

Astronomie in Theorie und Praxis

Kompendium und Nachschlagewerk

mit Formeln, Fakten, Hintergründen

Band

1

Erik
Wischnewski

12. Auflage



Astronomie in Theorie und Praxis

Kompodium und Nachschlagewerk
mit Formeln, Fakten, Hintergünden

Band 1

von
Dr. Erik Wischnewski
Astrophysiker und Fachbuchautor
Kaltenkirchen

Erik Wischnewski
Astronomie in Theorie und Praxis
Kompodium und Nachschlagewerk
mit Formeln, Fakten, Hintergründen
12., überarbeitete und erweiterte Auflage
in drei Bänden
24568 Kaltenkirchen, 2025

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind über www.dnb.de abrufbar.

1. Edition, Juli 1980 Vorlesungsbroschüre
2. Edition, Okt. 1983 Selbstverlag
3. Edition, Mai 1993 B.I.-Verlag, 2 Bd.
4. Edition, 2004–2021 Selbstverlag
 1. Auflage, Sep. 2004
 - 2., überarb. u. erw. Aufl., März 2005
 - 3., überarb. u. erw. Aufl., Okt. 2006
 - 4., vollst. überarb. u. erw. Aufl., Aug. 2009
 - 5., vollst. überarb. u. erw. Aufl., März 2011
 - 6., vollst. überarb., stark erweiterte und neu gestaltete Auflage, Juni 2013
 - 7., vollst. überarb. u. erw. Aufl., Juni 2016
 - 8., vollst. überarb. u. wesentlich erweiterte Auflage in zwei Bänden, Juni 2018
 - 9., vollst. überarb. u. wesentlich erweiterte Auflage in drei Bänden, Januar 2021
 - 10., vollst. überarb. u. erw. Aufl., Juni 2023
 - 11., überarb. u. erw. Digitalauflage, Juni 2024
 - 12., überarb. u. erw. Druckauflage, Juni 2025

Zu Ehren der 1912 eingeweihten neuen Sternwarte in Hamburg-Bergedorf werden im Inhaltsverzeichnis einige Gebäude der Sternwarte gezeigt. Der Verfasser studierte hier in den 70er-Jahren unter anderem bei Alfred Weigert und Heinrich J. Wendker. Die Photos zeigen das Verwaltungsgebäude, das Kuppelgebäude des großen Refraktors (60 cm, f/15), den Schutzbau des Meridiankreises und das Kuppelgebäude des 1-Meter-Spiegels, wo der Verfasser seine Forschung betrieb.

Copyright © 2004–2025 Kaltenkirchen,
Dr. Erik Wischnewski und seine Lizenzgeber.
Alle Rechte vorbehalten.

ISBN: 978-3-948774-30-1 (Gesamtausgabe)
978-3-948774-31-8 (Band 1)
978-3-948774-32-5 (Band 2)
978-3-948774-33-2 (Band 3)

Printed in Germany with love.

Titelbild: Nachtleuchtende Wolken
© Marco A. Ludwig

Druck: druckhaus köthen (Anhalt)

Papier: Galaxi Keramik (100 g/m²)
Umschlag: MaxiGloss (170 g/cm²)

Satz: Adobe InDesign CS5
Schrift: Haupttext – Minion Pro 10.5 pt
von Robert Slimbach
Tabellen – Myriad Pro 8 pt
von R. Slimbach u. Carol Twombly

Redaktionsschluss: 28.02.2025

Die Wiedergabe von Gebrauchs- und Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne von Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Seit 1980 gibt es dieses Kompendium und seinen Vorläufern. Die 10. Auflage erschien als limitierte Jubiläumsausgabe in exklusiver Sonderausstattung, die 11. Auflage erschien als Digitalbuch.

Die unglaublichen Möglichkeiten von Digitalkameras und elektronischer Bildverarbeitung sowie die Bereitstellung professioneller Methoden zur Photometrie und Spektroskopie lassen auch den Laien an der modernen Forschung teilhaben.

Angesprochen sind alle Sternfreunde, die systematisch und mit wissenschaftlicher Akribie den Sternenhimmel beobachten möchten. Zahlreiche Übungsaufgaben ermöglichen es dem engagierten Wissensdurstigen, seine Kenntnisse zu überprüfen.

Obwohl das Buch sehr viel Praxis enthält, wird der Leser zu einigen Themen nur wenig finden: Software und Hardware sind nur Randthemen. Zu schnell ändert sich das Angebot an Computerprogrammen mit umfangreichen Funktionen, die alle zu testen und zu beschreiben nicht mehr möglich ist. Das bleibt den Handbüchern und Foren vorbehalten. Das Gleiche gilt für das Marktangebot der Fernrohre, des Zubehörs und der astrotauglichen Kameras.

Auch Verweise zu Internetadressen verlieren mit der Zeit oftmals ihre Gültigkeit. Onlineportale wie beispielsweise die virtuellen Observatorien ändern sich rasch in den Aufrufen und häufig auch in der Bedienung.

Das Buch begleitet praxisorientiert viele Sternfreunde ein halbes Jahrhundert. Es behandelt die Astronomie und Astrophysik in verständlicher Form, ohne dabei wissenschaftliche Ansprüche aufzugeben. Die deshalb notwendige Mathematik soll aber weniger geübte Leser nicht abschrecken. Daher wird in diesem Buch zur Veranschaulichung von Zusammenhängen der mathematische Formalismus durch zahlreiche Abbildungen und Tabellen visualisiert und durch Beispiele belebt.

Dieses Standardwerk der deutschen astronomischen Literatur führt durch zahlreiche Anwendungsbeispiele in die wissenschaftliche Praxis ein. Es ist nicht nur ein Lesebuch, sondern vor allem ein Buch zum Mitmachen.

Mein Dank gebührt allen kritischen Lesern, die mir durch ihre positive Meinung den mentalen Rückhalt für dieses Werk gaben und deren Anregungen deutliche Spuren im Buch hinterließen.



Einen besonderen Service biete ich auf meiner Internetseite. Dort findet der Leser ein Korrekturverzeichnis.

www.astronomie-buch.de

Kaltenkirchen, März 2025
Erik Wischnewski

Die Entwicklung des Buches

Das seit Jahren schon bestehende astronomische Interesse des Verfassers erhielt 1967 mit dem Eintritt in den Verein Hamburger Sternfreunde (heute Gesellschaft für volkstümliche Astronomie) sein erstes Fundament. Der Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg e.V. diente er von 1971 bis 1985 unter anderem als Leiter der Fachsektion Veränderliche und als Mitglied des Vorstandes. Er leitete die Repsold-Sternwarte im Planetarium und war Initiator der ersten Außensternwarte der GvA im Bassental bei Neuwulmstorf.

Der Verfasser gehört der Bundesdeutschen Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne (BAV) und der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) an. In den Jahren 1971 bis 1973 kennzeichneten mehrfache Erfolge bei den Landes- und Bundeswettbewerben von Jugendforscher sein astronomisches Engagement. Daran anschließend studierte der Autor von 1975 bis 1980 in Hamburg die Fächer Physik und Astronomie. Schließlich war er wissenschaftlicher Assistent an der Universitätssternwarte in Hamburg-Bergedorf.

Seit 1973 standen weit mehr als tausend Vorträge an Volkshochschulen in Hamburg und Schleswig-Holstein auf dem Programm sowie rund ein halbes centum Sondervorträge in deutschen Planetarien.

Den VHS-Vorlesungen dienten anfänglich kleine DIN-A6-Karteikärtchen als Wissensbasis, auf denen jeweils ein astronomisches Thema wie z. B. Sonne, Mond oder Doppelsterne standen. Sie enthielten die wichtigsten Zahlen, die für eine Vorlesung benötigt wurden. Es ist leicht nachvollziehbar, dass es nicht lange dauerte, bis die Teilnehmer die Bitte äußerten, ihnen die Notizen als Kopie zur Verfügung zu stellen. Daraus entstand im Juli

1980 mit knapp 80 Seiten die erste Broschüre »Astronomie – Stichwortsammlung«.

Da die erste Edition von 50 Exemplaren trotz eines relativ hohen Kopierpreises sofort vergriffen war, wurde in dreijähriger Arbeit die zweite Edition von 341 Seiten Umfang mit dem Titel »Astronomie – Theorie und Praxis« erstellt. Nachdem auch diese 1983 erschienene Auflage von 300 Büchern vergriffen war, erschien 1993 ein zweibändiges Werk mit dem Titel »Astronomie für die Praxis« im B.I.-Wissenschaftsverlag. Der Gesamtumfang der dritten Edition war jetzt auf 546 Seiten angewachsen. Nach einigen Jahren astronomischer Enthaltensamkeit bot man dem Verfasser gleich zwei Lehraufträge für Astronomie an, die es nötig machten, das mittlerweile nur noch im Antiquariat erhältliche Werk im Selbstverlag neu aufzulegen. So sind es nicht zuletzt auch die zahlreichen positiven Rückmeldungen gewesen, die ermutigten, eine weitere Edition herauszubringen.

»... und Ihrem Buch die Verbreitung, die es verdient, schließlich ist es das einzige wirklich aktuelle, umfassende, genau und dennoch gut verständlich geschriebene Handbuch der Astronomie überhaupt.«

Prof. Dr. Ernst Schöberl, Hamburg

Die vierte Edition

In der neuen Edition wurden die beiden vorherigen Bände wieder zu einem Werk zusammengefasst, doppelte Abschnitte eliminiert, kritische Hinweise von Lesern berücksichtigt, Literaturangaben, Materialbezugsquellen und Preise aktualisiert, über zweihundert neuere Forschungsergebnisse eingearbeitet, bestehende Photos verbessert und neue hinzugefügt. Schließlich wurden einige textliche Ausfeilungen vorgenommen, ohne aber die

überwiegend positiv empfundene Straffheit der Darstellungen zu verändern.

Die Mischung aus Theorie und Praxis bleibt erhalten. Astronomie, Astrophysik und Anleitungen zur Beobachtung finden nebeneinander Platz.

Seit der ersten Auflage dieser vierten Edition im Jahre 2004 wurde das Werk immer weiter entwickelt. Neue Kapitel und Themenbereiche kamen hinzu. Der Umfang an Seiten wuchs ständig. Mit der vierten Auflage wurde auch aus diesem Grunde der Satzspiegel deutlich vergrößert.

Umfang des Buches									
Auflage	Jahr	Satzspiegel	Bd.	Seiten	Abb.	Tab.	Gln.	Aufg.	Kästen
1	2004	180 × 110	1	602	319	206	564	55	23
2	2005	180 × 110	1	650	354	217	585	56	23
3	2006	180 × 110	1	728	403	244	602	57	23
4	2009	215 × 134	1	728	526	338	631	57	137
5	2011	215 × 134	1	800	583	348	656	60	146
6	2013	205 × 137	1	1072	803	391	861	65	201
7	2016	205 × 137	1	1152	907	440	923	67	231
8	2018	205 × 137	2	1448	1204	498	1032	80	293
9	2021	205 × 137	3	1702	1439	560	1126	103	372
10	2023	205 × 137	3	1868	1632	607	1168	116	399
11	2024	222 × 160	PDF	1777	1638	626	1157	119	415
12	2025	205 × 137	3	1906	1671	613	1170	116	426

Entwicklung der vierten Edition von 2004 bis heute hinsichtlich Satzspiegel (in mm), Anzahl der Bände, Seitenzahl, Anzahl der Abbildungen, Tabellen, Gleichungen, Übungsaufgaben und Arbeitsvorschläge, Beispiele und andere Informationen (Kästen). Ab der vierten Auflage erscheint das Buch in Farbe.

Zweite Auflage

Die große Nachfrage machte eine zweite Auflage notwendig, die neben Fehlerkorrekturen auch Erweiterungen und neue Themen beinhaltete. Besonders erfreulich waren die vielen positiven Reaktionen.

Zu den neuen Themen gehören die UBV-Photometrie, insbesondere von Sternhaufen, und die damit in Zusammenhang stehende Q-Methode. Das Kapitel der Zustandsdiagramme wurde um das Farben-Helligkeits- und das Zwei-Farben-Diagramm erweitert. Ferner werden die interstellare Extinktion und das Objekt Eta Carinae ausführlich behandelt. Das Kapitel Quasare wurde in Aktive Galaxien umbenannt, entsprechend mit den neuesten Forschungsergebnissen gefüllt und zusammen mit dem Kapitel Galaxien neu strukturiert. Ferner wurden die Daten der Planeten und ihrer Monde vervollständigt

und auf einen einheitlichen Stand gebracht. Das Kapitel über Kleinplaneten wurde erweitert, dem Thema Astrophotographie mit Digital- und CCD-Kamera mehr Raum gewidmet und hier insbesondere der Bestimmung der Helligkeit von Veränderlichen und Sternhaufen. Schließlich wurden Sternaufbaurechnungen vollständig überarbeitet.

Nachdem zwei empfehlende Rezensionen im April 2006 erschienen waren, war auch die zweite Auflage in höherer Exemplarzahl erfreulicherweise schnell vergriffen.

›Ich kenne kein astronomisches Nachschlagewerk, welches eine vergleichbare Mischung aus Theorie und Praxis bietet und eine derartige Vielfalt und Fülle von Informationen enthält. 'Astronomie in Theorie und Praxis' kann daher aktiven Beobachtern und astronomisch Interessierten nachdrücklich empfohlen werden.‹

*Thomas Rattei,
Auszug aus interstellarum Heft 4/2006*

Dritte Auflage

In der dritten Auflage widerfuhr den Kapiteln rund um die Planeten, Klein- und Exoplaneten eine besondere Überarbeitung. Die neue Definition der IAU hat Eingang gefunden: Ceres, Pluto, Charon und Eris werden der neuen Kategorie der Zwergplaneten zugeordnet. Neben einer Aktualisierung der Forschungsergebnisse im Bereich der Planeten einschließlich Klein- und Exoplaneten ist das Kapitel Kosmogonie überarbeitet worden.

Viele Details wie die Tscherenkow-Strahlung, der Poynting-Robertson-Effekt und der Jarowski-Effekt sind hinzugekommen. Einzelobjekte wie Wega oder neue Objektklassen wie RRAT wurden ergänzt. Das leidige Thema Taubildung wird sowohl theoretisch als auch praktisch abgehandelt. Auf vielfachen Wunsch wurden zahlreiche Deep-Sky-Objekte hinzugefügt, die mit mittelgroßen Instrumenten leicht beobachtet werden können und einen besonderen ästhetischen Genuss versprechen.

›... Die jetzigen Grafiken haben einen hochwertigen professionellen Standard erreicht, der für solch ein Ein-Mann-Werk mehr als bemerkenswert ist... Wie wohl kein zweites deutschsprachiges Buch bietet die vierte Auflage des Wischnewski eine umfassende Darstellung und Aufbereitung nahezu aller theoretischen Grundlagen, die ein Hobby-Astronom und Sternfreund bei der Ausübung seines Hobbys benötigen könnte.«

Bernd Weisheit,
Auszug aus *Sterne und Weltraum* Heft 2/2010

Vor allem aber wurde das Thema Digitalphotographie ausgebaut. Besondere Schwerpunkte hierbei sind die Nachbearbeitungen mit Hilfe handelsüblicher Bildbearbeitungsprogramme oder astronomischer Software. Die Themen Dunkelbild- und Flatfieldkorrektur werden gebührend behandelt, ferner Kontrastverstärkung, Schärfung und Reduzierung von Rauschen. Ein eige-

nes, neues Kapitel widmet sich ausführlich der Photometrie mit einfachen Hilfsmitteln. Hiermit soll den zahlreichen Besitzern von digitalen Kompakt- und Spiegelreflexkameras Rechnung getragen werden.

Vierte Auflage

Die vierte Auflage wäre fast nicht zustande gekommen. Berufliche Aktivitäten erlaubten es nicht, die für eine vollständige Überarbeitung und Erweiterungen benötigten zeitlichen und mentalen Ressourcen bereitzustellen. Das Ganze wurde noch erschwert um die Tatsache, dass zeitgemäß die neue Auflage in Farbe erscheinen sollte.



In Zusammenhang mit dieser Herausforderung hat der Autor die Entstehung des Buches verfilmt.

Neu aufgenommen wurden die Kapitel:

- Hochauflösende Astronomie
- Infrarot- und UV-Astronomie
- Röntgen- und Gammaastronomie

Die Radioastronomie wurde um das zukünftige *Square Kilometre Array* und um Hinweise für Amateure ergänzt. Die Astrophotographie wurde hinsichtlich der Bildbearbeitung überarbeitet, wobei *Fitswork* eine besondere Würdigung erfuhr. Dem Kapitel Photometrie widerfuhr eine gründliche Maniküre.

Zahlreiche Farbphotos lassen das Buch lebendiger wirken. Im ersten Teil kann der Leser die atemberaubenden Bilder der Astro-Kooperation bewundern. Im Praxisteil sind dafür die bescheidenen Versuche des Autors als Dokumentation für den Anfänger, was mit ein wenig Übung und kleiner Ausrüstung in Großstadtnähe möglich ist, abgebildet.

›Sie haben wirklich ein großartiges Buch geschrieben, das in der deutschen Astronomie-Literatur einmalig ist. Vor allem die gelungene Kombination von Theorie und Praxis findet sich in sonst keinem vergleichbaren Werk in deutscher Sprache. Abgesehen von dem hervorragenden Inhalt ist das Buch auch typographisch und vom Layout her eine Spitzenleistung. Es macht Freude, es in die Hand zu nehmen und zu benutzen.«

*Prof. Dr. Hans-Ulrich Keller,
Observatory & Planetarium Stuttgart*

Fünfte Auflage

In dieser Auflage kehrte der Verfasser zu den Wurzeln zurück und fasste die Theorie (Teil 1) und die Praxis (Teil 2) wieder zu einer Gesamteinheit zusammen. Die Reihenfolge der Kapitel wurde nach dem Entfernungsprinzip geändert: Es beginnt bei der Beobachtung mit dem bloßen Auge. Und da die Atmosphäre das beeinflussende Glied zwischen Auge und Kosmos ist, folgt sie im zweiten Kapitel. Dann kommen die Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsmethoden wie Photographie, Photometrie und Interferometrie. Da die Strahlung die Informationen zu uns trägt, wird diese bei den Grundlagen zuerst behandelt, gefolgt von den Entfernungen, die die Strahlung zurückgelegt hat. So kann das Buch jetzt besser von vorne nach hinten gelesen werden. Auch die übrigen Themenbereiche wurden neu geordnet: Nach unserem Sonnensystem folgen der Aufbau und die Entwicklung der Sterne, die besonderen Objekte unseres Milchstraßensystems und der extragalaktische Kosmos bis hin zum Universum als Ganzes. Im Anhang wurde das Wörterbuch erweitert und das Stichwortregister in ein Personen- und ein Sachregister getrennt. Photos zahlreicher namhafter Astrophotographen aus Deutschland, Österreich und den USA fanden Eingang in das Buch.

Inhaltlich wurde aktualisiert, Maniküre betrieben und substanziell zugelegt: Gravitationswellen- und Radioastronomie sowie Speckle-Interferometrie wurden erweitert. Die Sonnenfleckenaktivität wurde durch eine umfangreiche historische Betrachtung bereichert. Es wird auf die Beobachtung von Mondfinsternissen eingegangen. Im Kapitel Doppelsterne wurde die Beschreibung der Bedeckungsveränderlichen erweitert und die Vermessung von Doppelsternen hinzugefügt. Bei den Veränderlichen wurden sämtliche Typenbeschreibungen vertieft, insbesondere die Supernovae. Beteigeuze wird detailliert besprochen. SZ Lyncis wird als ausführliches Beispiel für Photometrie mit einer Spiegelreflexkamera ergänzt. Dazu zählt auch die Vertiefung von Farbhelligkeiten und deren Umrechnung sowie die Optimierung der photometrischen Vermessung mittels PSF. Auf Epsilon und Zeta Aurigae wird näher eingegangen. Ergänzt wurde das Referenzfeld M67 und ein ausführliches Beobachtungsbeispiel für eine Sternbedeckung durch einen Kleinplaneten. Schließlich finden die Farbenskalen Zutritt zum Buch.

Stark erweiterte Themen:

- Gravitationswellenastronomie
- Radioastronomie
- Speckle-Interferometrie
- Photometrie
- Farbenskalen
- Sonnenfleckenaktivität
- Mondfinsternisse
- Sternbedeckung
- Doppelsterne
- Supernovae

›Erik Wischnewskis Buch wird dem Anspruch, Astronomie in Theorie und Praxis zu vermitteln, beispielhaft gerecht. Zusammenhänge, Prinzipien und Methoden werden in einer Breite erläutert, die ich so noch nirgends vereint fand.«

*Dr. Uwe Pilz,
Auszug aus VdS-Journal Nr. 48, Heft I/2014*

Sechste Auflage

Bei dieser Auflage wurde erneut ein Quantensprung in der Gestaltung und Qualität des Buches realisiert.

Neben der Umstellung auf *InDesign* und *MathMagic* wurde basierend auf den damit verbundenen Möglichkeiten im Layout die Gestaltung des Buches vollständig den modernsten Gesichtspunkt der Lese- und Detailtypographie angepasst.

Inhaltlich wurden dem Buch die Kapitel

- Spektroskopie
- Gravitationswellenastronomie
- Supernovae

hinzugefügt. Alle anderen Kapitel wurden so umfangreich überarbeitet und ergänzt, dass eine Aufzählung praktisch mit dem Inhaltsverzeichnis identisch wäre. Hervorzuheben wäre aber unter anderem:

- Atmosphäre der Erde
- Optische Teleskope
- Astrophotographie
- Photometrie
- Strahlung und Helligkeit
- Physik des Lichtes

Die Beobachtungsobjekte im Bereich Deep-Sky wurden umfassend mit Beispielphotos und Kurzbeschreibungen belebt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis wurde weiter ausgebaut, so etwa bei den Supernovae, in der Spektroskopie und im Bereich der Optik.

›Insgesamt ist der »neue Wischnewski« stilistisch sehr anfängerfreundlich und in verständlicher Form geschrieben, stellt aber gleichzeitig für fortgeschrittene Amateure und Profis ein einzigartiges Nachschlagewerk dar. Wie wohl kaum ein anderes deutschsprachiges Compendium bietet es eine umfassende Aufbereitung und Darstellung nahezu aller theoretischen Grundlagen, die ein Sternfreund bei seinem Hobby brauchen könnte.‹

Dr. Klaus Bernhard,

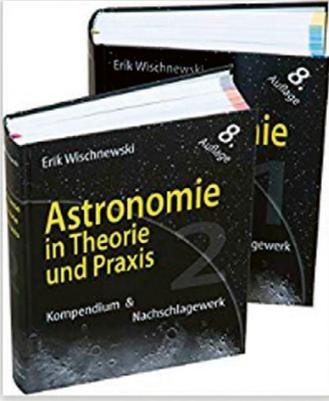
Auszug aus Sterne und Weltraum Heft 11/2013

Siebte Auflage

Das neue Layout der sechsten Auflage hat sich bewährt und konnte unverändert belassen werden. Viele Graphiken wurden in ihrer Darstellungsqualität verbessert. Der Inhalt wie bei jeder Auflage vollständig aktualisiert, aber auch erweitert. So wird im Kapitel Spektroskopie dem Star Analyser noch größere Aufmerksamkeit gewidmet. Die radiometrische Kalibrierung wird anhand der Software *RSpec* exemplarisch erläutert. Bei den veränderlichen Sternen werden einige Beobachtungsvorschläge behandelt. Zudem wurde das Unterkapitel Novae vollständig überarbeitet und stark erweitert. Am Beispiel der Nova Delphini 2013 werden ausführlich die Möglichkeiten in der Photometrie und Spektroskopie für Amateure mit einfachem Instrumentarium erörtert.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei den Doppelsternen: Es wird die visuelle und photographische Bestimmung des Abstandes und des Positionswinkels ausführlich behandelt. Ferner hat die Ephemeridenrechnung für Doppelsterne Eingang in das Buch gefunden.

