	
SZ Lyncis	
Lichtkurve	1140
SV Vulpeculae	
RX Aurigae	
Delta Cephei	
Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten	1147
Parallellinienmethode	
Pauspapiermethode	
Polynom	
Fourier-Reihe	
RZ Cassiopeiae	
SZ Lyncis	
Lichtkurvenblatt	
Fehler bei der Minimums- und Maximumsbestimmung	1153
Messfehler	
Ausgleichsfunktion	
Ablesefehler (-genauigkeit)	
Systemparameter	1154
(B-R)-Diagramm	1154
Epochensprung	
Lichtzeiteffekt	
SZ Lyncis	
RZ Cassiopeiae	
RZ Cas als Dreifachsternsystem	
Massenausstöße von RZ Cas	
Spezielle Objekte	1162
Zeta Aurigae	
Epsilon Aurigae	
Gemeinschaftslichtkurve	1163
Instrumentelle Methode	
Farbbereich	
Vergleichssterne	
Reduktion	
Epsilon Aurigae	

48 Supernovae

1171

Überblick	1171
Ursache	1172
Gravitationskollaps-Supernova	
Thermonukleare Supernova	
Paarinstabilitäts-Supernova	
Übergangstyp IIb	
Typ IIa	

Supernova Typ Ia	1174
Langsames Szenario	
Schnelles Szenario	
Standardkerze	
Supernova Typ II	1175
Supernova-Prozess	
Lichtkurven	1176
Ursachen der Helligkeit	
Typenspezifische Formen	
Radioaktiver Zerfall	
Lichtecho	1178
Einzelobjekte	1179
SN 1572	
SN 1604	
SN 1987A	
SNLS-04D2dc	
SN 2006gy	
SN 2007bi	
MSH 11-61A	
VFTS 102	
SN 2011fe	
Rho Cassiopeiae	
Beteigeuze	
Supernovaüberreste	1188
Krebsnebel	
Quallennebel	
Bleistiftnebel	
Cygnus-Loop	
SN 1680 = Cas A	

49 Galaxien

1197

Klassifikation	1198
Drehimpuls	
Elliptische Galaxien	
Metallhäufigkeit	
Statistik	
Bildung der Galaxien	1204
Dunkle Galaxien	
Spinnennetzgalaxie	
Entstehung der Spiralarme	1206
Dichtewellentheorie	
Ejektionstheorie	
Rotation	1207
Modifizierte Newton'sche Dynamik	
Dunkle Materie	1210
Andromedagalaxie	
1E 0657-56	
MACSJ0025.4-1222	
Cl0024+17	
VIRGOHI 21	
Dragonfly 44	

Zwerggalaxien	1212
Entwicklung	
Dunkle Materie	
Einzelobjekte	
Wechselwirkende Galaxien	1214
Andromedagalaxie	
NGC 5128	
NGC 6240	
M 104	
CID-42	
Ringgalaxie	
Polarringgalaxie	
Starburstgalaxien	1219
M 82	
NGC 253	
NGC 1569	
Galaxienhaufen	1220
Lokale Gruppe	
Super(galaxien)haufen	1222
Massen	1223
Walls und Voids	1223
Einstein-Straus-Vakuolen	1224
Abell 194	
Statistik	1224
Beobachtungsobjekte	1225
Andromedagalaxie	
Dreiecksgalaxie	
Starburstgalaxie	
Edge-On-Galaxien	
Leo-Triplett	
M 100	
Jetgalaxie	
Siamesische Zwillinge	
M 60	
Mäusegalaxien	
M 94	
Blackeye-Galaxie	
Whirlpool-Galaxie	
Feuerradgalaxie	
Stephans Quintett	
Objekte für Teleobjektive	1235

50 Aktive Galaxien

1239

Aktive Galaktische Kerne	1241
Leuchtkraft	1242
Eddington-Grenze	1243
NGC 3842/NGC 4889	
MS 0735.6+7421	
NGC 1277	
Maximalmasse	1244

Entwicklung von Quasaren und AGN	1244
Binäre Schwarze Löcher	1245
CID-42	
Quasare	1246
3C 273	
Radiogalaxien	1247
Cyg A	
BL-Lacertae-Objekte	1247
AO 0235+164	
OJ 287	
Markarian 501	
Blasare	1249
Seyfert-Galaxien	1249
NGC 4151	
NGC 1275	
N-Galaxien	1250
M 87 – Zentralgalaxie des Virgoaufens	1251

51 Gravitationslinsen

1253

Physik der Linsen	1253
Lichtablenkung	
Objekte	
J1000+0221	
Leuchtende Bögen	
Lichtzeitdifferenzen	1256
Q 0957+561	
Shapiro-Effekt	
Kosmische Fäden	1258
Q 1146+111 B, C	
Abell 1835 IR 1916	1258
Mikrolinseneffekt	1259