Neuerungen findet der Leser auch bei den Polarlichtern, Zodiaklicht und nachtleuchtenden Wolken. In der Radioastronomie wird das neue Radioteleskop *Spider 230* und dessen wissenschaftlicher Einsatz vorgestellt. Die Tabellen zum Farbindex der Sterne wurden erweitert und aktualisiert. Schließlich wurden die Ausführungen zum Kometen ISON aktualisiert und um ein Beispiel der Bahnbestimmung erweitert. Bei den Deep-Sky-Objekten wurde dem Einsatz von Teleobjektiven besondere Würdigung zuteil.



**Astronomie in Theorie und Praxis:
Kompendium & Nachschlagewerk (2 Bd.)**
Gebundenes Buch – 15. Juni 2018
von Erik Wischniewski (Autor)
★★★★★ 19 Kundenrezensionen
Bestseller Nr. 1 in Theoretische Physik
> [Alle Formate und Ausgaben anzeigen](#)

Gebundenes Buch
EUR 99,90

Achte Auflage

Erneut macht das Werk mit dieser Auflage inhaltlich und gestalterisch einen großen Sprung nach vorne. Drei neue Kapitel zu den Themen

- Polarimetrie
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Virtuelles Observatorium

einschließlich Data Mining, Citizen-Science und Zooniverse wurden ergänzt. Einige andere Kapitel wurden nennenswert erweitert:

- Spektroskopie
- Sonnenbeobachtung
- Gravitationswellenastronomie
- Kosmische Hintergrundstrahlung
- Atmosphäre der Erde
- Kleinplaneten
- Exoplaneten

An den jeweiligen Stellen wurden QR-Codes ergänzt, die direkt zu den YouTube-Videos des Verfassers auf ›AstronomieTelevision‹ führen.

Diese spannenden Erweiterungen machten es notwendig, das Werk in zwei Bänden herauszubringen.

Band 3

Da die zweibändige achte Auflage eigentlich die letzte Auflage gewesen sein sollte, erschien noch ein Band 3 (Anwendungen), der überwiegend bereits vorhandene Manuskripte enthielt:

- Wilson-Effekt bei Sonnenflecken
- Doppelsterne vermessen
- Beifang in Deep-Sky-Bildern
- Kosmologische Entfernungen

Dieser Band hatte keine ISBN und wurde auch nicht im VLB bekanntgegeben, wodurch er auch nicht im Buchhandel erhältlich ist.

Neunte Auflage

Nachdem der Verfasser von 2004 bis 2018 ununterbrochen das Kompendium gepflegt und erweitert hat, benötigte er eine längere Auszeit, in der die Mikroskopie im Mittelpunkt stand. Seine Erfahrungen sind im Buch ›Ein Astronom und sein Mikroskop‹ niedergeschrieben.

Das Kompendium hatte während seiner vier Jahrzehnte immer den Anspruch gehabt, kurz und prägnant die Astronomie zu präsentieren. Das gelang offenbar auch hinreichend

gut, wie Lesermeinungen einerseits und die Lebensdauer des Werks andererseits belegen. Das hatte aber auch zur Folge, dass das Buch beim Lesen etwas eckig wirkte. Mit der neuen Auflage wurden diese Ecken nun abgerundet. Allgemein verständlichere Einleitungen führen nun in die Themen besser ein und erleichtern somit auch Einsteigern das Lesen und Verstehen der astronomischen Materie.

Im ersten Schritt wurden die Inhalte von Band 3 in die jeweiligen Kapitel des Kompendiums eingearbeitet.

- Sonne
- Doppelsterne
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Kosmologie

Die verschiedenen Endstadien der Sterne werden seit jeher in Einzelkapiteln ausführlich erörtert. Das Kapitel ›Endstadium der Sterne‹ fungierte nur noch als kurze Übersicht. Diese wurde nun an das Ende des Kapitels ›Entwicklung der Sterne‹ gesetzt und das Übersichts-kapitel entfernt.

Dafür gibt es ein neues Kapitel:

- Akkretion

Damit geht die Erweiterung des Kapitels über Supernovae um die noch gewaltigeren Hypernovae einher. Darüber hinaus wurde weitere Kapitel um wesentliche Themen erweitert:

- Atmosphäre der Erde (Wetter)
- Super- und Hypernovae
- Astrophotographie (Smartphone)
- Radioastronomie
- Veränderliche (X Cygni)
- Galaxien

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf die Nutzung eines Smartphones und seiner Kamera im Bereich der Astronomie gelegt.

Zu den vier bisherigen Kastenarten ist der Kasten ›Historie‹ hinzugekommen, wo einige wichtige Meilensteine der jeweiligen Kapitel aufgelistet werden.

Ergänzt um viele weitere Aktualisierungen und Erweiterungen ergibt sich mit der neunten Auflage ein Umfang, der zum besseren Handling auf drei Bände verteilt wurde.

Zehnte Auflage

Wesentliche Erweiterungen dieser Auflage sind:

- Infrarotastronomie
- Spektroskopie
- Radioastronomie

Die Infrarotphotographie kommt sowohl bei der Himmels- als auch bei der Landschaftsphotographie zum Tragen. Des weiteren spielt sie bei der Spektroskopie (Kalziumtriplett) und der Photometrie (I-Helligkeit) eine Rolle.

Das Kapitel Radioastronomie wurden in allen Bereichen überarbeitet und erweitert. Speziell wird auf technische Fragen zur Beobachtung der Radioechos von Meteoriten eingegangen (Antennen, Software). Die Echos selbst werden im Kapitel Meteore ausführlich präsentiert und besprochen. Außerdem wurde das Square Kilometre Array (SKA) entsprechend der aktuellen Situation bei Baubeginn angepasst.

Erhebliche Erweiterungen und Aktualisierungen haben auch die Themen

- Astrophotographie
- Photometrie
- Polarimetrie
- Gravitationswellenastronomie
- Planeten und ihre Monde
- Veränderliche Sterne
- Super- und Hypernovae

erfahren. Dazu gesellt sich eine Abhandlung über die Beobachtungen von Rotationslichtkurven bei Kleinplaneten. Schließlich werden die Metallhäufigkeit und das Kalziumtriplett von der Anwenderseite her im Kapitel ›Aufbau der Sterne‹ behandelt.

Elfte Auflage

Diese Ausgabe erschien als Digitalbuch im PDF-Format und sollte ursprünglich eine neue Epoche einläuten. Das Layout wurde auf einseitiges Lesen umgestellt, eine serifenlose und etwas größere Schrift gewählt und der Rand verkleinert. Dadurch war das Buch prinzipiell auch auf Smartphones lesbar, auf einem Tablet sogar ganz hervorragend und bequem. Allerdings stellte sich heraus, dass die Performance auf Tablets und erst recht auf Smartphones so miserabel war, dass von einer weiteren Digitalausgabe Abstand genommen wurde. Dazu kam eine deutlich geringe Nachfrage und Komplikationen in der Distribution.

Inhaltlich wurde das Kapitel Polarisation um die Nutzung einer Spezialkamera erweitert. Das Thema Genauigkeit wurde umfassend diskutiert.

Darüber hinaus haben alle Kapitel teils erhebliche Erweiterungen und/oder Aktualisierungen erfahren. So ist zum Beispiel den Referenzfeldern Messier 67 und Polsequenz besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden.

Alle internen Verweise sind interaktiv, externe Verweise sind allerdings aus urheber- und nutzungsrechtlichen Gründen nur auf die des Verfassers beschränkt.

Zwölfte Auflage

Zurück zu den Wurzeln erscheint die zwölfte Auflage nun wieder als gedrucktes Buch in drei Bänden. Hintergrund ist die sehr geringe Akzeptanz des Digitalbuches und die intensive Nachfrage nach einer gedruckten Ausgabe.

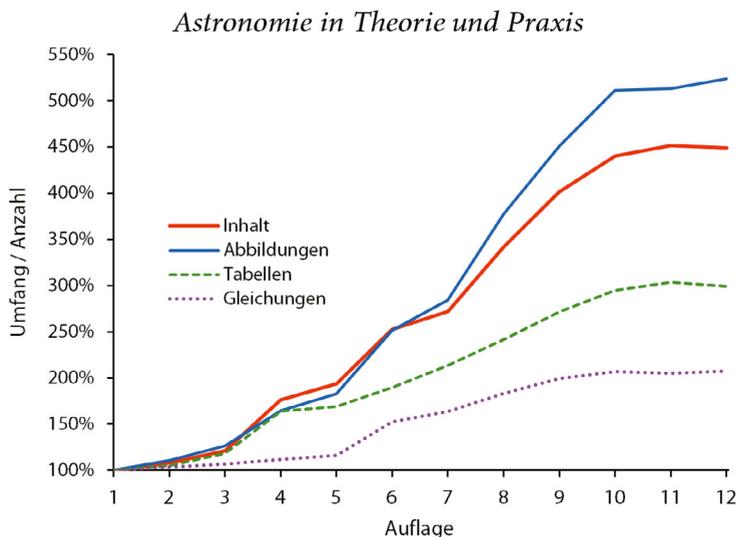
Erweiterungen dieser Ausgabe sind:

- Unterzwerge
- Integrated Flux Nebula

Darüber hinaus wurden alle Deep-Sky-Bilder des Verfassers mit PixInsight neu erstellt. Das war möglich, weil grundsätzlich alle Originalaufnahmen aufbewahrt werden (140 000 Dateien mit 1.7 TByte).

☞

Zusammenfassend lässt sich die Entwicklung des Buches an einer Graphik gut nachvollziehen.



Relative Entwicklung der vierten Edition in Bezug auf die erste Auflage von 2004 hinsichtlich flächenmäßigen Umfangs (Inhalt), der Anzahl von Abbildungen, Tabellen und Formeln.

Den Rückmeldungen war häufig zu entnehmen, dass dieses Buches als lebenslanger Begleiter dient. Es ist eine Zielsetzung des Verfassers, dass dieses Werk dem beginnenden Sternfreund mit wenig mathematischen Kenntnissen hilft, in die schwierige Materie hinein zu finden und sich langsam im Laufe der Zeit fortzubilden. So dienen viele exemplarisch gewählte Beispiele dazu, rechnerische Fähigkeiten auszubauen oder wissenschaftliche Methodik zu verstehen. Dies kommt ganz besonders dem Sternfreund entgegen, der seine Beobachtungen selbst auswerten und interpretieren möchte. Um dieses anspruchsvolle Ziel zu erreichen, möchte dieses Buch eine Brücke vom zunächst nur stauenden, aber lernwilligen Anfänger zum professionellen Amateur aufspannen.

Im Allgemeinen ist astronomisches Zahlenmaterial oftmals mit großen Unsicherheiten behaftet. Der Verfasser hat sich bei der Recherche große Mühe gegeben. Sollte der Leser in einem anderen Werk abweichende Zahlenangaben finden, so stellt das nicht unbedingt einen Widerspruch dar. Wenn aber trotzdem Fehler vorhanden sein sollten und vom Leser entdeckt werden, so würde es für die Qualität des Buches von Nutzen sein, davon zu erfahren.

Die vorherigen Ausführungen belegen, welche bewegte Vergangenheit dieses Buch hinter sich hat und dass es zu jeder Zeit eines immer sein sollte: ein gern verwendetes Kompendium und Nachschlagewerk.

Schwerpunktmäßig werden folgende Gruppen von astronomisch Interessierten angesprochen:

- Ambitionierte Amateure
- Studenten mit Nebenfach Astronomie
- Lehrer, insbesondere Physiklehrer
- Volkshochschulen
- Astronomische Arbeitsgemeinschaften
- Astronomische Seminare der Planetarien
- Sternfreundevereinigungen

Seit Juli 2012 gibt es auf Beschluss der ›International Astronomical Union‹ (IAU) den Kleinplaneten ›Wischnewski‹.

›Erik Wischnewski (b. 1952) has been a lecturer at adult education centers and planetaria since 1972 and is an author of several astronomical textbooks. His work contributes to the German-language astronomical education.‹

IAU Minor Planet Circ. 79913

›Besonderes‹ steht in einem Kasten. Je nach Art des Inhaltes sind diese Kästen farblich hinterlegt. Neben den Aufgaben mit Lösungen gibt es sogenannte Arbeitsvorschläge.

Zusammenfassung

Achtung!

Hier gibt es wichtige Informationen.

Hier stehen auch Zusammenfassungen der Informationen aus den Abschnitten.

Beispiel

Dieser Kasten beinhaltet ein Beispiel. Hier bekommen Sie ein Rechenbeispiel vorgerechnet.

Aufgabe

Dieses Kästchen bedeutet Aktivität: Hier darf der Leser selbst rechnen. Die Lösungen stehen im Anhang. Zusätzlich gibt es auch Arbeitsvorschläge ohne Lösungen.

Hintergrundwissen

Hier müssen die ›grauen Zellen‹ angestrengt werden. Dieser Kasten enthält Hintergrund- und Zusatzinformationen für Fortgeschrittene.

Historie

1952 Der Verfasser erblickt das Licht der Welt.

In diesem Kästchen werden ausgewählte historische Meilensteine mit Jahreszahlen genannt.

Zu vielen Themen des Buches gibt es ergänzende Erläuterungen in Bild und Ton. Der QR-Code führt direkt zum YouTube-Kanal.



www.YouTube.de/User/AstronomieTelevision

tabulae summae

Teil I

Beobachtungsinstrumente

1	Beobachtungen mit bloßem Auge	37	
	Motivation	37	
	Hilfsmittel	38	
	Smartphone	40	
	Sternkarten	44	
	Sternbilder	52	
2	Atmosphäre der Erde	55	
	Aufbau	55	
	Atmosphärische Fenster	57	
	Warum der Himmel blau ist?	58	
	Extinktion	59	
	Refraktion	62	
	Szintillationsrauschen	63	
	Himmeshelligkeit	64	
	Angaben zur Beobachtung	66	
	Wetter	68	
	Solar-terrestrische Beziehungen	74	
	Luftleuchten	75	
	Polarlichter	76	
	Nachtleuchtende Wolken	78	
	Haloerscheinungen	80	
	Grüner Strahl	84	
	Zodiakallicht	85	
	Dämmerung	87	
3	Optische Teleskope	89	
	Fernrohrtypen	90	
	Remote-Teleskope	97	
	Optische Abbildungsfehler	99	
	Objektive	103	
	Okulare	114	
	Zusatzoptiken	118	
	Vergrößerung	120	
	Blickfeld	123	
	Lichtstärke	123	
	Auflösungsvermögen	125	
	Luftunruhe (Seeing)	129	
	Montierungen	131	
	Nachführfehler	134	
	Ausrichtung einer parallaktischen Montierung	135	
	Scheiner-Methode	136	
	Lüthen-Kahlhöfer-Methode	138	
	Stative	141	
	Tauschutz	143	
	Selbstbau	145	
	Zubehör	150	
	Kauftipps	151	
4	Astrofotographie	155	
	Einleitung	155	
	Aufnahmeverfahren	156	
	Sternfeldaufnahmen	156	
	Fokalaufnahmen	159	
	Projektionsaufnahmen	163	
	Bildgröße	164	
	Belichtungszeit	164	
	Filter	168	
	Digitaltechnik	173	
	Kameraobjektiv	190	
	Aufnahmesoftware	192	
	Fokussierung	198	
	Hintergrund des Bildes	200	
	Nachbearbeitung am PC	214	
	Bildüberlagerung	216	
	Ebenen und Glätten	217	
	Kontrastverstärkung	223	
	Schärfung	225	
	PixInsight	230	
	Astrofotographie mit Smartphone	231	
	Lösungen für Probleme	245	

5 Photometrie 247

- Einleitung 247
- Photographische Photometrie 248
- Visuelle Schätzung 250
- Schätzung mit künstl. Vergleichsquelle 252
- Interpolationsmethode nach Pickering 253
- Stufenschätzmethode nach Argelander 254
- Digitalphotometrie 259
- Dateiformat und Sättigung 260
- Punktspreizfunktion (PSF) 263
- Farbphotometrie 264
- Messmethoden 265
- Umrechnungsfunktion 270
- Extinktion 275
- Genauigkeit 277
- JPEG und Sättigung 284
- Zeitangaben 288
- Photometrie am Tage 289
- Photometriesoftware 292
- Aufgabenbereiche 308
- Zusammenfassung und Ausblick 310

6 Spektroskopie 311

- Spektrograph 311
- Spektrographen im Handel 318
- Spaltlose Spektroskopie 320
- Objektivgitter 329
- Aufnahmen von Spektren 338
- Kalibrierung 344
- Spektrallinien 352
- Energiesparlampe 360
- Themengebiete 362
- Spektralklassifikation 364
- Vermessung der Linien 375
- Äquivalentbreite 385
- Spektrumsphotometrie 391
- Jugend forscht 397



Hauptdienstgebäude der Hamburger Sternwarte von der Rückseite mit Blick auf die historische Bibliothek, die unter anderem die ›Astronomia Instauratae Mechanica‹ von Tycho Brahe aus dem Jahre 1602 und die ›Tabulae Rudolphinae‹ von Johannes Keplers aus dem Jahre 1627 enthält.

Teil I

Beobachtungsinstrumente (Fortsetzung)

7 Polarimetrie 399

- Theorie der Polarisation 399
- Messeinrichtung 404
- Messverfahren 408
- Beobachtungsobjekte 417
- Kometen 419
- Be-Sterne 421
- Wolf-Rayet-Sterne 428
- Sternhaufen 432
- Galaxien 435
- Polarisation und Farben der Mineralien beim Mond 439
- Software 445

8 Hochauflösende Astronomie 447

- Großteleskope 447
- Aktive Optik 450
- Adaptive Optik 451
- Prinzip der Interferometrie 451
- Radiointerferometer 453
- Optisches Interferometer 454
- Speckle-Interferometrie 455
- Doppler-Tomographie 465

9 Radioastronomie 467

- Radioteleskope 467
- Very Long Base Interferometer 469
- LOFAR 472
- MeerKAT 473
- Square Kilometre Array 473
- Beobachtungstechniken 479
- Radioquellen 480
- Physik der Radiostrahlung 482
- Beteigeuze (α Orionis) 484
- Odd Radio Circle 488
- Amateurradioastronomie 489
- Antennen 491
- Kabel, Stecker, Buchsen 497
- Verbesserungen beim Antennenbau 498
- Software-defined Radio 499
- Beobachtungsprojekte 505

- Meteore 507
- Astroteiler Stockert 511
- Sat-TV-Radioteleskop 511
- Amateur-Radioteleskop ›Spider 230‹ 517

10 Ultraviolett- und Infrarot-astronomie 523

- UV-Satelliten 523
- IR-Forschung 524
- IR-Satelliten und -sonden 526
- IR-Bänder 526
- Kühlung 526
- IR für Amateure 527
- 1- μ m-Amateurastronomie 528

11 Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie 537

- Satelliten 537
- Röntgenteleskope 538
- Wolter-Teleskop 538
- Gammadetektoren 539
- Gammaskpektrometer 539
- Fluoreszenz-Teleskop 540
- Tscherenkow-Teleskop 540
- Neutrino-Observatorium 542

12 Gravitationswellen-astronomie 545

- Gravitationswellen 545
- Detektoren für Gravitationswellen 546
- Gravitationsstrahlung eines Binärsystems 557
- Gravitationswellenobjekte 562

13 Virtuelles Observatorium 575

- Einleitung 575
- Data-Mining 576
- Kataloge 577
- Bedienung 586
- Werkzeuge 615
- Citizen-Science (Bürgerwissenschaft) 623
- Zooniverse 624

14 Interdisziplinäre Zusammenarbeit 627

- Überblick 627
- ProAm-Kampagnen 629
- Amateure unter sich 630
- Einzelobjekte 632
- Beifang in Deep-Sky-Bildern 638
- Veränderliche in der Nähe bekannter
Deep-Sky-Objekte 641
- Delta-Scuti-Stern bei M27 652
- Veränderliche bei M33 658
- Bedeckungsveränderlicher bei
NGC4490 673
- W-Ursae-Majoris-Stern bei NGC4565 680



Kuppelgebäude des historischen 1-Meter-Spiegels. Es war bei seiner Inbetriebnahme im Jahre 1911 das viertgrößte Teleskop der Welt. Nach seinem Umbau besitzt es eine Brennweite von 15 m. Seit 2011 befindet sich das Besucherzentrum der Sternwarte und das sehr elegante Café »Raum und Zeit« in dem Gebäude.

Teil II

Astronomische Grundlagen

15 Strahlung und Helligkeit 691

Strahlungsintensität 691
Strahlungsstrom 691
Photometrische Systeme 692
Auge 698
RGB-Systeme 699
Referenzfeld M 67 705
Polsequenz 707
Farbindex 711
Bolometrische Korrektur 712
Größenklassen 713
Helligkeit der Sonne 714
Weber-Fechner-Gesetz 714
Entfernungsmodul 715
Helligkeiten der Planeten 715
Farbskalen 718

16 Entfernungen im Weltall 721

Einheiten 721
Methoden 722
Parallaxe 724
Dispersionsmaß 728
Leuchtkraftentfernung 730

17 Koordinatensysteme 735

Himmelskoordinaten 735
Umrechnung der Koordinaten 738
Präzession 740
Umrechnung des Äquinoktiums 741
Referenzsystem 743
Sichtbarkeit eines Gestirns 744
Bestimmung des geographischen Ortes 744
Koordinatennetze der Himmelskörper 747

18 Chronologie 753

Zeitmessung 753
Gregorianischer Kalender 761
Jahreslängen 762
Monatslängen 762
Julianisches Datum 763
Osterformel 766

19 Teilchenphysik 767

Elementarteilchen 767
Wechselwirkung 770
Loop-Quantengravitation 774
Vakuumfluktuation 776

20 Physik des Lichtes 779

Strahlungsgesetze 779
Welle-Teilchen-Dualismus 781
Lichtgeschwindigkeit 783
Lichtablenkung 784
Lichtbrechung 785
Reflexion und Vergütung 789
Spektrum 790
Doppler-Effekt 797
Zeeman-Effekt 799
Tscherenkow-Strahlung 799
Poynting-Robertson-Effekt 800
Jarkowski-Effekt 800
YORP-Effekt 800

21 Magnetismus

Einleitung 803
Einheiten 804
Entstehung 805
Synchrotronstrahlung 806
Messung 808
Erdmagnetfeld 808
Van-Allen-Gürtel 810
Magnetische Stürme 811
Sonne 812

803

22 Akkretion

Einleitung 817
Protostern 818
Supernova 818
Mikroquasar 818
Quasar 819
Akkretionsscheibe 820
Gammaburster 825

817



Kuppelgebäude des Großen Refraktors mit 60 cm Öffnung und 15 m Brennweite. Der Kuppelraum besitzt eine Hebebühne zum bequemen visuellen Beobachten.

Teil III

Unser Sonnensystem

23 Sonne

Überblick 829
Innerer Aufbau 830
Rotation und Magnetfeld 833
Oberfläche 834
Wilson-Effekt 838
Anwendungsbeispiel 844
Atmosphäre 858
Beobachtung 859
Photographie 862
Sonnenflecken 865
Schwankungen der Sonnenfleckenaktivität 868
Klassifizierung 871
Auswertemethoden 873
Software SUNMAP 879
Sonnenfinsternisse 888

829

Merkur 920
Venus 923
Erde 930
Mars 933
Jupiter 939
Saturn 950
Uranus 960
Neptun 964

26 Zwerg- und Kleinplaneten 967

Übersicht 967
Kommensurabilitäten 970
Erdnahe Objekte 971
Zwergplaneten 972
Einzelobjekte 973
Interstellare Objekte 982
Beobachtung 984

24 Erdmond

Überblick 891
Oberflächenstrukturen 892
Libration 894
Sternbedeckung 895
Durchmesser eines Kraters 897
Zeichnen von Mondkratern 899
Höhe eines Mondberges 904
Mondfinsternisse 907
Lunar Transient Phenomena 910
Ebbe und Flut 911

891

27 Kometen 991

Einleitung 991
Kern und Staubkoma 991
Koma 993
Schweif 993
Chemische Zusammensetzung 995
Bahnen 995
Namensgebung 996
Einzelobjekte 997
Beobachtung 1006

25 Planeten und ihre Monde 913

Einleitung 913
Definition eines Planeten 914
Übersicht 915
Temperatur 918
Definition der Oberfläche bei Gas- und Eisplaneten 919
Innerer Aufbau 919
Beobachtung 919

28 Meteore und Meteorite 1015

Begriffe 1015
Übersicht 1016
Meteorströme 1017
Historische Einschläge 1020
Visuelle Beobachtung 1024
Radiobeobachtungen 1026

29 Planeten- und Kometenbahnen 1033

- Kepler-Problem 1033
- Kepler'sche Gesetze 1037
- Synodische Umlaufzeit 1038
- Librationspunkte 1040
- Hill-Sphäre 1040
- Bahnelemente und Koordinatensysteme 1041
- Bahnelemente der Planeten 1043

30 Ephemeridenrechnung und Bahnbestimmung 1045

- Wahre Anomalie 1045
- Ephemeridenrechnung 1049
- Bahnbestimmung 1054

31 Entstehung des Planetensystems 1067

- Historische Weltbilder 1067
- Entstehung der Planeten 1068
- Einzelphänomene 1074

32 Exoplaneten und Astrobiologie 1079

- Exoplaneten 1079
- Astrobiologie 1099



Kuppelgebäude des ehemaligen Lippert-Astrographen, das heute ein Spiegelteleskop nach Cassegrain mit 60 cm Öffnung und 9 m Brennweite beheimatet.

Teil IV

Aufbau und Entwicklung der Sterne

33 Aufbau der Sterne

1113

Einleitung 1113
Populationen 1114
Masse 1115
Radius 1121
Dichte 1125
Temperatur 1125
Schwerebeschleunigung 1129
Metallhäufigkeit 1130
Kalziumtriplett 1130
Relationen 1135
Rotation 1137
Energieprozesse 1138
Konvektionszone 1144
Braune Zwerge 1146
Sternaufbaurechnungen 1149

34 Zustandsdiagramme

1163

Hertzsprung-Russell-Diagramm 1163
Farben-Helligkeits-Diagramm 1167
Zwei-Farben-Diagramm 1172

35 Entstehung der Sterne

1177

Einleitung 1177
Kritische Masse 1177
Gasfinger 1181
Mikroturbulenz 1181
Magnetfelder 1181
Molekülwolken 1181
Bildung von Sternhaufen 1182
Drehimpulsproblem 1183
Entstehung eines Sterns mit einer
 Sonnenmasse 1186
Sternentstehungseffizienz 1187
Lada-Klassen 1187
IRDC 1188
Rho Ophiuchi 1190
MN Lupi 1190
Epsilon Aurigae 1191

36 Entwicklung der Sterne

1195

Einleitung 1195
Zeitskalen 1196
Entartung 1197
Schönberg-Chandrasekhar-Grenze 1198
Kritische Masse 1199
Brenndauer bei massereichen Sternen 1200
Abzweigen von der Hauptreihe 1201
Thermische Stabilität 1202
Übergang zum Heliumbrennen 1202
Schalenbrennen um einen entarteten
 Kern 1204
Unterzwerge 1205
Zweischalenbrennen 1206
Wiederbelebung Weißer Zwerge 1207
Pulsation der Sterne 1207
Einzelobjekte 1210
Entwicklung eines Binärsystems 1212
Wechselwirkende binäre Weiße
 Zwerge 1214
Endstadium 1215
Massenverlust 1218

37 Weiße Zwerge

1221

Einleitung 1221
Zustandsgrößen 1221
Stabilität 1227
Heliumblitz der zweiten Generation 1229
Spektralklassifikation 1233
Verschmelzung von zwei Weißen
 Zwergen 1234
Planetarischer Nebel 1236
ZZ-Ceti-Sterne 1236

38 Neutronensterne 1239

Entstehung 1239
Magnetare 1242
Thermische Röntgen-Neutronen-
sterne 1243
Quasiperiodische Oszillatoren (QPO) 1244
Quarksterne 1246
Rotating Radio Transients (RRAT) 1247
Fast Radio Bursts (FRB) 1247
Einzelobjekte 1249

39 Pulsare 1253

Physik der Pulsare 1253
Einzelobjekte 1258

40 Schwarze Löcher 1265

Einleitung 1265
Modelle 1266
Schwarzschild-Radius 1266
Gravitationsradius 1267
Kerr-Loch 1268
Verschmelzung von Neutronen-
sternen 1268
Exotische Alternativen 1269
Beobachtung 1270
Einzelobjekte 1270
Globale Betrachtung 1275
Hawking-Strahlung 1275
Primordiale
 Schwarze Löcher 1278
Intermediäre
 Schwarze Löcher 1279
Supermassereiche Schwarze Löcher 1280



Schutzbau des historischen Repsold-Meridiankreises, der sich zurzeit im Depot des Deutschen Museums in München befindet.

Teil V

Unser Milchstraßensystem

41 Milchstraße	1287	44 Planetarische Nebel	1355
Aufbau 1287		Allgemeines 1355	
Struktur 1289		Übersicht 1359	
Gaia 1291		Einzelobjekte 1359	
Sternströme und Hyperschnellläufer 1294			
Ausstoß von Wasserstoffwolken 1295		45 Sternhaufen	1375
Gasblasen 1296		Offene Sternhaufen 1375	
Galaktischer Kern 1296		Kugelsternhaufen 1384	
Begleiter 1298		Entwicklung eines Sternhaufens 1389	
Kollisionen 1298		Altersbestimmung 1390	
42 Interstellare Materie	1301	46 Doppelsterne	1399
Allgemeines 1301		Einleitung 1399	
Lokale Blase 1302		Visuelle Doppelsterne 1400	
Wasserstoffmoleküle H ₂ 1303		Astrometrische Doppelsterne 1400	
Organische Moleküle 1304		Spektroskopische Doppelsterne 1400	
Interstellare Extinktion 1305		Photometrische Doppelsterne 1400	
Interstellare Polarisierung 1305		Kataklysmische Systeme 1402	
Farbexzess 1306		Statistik 1403	
Balmer-Dekrement 1308		Systemparameter 1404	
Beobachtung 1310		Radiusbestimmung 1405	
		Massenbestimmung 1406	
43 Galaktische Nebel	1313	Massenaustausch bei Doppelsternen 1407	
Allgemeines 1313		Beobachtungsobjekte 1410	
Radius von HII-Regionen 1314		Einzelobjekte 1417	
Übersicht 1316		Bestimmung von Abstand und Positionswinkel 1429	
Beobachtung 1316		Anwendungsbeispiele 1442	
Einzelobjekte 1317		Ephemeridenrechnung 1452	
Objekte für Teleskope 1345			
Herbig-Haro-Objekte 1353			

47 Veränderliche Sterne

1455

- Klassifikation 1455
- Pulsationsveränderliche 1458
- Eruptionsveränderliche 1470
- Rotationsveränderliche 1472
- Röntgenveränderliche 1472
- Kataklysmische Veränderliche 1473
- Novae 1484
- Beobachtungsobjekte 1497
- Auswahl der Vergleichssterne 1499
- Lichtkurve 1505
- Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1517
- Bestimmung von Minimum und Maximum 1522
- Fehler bei der Minimums- und Maximumsbestimmung 1531

- Systemparameter 1532
- (B-R)-Diagramm 1532
- Spezielle Objekte 1541
- Gemeinschaftslichtkurve 1542
- Veröffentlichung der Ergebnisse 1547

48 Super- und Hypernovae 1553

- Überblick 1553
- Ursache 1555
- Supernova Typ Ia 1557
- Supernova Typ II 1557
- Lichtkurven 1559
- Lichtecho 1561
- Fast Blue Optical Transients (FBOT) 1562
- Hypernova 1565
- Einzelobjekte 1568
- Supernovaüberreste 1579



Werkstatt der Hamburger Sternwarte, in der Bernhard Schmidt in den 1930er-Jahren die nach ihm benannte lichtstarke komafreie Spiegelsystem erfunden hat (MiHam 7, 1938).

Teil VI

Extragalaktischer Kosmos

49 Galaxien

- Einleitung 1589
- Klassifikation 1590
- Bildung der Galaxien 1597
- Entstehung der Spiralarme 1598
- Rotation 1600
- Dunkle Materie 1602
- Zwerggalaxien 1605
- Wechselwirkende Galaxien 1607
- Starburstgalaxien 1612
- Galaxienhaufen 1613
- Super(galaxien)haufen 1615
- Massen 1616
- Walls und Voids 1617
- Einstein-Straus-Vakuolen 1617
- Beobachtungsobjekte 1618
- Objekte für Teleobjektive 1631
- Flächenhelligkeit 1634

1589

50 Aktive Galaxien

- Einleitung 1643
- Aktive Galaktische Kerne 1644
- Leuchtkraft 1647
- Eddington-Grenze 1648
- Maximalmasse 1649
- Entwicklung von Quasaren 1649
- Binäre Schwarze Löcher 1651
- Quasare 1652
- Radiogalaxien 1654
- BL-Lacertae-Objekte 1655
- Blasare 1656
- Seyfert-Galaxien 1656
- N-Galaxien 1657
- M87 – Zentralgalaxie des Virgohaufens 1658

1643

51 Gravitationslinsen

- Einleitung 1661
- Physik der Linsen 1661
- Lichtzeitdifferenzen 1665
- Kosmische Fäden 1667
- Abell 1835 IR 1916 1667
- Mikrolinseneffekt 1668

1661



Kuppelgebäude des Äquatorials, einem Refraktor mit 26 cm Öffnung und 3 m Brennweite.

52 Kosmologie

Einleitung 1669
Hubble-Gesetz 1670
Expansion 1673
Raumkrümmung 1673
Alter der Welt 1675
Zeitlicher Verlauf der Expansion 1678
Entfernungsmaß 1678
Berechnung d. Entfernung 1683
Evolution des Universums 1689
Temperatur 1690
Planck-Blase 1691
Planck-Ära (Urschaum) 1692

1669

Symmetriebrechung 1.Art
(X-Ära, GUT-Ära) 1693
Kosmische Fäden 1693
Inflation 1695
Symmetriebrechung 2.Art
(Quark-Ära, Gluonen-Ära) 1697
Symmetriebrechung 3.Art 1697
Hadronen-Ära 1698
Leptonen-Ära 1699
Photonen-Ära 1700
Materie-Ära 1700
Quasare 1704
Kosmische Hintergrundstrahlung 1704
Kosmologische Modelle 1706
Hierarchie im Weltraum 1717



Kuppelgebäude des Oskar-Lühning-Teleskops in Ritchey-Chrétien-Bauweise mit 1.2 m Öffnung und 15.6 m Brennweite.

Teil VII

Anhang

A Zeittafeln	1721	H Kataloge	1775
B Raumsonden	1729	I Periodika	1779
C Energieressourcen der Erde	1737	J Glossar	1787
Energieprozesse 1737		K Klassifikation veränderlicher Sterne	1791
Reichweite der Vorkommen 1739		L Parameter für DCRAW	1797
D Polarimeter mit Wollaston- Prisma	1741	M Lösungen der Aufgaben	1799
Einleitung 1741		N Literatur und Quellen- nachweis	1813
Konstruktion 1741		Bildernachweis 1813	
Dimensionierung der Optik 1742		Quellennachweis 1817	
Optomechanik 1743		Literatur 1834	
Justierung 1743		Jahrbücher 1836	
Beschaffung 1743		Fachzeitschriften 1837	
Test 1744		Sternkataloge 1837	
E Analoge Photographie	1749	PC-Software 1838	
Einleitung 1749		O Personenregister	1849
Photometrie 1750		P Sachregister	1863
F Landschaftsphotographie im Infraroten	1759		
Einleitung 1759			
Landschaften bei 807 nm 1761			
Landschaften bei 642 nm 1762			
G Ausgleichsrechnung	1769		
Mittelwert 1769			
Lineare Regression 1770			
Quadratische Regression 1772			
Gauß-Fit 1773			



Links der Schutzbau des Salvadorspiegels, bei dem es sich um ein Schmidt-Cassegrain-System mit 40 cm Öffnung und 8 m Brennweite handelt. Rechts der Schutzbau des ehemaligen Hamburger Robotischen Teleskops, das jetzt in Mexiko unter dem Namen TIGRE betrieben wird. Es besitzt eine Öffnung von 1.2 m bei 9.6 m Brennweite.



Das große Beamten-Wohnhaus liegt inmitten des idyllischen Teleskoparks.

Teil I



1. Beobachtungen mit bloßem Auge
2. Atmosphäre der Erde
3. Optische Teleskope
4. Astrophotographie
5. Photometrie
6. Spektroskopie
7. Polarimetrie
8. Hochauflösende Astronomie
9. Radioastronomie
10. Ultraviolett- und Infrarotastronomie
11. Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie
12. Gravitationswellenastronomie
13. Virtuelles Observatorium
14. Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Extinktion bei 550 nm (V)					
Höhe	mag	Höhe	mag	Höhe	mag
1°	5.6	8°	1.30	30°	0.22
2°	4.0	10°	1.02	40°	0.12
3°	3.09	12°	0.83	50°	0.07
4°	2.48	15°	0.63	60°	0.03
5°	2.05	20°	0.42	70°	0.01
6°	1.74	25°	0.30	90°	0.00

Tabelle 2.3 Zunahme der Extinktion relativ zum Zenit für sehr klare Luft im visuellen Spektralbereich V bei 550 nm.

In Katalogen werden die Helligkeiten immer für den Zenit angegeben. Für andere Höhen muss die Helligkeitsdifferenz

$$\Delta m = E_0 \cdot (X - 1) \quad (2.5)$$

berechnet und berücksichtigt werden. Eine extinktionsbereinigte Helligkeitsangabe m_0 ergibt sich aus

$$m_0 = m - E_0 \cdot (X - 1). \quad (2.6)$$

Wer lieber mit der Höhe h rechnet, beachte, dass mit $z + h = 90^\circ$ gilt

$$\cos z = \sin h. \quad (2.7)$$



Folge 102:
Extinktion berechnen

Aufgabe 2.1

Ein veränderlicher Stern möge in 15° Höhe visuell 0.53 mag heller sein als ein Vergleichssterne in 12° Höhe. Der Vergleichssterne habe eine Helligkeit (immer reduziert auf den Zenit) von 3.84 mag. Wie groß ist die (Zenit-)Helligkeit des beobachteten Sterns?

Photometrie

Zur Helligkeitsbestimmung werden mindestens zwei Sterne miteinander verglichen. Bei unterschiedlichen Höhen muss die Differenz der Extinktion ebenfalls berücksichtigt werden. Die häufige Ansicht, dass diese differentielle Extinktion vernachlässigt werden

könne, stimmt nur bedingt. Leider ist es in den meisten Fällen nicht möglich, die Extinktion aus den Beobachtungen zu bestimmen. Die Literatur stellt mittlere Zenitextinktionen für verschiedene Jahreszeiten (z. B. Sommer, Winter) und Standorthöhen (km ü. d. Meerespiegel) bereit.

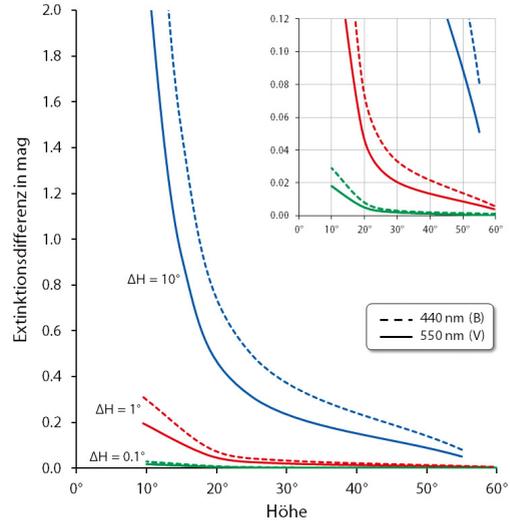


Abbildung 2.3 Extinktionsdifferenzen bei Kleinfeld-, Mittelfeld- und Großfelddaufnahmen in den Farbbereichen V und B bei mittlerer Durchsicht ($D=3$, leichte Trübung).

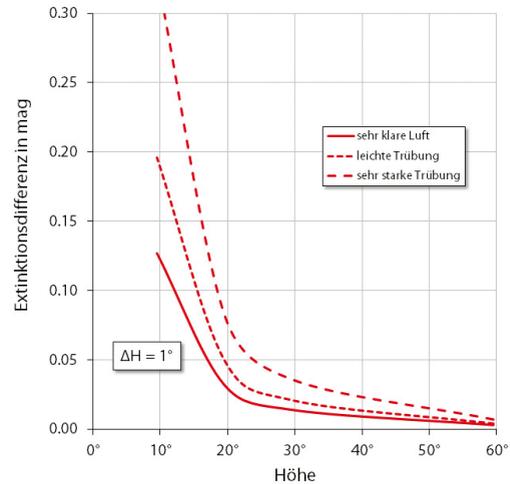


Abbildung 2.4 Extinktionsdifferenz bei 1° Höhenunterschied für 550 nm (V). Die Kurvenschar zeigt die Schwankungsbreite in Abhängigkeit von der Durchsicht.

Nachleuchtende Wolken

In ca. 82 km Höhe lebt ein weiterer Typ von Wolken, der selbst nachts noch vom Sonnenlicht bestrahlt werden kann. Diese sind hauptsächlich im Sommer in Richtung Norden zu beobachten. Es handelt sich bei ihnen um Anhäufungen von Eiskristallen, die sich in der Mesopause, wo die Atmosphäre die niedrigsten Temperaturen besitzt, bilden. Weil Luftdruck und Luftfeuchtigkeit in dieser Höhe sehr niedrig sind, reichen die dort normalerweise herrschenden Temperaturen von ca. $-86\text{ }^\circ\text{C}$ zur Bildung von Eiskristallen auch noch nicht aus. Nur in der Zeit von Mitte Mai bis Mitte August sinkt die Temperatur bis $-130\text{ }^\circ\text{C}$, die zum Auskondensieren erforderlich sind.

Die nachleuchtenden Wolken¹ (NLC) sind optisch sehr dünn und daher nur bei genügend dunklem Himmel sichtbar. Dazu muss die Sonne mindestens 6° unter dem Horizont stehen. Ferner ist ein flacher Blickwinkel günstig, um durch die perspektivische Verdichtung den Kontrast zu erhöhen. Steht die Sonne tiefer als 16° unter dem Horizont, erreicht ihr Licht nicht mehr die Wolken.

Da das Sonnenlicht nicht durch die dichte Troposphäre, sondern nur durch höhere Schichten läuft, wird nur wenig blaues Licht herausgestreut. Ferner werden beim langen Weg durch die Ozonschicht rötliche Anteile absorbiert. Deshalb erscheinen NLC silbrig bis bläulich.

Wo genau die Wolkenfelder im Zenit stehen², lässt sich aus der beobachteten Höhe der NLC berechnen.

Die Strecke vom Mittelpunkt M der Erde zum Beobachter B bzw. zum Punkt P sei der Erd-

radius³ r. Die Höhe h der NLC möge 82 km betragen. Gesucht ist der Kreisbogen d von B nach P. Dazu berechnen wir den Winkel β . Falls die NLC genau im Norden stehen, entspricht β der Differenz der geographischen Breiten der beiden Standorte.

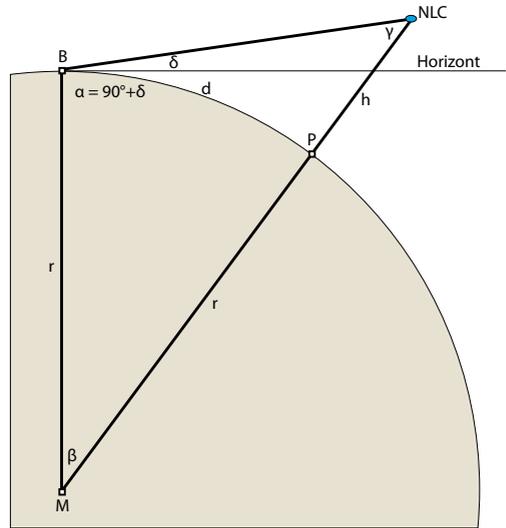


Abbildung 2.18 Skizze zur Berechnung der Distanz nachleuchtender Wolken.

Unter Anwendung des Sinussatzes für beliebige Dreiecke gilt:

$$\frac{r+h}{\sin \alpha} = \frac{r}{\sin \gamma} \quad (2.15)$$

mit $\alpha = 90^\circ + \delta$ und $\gamma = 90^\circ - \delta - \beta$. Der Winkel δ ist die beobachtete Höhe der Wolken.

Umgestellt erhält man:

$$\beta = 90^\circ - \delta - \gamma \quad (2.16)$$

mit

$$\begin{aligned} \gamma &= \arcsin\left(\frac{r}{r+h} \cdot \sin(90^\circ + \delta)\right) \\ &\approx \arcsin\left(\frac{6364}{6446} \cdot \sin(90^\circ + \delta)\right). \end{aligned} \quad (2.17)$$

Bei der Berechnung ist darauf zu achten, dass im Bogenmaß gerechnet wird ($90^\circ \triangleq \pi/2$).

1 engl. *noctilucent clouds* (NLC)
2 meist über Skandinavien

3 Der Erdradius beträgt am Pol 6357 km und am Äquator 6378 km. Für eine geographische Breite von ca. 55° wird daher $r = 6364$ km angesetzt.

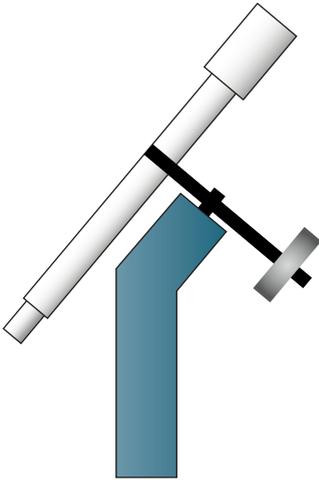


Abbildung 3.47 Knicksäulen- oder Knie montierung.

Was bei Großteleskopen mittlerweile selbstverständlich ist, wird für den Amateurastronomen immer erschwinglicher, nämlich die computergesteuerte Montierung. Hier genügt im Allgemeinen wieder eine einfache azimutale, oft als Gabel ausgelegte Montierung. Die Servomotoren führen das Fernrohr nach, erlauben die Suche eines Objektes und ermöglichen Korrekturen, falls das Objekt einmal nicht in der Bildfeldmitte bleibt.

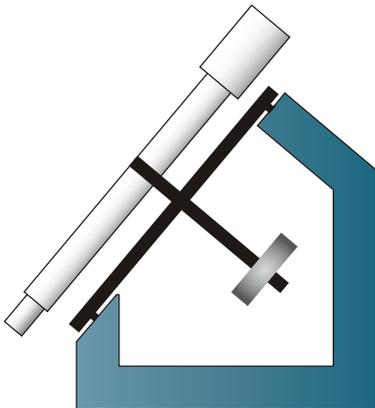


Abbildung 3.48 Englische Montierung.

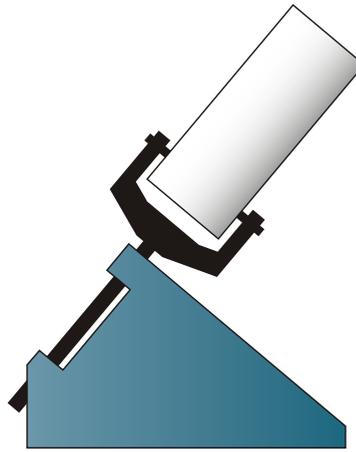


Abbildung 3.49 Gabelmontierung.

Parallaktische Montierung | Auch wenn wegen der fortschreitenden Einführung der computergesteuerten Montierungen (GoTo-Montierungen) eine azimutale Montierung reichen würde, hat die *parallaktische Montierung*¹ trotzdem noch einige wichtige Vorteile. Sie entspricht einer geneigten azimutalen Montierung, deren senkrechte Azimutachse (jetzt *Rektaszensionsachse* oder *Stundenachse* genannt) parallel zur Erdachse ausgerichtet wird. Dazu muss sie zum Himmelsnordpol zeigen. Dieser befindet sich in Höhe φ , die der geographischen Breite φ des Aufstellungsortes entspricht.