52 Kosmologie

1261

Hubble-Gesetz	1261
Expansion	1264
Lineare Expansion	
Gebremste Expansion	
Beschleunigte Expansion	
Raumkrümmung	1264
Dichteparameter	
Alter der Welt	1266
Zeitlicher Verlauf der Expansion	1268
Entfernungsmaß	1269
Rotverschiebung	
Laufzeitentfernung	
Mitbewegte Entfernung	
Leuchtkraftentfernung	
Winkeldurchmesserentfernung	
Vergleich	

Evolution des Universums 1275
Temperatur 1275
Planck-Blase 1276
 Planck-Masse
 Planck-Länge
 Planck-Dichte
 Planck-Temperatur
 Planck-Zeit
Planck-Ära (Urschaum) 1278
Symmetriebrechung 1.Art (X-Ära, GUT-Ära) 1278
Kosmische Fäden 1279
Inflation 1280
Symmetriebrechung 2.Art (Quark-Ära, Gluonen-Ära) 1283
Symmetriebrechung 3.Art 1283
Hadronen-Ära 1284
Leptonen-Ära 1285
 Entstehung der Heliumkerne
Photonen-Ära 1285
Materie-Ära 1286
 Entstehung der Atome
 Dunkles Zeitalter
 Gunn-Peterson-Trog
 Lyman-Alpha-Wald
 Reionisation
Quasare 1289
Kosmische Hintergrundstrahlung 1290
Kosmologische Modelle 1292
 Standardmodelle nach Friedmann
 Kosmische Hintergrundstrahlung
 Friedmann-Lemaître-Modell
 Big Bounce (↳Großer Rückprall↳)
 Konkordanzmodell
 Big Rip
 CCC-Kosmologie
 Resümee
Hierarchie im Weltraum 1301

A	Zeittafeln	1305
B	Raumsonden	1311
C	Energieressourcen der Erde	1317
	Energieprozesse	1317
	Energieformen	
	Kraftwerke	
	Energiepreise	
	Reichweite der Vorkommen	1318
	Uran	
	Erdöl	
	Erdgas	
	Kohle	
	Wasser	
	Sonne	
	Fusionsreaktor	
D	Ausgleichsrechnung	1321
	Mittelwert	1321
	Lineare Regression	1322
	Quadratische Regression	1324
	Gauß-Fit	1325
E	Kataloge	1327
F	Periodika	1331
	Literatur-Recherche	
G	Glossar	1339
H	Parameter für DCRAW	1343
I	Kreuzworträtsel	1345
J	Lösungen der Aufgaben	1347

K Literatur und Quellennachweis

1361

- Bildernachweis 1361
 - Sortiert nach Reihenfolge im Buch
 - Sortiert nach Namen der Bildautoren
- Quellennachweis 1369
- Literatur 1379
- Jahrbücher 1381
- Fachzeitschriften 1382
- Sternkataloge 1382
- PC-Software 1383
 - Planetarium und Beobachtungsplanung
 - Stellarium 0.16
 - Cartes du Ciel (SkyChart) 4.0
 - TheSkyX
 - Guide 9.0
 - Eye & Telescope 3.2
 - Clear Sky 1.0
 - Aufnahmesoftware
 - Astro Photography Tool 3.5
 - MaxIm DL 6.0
 - Giotto 2.2
 - WxAstroCapture 1.8
 - Bildbearbeitung
 - Fitswork 4.4
 - DeepSkyStacker 3.3
 - RegiStax 6.1
 - AutoStakkert! 2.1
 - AstroArt 6.0
 - Astrometrie, Photometrie, Spektroskopie
 - Astrometrica 4.8
 - MuniWin 2.0
 - Fitsmag 3.6
 - RSpec 1.7
 - Visual Spec 4.1

L Kontaktadressen

1387

- Astronomische Vereinigungen 1387
 - Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS)
 - Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg e.V. (GvA)
 - Wilhelm-Förster-Sternwarte e.V. (WFS)
 - Bayerische Volkssternwarte München e.V.
 - Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG)
 - Österreichischer Astronomischer Verein (ÖAV)
 - Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik (ÖGA²)
- Spezielle Kontakte für Beobachter 1389
 - Veränderliche Sterne
 - Meteore
 - Sternbedeckungen
 - Sonne
 - Jahrbücher
 - Informationsdienst

Spezielle Bezugsquellen für den Selbstbau	1390
Beschichtungen von Spiegeln	
VdS-Materialzentrale	
Optische und feinmechanische Teile	
Internet	1391
Wissenschaft	
Periodica	
Vereine, Organisationen, Treffpunkte	
Hersteller und Verlage	
Händler	

M Personenregister	1395
---------------------------	------

N Sachregister	1407
-----------------------	------

O Corrigenda	1445
---------------------	------

Polarimeter mit Wollaston-Prisma	1445
Einleitung	
Konstruktion	
Dimensionierung der Optik	
Optomechanik	
Justierung	
Beschaffung	
Test	
Alternative Bauweisen	