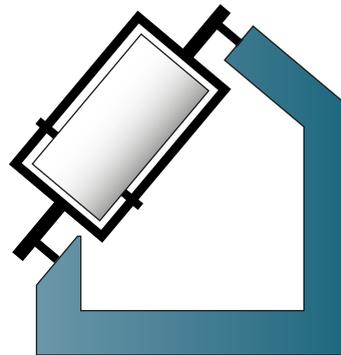


Abbildung 3.50 Englische Rahmenmontierung.

¹ auch äquatoriale Montierung genannt



Abbildung 4.20 Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik UV/IR-Blockfilter Typ L-3.

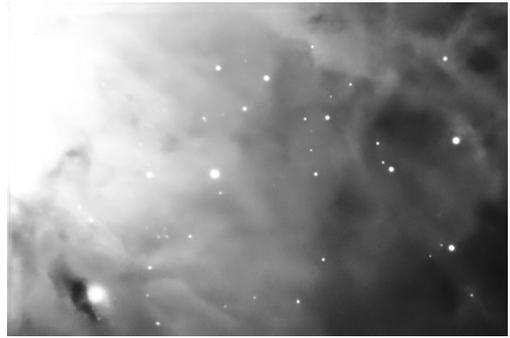


Abbildung 4.23 Ausschnitt des Orionnebels mit dem Astronomik UV/IR-Block L-3 (Luminanz).



Abbildung 4.21 Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik ProPlanet 642 BP, der den Spektralbereich 642–840 nm durchlässt.

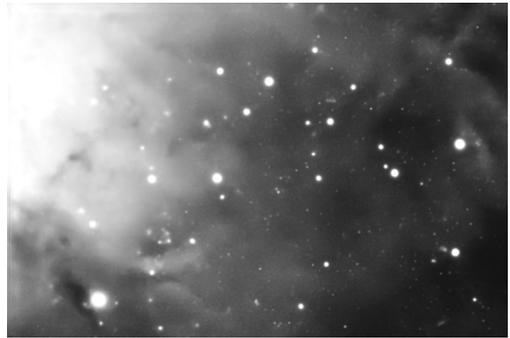


Abbildung 4.24 Ausschnitt des Orionnebels mit dem Astronomik ProPlanet 642 BP (Luminanz).



Abbildung 4.22 Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik ProPlanet 807, der den Spektralbereich ab 807 nm durchlässt.



Abbildung 4.25 Ausschnitt des Orionnebels mit dem Astronomik ProPlanet 807 (Luminanz).

Die erste Ordnung ist aus mehreren Gründen hierfür besonders geeignet:

- hinreichend linear, um die Auswertung der ersten Versuche zu vereinfachen,
- hinreichend klein, um komplett oder zumindest in großen Abschnitten photographisch erfasst werden zu können,
- keine Überlappung mit anderen Ordnungen, zumindest im Bereich 4000–8000 Å.

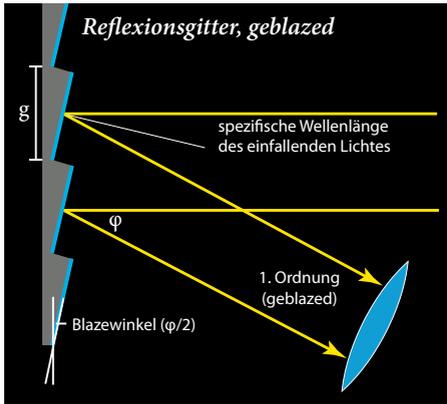


Abbildung 6.1 Reflexionsgitter, geblazt für die Wellenlänge $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ und die erste Ordnung (Blazegitter).

Der in der Graphik dargestellte Blazewinkel ist abhängig von der Ordnung und der Wellenlänge, die geblazt werden sollen. Die Tabelle gibt ungefähre Werte für die geblazte Wellenlänge an. Nebenliegende Wellenlängen haben eine geringe Intensität. Auch ist der genaue Wert herstellerabhängig.

Intensitäten im Gitterspektrum		
Ordnung	normal	geblazt
2. Ordnung	1 %	1 %
1. Ordnung	2 %	68 %
0. Ordnung	94 %	22 %
1. Ordnung	2 %	6 %
2. Ordnung	1 %	3 %

Tabelle 6.1 Intensitäten der Ordnungen eines einfachen Beugungsgitters und eines Blazegitters nach Gerhard Dangl.

Ein großer Nachteil solcher Blazegitter ist allerdings, dass diese Verstärkung nur für eine bestimmte Wellenlänge gilt. Deshalb bieten Hersteller geblazte Gitter auch für verschiedene Wellenlängen an. Für die meisten astronomischen Anwendungen dürfte eine Blazewellenlänge von 500 nm geeignet sein. Die Hersteller liefern zu jedem dieser Blazegitter auch einen gemessenen Intensitätsverlauf (→ **Abbildung 6.12**).

Überlappung der Ordnungen

Das Beugungsbild eines Gitters enthält (leider) mehrere Ordnungen. Die einzelnen Ordnungen können sich, abhängig vom betrachteten Wellenlängenbereich, überlappen. Dabei überlappt sich das blaue Licht der 3. Ordnung mit dem roten Licht der 2. Ordnung, und so weiter.



Abbildung 6.2 Überlappung der Ordnungen beim Beugungsgitter.

Als einziges Gegenmittel hilft nur eine geeignete Einschränkung des Wellenlängenbereichs durch vorgeschaltete Farbfilter. Bei Nutzung der ersten Ordnung ist das nur im Infrarotbereich kritisch. Möchte man aber eine höhere spektrale Auflösung erzielen und verwendet daher eine höhere Ordnung, muss man einen Bandpassfilter vorschalten. Das ist aber insofern unkritisch, als dass eine hohe Auflösung nur bei detailreicher Betrachtung einer Spektrallinie wichtig ist und somit nicht der gesamte optische Spektralbereich benötigt wird.

Échellegitter | Kombinationen aus zwei Gittern stellen eine wirksame Methode dar, um höhere Ordnungen des Spektrums zu verwenden. Das erste Gitter ist das eigentliche Échellegitter, dass für sehr hohe Ordnungen geblazt ist (typische Blazewinkel $\approx 60\text{--}75^\circ$).

Spektrum von Deneb

Ein Rohspektrum des Überriesen Deneb (A2Iae) ist in **Abbildung 6.16** wiedergegeben, bei dem ein Star Analyser 200 vor einem Teleskopobjektiv ($f = 300$ mm) auf einer Canon EOS 60Da. Bei den hier gezeigten Spektren wurde das Gitter prefokal in ein ED-Apochromat

127/952 mm montiert und mit einer Canon EOS 250D MC-modifiziert aufgenommen. Damit reicht das gut verwertbare Spektrum bis 8800 \AA , mit Einschränkungen sogar bis 9000 \AA , hier allerdings bei 8100 \AA bzw. 6700 \AA begrenzt.

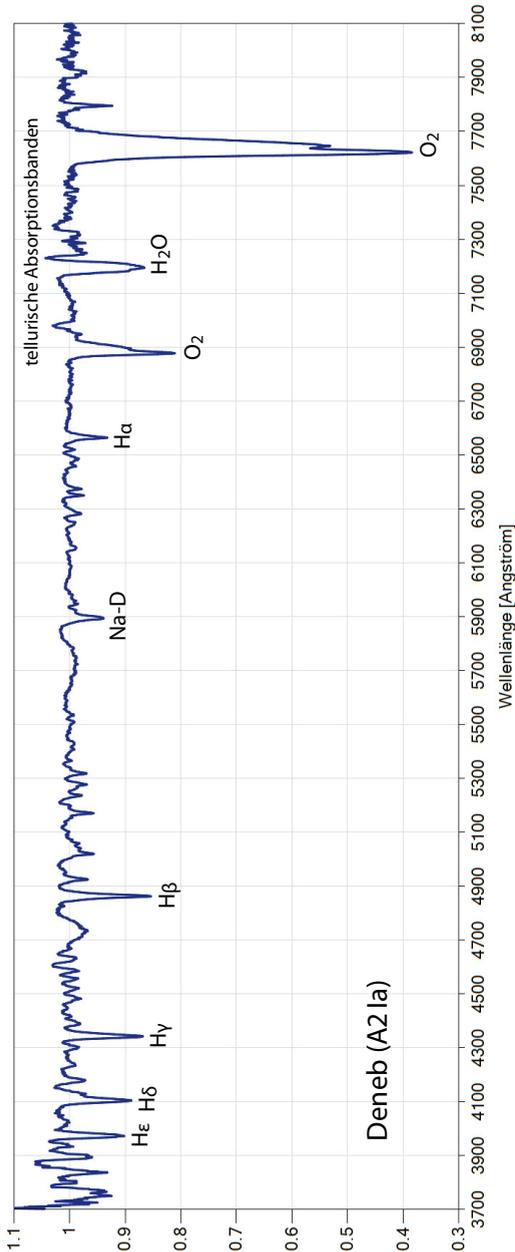


Abbildung 6.36 Spektrum von Deneb (A2 Iae) mit dominierender Balmer-Serie des Wasserstoffs und den drei markanten tellurischen Absorptionsbanden jenseits von $H\alpha$.

rungen leicht möglich ist. Die Markierungen in **Abbildung 7.4** ermöglichen Abweichungen von weniger als 0.5° .

Polarisationskamera

Sony hat einen speziellen Sensor für industrielle Anwendungen der Polarisation entwickelt, der sich bedingt auch für die Astronomie eignet. Es gibt einige Hersteller wie Alkeria, Baumer, Lucid und andere, die den Chip verbaut haben. Die Modelle unterscheiden sich vor allem in der Art der Stromversorgung, der maximalen Belichtungszeit, dem Preis und dem Service. So entschied sich der Verfasser für das Modell Celera One CO5S-MP der italienischen Firma Alkeria. Kaufentscheidend waren die USB-Stromversorgung für eine ›bezahlbare‹ Kamera und der sehr gute Service. Die Firma liegt übrigens nur einen ausgedehnten Spaziergang von der Gravitationswellenanlage VIRGO (→ [Seite 548](#)) entfernt.

Kosten | Der Preis der Kamera inklusive einem speziellen, sehr empfehlenswerten USB3-Kabel, UPS-Versandkosten und 22 %

ital. Umsatzsteuer beträgt 1630.– Euro (Preisstand: 18. 10. 2023).



Abbildung 7.6 Polarisationskamera Alkeria Celera One CO5S-MP mit USB3-Anschluss, über den auch die Stromversorgung läuft.

Sensor | Ähnlich wie bei einem Farbsensor mit Bayer-Matrix, wo jeweils ein Superpixel aus vier Pixeln mit vorgesetzten Farbfiltern (z. B. RGB) steht, besteht beim Sony IMX 264 MZR ein Superpixel aus den vier Pixeln mit vorgesetzten Polarisationsfiltern in den Ausrichtungen 90° , 45° , 135° und 0° .

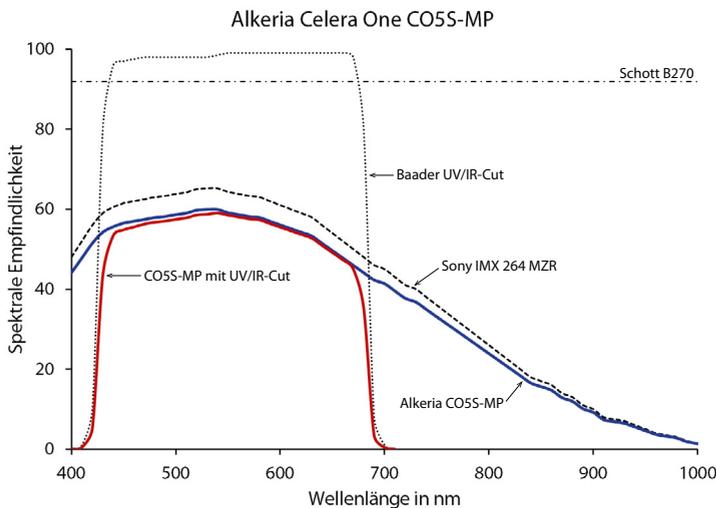


Abbildung 7.7 Spektrale Empfindlichkeit des Sensors Sony IMX 264 MZR und Durchlasskurven der Filter. Der Schott-Filter B270 wurde in der Kamera verbaut und schluckt etwa 8% des einfallenden Lichtes. Für die Polarimetrie muss mindestens noch ein UV/IR-Sperrfilter verwendet werden. Den Spektralbereich weiter einschränkende Filter empfehlen sich wegen der maximalen Belichtungszeit von fünf Sekunden nicht.



Abbildung 9.19 Moxon-Antenne für 50 MHz (Fa. WiMo) mit selbstgewickelter Drosselspule aus einem Koaxkabel vom Typ RG-174. Für die Montage auf einem Stativ wurde eine Prismenschiene aus PLA mit einem 3D-Drucker hergestellt.

Moxon-Antenne

Eine andere kompakte Bauweise wurde von Les Moxon (G6XN) konzipiert. Sie besteht aus einem Dipol mit den Anschlüssen für die Einspeisung und einem Reflektor. Es handelt sich um eine Halbwellenantenne, bei der interessanterweise der Reflektor die Länge $\approx \lambda/2$ besitzt¹ und der Speise-Dipol ca. 8.5% kürzer ist. Für eine preiswerte Konstruktion sollen beide Teile aber gleich lang sein, so dass die Seitenteile unterschiedliche Länge besitzen.

Eine fertige Antenne für das 6-m-Band bietet WiMo für 93.– Euro inkl. Versand an (Antennengewinn: 6.1 dB). Als Kabelverbindung zum PC dient ein H-155 PE Koaxkabel von Belden (10 m kundenspezifisch konfektioniert für 43.– Euro bei koax24.de).

Moxon-Antenne

für GRAVES 143.049 MHz

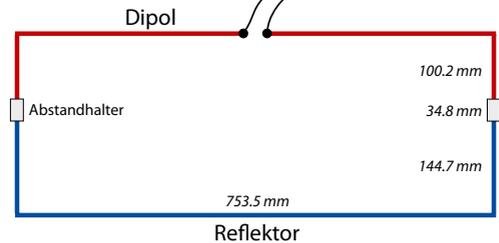


Abbildung 9.20 Prinzipieller Aufbau einer Moxon-Antenne mit Maßen für 143 MHz, berechnet mit dem Programm² *MoxGen.exe* für eine Drahtstärke von 4 mm (Verkürzungsfaktor = 0.995).

¹ abhängig von der Dicke des Antennendrahts

² Download: moxgen.software.informer.com. Alternativ gibt es den Online-Kalkulator tippete.net/cgi-bin/moxgen.pl, der aber andere Ergebnisse ergibt. Allerdings gibt es die Möglichkeit, den Quellcode herunterzuladen.

Zuerst muss das Bild so gedreht werden, dass die Messachse waagrecht und der Fleck auf der linken Seite der Sonne liegt. Alle Angaben erfolgen in Einheiten von Pixeln (→ **Abbildung 23.13**).

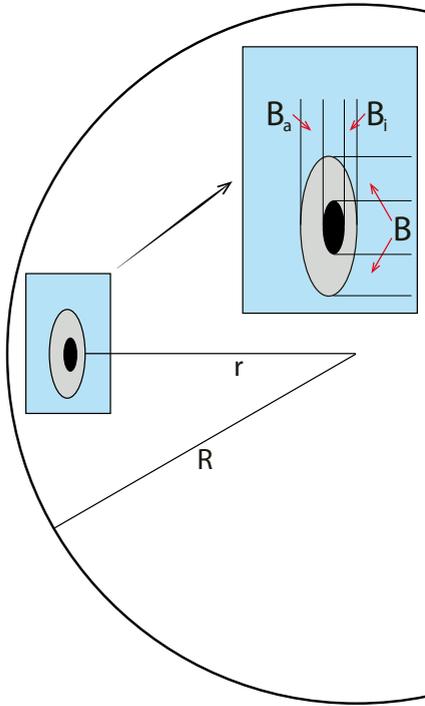


Abbildung 23.12 Skizze zur Berechnung der Tiefe eines Sonnenflecks.

Heliozentrischer Winkel | Nun bestimmt man den Radius R , in dem man die Pixelwerte X_1 für den linken und X_6 für den rechten Sonnenrand ermittelt.

$$R = \frac{X_6 - X_1}{2}. \quad (23.2)$$

Sodann ist das Zentrum des Flecks X_0 zu bestimmen. Der Abstand r vom Mittelpunkt der Sonnenscheibe errechnet sich dann wie folgt:

$$r = R + X_1 - X_0. \quad (23.3)$$

Aus diesen beiden Werten ergibt sich der heliozentrische Winkel ϑ des Sonnenflecks:

$$\sin \vartheta = \frac{r}{R}. \quad (23.4)$$

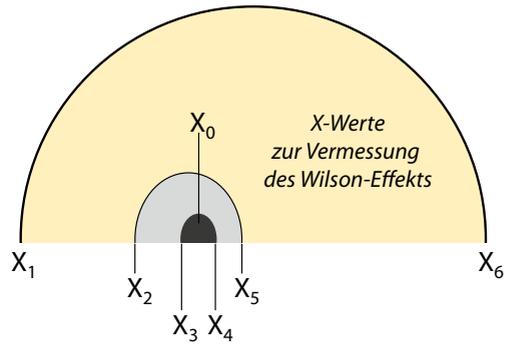


Abbildung 23.13 Messpunkte der X-Achse für die Berechnung der Tiefe eines Sonnenflecks unter Ausnutzung des Wilson-Effekts. Der Fleck muss sich nach Drehung des Bildes auf der linken Seite der Sonne befinden.

Breite der Penumbra | Für die Berechnung der Tiefe werden noch die außen und innen gemessenen Breiten B_a und B_i und die unverzerrte Breite B der Penumbra benötigt.¹

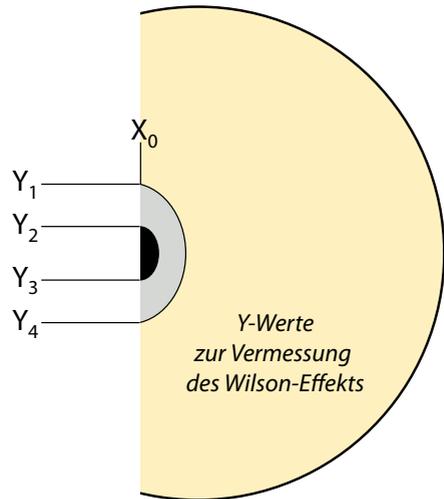


Abbildung 23.14 Messpunkte der Y-Achse für die Berechnung der unverzerrten Gesamtbreite des Sonnenflecks.

Die Breiten B_a und B_i lassen sich aus den Werten X_2 (linker Rand der Penumbra), X_3 (linker Rand der Umbra), X_4 (rechter Rand der Umbra) und X_5 (rechter Rand der Penumbra) berechnen.

¹ In englischen Texten mit *l* für *limb* und mit *c* für *centrum* indiziert.

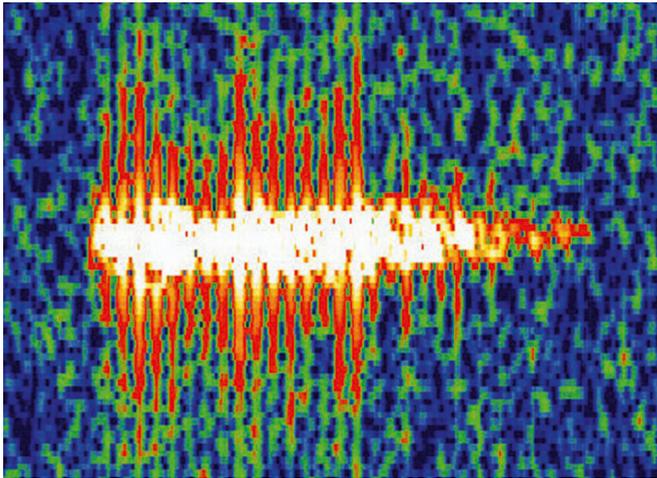


Abbildung 28.20

05.05.2021, 04:30:11 UT, GRAVES

$\Delta f = 9$ (40) Hz ohne (mit) Querechos

$\Delta v = 19$ (84) m/s, $\Delta t = 25$ s

periodisch: $P_1 = 0.8$ s, $P_2 = 4.8$ s

Spannend wird es, wenn man einen Meteor mit BRAMS und GRAVES gleichzeitig empfängt. Da BRAMS in den Zenit sendet, gelingt dies nur mit einer rückwärts gerichteten

Nebenkeule von GRAVES. Im folgenden Beispiel hat GRAVES den Meteor ca. 11 Sek. früher erfassen können, was etwa der Verschiebung der Echobilder entspricht.

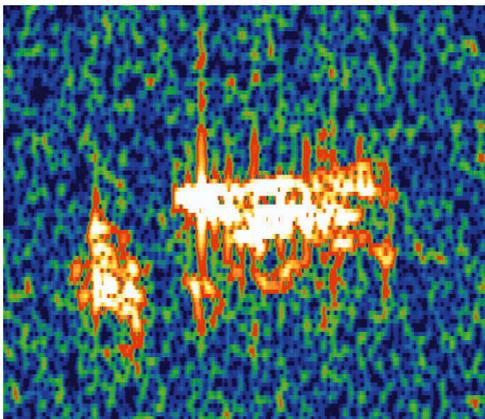


Abbildung 28.21 14.12.2021, 08:37:18 UT, GRAVES

$\Delta f = 44$ Hz, $\Delta v = 92$ m/s, $\Delta t = 20$ s

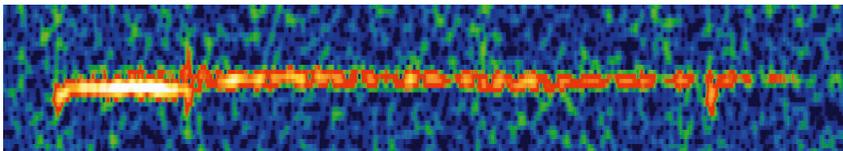


Abbildung 28.22 14.12.2021, 08:37:29 UT, BRAMS

$\Delta f = 12$ Hz, $\Delta v = 72$ m/s, $\Delta t = 45$ s

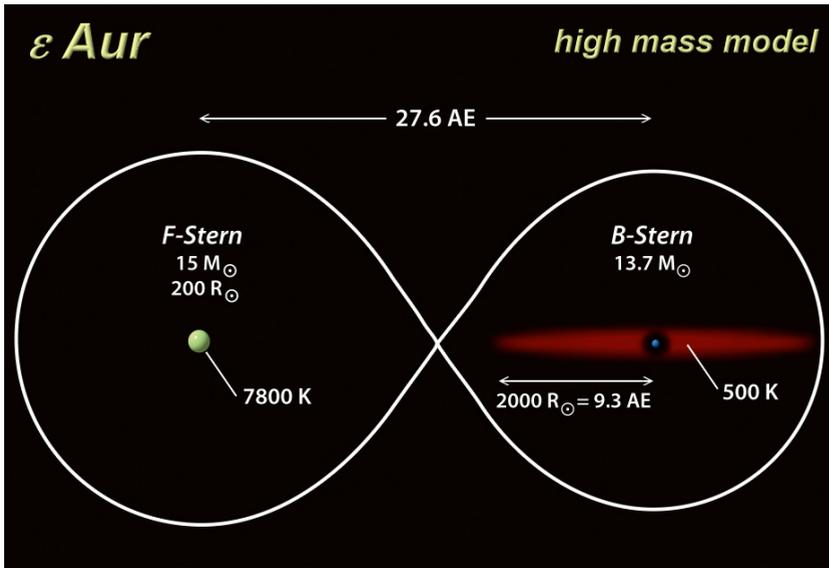


Abbildung 35.7 High-Mass-Modell von ϵ Aur nach S. M. Carroll et al. (1990), berechnet für eine Entfernung von 1000 pc (≈ 3260 Lj).

High-Mass-Modell

Die Gesamtmasse beträgt $28.7 M_{\odot}$, wovon $\approx 15 M_{\odot}$ ($12\text{--}25 M_{\odot}$) auf den Hauptstern, einem F0-Überriesen mit einem Radius von $\geq 200 R_{\odot}$, entfallen. Der Begleiter steht noch nicht auf der Hauptreihe. Es handelt sich um einen noch in den letzten Zügen der Entstehungsphase befindlichen Vorhauptreihenstern mit einer Masse von $13.7 M_{\odot}$.¹

Staubscheibe | Aus der Lichtkurve ergibt sich der Radius der Staubscheibe um den Begleiter zu etwa $2000 R_{\odot}$ (9.3 AE). Die Spektralanalyse zeigt, dass es sich cm-große Teilchen zu handeln scheint. Die Temperatur der staubhaltigen Scheibe liegt bei 500 K. Es handelt sich möglicherweise um die Debrisscheibe eines sich bildenden Planetensystems.²

Gegen das High-Mass-Modell spricht, dass die Intensität der beobachteten Röntgenstrahlung um einen Faktor zehn zu niedrig ist.

¹ Carroll et al.: ApJ **367** (1990), 278–287

² Ferluga & Mangiacapra: A&A **243** (1991), 230–238

Low-Mass-Modell

Wie S. Wolk³ zeigt, passt die Stärke der Röntgenstrahlung gut zum Low-Mass-Modell mit einem B5V-Hauptreihenstern als Begleiter.

Masse des Hauptsterns | Die Masse des F-Sterns ergibt sich im Low-Mass-Modell⁴ aus drei Arbeiten:

Eggleton (1985): $1.33 M_{\odot}$

Hoard (2010): $2.2 \pm 0.9 M_{\odot}$

Kloppenborg (2010): $3.64 \pm 0.68 M_{\odot}$ u. $3.1 M_{\odot}$

In diesem Fall wäre die Masse des F-Überriesen mit $2.2 M_{\odot}$ weit unterhalb der ursprünglichen Masse von ca. $10 M_{\odot}$, so dass möglicherweise die Scheibe zumindest zum Teil durch die stellare Winde des Überriesen gefüttert wurde. Dieser befindet sich am Ende seiner Entwicklung.⁵

³ Wolk et al.: AJ **140** (2010), 595–601

⁴ Takeuti: Ap&SS **120** (1986), 1–7

⁵ Hoard et al.: ApJ **714** (2010), 549–560
Takeuti: Ap&SS **121** (1986), 127–135
Stencel et al.: AJ **142** (2011), 174–182

Grüne Relation | Um aus der Summe der Massen die beiden Einzelmassen zu bestimmen, muss man das Verhältnis der großen Halbachsen der beiden Komponenten um den gemeinsamen Schwerpunkt kennen. Dies ist identisch mit dem Verhältnis der Bahngeschwindigkeiten. Der Zusammenhang wird in Gleichung (46.4) formuliert und in **Abbildung 46.8** visualisiert (siehe auch das Beispiel im Kasten *Massenbestimmung*).

Radius | Der Radius lässt sich bei bekannter Masse eventuell aus der Hauptreihenrelation ableiten oder bei Bedeckungsveränderlichen aus der Lichtkurve. Umgekehrt kann man im letzteren Fall die Masse bei bekanntem Radius abschätzen und damit eine Beziehungskette von ›grün‹ über ›orange‹ nach ›blau‹ aufbauen.



Folge 135:
Radiusbestimmung bei Doppelsternen

Radiusbestimmung

Aus der Lichtkurve von Bedeckungsveränderlichen lässt sich relativ einfach der Radius der Sterne bestimmen, wenn zusätzlich die Radialgeschwindigkeiten bekannt sind.

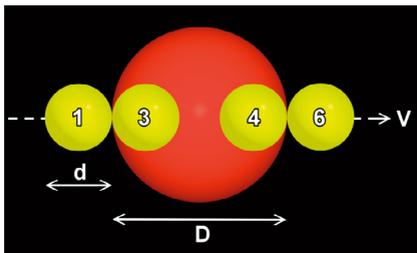


Abbildung 46.5 Bedeckung eines Doppelsterns.

In **Abbildung 46.5** ist ein Doppelstern skizziert, dessen kleinere Komponente mit dem Durchmesser d genau in der Sichtlinie des

Beobachters den größeren Stern mit dem Durchmesser D umläuft. Seine relative Bahngeschwindigkeit beträgt v und kann spektroskopisch bestimmt werden (→ **Doppelsterne auf Seite 378**). Während der Bedeckung nimmt die Helligkeit des Gesamtsterns ab, was wir beobachten können. Die Messungen werden in einer Lichtkurve zusammengefasst (→ **Lichtkurve auf Seite 1505**), wie sie in **Abbildung 46.6** skizziert ist. Die Kontaktzeiten sind in beiden Abbildungen gekennzeichnet.

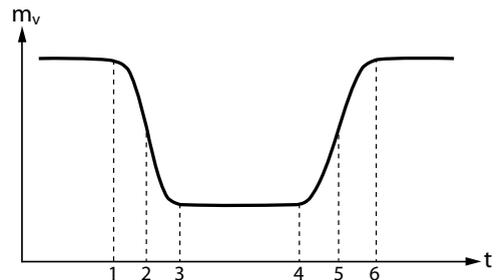


Abbildung 46.6 Lichtkurve eines Bedeckungsveränderlichen.

Aus der Zeitdifferenz $\Delta t = t_3 - t_1$, die der kleine Stern bei der Bahngeschwindigkeit v benötigt, um genau seinen eigenen Durchmesser d voranzuschreiten, ergibt sich dieser zu

$$d = \Delta t \cdot v, \quad (46.1)$$

wobei üblicherweise für Δt der Mittelwert der beiden Zeitdifferenzen $t_6 - t_4$ und $t_3 - t_1$ verwendet wird.

Aus $t_5 - t_2$ ergibt sich der Durchmesser des größeren Sterns:

$$D = (t_5 - t_2) \cdot v. \quad (46.2)$$

Es spielt keine Rolle, ob der kleinere Stern vor oder hinter dem größeren vorbeizieht. Im Allgemeinen ergibt einer der beiden Fälle ein gut ausgeprägtes Minimum. Dies ist meistens dann der Fall, wenn der hellere Stern bedeckt wird.

Zeta Cancri

Ein sehr interessantes, aber auch schwieriges Objekt ist ζ Cnc ($\Sigma 1196$), bei dem es sich um einen Dreifachstern handelt.

In den nächsten Jahren bis etwa 2025 ist der Begleitstern B nahe dem Apastron und somit etwa $1.1''$ von A entfernt. Mit 15 cm Öffnung sollte man dies bei sehr guter Luft auflösen können ($5.3 - 6.3$ mag).

Bahndaten ζ Cnc	
Parameter	Wert
große Halbachse	$a = 0.862''$
Periastrondistanz	$r_p = 0.59''$
Apastrondistanz	$r_A = 1.14''$
Exzentrizität	$e = 0.32$
Bahnneigung	$i = 167^\circ$
Periastron-Knoten	$\omega = 187^\circ$
aufsteigender Knoten	$\Omega = 13^\circ$
Umlaufzeit	$U = 59.56$ Jahre
Periastrondurchgang	$T_0 = 1989.19$

Tabelle 46.12 Bahnelemente der Komponenten A und B von Zeta Cancri.

Die Komponente C besitzt 5.9 mag und hatte 2016 einen Abstand von $5.9''$ bei $P=66^\circ$. Diese Werte verändern sich in den darauffolgenden Jahren kaum ($U = 1115^a$). Somit sollte diese Komponente schon mit 6 cm vom engeren Paar AB getrennt werden können.

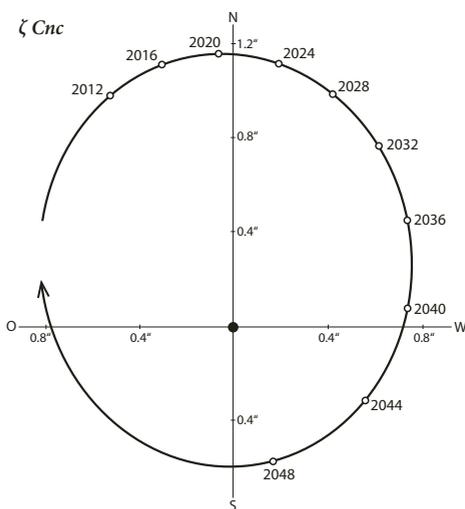


Abbildung 46.30 Bahn von Zeta Cancri B.

26 Draconis

Wenn dieses Buch erscheint, beträgt der Abstand der Komponenten nur $0.3''$. In der darauffolgenden Dekade aber nimmt die Distanz ab 2020 deutlich zu (2024: $0.9''$, 2030: $1.3''$).

Bahndaten 26 Dra	
Parameter	Wert
große Halbachse	$a = 1.53''$
Periastrondistanz	$r_p = 1.25''$
Apastrondistanz	$r_A = 1.81''$
Exzentrizität	$e = 0.18$
Bahnneigung	$i = 104^\circ$
Periastron-Knoten	$\omega = 307^\circ$
aufsteigender Knoten	$\Omega = 151^\circ$
Umlaufzeit	$U = 76.1$ Jahre
Periastrondurchgang	$T_0 = 1947$

Tabelle 46.13 Bahnelemente von 26 Draconis.

Obwohl $0.9''$ von einem Sechszöller leicht getrennt werden kann (gutes Seeing vorausgesetzt), sollte man eventuell etwas Reserve einplanen, da der Helligkeitsunterschied beachtliche 3.4 mag beträgt ($5.2 - 8.6$ mag).

Auch die Veränderung des Positionswinkels in den 30 Jahren von 2016 bis 2046 um insgesamt 180° macht diesen Doppelstern für den an Messungen interessierten Sternfreund durchaus reizvoll.

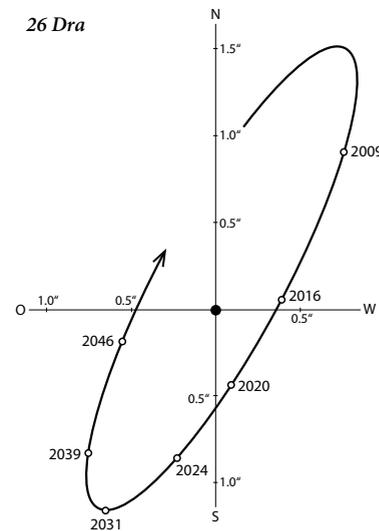


Abbildung 46.31 Bahn von 26 Draconis.

Schließlich legt man durch alle diese Punkte eine Gerade oder höheres Polynom. Der Zeitpunkt des Schnittpunktes dieser Geraden mit der untersten Parallelen ist der gesuchte Minimumszeitpunkt.

Pauspapiermethode

Eine sehr gute Methode bei symmetrischen Lichtkurven ist die Pauspapiermethode nach Kazimierz Kordylewski (*Tracing Paper Method*, 1954).

Man legt ein durchsichtiges Papier über die Beobachtungen und zeichnet die Beobachtungen ab. Dann wendet man das Papier und legt es seitenverkehrt über die Originalbeobachtungen. Nun verschiebt man das Pauspapier solange parallel zur Zeitachse, bis die Streuung der Punkte am geringsten ist. Die Mittelachse bestimmt nun den Zeitpunkt.

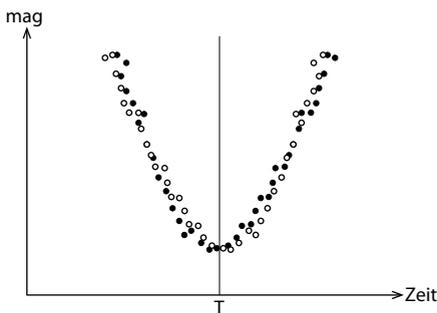


Abbildung 47.59 Beispiel zur Pauspapiermethode nach Kordylewski (*Tracing Paper Method*).

Der graphischen Pauspapiermethode ähnlich ist die rechnerische Methode von Ejnar Hertzsprung (1928). Auch hierbei wird das Minimum oder Maximum solange verschoben, bis die Summe der quadratischen Abweichungen am kleinsten ist.

Darauf basierend entwickelten Kiem Keng Kwee und Hugo van Woerden die nach ihnen benannte Kwee-van-Woerden-Methode (*KvW-Methode*, 1956).

Polynom

Schließlich kann man bei symmetrischen Lichtkurven eine Ausgleichsrechnung für eine Parabel durchführen:

$$f(t) = a \cdot t^2 + b \cdot t + c. \quad (47.11)$$

Bei unsymmetrischen Lichtkurven wird man eine kubische Funktion verwenden:

$$f(t) = a \cdot t^3 + b \cdot t^2 + c \cdot t + d. \quad (47.12)$$

Viele Experten bevorzugen auch höhere Polynome, teilweise bis zum 20. Grad. Der Verfasser ist der Meinung, dass mehr als der 7. Grad bereits kritisch wird, weil unter Umständen lokale Fehler der Messungen Dellen in den Kurvenverlauf bringen können, die nicht realistisch sind. Je genauer die Messungen allerdings werden, desto höher darf der Grad des Ausgleichspolynoms sein.

Fourier-Reihe

Diese auch als Fourier-Approximation¹ benannte Methode nähert die Beobachtungen durch eine Reihe von Sinusfunktionen, deren Frequenzen das Vielfache der Grundfrequenz sind, so genannte Harmonische.

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t), \quad (47.13)$$

wobei $\omega = 2\pi/P$ mit P =Periode ist. Aus der Gleichung (47.13) lässt sich durch Umformung eine Darstellung mit Amplitude und Phase gewinnen:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n (A_k \cdot \cos(k\omega t + \varphi_k)) \quad (47.14)$$

mit $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$.

¹ selten auch als Fourier-Analyse benannt

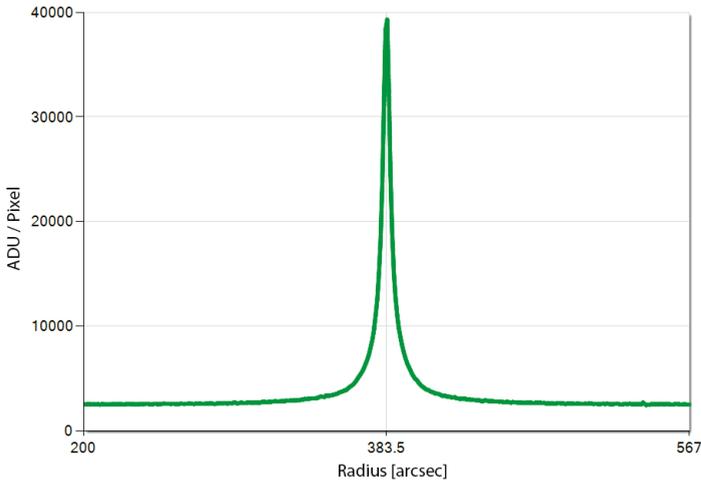


Abbildung 49.46 Mit *Fitswork* vermessene Profilinie, zentral durch das Zentrum der E2-Galaxie M49. Gesucht wird der Radius der Symmetrieachse.

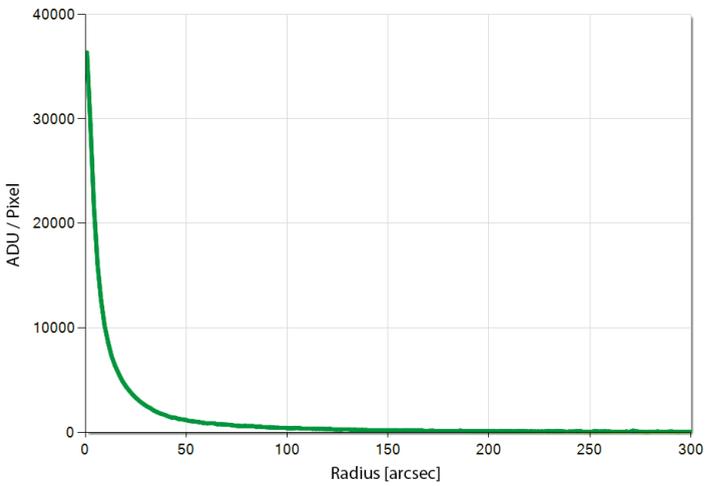


Abbildung 49.47 Helligkeitsprofil von M49, Hintergrund subtrahiert und beide Flügel gemittelt. Mit knapp 40000 liegt der Kern der Galaxie weit genug von der Sättigungsgrenze entfernt.

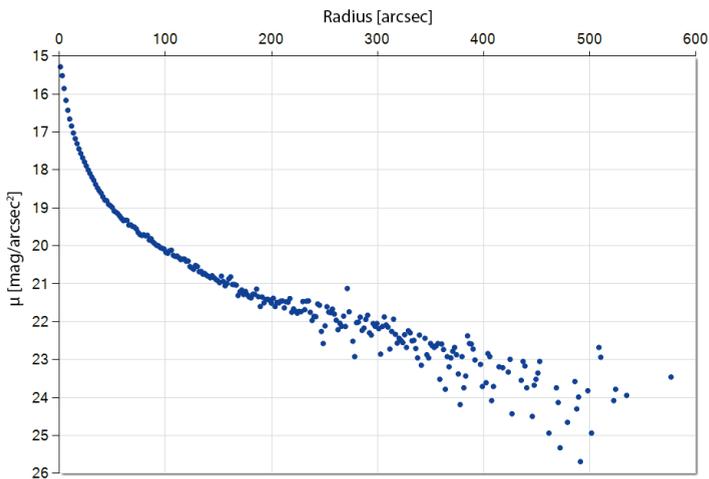


Abbildung 49.48 Flächenhelligkeit μ in mag/arcsec², aufgetragen gegen den Abstand vom Zentrum (Pixel 383.5), umgerechnet in Bogensekunden.

Quasare

Die ältesten (entferntesten) beobachteten Galaxien besitzen eine Rotverschiebung bis $z = 12$. Das Maximum der Quasare liegt bei $z = 2$. Die Population bricht bei größeren Rotverschiebungen als $z = 2$ recht schnell ab, so dass es scheint, als gäbe es keine Quasare aus einer früheren Epoche. Es gibt einige ältere bis $z \approx 7.5$. Nach Gleichung (52.52) wurde das Licht dieser Quasare zu einem Zeitpunkt ausgesendet als das Weltall einen Radius von 4.6 Mrd. Lj ($z = 2$) bzw. 1.06 Mrd. Lj ($z = 12$) hatte.

Ferner leitet sich aus dieser Gleichung für $z = 2$ [12] die Temperatur von $T = 8[35]$ K ab. Unter der Annahme, dass die Masse des Universums damals genauso groß war wie heute, ergibt sich hieraus die mittlere Dichte. Bei einem Weltradius von nur $1/3$ [$1/13$] des heutigen Wertes muss die Dichte das $3^3 = 27$ fache [$13^3 \approx 2200$ fache] des heutigen Wertes betragen haben.

Kosmische Hintergrundstrahlung

Nachdem zunächst die Existenz der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung¹ mit etwa 3 K Strahlungstemperatur entdeckt wurde, galt diese noch als isotrop im Rahmen der Messgenauigkeit. Das heißt, der Strahlungsstrom ist aus allen Richtungen gleich groß. Mit COBE (1989–1993) wurde erstmalig die Temperatur der Hintergrundstrahlung genau vermessen und zu 2.725 ± 0.002 K bestimmt. Die räumliche Auflösung (Halbwertsbreite der Antenne) von COBE betrug 7° und war ausreichend, um Schwankungen des Sachs-Wolfe-Effekts nachzuweisen. Die Messungen ergaben Schwankungen bis $35 \mu\text{K}$ auf Winkeldistanzen von 7° und $30.5 \mu\text{K}$ bei Winkeldistanzen von $10'$.

¹ engl. *cosmic microwave background* (CMB)
Penzias & Wilson, 1965

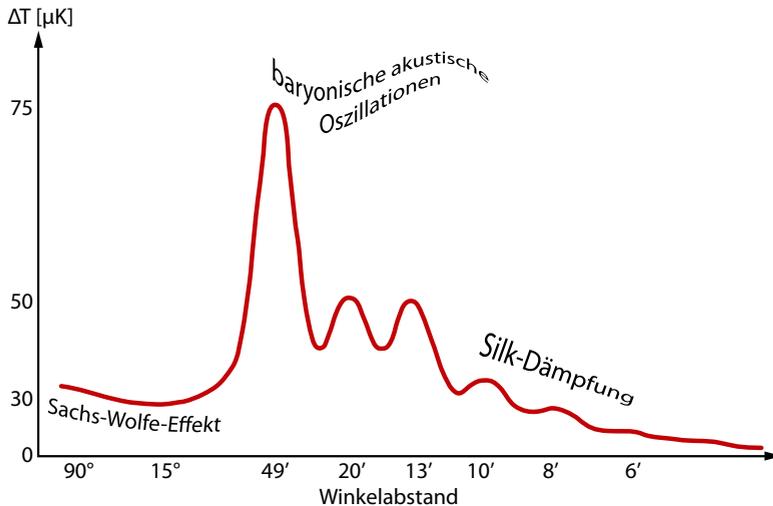


Abbildung 52.17 Winkleistungsspektrum der Fluktuationen in der Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung, verursacht durch den Sachs-Wolfe-Effekt, die baryonischen akustischen Schwingungen und die Silk-Dämpfung.

O Personenregister

A

alle Zeichnungen von Sylvia Gerlach

Abbe, Ernst (1840–1904) 105–107, 117
Ahnert, Paul Oswald (1897–1989) 718
Airy, George Biddell (1801–1892) 1787
Aitken, Robert Grant (1864–1951) 1411, 1778
Alfvén, Hannes Olof Gösta (1908–1995) 812
Allen, James Alfred Van (1914–2006) 74, 810
Altenhoff, Wilhelm J. 481
Anderson, G. 1778
Antoniadi, Eugène Michel (1870–1944) 67
Antoniadis, John 1263
Aravamudan, S. 1778
Arend, Sylvain Julien Victor (1902–1992) 993
Argelander, Friedrich Wilhelm August (1799–1875) 1722, 1775
Aristarch von Samos (um –310 bis –230) 721, 1067, 1724
Aristoteles (–383 bis –321) 1724
Augustus, Kaiser (–62 bis 14) 764
Austin, Rodney R.D. 1013
Aust, Sven 1813
Avila, Roberto J. 1813



Abbildung O.1
Friedrich W. Argelander

B

Baade, Wilhelm Heinrich Walter (1893–1960) 726, 1114, 1123, 1723
Babcock, Horace Welcome (1912–2003) 447
Bahtinov, Pavel 198
Baier, G. 463
Baillaud, René (1885–1977) 1778
Ballauer, Jay R. (*1968) 1813
Ball, Sir Robert Stawell (1840–1913) 1778
Balmer, Johann Jakob (1825–1898) 797
Bappu, Manali Kallat Vainu (1927–1982) 731
Barish, Barry Clark (*1936) 569
Barlow, Peter (1776–1862) 118, 120, 1726
Bartels, Julius (1899–1964) 811
Bath, Karl-Ludwig 110
Bayer, Johann (1572–1625) 1775
Becker, Wilhelm (1907–1996) 694
Bekenstein, Jacob David (1947–2015) 775, 1601
Bellazzini, Michele 697
Belopolski, Aristarch Apollonowitsch (1854–1934) 1722
Benzenberg, Johann Friedrich (1777–1846) 1015, 1724
Bergh, Sidney van den (*1929) 1316, 1776, 1778
Bertone, Gianfranco 1603
Bessel, Friedrich Wilhelm (1784–1846) 722, 724, 1722
Bethe, Hans Albrecht (1906–2005) 1114, 1138, 1723
Blandford, Roger David (*1949) 819, 823
Blazhko, Sergei Nikolajewitsch (1870–1956) 1460
Blome, Hans-Joachim 1710
Bobrovnikoff, Nicholas T. 1011

Abbildung O.2
Aristoteles



Bode, Johann Elert (1747–1826) 996, 1075, 1724
 Boer, Wim de (*1948) 1600
 Bojurova, Eva Stefanova 1537
 Boltzmann, Ludwig Eduard (1844–1906) 730, 830, 1122, 1126 f., 1136, 1485, 1690
 Bond, George Phillips (1825–1865) 155, 1725 f.
 Bonneau, D. 1778
 Bopp, Thomas (1949–2018) 996
 Borgeest, Ulf 1665
 Borissow, Gennadi Wladimirowitsch (*1962) 984
 Bortle, John E. 64
 Bose, Satyendranath (1894–1974) 546
 Bos, Willem Hendrik van den (1896–1974) 1778
 Bottke, William F. (*1966) 1070
 Boyle, Willard Sterling (1924–2011) 155
 Bracewell, Ronald H. (1921–2007) 1081
 Brackett, Frederick Sumner (1896–1988) 796
 Bradaschia, Filippo (*1977) 1814
 Bradley, James (1693–1762) 741, 784, 1722, 1724
 Brahe, Tycho (1546–1601) 1033, 1067, 1553, 1724
 Brandes, Heinrich Wilhelm (1777–1834) 1015, 1724
 Breite, Michael (*1968) 1813
 Brewster, Sir David (1781–1868) 402
 Brocklehurst, M. 1309
 Brownstein, Joel R. 1602
 Bruno, Giordano (1548–1600) 1722
 Budaj, Jan (*1965) 1193
 Buil, Christian 323
 Bunsen, Robert Wilhelm Eberhard (1811–1899) 316, 1726
 Burnham, Sherburne Wesley (1838–1921) 1778

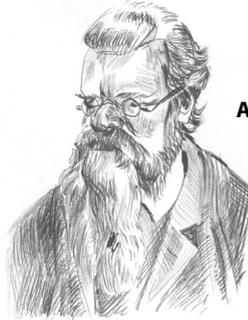


Abbildung O.3
Ludwig Boltzmann

C

Caesar, Gajus Julius (–99 bis –43) 761
 Calçada, Luís 1813
 Caldwell-Moore, Sir Patrick Alfred (1923–2012) 1776
 Caldwell, Robert Reynolds 1713
 Camichel 92
 Cannon, Annie Jump (1863–1941) 1723, 1775
 Capocci di Belmonte, Ernesto (1798–1864) 93
 Carrasco, Josep M. 697
 Carr, Bernard John (*1949) 1278
 Carrington, Richard Christopher (1826–1875) 834, 869 f., 1724
 Carroll, Sean Michael (*1966) 1192
 Casimir, Hendrik (1909–2000) 777
 Cassegrain, Laurent (1629–1693) 92 f., 1726
 Cassini, Giovanni Domenico (1625–1712) 721, 1725
 Cauchy, Augustin Louis (1789–1857) 785, 1268
 Challis, Pete 1813
 Chambliss, Carlson R. 1536
 Chandrasekhar, Subrahmanya (1910–1995) 1195–1199, 1229, 1204, 1215, 1217, 1228, 1394 f., 1463, 1557, 1713, 1202
 Chevalier, P. S. 1778
 Childrey, Joshua (1623–1670) 86, 1724
 Chrétien, Jacques (1879–1956) 92, 94, 100, 152, 1733
 Christensen, Eric J. (*1977) 1005
 Christensen, Niels V. 1814
 Clark, Alvan (1804–1887) 1778
 Clark, Alvan Graham (1832–1897) 1778
 Coffin, Dave 178
 Cohen, Judith Gamora (*1946) 732
 Compton, Arthur Holly (1892–1962) 782



Abbildung O.4
Annie Cannon

Copeland, Ralph (1837–1905) 1778
Cousins, Alan William James (1903–2001) 694
Couteau, Paul (1923–2014) 1778
Crawford, David L. 695
Cronin, Leroy (*1973) 1103
Cuzdi, Sandor 199
Czerny, Marianus (1896–1985) 315f., 1726

D

Daguerre, Louis Jacques Mandé (1787–1851) 155
Dall, Horace 92, 94
Dalton, John (1766–1844) 868
Dangl, Gerhard 313
Danjon, André-Louis (1890–1967) 907
Davidson, Kris 1166
Davis, Donald R. 1074
Dawes, William Rutter von (1799–1868) 127, 1778
Dawson, Bernhard Hildebrandt (1890–1960) 1778
deLalande, F. 1778
Dembowski, Ercole (1812–1881) 1778
Demokrit (um –460 bis –370) 1722
Derekas, Aliz (*1977) 1536
Djurković, Petar (1908–1981) 1778
Dobson, John Lowry (1915–2014) 141
Dolland, John (1706–1761) 120, 105
Donner, H. F. 1778
Doolittle, E. 1778
Doppler, Christian Andreas (1803–1853) 797
Downes, Ronald A. 732
Draper, Henry (1837–1882) 1723f.
Draper, John William (1811–1882) 155
Dreyer, Johan Ludvig Emil (1852–1926) 1776
Dubs, Martin 345
Duerbeck, Hilmar Willi (1948–2012) 732
Dunlop, James (1793–1848) 1778

E

Ebert, R. 1178, 1184
Eddington, Sir Arthur Stanley (1882–1944) 1114, 1138, 1723
Edgecomb, D. W. 1778
Eggleton, Peter Philip 1192
Einstein, Albert (1879–1955) 545, 771, 781, 783f., 830, 1140, 1617, 1647, 1665, 1673, 1696, 1711f., 1723
El-Baz, Farouk (*1938) 1021
Elst, Eric Walter (1936–2022) 996
Encke, Johann Franz (1791–1865) 996, 1005
Engelmann, Friedrich Wilhelm Rudolf (1841–1888) 1778
English, Jayanne 1814
Eratosthenes von Kyrene (–275 bis –193) 1033, 1724
Erfle, Heinrich Valentin (1884–1923) 116
Espin, Thomas Henry Espinell Compton (1858–1934) 1778
Evenson, Kenneth Melvin (1932–2002) 784, 1723
Evershed, John (1864–1956) 838
Ewen, Harold Irving (1922–2015) 467, 1723



Abbildung O.5
Demokrit



Abbildung O.6
Albert Einstein

F

Faber, Sandra Moore (*1944) 733
Fabricius, David (1564–1617) 1461, 1722
Fabry, Maurice Paul Auguste Charles (1867–1945) 120, 1726
Faraday, Michael (1791–1867) 808
Fechner, Gustav Theodor (1801–1887) 714, 1722
Fekel, Francis C. 382
Feltz, Kent A. 1536
Fenger, Klaus 506
Fera, Bob 1814
Fera, Janice 1814
Ferluga, Steno 1193
Finkbeiner, Douglas (*1971) 1296
Finsen, William Stephen (1905–1979) 1778
Fisher, J. Richard (*1943) 733
Fitch, Walter Stewart (1926–2013) 633
Fizeau, Armand Hippolyte Louis (1819–1896) 784
Flamsteed, John (1646–1719) 1426, 1553, 1775
Flandern, Thomas Charles Van (1940–2009) 1074
Foucault, Jean Bernard Léon (1819–1868) 109, 784, 1722
Fouqué, Pascal 727
Fourier, Jean Baptiste Joseph (1768–1830) 455
Fox, Philip (1878–1944) 1778
Franks, William Sadler (1851–1935) 1778
Fraunhofer, Joseph von (1787–1826) 103 f., 316, 829, 1726
Freitag, Uwe (*1964) 1814 f.
Friedmann, Alexander Alexandrowitsch (1888–1925) 1707 f., 1723



Abbildung O.7
Galileo Galilei

G

Gale, Walter Frederick (1865–1945) 1778
Galilei, Galileo (1564–1642) 93, 951, 1725 f.
Galle, Johann Gottfried (1812–1910) 964, 1725
Gallo, J. 1778
Gamow, Georgi Antonowitsch (1904–1968) 1143
Gaunt, John Arthur (1904–1944) 483
Gauß, Carl Friedrich (1777–1855) 766, 1770
Geissinger, Rolf (*1966) 1814
Gerasimenko, Svetlana Iwanowna (*1945) 1001
Gerlach, Sylvia (*1964) 1814
Gieren, Wolfgang P. 727
Gilliss, James Melville (1811–1865) 1778
Gleißberg, Wolfgang (1903–1986) 868
Gomes, Rodney 1724
Graff, Kasimir Romuald (1878–1950) 718 f.
Grant, Robert (1814–1892) 1778
Gregor XIII., Papst (1502–1585) 754, 761, 1721
Gregory, James (1638–1675) 92 f., 1726
Greisen, Kenneth Ingward (1918–2007) 776
Grienberger, Christoph (1561–1636) 133, 1726
Grumiller, Daniel (*1973) 772
Gudehus, Donald H. 733
Gunn, James Edward (*1938) 1701
Guth, Alan Harvey (*1947) 773, 1669, 1723
Guthnick, Paul (1879–1947) 1726
Guy S. Perrin 1467



Abbildung O.8
Carl Friedrich Gauß

H

Hachisu, Izumi (*1952) 1486
Hackmann, Jens (*1979) 1814
Hagen, Johann Georg (1847–1930) 718 f.
Hale, Alan (*1958) 996
Hale, George Ellery (1868–1938) 829, 834, 1724
Hall, Asaph (1829–1907) 1725
Hall, Chester Moore (1703–1771) , 105
Hall, Douglas S. (1940–2013) 1539
Halley, Edmond (1656–1742) 997
Hallstatt 870
Hanuschik, Reinhard W. 382
Harding, Karl Ludwig (1765–1834) 1725
Hargrave, Lawrence (1850–1915) 1778
Haro, Guillermo (1913–1988) 1353
Harrington, Robert Sutton (1942–1993) 1074
Hartkopf, William I. 1411, 1429
Hartley, Malcolm 1005
Hartmann, William Kenneth (*1939) 1074
Hastings 80
Hathaway, David H. 871
Hawking, Stephen William (1942–2018) 775, 1275, 1277 f.
Hayashi, Chushiro (1920–2010) 1145, 1166, 1197, 1202
Heintz, Wulff-Dieter (1930–2006) 1778
Heisenberg, Werner Karl (1901–1976) 777, 1692, 1723
Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821–1894) 1116, 1119, 1196 f., 1211, 1391, 1599
Henyey, Louis George (1910–1970) 1149
Herbig, George Howard (1920–2013) 1353
Herschel, Friedrich Wilhelm (1738–1822) 120, 960 f., 1355, 1403, 1722, 1725, 1778
Herschel, Sir John Frederick William (1792–1871) 120, 1778
Hertzprung, Ejnar (1873–1967) 1136, 1145, 1163 f., 1166 f., 1186, 1208 f., 1458, 1518, 1571, 1723
Herzberg (1904–1999) 76
Herzberger, Maximilian Leopold (1899–1982) 785
Heutz, Stefan (*1980) 1813
Hey, James Stanley (1909–2000) 467, 829, 1015, 1723 f.
Higgs, Peter Ware (*1929) 770, 1697
Hilbrecht, Heinz (*1958) 1814
Hill, George William (1838–1914) 1040
Hills, Jack Gilbert (*1943) 1294
Hinz, Claudia (*1972) 1814
Hipparch von Nicäa (um –190 bis –120) 741, 1722, 1724
Hoard, Donald W. 1192 f.
Holden, Edward Singleton (1846–1914) 1778
Holmes, Edwin (1838–1918) 1000
Honda 1005
Hooke, Robert (1635–1702) 93
Horton, Joseph W. 754, 1726
Hough, George Washington (1836–1909) 1778
Howe, Herbert Alonzo (1858–1926) 1778
Hubble, Edwin Powell (1889–1953) 1590, 1670, 1723
Hulse, Russell Alan (*1950) 545, 562 f.
Hulst, Hendrik Christoffel van de (1918–2000) 467, 1723
Humboldt, Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von (1769–1859) 1724
Humphreys, R. M. 1166
Hussey, William Joseph (1862–1926) 1778
Huygens, Christiaan (1629–1695) , 784, 1722, 115
Hyakutake, Yūji (1950–2002) 996
Hyginus, Gaius Julius (–63 bis 17) 1211



Abbildung O.9
Wilhelm Herschel



Abbildung O.10
Edwin Hubble

I

Innes, Robert Thorburn Ayton (1861–1933) 1778
Israel, Werner (1931–2022) 1266

J

Jackson, Robert Earl (*1949) 733
Jacob, W. S. 1778
Jansky, Karl Guthe (1905–1950) 467, 481, 692, 1723
Jarkowski, Iwan Ossipowitsch (1844–1902) 800
Jeans, James Hopwood (1877–1946) 781, 1068, 1184
Jessup, Morris Ketchum (1900–1959) 1778
Johnson, Harold Lester (1921–1980) 692
Jonas, Carsten 1815
Jonckheere, Robert (1888–1974) 1778



Abbildung O.11
Immanuel Kant

K

Kahlhöfer, Jürgen (*1948) 138
Kaler, James B. (1938–2022) 990
Kamp, Peter van de (1901–1995) 1471
Kantharia, Nimisha G. 732
Kant, Immanuel (1724–1804) 1068, 1724
Kaplan, Joseph (1902–1991) 75
Kashlinsky, Alexander (*1957) 1616
Kato, Mariko 1486
Keller, Philipp 1815
Kellner, Carl (1826–1855) 116
Kelvin, Lord (William Thomson, 1824–1907) 1116, 1119, 1196 f., 1211, 1391, 1599
Kemmerer, Jürgen Werner (*1960) 1815
Kempf, Paul Friedrich Ferdinand (1856–1920) 718 f.
Kepler, Johannes (1571–1630) 93, 1033, 1553, 1724, 1726
Kerr, Roy Patrick (*1934) 1266
Kervella, Pierre 1813
Kiepenheuer, Karl Otto (1910–1975) 876
Kirchhoff, Gustav Robert (1824–1887) 316, 1726
Kirkham, Allan 92, 94
Kirshner, Robert Paul (*1949) 1813
Kloppenborg, Brian 1192
Knott, G. 1778
Kohlrausch, Arnt (1884–1969) 699
Koning, Nico 1586
Kopernikus, Nikolaus (1473–1543) 1067, 1724
Kordylewski, Kazimierz (1903–1981) 1518
Kornmesser, Martin 1813
Korn, Robert 1411
Kowal, Charles Thomas (1940–2011) 977, 1725
Kracht, Dietrich (*1944) 1815
Kristan-Tollmann, Edith 1022
Kron, Gerald Edward (1913–2012) 694
Kuiper, Gerrit Pieter (1905–1973) 969, 1068, 1778
Kusmin, Wadim Alexejewitsch (*1937) 776
Küstner, Karl Friedrich (1856–1936) 1778
Kutta, Martin Wilhelm (1867–1944) 1153
Kutter, Anton (1903–1985) 90, 92, 96, 102
Kwee, Kiem Keng 1518



Abbildung O.12
Johannes Kepler

L

Labeyrie, Antoine Émile Henry (*1943) 447, 456, 464
Lada, Charles Johann 1184, 1187
Lagrange, Joseph-Louis de (1736–1813) 970, 1040, 1403
Lambert, Johann Heinrich (1728–1777) 1054
Landé, Alfred (1888–1976) 799, 808
Landolt, Arlo Udell (1935–2022) 1173, 1237
Lane, Jonathan Homer (1819–1880) 1114, 1722
Laplace, Pierre-Simon Marquis de (1749–1827) 1068, 1724
Lazarus, Patrick 1263
Leahy, Denis 1586
Leavitt, Henrietta Swan (1868–1921) 722, 731, 1723
Lehmann, Holger 1536
Lehmann, Peter B. (1936–2022) 718
Lemaître, Georges (1894–1966) 1708
Lense, Josef (1890–1985) 1268
Leonard, F. C. 1778
Leung, K. C. 1468
Le Verrier, Urbain Jean Joseph (1811–1877) 964, 1725
Levy, David Howard (1948–2022) 993
Lichtenberg, Heiner (*1937) 766
Lichtenknecker, Dieter (1933–1990) 111
Limbach, Ralf-Uwe 1815
Lin, Douglas N. C. (*1949) 983
Lipperhey, Hans (1570–1619) 93, 1726
Littrow, Otto von (1843–1864) 316, 1726
Liu, Shang-Fei 940
Liu, Y. C. 456, 460
Loewy, Maurice (1833–1907) 155, 1724
Lohmann, Adolf Wilhelm (1926–2013) 456, 460
Lomonossow, Michail Wassiljewitsch (1711–1765) 930
Lorentz, Hendrik Antoon (1853–1928) 375, 798
Ludwig, Marco Andreas (*1982) 1815
Lüthen, Hartwig (*1960) 138
Luyten, Willem Jacob (1899–1994) 1471
Lyman, Theodore (1874–1954) 797
Lynds, C. Roger (*1926) 457
Lyot, Bernard Ferdinand (1897–1952) 110, 1726

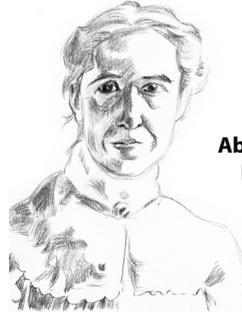


Abbildung O.13
Henrietta Leavitt

M

Machholz, Don Edward (*1952) 1004 f.
MacPhie, Robert H. (*1934) 1081
Maksutow, Dmitri Dmitrijewitsch (1896–1964) 92, 95
Mandel, Steve 1310
Mannoff, Rainer (*1963) 1815
Margot, Jean-Luc (*1969) 915
Marinkovic, Ariel 1813
Marrison, Warren Alvin (1896–1980) 754, 1726
Maskelyne, Nevil (1732–1811) 839
Mason, Brian D. 1411, 1429
Maunder, Edward Walter (1851–1928) 868
Maury, Antonia Caetana de Paiva Pereira (1866–1952) 1722
Maxwell, James Clerk (1831–1879) 803, 1139, 1141
McAlister, Harold A. 1778
McKinnon, William Bill 974
McNamara, Delbert Harold (1923–2014) 1536
Melogh 1074
Merting, Rene (*1969) 1815



Abbildung O.14
Charles Messier

Messier, Charles (1730–1817) 1722, 1776
 Mészáros, Peter István (*1943) 819
 Michelson, Albert Abraham (1852–1931) 316, 447, 452, 784, 1722 f., 1726
 Middleditch, John 1573
 Mie, Gustav (1868–1957) 59
 Milburn, William (1896–1982) 1778
 Milgrom, Mordehai (*1946) 1601
 Mishima, Tokushichi (1893–1975) 316, 1726
 Mittenzwey 115
 Moffat, John W. (*1932) 1602
 Moilanen, Jarmo Antti Eerik (*1968) 80
 Moni-Bidin, Christian 1601
 Montanari, Geminiano (1633–1687) 1722
 Montargès, M. 1813
 Montenbruck, Oliver 1008
 Morgan, William Wilson (1906–1994) 692
 Morley, Edward Williams (1838–1923) 447
 Mrkos, Antonín (1918–1996) 1005
 Müller, Andreas (*1973) 1269
 Muller, Frank (1862–1917) 1778
 Müller, Karl Hermann Gustav (1851–1925) 718 f.
 Muller, P. 1778
 Mutchler, Max 1813



Abbildung O.15
Isaac Newton

N

Nagaoka, Hantarō (1865–1950) 316, 1726
 Nagler, Al (*1935) 116
 Neumann, Gerd (*1976) 212
 Newcomb, Simon (1835–1909) 784
 Newman, Ezra Ted (1929–2021) 1266
 Newton, Sir Isaac (1643–1727) 93, 1033, 1035, 1139, 1665, 1726
 Nicholsen, Seth Barnes (1891–1963) 1725
 Nimtz, Günter (*1936) 784
 Nordström, Gunnar (1881–1923) 1266
 Nowikow, Igor Dmitrijewitsch (*1935) 1278

O

O'Keefe, John Aloysius (1916–2000) 800
 Olbers, Heinrich Wilhelm Matthias (1758–1840) 976, 1054, 1669, 1722, 1725
 Oort, Jan Hendrik (1900–1992) 868, 982, 995
 Oppenheimer, Julius Robert (1904–1967) 571, 1216, 1263
 Osmer, Patrick S. 731
 Osthoff, H. 718 f.
 Ouyed, Rachid 1586
 Overhaus, Christian (*1970) 629, 1815

P

Paddack, Stephen J. 800
 Pagel, Lienhard (*1947) 633, 1099
 Pagenkopp, Ralf Günther (*1954) 879
 Pajdusakova 1005
 Papagiannis, Michael D. 1021
 Parry, William Edward (1790–1855) 80–82
 Paschen, Louis Carl Heinrich Friedrich (1865–1947) 796
 Payne, David G. 819, 824



Abbildung O.16
Heinrich W. Olbers

Peebles, Philip James Edwin (*1935) 1603
 Pellepoix, Antoine Darquier de (1718–1802) 1355
 Penrose, Sir Roger (*1931) 1268, 1714
 Penzias, Arnold Allan (*1933) 1669, 1723
 Perlmutter, Saul (*1959) 1669, 1723
 Pérot, Jean-Baptiste Alfred (1863–1925) 120, 1726
 Perrine, Charles Dillon (1867–1951) 1775
 Perry, J. J. M. 1778
 Peterson, Bruce A. (1933–2006) 1701
 Petzval, Josef Maximilian (1807–1891) 91, 107
 Pezenas, Esprit (1692–1776) 86, 1724
 Pfleger, Thomas 1008
 Pfund, August Herman (1879–1949) 796
 Phillips, Mark M. (*1951) 732
 Philolaos (–469 bis –398) 1067, 1724
 Piazzzi, Guisepppe (1746–1826) 973, 1725, 1778
 Pickering, Edward Charles (1846–1919) 1722 f., 1775
 Pilz, Uwe (*1958) 1813
 Pizarro, Guido 996
 Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858–1947) 781, 1691, 1693
 Plössl, Simon (1794–1868) 116
 Pogson, Norman Robert (1829–1891) 977, 1722, 1725
 Polchinski, Joseph Gerard (*1954) 1277
 Pollmann, Ernst (*1943) 342, 632
 Popper, Daniel Magnes (1913–1999) 1541
 Poynting, John Henry (1852–1914) 800
 Pressmann 92
 Priester, Wolfgang (1924–2005) 1710
 Ptolemäus, Claudius (um 100 bis 175) 1067, 1724
 Ptolemäus III. (–283 bis –221) 764
 Puiseux, Pierre Henri (1855–1928) 155, 1724
 Purcell, Edward Mills (1912–1997) 467, 1723
 Purkinje, Johann Evangelist (1787–1869) 698
 Pythagoras von Samos (um –580 bis –495) 1724



Abbildung O.17
Max Planck

Q

Quester, Wolfgang (*1938) 283, 692, 1576

R

Radsiewski, Wladimir W. 800
 Ramsden, Jesse (1735–1800) 115
 Rayleigh, John William Scrutt, 3. Baron (1842–1919) 59, 127, 781
 Reber, Grote (1911–2002) 467, 1723
 Reese, Carsten (*1962) 1815
 Rees, Martin John, Baron Rees of Ludlow (*1942) 819
 Refsdal, Sjur (1935–2009) 1665
 Reissner, Hans Jacob (1874–1967) 1266
 Retzlaff, Klaus (*1962) 1600
 Richards, Mercedes T. 1537
 Richter, Jean (1630–1696) 721
 Riess, Adam Guy (*1969) 1723
 Ries, Wolfgang (*1968) 1813
 Ritchey, George Willis (1864–1945) 92, 94, 100, 152, 1733
 Rittenhouse, David (1732–1796) 120, 316, 1726
 Robertson, Howard Percy (1903–1961) 800
 Roche, Édouard Albert (1820–1883) 1040
 Roe, E. D. 1778



Abbildung O.18
John W. Rayleigh

Roland, Georges 993
 Romer, Olaf Christensen (1644–1710) 120, 784, 1722, 1726
 Ronchi, Vasco (1897–1988) 109
 Rood, Herbert Jesse (1937–2005) 1614
 Rosenberg, Hans (1879–1940) 1163
 Rosse, Lord (William Parsons, 1800–1867) 1722
 Ross, Frank Elmore (1874–1960) 1089
 Rossiter, Richard Alfred (1886–1867) 1778
 Roth, Günter D. (1931–2016) 889
 Rümker, Christian Karl Ludwig (1788–1862) 1778
 Runge, Carl David Tolmé (1856–1927) 1153
 Russell, Henry Chamberlain (1836–1907) 1778
 Russell, Henry Norris (1877–1957) 1136, 1145, 1163 f., 1166 f., 1186, 1203, 1208 f., 1458, 1571, 1723
 Rutten, Harrie G. J. 92
 Rydberg, Johannes Robert (1854–1919) 797

S

Sachs, Rainer Kurt (*1932) 1705
 Sakurai, Yukio 1231
 Samus, Nikolai N. (*1949) 1456
 Sandage, Allan Rex (1926–2010) 1671
 Sanduleak, Nicholas (1933–1990) 1569
 Sarkar, Subir (*1953) 1713
 Sastry, Gummuluru Narasimha (1937–2008) 1614
 Sawo, Mathias (*1981) 1816
 Sazepin, Georgi Timofejewitsch (1917–2010) 776
 Scaliger, Joseph Justus (1540–1609) 763
 Scardia, Marco (*1948) 1778
 Schaeberle, John Martin (1853–1924) 1778
 Schaer, E. 91
 Scharf, Caleb A. 1103
 Schedler, Johannes (*1953) 1816
 Scheiner, Christoph (1573–1650) 198
 Scheiner, Julius (1858–1913) 133, 136, 1726, 1778
 Schertl, D. 463
 Schiaparelli, Giovanni Virginio (1835–1910) 1778
 Schmidt, Bernhard (1879–1935) 92 f., 1726
 Schmidt, Brian Paul (*1967) 1723
 Schmidt, J. F. J. 719
 Schoch, Horst 1411
 Schönberg, Mario (1914–1990) 1195 f.
 Schönfeld, Eduard (1828–1891) 1775
 Schreckling, Kurt 1816
 Schroeder, Daniel J. 322
 Schröter, Johann Hieronymus (1745–1816) 927
 Schwabe, Samuel Heinrich (1789–1875) 829, 868
 Schwarzschild, Karl (1873–1916) 1266
 Schwenn, Oliver 1816
 Seaton, Michael J. (1923–2007) 1306
 Secchi, Pietro Angelo (1818–1878) 316, 829, 1722, 1724, 1778
 See, Thomas Jefferson Jackson (1866–1962) 1778
 Seldowitsch, Jakow Borissowitsch (1914–1987) 728, 1278
 Sellmeier, Wolfgang von 785
 Sellers, Richard Pickering (1869–1937) 1778
 Sérsic, José Luis (1933–1993) 1634
 Shakura, Nikolai Iwanowitsch (*1945) 819
 Shapiro, Irwin Ira (*1929) 1666
 Shapley, Harlow (1885–1972) 119 f., 1726
 Shi-yang, Jiang 1536

Abbildung O.19
Sjur Refsdal



Abbildung O.20
Karl Schwarzschild

Shoemaker, Eugene (1928–1997) 993
 Sidgwick 1011
 Silk, Joseph Ivor (*1942) 1706
 Sima Qian (–144 bis –86) 1211
 Sitarski, Grzegorz 1045
 Sitter, Willem de (1872–1934) 1712
 Skey, Henry (1836–1914) 93
 Smith, George Elwood (*1930) 155
 Smyth, William Henry (1788–1865) 1778
 Solanki, Sami Khan (*1958) 869
 South, James (1785–1867) 1778
 Southworth, George Clark (1890–1972) 467, 1723
 Spitzer, Daniel (*1982) 1816
 Spörer, Friederich Wilhelm Gustav (1822–1895) 868, 870
 Steenken, Nicolaus 404, 1816
 Stefan, Josef (1835–1893) 730, 781, 830, 1122, 1126, 1136, 1485, 1690
 Steinheil, Hugo Adolf (1832–1893) 104, 117
 Stokes, George Gabriel (1819–1903) 400
 Stone, Ormond (1847–1933) 1778
 Stothers, Richard B. (1939–2011) 1468
 Straus, Ernst Gabor (1922–1983) 1617
 Strehl, Karl (1864–1940) 129
 Strömghren, Bengt Georg Daniel (1908–1987) 693–695, 1314
 Struve, Friedrich Georg Wilhelm (1793–1864) 1411, 1778
 Struve, Otto Wilhelm von (1819–1905) 1411, 1778
 Stuhm, Gotthard (*1957) 1816
 Suess, Hans E. (1909–1993) 870
 Sufi, Abd al-Rahman al- (903–986) 1722
 Sugerman, B. 1813
 Sunjajew, Raschid Alijewitsch (*1943) 728, 819



Abbildung O.21
Bengt Strömghren

T

Taki, Toshimi 1411, 1778
 Tape, Walter 80
 Taylor, Joseph Hooton (*1941) 545, 562 f.
 Tempel, Ernst Wilhelm Leberecht (1821–1889) 996, 999, 1019, 1005
 Thirring, Hans (1888–1976) 1268
 Thomé, John Macon (1843–1908) 1775
 Thomson, Sir Joseph John (1856–1940) 421
 Thorne, Kip Stephen (*1940) 569
 Titius, Johann David (1729–1796) 996, 1075, 1724
 Tollmann, Alexander (1928–2007) 1022
 Tolman, Richard Chace (1881–1948) 571, 1216, 1263
 Tombaugh, Clyde (1906–1997) 978, 1725
 Townes, Charles Hard (1915–2015) 1467
 Trumpler, Roberto Julius (1886–1956) 1376
 Tscherenkow, Pawel Alexejewitsch (1904–1990) 799
 Tschurjumow, Klim Iwanowitsch (*1937) 1001
 Tully, Richard Brent (*1943) 733, 1616
 Turner, Arthur Francis (1906–1996) 315 f., 1726
 Turner, David G. 695
 Tuttle, Horace Parnell (1837–1923) 996, 1005



Abbildung O.22
Ernst W. Tempel

U

Ulbricht, Manfred (*1952) 1816

V

Vaucouleurs, Gérard-Henri de (1918–1995) 1590, 1634
Vegard, Lars (1880–1963) 75
Véron-Cetty, Marie Paule 1644
Vikhlinin, Alexey 1614
Vogel, Hermann Carl (1841–1907) 719, 1722
Voigt, Woldemar (1850–1919) 375
Volkoff, George Michael (1914–2000) 571, 1216, 1263
Vollmann, Wolfgang (*1959) 1411
Vries, Hessel de 870

W

Waldmeier, Max (1912–2000) 871
Webb, Thomas William (1807–1885) 1778
Weber, Ernst Heinrich (1795–1878) 714, 1722
Weber, Markus (*1979) 1600
Wegener, Alfred Lothar (1880–1930) 80
Wehner, Pete 1778
Weigand, Mario (*1983) 1816
Weigelt, Gerd P. (*1947) 456, 460
Weigert, Alfred (1927–1992) 4, 688, 1284
Weiss, Rainer (*1932) 569
Weizsäcker, Carl Friedrich Freiherr von (1912–2007) 1068, 1114, 1138, 1723 f.
Wellmann, Peter (1913–1999) 1541
Wendker, Heinrich Johannes (1938–2008) 4, 481, 688, 1284
Wesseling, Adriaan Jan (1907–1995) 726, 1123
Westerhout, Gart (1927–2012) 467, 1723
Wien, Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz (1864–1928) 781
Wild, Paul (1925–2014) 1003, 1005
Wilson, Alexander (1714–1786) 838 f.
Wilson, Olin Chaddock (1909–1994) 633, 731
Wilson, P. R. 839
Wilson, R. H. 1778
Wilson, Robert E. 1193
Wilson, Robert Woodrow (*1936) 1669, 1723
Wiltshire, David L. 1712
Winifred Sawtell Cameron (1918–2016) 910
Winnecke, Friedrich August Theodor (1835–1897) 1778
Wirtanen, Carl Alvar (1910–1990) 1005
Wischnewski, Barbara (*1953) 1054
Witteck, Johannes (*1968) 1816
Woerden, Hugo van 1518
Wolfe, Arthur Michael (1939–2914) 1705
Wolfer, Heinrich Alfred (1854–1931) 866
Wolf, Johann Rudolf (1816–1893) 811, 866, 868, 870
Wolf, Maximilian Franz Joseph Cornelius (1863–1932) 155, 1724
Wolk, Scott J. 1192 f.
Wollaston, William Hyde (1766–1828) 316, 1726
Wolter, Hans (1911–1978) 538, 540
Wood, Robert Williams (1868–1955) 93
Workman, Brian 1411
Woronow-Weljaminow, Boris Alexandrowitsch (1904–1994) 1359
Wright, K. O. 1541



Abbildung O.23

Carl Friedrich von Weizsäcker

Y

Yagi, Hidetsugu (1886–1976) 491

Yukawa, Hideki (1907–1981) 768

Z

Zeeman, Pieter (1865–1943) 384, 799, 808, 1722

Zeipel, Edvard Hugo von (1873–1959) 1128

Zhang, Yun 983

Ziegenbalg, Stefan 1816

Znajek, Roman L. 819, 823

Zucchi, Nicolaus (1586–1670) 93, 1726



Abbildung O.24
Hideki Yukawa

P Sachregister

Symbole

- 1E 0657–56 1604
1E 161348–5055 1264
1P/Halley 997
1- μ m-Amateurastronomie 528
2M1207 1083
2P/Encke 996
3C48 481
3C58 1246
3C84 481
3C144 481
3C145 481
3C157 481
3C161 482
3C163 481
3C273 481, 1653
3C274 481
3C279 1654
3C341 1586
3C348 481
3C405 481
3C461 481
3XMM J215022.4-055108 1279
3 α -Prozess 1139
4U 1608–52 1244
4U 1636–536 1244
4U 1728–34 1244
9-12 Gem 1349
9P/Tempell 999
10Be-Isotop 868
12 Lyncis 1414, 1446
14C-Isotop 868
14 Orionis 1414
16 Vulpeculae 1414
17P/Holmes 1000, 1005
21-cm-Wasserstofflinie
 Radioastronomie 507
22°-Ring 80–82
23 Orionis 1413
26 Draconis 1414, 1421
28 Tau 1477, 1479. *Siehe* Pleione
30 Doradus 1332
36 Andromedae 1414
46°-Ring 80–82
52 Orionis 1414
54 Leonis 1413
55 Cancri 1083
55P/Tempel-Tuttle 1866I 996, 1019
61 Cygni 1413
70 Ophiuchi 1414, 1422, 1437
72 Pegasi 1414
79 Ursae Majoris 1413
80 Tauri 1414, 1422
80 Ursae Majoris 1413
81P/Wild2 1003
85 Pegasi 1414, 1419
93 Leonis 1413
96P/Machholz1 1004
100-m-Teleskop 480
118 Tauri 1413
120°-Nebensonne 80
133P/Elst-Pizarro 996
176P/Linear 996
238P/Read 996
1992 QB1 968, 970
1993 FW 970
1995 TL8 968
1996 TL66 968
1999 NC43 1022
2002 AW197 970, 973
2002 MS4 973
2002 OR10 973
2002 TC302 973
2002 TX300 973
2002 UX25 973
2002 XU93 968
2003 AZ84 973
2003 EL61 (Haumea) 981
2003 UB313 (Eris) 981
2004 GV9 973
2004 JG6 972
2004 MN4 972
2004 S1 R 952
2004 YH32 968
2005 RN43 973
2005 UQ513 973
2006 HY51 968
2006 US289 (Wischnewski) 977
2007 JJ43 973
2007 OR10 970, 982
2010 NV1 968
2012 DA14 972
2012 FZ23 968
2015 RR245 973
 α 2 CVn-Sterne 1472
 α -Aurigiden 1017
 β -Tauriden 1018
 γ Cas 366
 ζ -Perseiden 1018
 Σ 228 1414
 Σ 460 1414
 Σ 749 1414
 Σ 1037 1414, 1424
 Σ 2390 1413
 Σ 2466 1413
 Σ 2483 1413

A

- A13-Mittelung 875
A 370 1665
A0620–00 1271
AASC 590
AAVSO. *Siehe* American Association
 of Variable Star Observers
AAVSO International Database 578,
 1552
AAVSO Photometric All-Sky Sur-
 vey 1552
AAVSO Variable Atlas 1499
AB Aurigae 1072
Abbe-Zahl 786, 788
Abell 39 1365
Abell 58 1230
Abell 194 1617
Abell 1835 IR 1916 1667, 1672
Abell-Katalog 1776
Abendweite 744
Aberration
 chromatische 99
 Fixstern 1054
 jährliche 1054
 Planeten 1054
 säkulare 1293
 sphärische 92, 101
 tägliche 1054
Abiogenese 1104
Abklingverhalten 568
Abkürzungen 1685
Ableitung 1771
Ablesefehler 1532
Absolute Helligkeit 692
Absorptionslinien 353, 791, 796, 1480
Abstand 1441
Abstand des Perihels (vom aufsteigen-
 den Knoten) 1042, 1060
Abstandsmessung 723
Abtastung 188
Abydos 1003
Acetamid 1002
Aceton 1002
Acetylen 1083
Achilles-Gruppe 970
Achird 1443

- Achromasie 787
Achromasiebedingung 787
Achromat 104
Achromat nach Fraunhofer 103f.
Achromat nach Steinheil 104
Active Galactic Nucleus 1644
ACVS 591
Adams-Ring 964
Adaptive Optik 451
Adenin 1101
Adler 48
Adlernebel 1315, 1336–1338, 1345
Adrastea 943
ADS. *Siehe* Aitken-Doppelstern-Katalog; *Siehe* Astrophysics Data System
Advanced Coma Free 92
Advanced LIGO 550, 555
Advanced Ritchey-Chrétien 94, 152
Advanced VIRGO 548, 555
Aegaeon 955
Aegir 956
Aerosolgehalt der Luft 165
Aethra 985
Affenkopfnebel 529f., 1315, 1326, 1348
Afokale Projektive 181
Afokales digitales Projektionssystem 181
Afterglow 1250
AGASA-Experiment 776
Agent Neo (Zooniverse) 625
Agglomeration 1070
Agilkia 1002f.
AGN-Galaxie (Aufbau) 1644
Ägyptischer Kalender 764
Ahuna Mons (Ceres) 975
AID 1552. *Siehe* AAVSO International Database
Airglow. *Siehe* Luftleuchten; *Siehe* Luftleuchten
Aitken-Doppelstern-Katalog 1775
Aitne 944
Akkretion 1565
 Planetenentstehung 1070
 Quasare 1648
Akkretionseffizienz 1648
Akkretionsscheibe 820, 822, 1483, 1645
Aktive galaktische Kerne 1644–1646
Aktive Galaxien 1643–1660
Aktive Optik 450
Akustische Schwingungen 1705
Aladin 578, 614
Al-Amal (Raumsonde) 1731
Albategnius (Mondkrater) 901, 906
Albedo 917
Albert-Einstein-Institut 548
Albiorix 955
Albireo 378, 746, 1413, 1428, 1433, 1437f.
ALccd 185
Aldebaran 45, 746, 1121
Algol 49, 764, 1498
Algol-Paradoxon 1401
Algol-Sterne 1401
Alhena 746
Aliacensis (Mondkrater) 163, 241
aLIGO. *Siehe* Advanced LIGO
Alinda-Gruppe 971
Alkeria Celera One CO5S-MP 407
Alkor 50, 1413
Allgemeine Relativitätstheorie 773, 1277
Allied Vision Goldeye 527
AllSky6 1025
AllSky7 Fireball Network Europe 1025
ALMA. *Siehe* Atacama Large Millimeter Array
Almaaz 1191
Almach 49, 51, 1413
Almanach 39
Alpen (Mondgebirge) 241, 903
Alpental (Mondformation) 241, 903
Alpha Geminorum 1413, 1417
Alpha Herculis 1413, 1437
Alpha Lyrae 1458. *Siehe* Wega
Alpha Orionis. *Siehe* Beteigeuze
Alpha Piscium 1414
Alpha Ursae Minoris 1444
Alphonsina 985
Alphonsus (Mondkrater) 241, 910
ALPY 319
Altair 48, 185
Alter des Universums 1675, 1684
Alter eines Pulsars 1256
Ältere Population I 1115
Alter-Null-Hauptreihe 1166f.
Altersbestimmung 1390
 Farben-Helligkeits-Diagramm 1392
 Isochronenmethode 1390
 Isotopenmethode 1390
 Weiße Zwerge 1391
AL Trianguli 658
Aluminiumbeschichtung 108, 145
Alvaldi 956
Amalthea 943
Amateur-Radioteleskop 512
Ameisensäure 1101
American Association of Variable Star Observers 578, 585f., 1457, 1499, 1552
Amherstia 985
Aminoacetonitril 1101
Amor-Typ 972
Amplitude 558
Analemma 760
Analoge Photographie 1749–1758
Ananke 943
And A 481
Andromeda 51
Andromedagalaxie 51, 481, 1595, 1603, 1608, 1618f., 1628, 1631f.
Andromedanebel. *Siehe* Andromedagalaxie
Andromeda Project (Zooniverse) 625
Angelina 985
Angrboda 956
Angular Diameter Distance 1681
Annus Fictus 761
Anomale X-Ray Pulsare 1244
Anomalie
 exzentrische 1046
 mittlere 1046, 1060, 1452
 wahre 1042, 1045, 1047, 1060
Anomalistischer Monat 762
Anomalistisches Jahr 762
Anregungstemperatur 1127
Antares 47, 746, 1121, 1190
Antaresnebel 1190, 1345
Antennen 491
Antennencharakteristik 514
Antennengalaxie 1610
Antennengalaxien 1627
Antennenkeule 478
Anthe 955
Anti-Blooming 186
Antigone 985
Antiproton 1698
Antoniadi-Skala 67
Anwendungsbeispiel 844, 1442, 1511
AO 0235+164 1655
Aoede 944
Äon 1714
APASS 1552
Apenninen (Mondgebirge) 179, 241, 905
Apochromat 103f.
Apochromatismus 107
Apochromat nach Petzval 107
Apohele 971
Apollo (Raumsonde) 1730
Apollo-Typ 972
APPLAUSE 579, 585, 589
Application of Research to Operations at Mesoscale 68
Ap-Sterne 805, 1472
Aql X-1 1244
Äquatorialbänder 945
Äquatorial (Fernrohr) 30
Äquatorialsystem 736
Aquila. *Siehe* Adler
Äquinoktium 741, 1043
Äquivalentbreite 363, 385
Äquivalentbrennweite 159, 163
Arabia Terra (Mars) 935
Arago-Punkt 402
Arago-Ring 964
Arakelian Emission Line Objects 1776
Arbeitsvorschlag 69, 657, 679, 682f., 849, 855, 857, 1066, 1442, 1445, 1530, 1688
Archaen 1107



Abbildung P.1 Galaktischer Emissionsnebel NGC2264 (Konusnebel), aufgenommen mit TEC 110/616 mm, FLI ML 16803-35 und Ha:[OIII]:[SII]:R:G:B = 500:440:120:5:5:5 min. *Credit: Rolf Geissinger.*

Arche 944
 Arches 1376 f.
 Archimedes (Mondkrater) 241
 Arecibo 468
 Arend-Roland 1957 993
 Areographische Koordinaten 747
 Argelander'sche Stufenschätzme-
 thode 250, 1513
 Argentine Virtual Observatory 576
 Ariadne 985
 Ariel 962
 ARIEL (Satellit) 1733 f.
 Aries. *Siehe* Widder
 Arietiden 1017 f.
 Aristarchus (Mondkrater) 900, 910
 Aristillus (Mondkrater) 241

Arjuna-Typ 971
 Arkturus 746, 1121
 Arkustangens 1441
 Armenian Virtual Observatory 576
 Arp 148 1595
 Arp 222. *Siehe* NGC 7724
 Arp 229 673
 Arp 299 (Polarisation) 439
 Arp 316 1888
 AR Scorpii 565, 637, 1226
 AR-Scorpii-Sterne 1227
 arXiv 1785
 Arzachel (Mondkrater) 241
 ASA 164
 ASAS 579, 585, 590
 ASAS-SN 593, 663 f., 666

ASASSN-15lh 1554
 Asteroiden 967, 1015
 Asteroid Zoo (Zooniverse) 625
 Astigmatismus 102, 321
 Astra (Satellit) 512
 AstroArt (Software) 292, 1843
 Astrobiologie 1099
 Astro-E2 (Satellit) 1735
 Astrograph 96
 AstroGrid, United Kingdom 576
 AstroImageJ (Software) 1843
 Astrokamera 173, 184
 AstroLumina 185
 Astrometrica (Software) 292, 1846
 Astrometrische Doppelsterne 1400
 Astromodifikation 183

- Astronomische Dämmerung 87
 Astronomische Einheit 721
 Astronomy Rewind (Zooniverse) 625
 Astron (Satellit) 523, 1733
 Astroteiler Stockert 511
 Astrophotographie
 Lösungen für Probleme 245
 Astro Photography Tool (Software) ,
 192
 Astrophysics Data System 1784
 Astro-Solar-Folie 860
 Asymmetrie
 Wilson-Effekt 853
 Asymmetriefehler 102
 Asymptotischer Riesenast 1203, 1206
 AT2017gfo 571
 AT2018cow 1563
 ATA 475
 Atacama Large Millimeter Array 1091,
 1188, 1716, 1728
 Atair 48, 368, 746
 Aten-Typ 972
 Äthylalkohol 1101
 Äthylenglykol 1101
 ATIK 185
 Atira-Typ 971
 Atlas 952, 955
 Atlas Coelestis 1775
 Atlas of Peculiar Galaxies 1776
 Atmosphäre 55–88, 451
 Erde 932
 Exoplaneten 1080
 Jupiter 940
 Mars 936
 Merkur 921
 Neptun 964
 Saturn 951
 Titan 957
 Uranus 960
 Venus 923
 Atmosphäre der Sonne 858
 Atmosphäre von Beteigeuze 486
 Atmosphärische Einflüsse 282
 Atmosphärische Fenster 57
 Atmosphärische Schwächung 164
 Atomuhr 756
 Atomzeit 756
 Attraktor, großer 1616
 AudioHimmelsführungen (Soft-
 ware) 40
 Aufbau der Atmosphäre der
 Sonne 858
 Aufbau der Erdatmosphäre 55f.
 Aufbau eines Fernrohrs 89
 Aufgabenbereiche in der Photomet-
 rie 308
 Auflagenmaß 190
 Auflösungsvermögen 125
 DADOS 319
 Flächenobjekte 317
 Gitter 317
 Orientierungshilfe 318
 Prisma 317
 spaltlose Spektroskopie 320
 spektrales 316, 324, 333, 336
 Überprüfung 326
 Aufnahmesoftware 192
 Aufnahmeverfahren 156
 Fokalaufnahmen 156
 Projektionsaufnahmen 156
 Sternfeldaufnahmen 156
 Aufsteigender Knoten 1042, 1059
 Aufsuchekärtchen. *Siehe* Umgebungs-
 karten
 Auge 698
 Augenprüfer. *Siehe* Alkor
 Augenpupille 122
 AU Microscopii 1071
 Aurora australis 76
 Aurora borealis 76
 Aurora-Oval 76
 Ausbreitungsgeschwindigkeit 783
 Ausflockung 1070
 Ausgleichsparabel 1772
 Ausgleichsrechnung 1524, 1769–1774
 Auslösekabel RS-60E3 183
 Auseronia 985
 Ausrichtung 135, 216
 Ausrichtungsfehler 134
 Austauschteilchen 771
 Austin 1013
 Australian Square Kilometre Array
 Pathfinder 1248
 Australian Virtual Observatory 576
 Austrittspupille 120
 Austrittsspalt 314
 Auswerteverfahren
 Polarimetrie 410
 Autoguiding 135, 184
 Autokorrelation 458, 462f.
 Autolycus (Mondkrater) 241
 Autonoe 944
 AutoStakkert! (Software) 1843
 aVIRGO. *Siehe* Advanced VIRGO
 Axiom 117
 Axione 1603
 AXP 1243f.
 Azimut 735
 Azimutalmontierung 131
 Azimutfehler 137
-
- B**
 B023-G078 1279
 B1422+231 1662
 B1608+656 1671
 Baader Micro Guide 1430f.
 Baade-Wesslink-Methode 726, 1123
 Babcock's Stern 804
 Babinet-Punkt 402
 BACHES 319f.
 Bacillus permians 1107
 back-illuminated CMOS 177
 Back Side Illuminated 178
 Backyard Worlds: Planet 9 (Zooni-
 verse) 625
 Bahnbestimmung 984, 1054
 Bahn der Sonne 1288
 Bahnelemente 1041
 Abstand des Perihels 1060
 Aufsteigender Knoten 1059
 Bahnneigung 1060
 Doppelsterne 1452
 Mittlere Anomalie 1060
 Periheldistanz 1060
 Periheldurchgang 1061
 Planeten 1043
 Wahre Anomalie 1060
 Zwerg- und Kleinplaneten 1044
 Bahnen der Planeten 915
 Bahnformparameter 1041, 1452
 Bahngeschwindigkeit 916, 1036
 Bahnlageparameter 1041, 1452
 Bahnneigung 1060
 Doppelsterne 379
 Bahnstörungen 1076
 Bahnzeitparameter 1041, 1452
 Bahtinov-Maske 198
 Bakterien 1107, 1110
 Balmer-Dekrement 1308, 1496
 Balmer-Kontinuum 695
 Balmer-Serie 797
 Bärenhüter 46f.
 Bariumflint 786
 Barlow-Linse 118, 150, 118
 Barnard 44 1190
 Barnard-Katalog 1776
 Barnards Loop 1321
 Barndoor-Montierung 146–148
 Barringer-Krater 1020
 Barycentric Coordinated Time 758
 Barycentric Dynamical Time 758
 Baryonen 768
 Baryonische akustische Oszillatio-
 nen 1705
 Baryonische Materie 1685
 Baryzentrischen Koordinaten 1055
 Baryzentrum 1055, 1294
 Basalt 976
 Bath-Interferometer 110
 Bauernregeln 71
 Bäume am Krückau-Wanderweg 1763
 BAV. *Siehe* Bundesdeutsche Arbeitsge-
 meinschaft für Veränderliche Sterne
 Bayer-Matrix 182
 BD. *Siehe* Bonner Durchmusterung
 Beagle 2 (Raumsonde) 1731, 1734
 Beagle 3 (Raumsonde) 1734
 Bearbeitungsprozess von Bildern 213
 Bebbiønn 955

- Becker-System 694
 Bedeckungsveränderliche 658, 661, 669, 674, 1400, 1532, 1792
 bei NGC 4490 673
 Befort Wetzlar 108, 145
 Begleiter der Milchstraße 1298
 Beifang in Deep-Sky-Bildern 638–684
 Beli 956
 Belichtungsformel 164
 Belichtungsreihe 1752–1758
 Belichtungszeit 164, 167 f., 186, 191
 Belinda 962
 Bellatrix 746
 Beobachtung
 Jupiter 945
 Kometen 1006
 Mars 937
 Merkur 921
 Meteore 1024
 Neptun 965
 Plantoiden 984
 Saturn 958
 Uranus 963
 Venus 925
 Beobachtung der Sonne 859
 Beobachtungsobjekte
 Doppelsterne 1410
 Galaktische Nebel 1315, 1317
 Galaxien 1595, 1618
 Kugelsternhaufen 1387
 offene Sternhaufen 1378
 Planetarische Nebel 1359
 Polarisation 417, 419
 Veränderliche Sterne 641, 1497
 Beobachtungsqualität 876
 Beobachtungstechnik in der Radioastronomie 479
 BepiColombo (Raumsonde) 1731, 1734
 Bequeme Vergrößerung 122
 Berechnung der Helligkeit 1051
 Berechnung der Koordinaten 1049
 Bergemir 955
 Berg-Tag-Windsystem 71
 Berkeley Open Infrastructure for Network Computing 623
 Berührungsbogen 80–83
 Beschichtung 145
 Beschleunigte Expansion 1673
 Bessel'sches Jahr 761
 Be-Sterne 382, 418, 630, 1477
 Polarisation 421
 Bestimmung der Bahnelemente 1059
 Bestimmung der interstellaren Röntgenstrahlung 1310
 Bestimmung der Koordinaten 1007
 Bestimmung des Durchmessers 1406
 Bestimmung des geographischen Ortes 744
 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1517, 1522
 Fehlerabschätzung 1531
 Fehlerquellen 1531
 Freie Hand 1517
 Parallellinienmethode 1517
 Pauspapiermethode 1518
 Polynom 1518
 Bestla 956
 Beta-Cephei-Sterne 1461
 Beta Cygni 48, 1413
 Beta Delphini 1414, 1419
 Beta Lyrae 48, 367, 1413
 Beta-Lyrae-Sterne 669, 1401
 Beta Monocerotis 1413
 Beta Orionis 1413
 Beta Pictoris 1085
 Beta Tauri 367
 Beteigeuze 45, 339, 370, 457, 484, 733, 739, 742, 746, 1121, 1211, 1463 f., 1466 f., 1469, 1578
 Bethe-Weizsäcker-Zyklus 1138
 Bettina 985
 Beugungsbild 125, 451
 Beugungsgitter 312
 Beugungsscheibchen 127
 Bianca 962
 Biasframe 203
 Bibcode. *Siehe* Bibliographischer Code
 Bibliographischer Code 1784
 Bienenwabenstruktur 1717
 Bierhefe 1107
 Big Bang 1706
 Big Bounce 1706, 1710
 Big Chill 1706
 Big Crunch 1706
 Big Freeze 1706
 Big Rip 1706, 1713
 Big Whimper 1706
 Bikubische Interpolation 323, 1434
 Bildaddition. *Siehe* Bildüberlagerung
 Bildernachweis 1813
 Bildfehler 107
 Bildfeldderotator 134
 Bildfeldebnungslinse 101
 Bildfeldrotation 135
 Bildfeldwölbung 321
 Bildgröße 164
 Bildkalibrierung 214
 Bildruhe 876
 Bildschärfe 876
 Bildschärfe bei der Beobachtung der Sonne 876
 Bildstapelung. *Siehe* Bildüberlagerung
 Bildüberlagerung 214, 216
 Bildung der Galaxien 1597
 Bildung von Sternhaufen 1182
 Bildverstärker 457
 Bildverzerrungen 102
 Bildwölbung 101
 Binäre Schwarze Löcher 1651, 1655
 binärgetriebene Hypernova 1565, 1567
 Binärpulsar 562
 Binärsystem 557
 Binokular 150
 Biomarker. *Siehe* Biosignatur
 Biosignatur 1106
 Bipolare Jets 1188
 Birt (Mondkrater) 241
 Bispectral analysis 461
 BK7 108
 Blackeye-Galaxie 46, 1595, 1628
 Blandford-Payne-Prozess 824
 Blandford-Znajek-Prozess 823
 BLAP. *Siehe* Blue large-amplitude pulsators
 Blasare 1656
 Blasennebel 49, 1315, 1319, 1343, 1346, 1380
 Blauer Schneeball 1357, 1373
 Blaurotkeil 718
 Blausäure 1083
 Blazare 1656
 Blazefunktion 348
 Blazegitter 150, 312
 Blaze-Gitter-Spektroskop 119, 320
 Blazewellenlänge 329
 Blazhko-Effekt 308, 1460
 Blei
 Blei-204-Isotop 1390
 Blei-206-Isotop 1390
 Bleistiftnebel 1579, 1583
 Blende 191
 Blendenverfahren 265 f.
 Blendenzahl 120
 Blickfeld 123
 Blitzar 1247
 BL-Lacertae-Objekte 1646 f., 1655
 Blue large-amplitude pulsators 1462
 Blütezeit von Obstbäumen 75
 Bobrovnikoff-Methode 1011
 BOINC. *Siehe* Berkeley Open Infrastructure for Network Computing
 Bolide 1015
 Bolometrische Helligkeit 712
 Bolometrische Korrektur 712
 Boltzmann-Formel 1127
 Bond-Albedo 918
 Bonner Durchmusterung 1775
 Bonn-Potsdam-Modell 1708 f.
 Bootes. *Siehe* Bärenhüter
 Borisov 984
 Borkron 786
 Bose-Einstein-Kondensat 546
 Bosonen 768
 intermediäre 768
 Bosonensterne 1269
 BRAMS 509, 1028
 Braune Zwerg 1146, 1199, 1603
 Brazilian Virtual Observatory 576
 (B–R)-Diagramm 1408, 1532
 Brechungsindex 785 f., 793

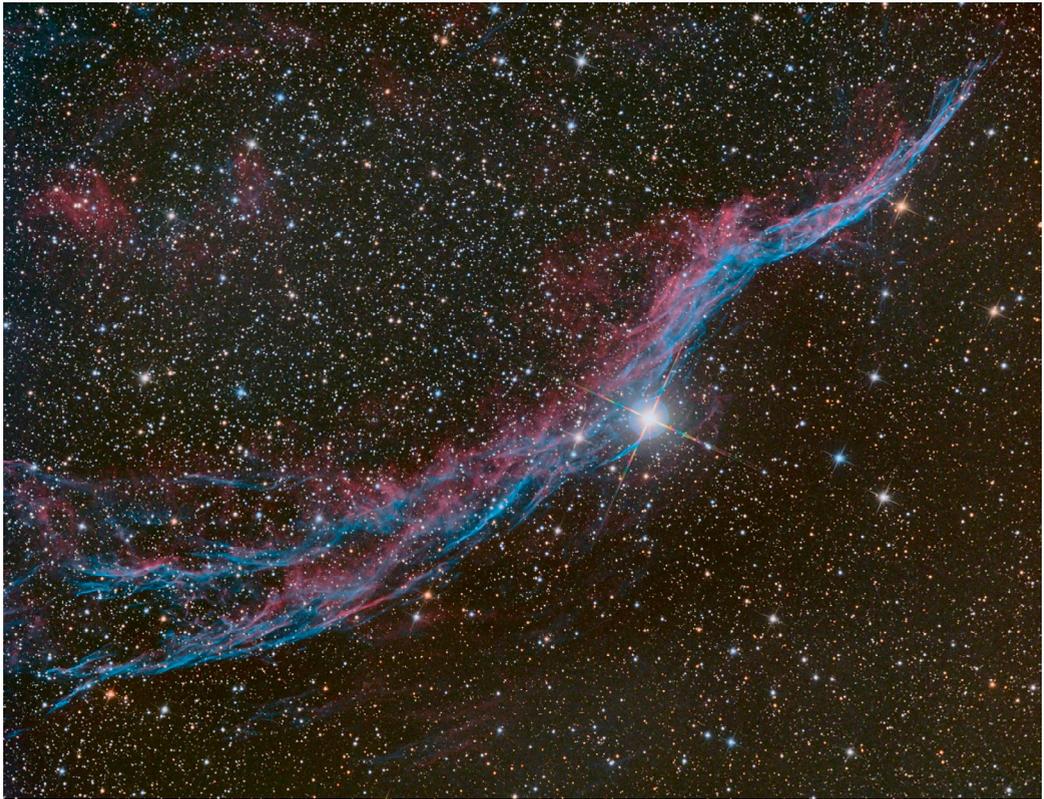


Abbildung P.2 Supernovaüberrest NGC 6960 (Sturmvogel), aufgenommen mit 10" Newton f/3,7, Atik 383L+ und Ha:[OIII]:R:G:B = 70:60:20:20:20 min. Credit: Carsten Reese.

Breite der Penumbra 852
 Breitengrade 748
 Brenndauer 1200 f.
 Brennweite 120
 optimale 187
 Brewster-Punkt 402
 Brewster-Winkel 402
 Bright-Star-Katalog 1775
 BRITE 579, 585
 Broad Line Region 1646, 1656
 Brownsche Molekularbewegung 376,
 1209
 Bulge 1597
 Bullets 819, 1273
 Bumerangnebel 1359
 Bump (RR-Lyrae-Sterne) 1459
 Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft
 für Veränderliche Sterne 681, 1497,
 1499, 1547, 1549
 Bürgerliche Dämmerung 87
 Bürgerwissenschaft 623
 BU Tau. *Siehe* Pleione
 B+W-Filter 920
 BY-Draconis-Sterne 1424

C

C1 1319, 1377
 C4 1315, 1319, 1342
 C6 1357
 C9 1315, 1319, 1346
 C11 49, 1315, 1319, 1343, 1380
 C13 49, 1319, 1346, 1377 f., 1380
 C14 1377
 C19 1315, 1319, 1344, 1363
 C20 48, 532 f., 1315, 1341, 1345
 C22 1357, 1373
 C23 1595, 1621
 C24 1595
 C27 1315, 1339, 1345 f.
 C32 1595
 C33 1579
 C34 1579
 C38 1595, 1621
 C39 1357
 C41 1377, 1382
 C49 1315, 1327
 C50 530, 1377, 1380
 C55 1357, 1369
 C61 1627
 C63 1357, 1371 f.

C74 1235
 C80 1385, 1387
 C/1995 O1 996
 C/1995 Y1 996
 C/2012 S1 (ISON) 1004
 CaFK95 107
 Calciumfluorid. *Siehe* Kalziumfluorid
 Caliban 962
 Callirrhoe 944
 Calypso 954 f.
 Camilla 985
 Canadian Virtual Observatory 576
 Cancer. *Siehe* Krebs
 Canis Maior. *Siehe* Großer Hund
 Canis Minor. *Siehe* Kleiner Hund
 Canon EOS Utility 189, 194
 Canon-Kameras 182
 EOS 40D 699
 EOS 60Da 183, 700
 EOS 250D 277, 279, 701
 EOS 300D 181
 Canyon Diablo 1020
 Capella. *Siehe* Kapella
 Cape Photographic Catalogue 1776
 Capricorniden 1018
 Carinanebel 1117, 1330

- Carina-Sagittarius-Arm 1290
 Carme 944
 Carpo 943
 Carrington-Rotation 834
 Cartes du Ciel (Planetariumssoftware) 39, 1838
 Cas A 481, 518–520, 1247, 1585 f.
 Casimir-Druck 777
 Casimir-Effekt 776 f.
 Cassegrain 92, 95
 Cassegrain-Fokus 97
 Cassegrain nach Dall-Kirkham 94
 Cassini (Raumsonde) 957, 1731
 Cassinische Teilung 952
 Cassiopeia. *Siehe* Kassiopeia
 Castor. *Siehe* Kastor
 Catalina Sky Survey 580, 585, 594
 Catalina Surveys Periodic Variable Star Catalog 1458
 Catalogue of Galactic Planetary Nebulae 1776
 Catalogue of Markarian Galaxies 1776
 Catharina (Mondkrater) 899 f.
 Cauchy-Horizont 1268
 Cave-Nebel 1315, 1319, 1346
 CC Andromadae 633
 CCC-Kosmologie 1714
 CCD 174
 CCD-Ausleseverfahren 175
 CCD-Photometrie-Filter 702
 CD. *Siehe* Córdoba Durchmusterung
 CDM 1603
 CDM-Standardmodelle 1716
 CEERS-z14 (Maisie's Galaxie) 1672
 CEERS-z17 (93316) 1672
 Cen A 481, 1610, 1649
 Centaurusarm 1290 f.
 Centaurushaufen 1614
 Centaurus-Pulsar 1261
 Center for High Angular Resolution Astronomy 464
 Cen X-1 481, 1610
 Cen X-3 1261
 Cepheiden 1461
 Cepheus. *Siehe* Kepheus
 Cerberus Fossae (Mars) 936
 Cerealia Facula 976
 Ceres 914, 968, 973 f., 974
 Bahnelemente 1044
 CERN 773
 Cetus. *Siehe* Walfisch
 C-F-Achromat 103
 CFHQ J2329–0301 1672
 Chaldene 944
 Chandra (Satellit) 537, 999, 1733
 Chandrasekhar-Grenze 1229, 1557, 1713
 Changè (Raumsonde) 1730
 Chaos 973
 CHARA-Array 464
 CHARA-Interferometer 1191
 Charged-coupled device 174
 Charon 979 f., 1037
 Cheko-See 1021
 Chemische Zusammensetzung
 Kometen 995
 CHEOPS (Satellit) 1733 f.
 Cherenkov Telescope Array 542
 Chicxulub-Krater 1021
 Chilean Virtual Observatory 576
 Chinese Virtual Observatory 576
 Chipempfindlichkeit 348
 Chiron 968, 977
 Chirp mass. *Siehe* Zirpmasse
 Chlormethan 1106
 Chondrite 961
 Christmas tree cluster 1328.
Siehe Weihnachtsbaum-Sternhaufen
 Chromatische Aberration 99
 Chromosphäre 487, 834, 859
 CID-42 1611, 1651
 CID-947 1649
 CIE/DIN 526
 CIE-RGB 699
 Cirrus-Nebel 1579, 1583
 Cir X-1 1251
 Citizen-Science 623
 CIZA J2242+53 482
 CL0024+17 1604
 CL2244–02 1665
 Clavius (Mondkrater) 240, 904, 907
 Clipfilter im Vergleich 171
 CME. *Siehe* Koronaler Massenauswurf
 CMOS 174
 CMOS-Bauweise 176
 CMOS-Verstärker 210
 C-Mount 181, 190
 CNO-Zyklus 1139, 1152
 CO–0.4–0.22 1297
 COBE (Satellit) 1704, 1709, 1733
 Cocoon Galaxy 673
 Cold Dark Matter 1603
 Collados et al. 854
 Collinder 470 1344
 Collinder-Katalog 1776
 Colorgramme (Software) 501
 Comahaufen 1614
 Coma-Superhaufen 1615
 Comet Hunters (Zooniverse) 625
 Comoving Distance 1680
 Complementary metal-oxide-semiconductor 174
 Compton-Effekt 782
 Consortium for small-scale Modeling 68
 Copernicus (Satellit) 523, 537, 1733 f.
 Cordelia 962
 Córdoba Durchmusterung 1775
 Coronado 860
 COROT 580, 585
 CoRoT-1b 1086
 Cosmic Explorer 552
 Cosmic Strings. *Siehe* Kosmische Fäden
 Coudé-Fokus 97
 Coulomb-Kraft 771, 1140
 Coulomb-Potential 1140
 Courage-Bogen 964
 Cow 1563
 CQ Cephei 429
 Cr89 1348 f.
 Crab-Nebula 1580
 Crayford-Auszug 199
 Crescent-Nebel 1885. *Siehe* Mond-sichelnebel
 Cressida 962
 Crux-Scutum-Arm 1290 f.
 CSDR. *Siehe* Catalina Surveys Periodic Variable Star Catalog
 CSDR2 660, 663–665, 670
 CS-Mount 190
 CSS. *Siehe* Catalina Sky Survey
 CTA 542
 Cubewanos 968
 Cubical-Quad-Antenne 491
 Cupid 962
 Curiosity (Raumsonde) 1731
 Cuzdi-Maske. *Siehe* Bahtinov-Maske
 Cyanobakterien 1106
 Cybele-Gruppe 971
 Cyg A 481, 1649, 1655
 Cygnus 1751–1758. *Siehe* Schwan
 Cygnusarm 1290 f.
 Cygnus-Loop 1339, 1345, 1583 f.
 Cyg X-1 1272, 1472
 Cyg X-2 1244
 Cyg X-3 1250
 Cyllene 944
 Cyrillus (Mondkrater) 899
 Czech Variable Star Catalogue 1776
 CzeV. *Siehe* Czech Variable Star Catalogue

D

- DADOS 319
 DADOS Spaltspektrograph 315, 345
 Dall-Kirkham 92, 527
 Dalton-Minimum 868
 Dämmerung 87
 Dämmerungszahl 124
 Dämpfungslügel 377
 Danjon-Skala 908
 Daphne 985
 Daphnis 952, 955
 Darkframe 204, 283
 Polarimetrie 408
 Smartphone 239
 Spektroskopie 341
 Dark Universe Observatory 537

- DASCH 581, 585, 595
 Datenformat 178, 260, 263
 Dauerformen 1110
 Dauersporen 1107
 David Dunlap Observatory
 Catalogue 1776
 Dawn (Raumsonde) 975, 1731
 DBK 51 AU02 181
 DCF-77-Signal 896
 DCRAW 1797
 DDO. *Siehe* Distant Detached Objects
 Deadpixel 209
 Debayering 188, 321 f.
 Debris-Scheibe 1071
 DECIGO (Satellit) 553, 553
 DECI-Hertz-Interferometer-Gravitationswellen-Observatorium 553
 Deep Impact (Raumsonde) 999, 1731, 1734
 Deep-Sky-Bilder 638–684
 DeepSkyCamera (Software) 196, 1842
 Deep-Sky-Objekte 166
 DeepSkyStacker (Software) 1843
 Defektstellen 1693
 Definition der Oberfläche bei Gasplaneten 919
 Definition der Sekunde 753
 Definition der Zeit 755
 Definition eines Planeten 914
 Neudefinition 915
 Defokussierung 281
 Deimos 937
 Dekkan-Vulkanismus 1021
 Deklination 736, 1043
 Deklinationsachse 132
 Delay Line 454
 Delphin 48
 Delta Bootis 1413
 Delta Cephei
 Lichtkurve 1509–1511
 Vergleichssterne 1504
 Delta-Cephei-Sterne 49, 731, 1209, 1460
 Delta Ophiuchi 988
 Delta Orionis 1413
 Delta Sagittae 371
 Delta Scorpii 1477
 Delta-Scuti-Stern
 nahe M 27 652
 Delta-Scuti-Sterne 308, 652, 1458
 Wega 1129
 Dembowska 985
 Deneb 48, 326, 335, 358 f., 740, 746, 1121
 Denebola 46, 746
 Desdemona 962
 Deslandres (Mondkrater) 241
 Despina 965
 DESY 773
 Deutsche Montierung 131
 De-Vaucouleurs-Profil 1634 f.
 De-Vaucouleurs-System 1590
 Devosa 985
 DF5DU 506
 Dialyt 104, 790
 Diamantplanet 1263
 Dichotomie 926
 Dichte 1223
 Sterne 1125, 1151
 Universum 1674
 Dichteparameter 1674, 1683, 1685
 Dichtewellentheorie 1598
 Dies Reductus 761
 Differentialgleichungen 1149
 Differentialrechnung 1770
 Differentielle Photometrie 272
 Diffuses Funkenspektrum 1489
 Diffuses Streulicht 103
 Digitales Okular 173, 178
 Digitales Rauschen 201
 Digitale Videokamera 173, 181
 Digitalisierung 260
 Digitalisierungsfehler 389
 Digitalisierungstiefe 186
 Digitalkamera 173, 699
 marktübliche 181
 Digital Object Identifier 1786
 Digitalphotometrie 259
 Digital Photo Professional (Software) 200
 Digitaltechnik 173
 Dimethylsulfid 1106
 DIN 164
 Dinosaurier 1021
 Dione 954 f., 958
 Dioretsa 968
 Dipolantenne 475
 Disk Detective (Zooniverse) 625
 Diskoscheinwerfer 134
 Dispersion 333, 729, 785, 793 f.
 lineare 346
 Dispersionsfehler 389
 Dispersionsgleichung 794
 Dispersionsparallaxe 728
 Dispersionsverfahren 792
 Distant Detached Objects 968
 DLOSHF 505
 DMK 21 AU04 181
 DMK 51 AU02 181
 DNA 1101
 Dobson 142
 Dobson-Teleskope 141
 DOI. *Siehe* Digital Object Identifier
 Domänenwände 1694
 Dom (Mond) 892
 Donator 1226
 Donatorstern 819
 Doppelmanethypothese 1074
 Doppelquasare 1662
 Doppelspalt 451
 Doppelspaltversuch 451
 Doppelsterne , 378, 128
 astrometrische 1400
 Bahnelemente 1452
 Beobachtungsobjekte 1410
 Bestimmung von Abstand und Positionswinkel 1429
 Messung mit Baader Micro Guide 1430
 Messung mit Fadenkreuzokular 1429
 Photographisch 1433
 Ephemeridenrechnung 1452
 Massenaustausch 1407
 Massenbestimmung 1406
 photometrische 1400
 Radiusbestimmung 1405
 spektroskopische 379 f., 1400
 Statistik 1403
 visuelle 1400
 Wahre Anomalie 1452
 Doppelsternhaufen $h+\chi$ im Perseus 49, 157, 244, 1379, 1381, 1394
 Doppler-Effekt 376, 795, 797, 1480, 1679
 Doppler-Imaging-Verfahren 465
 Doppler-Kern 377
 Doppler-Tomographie 465
 Doppler-Verbreiterung 376
 Doppler-Verschiebung 510
 Dosen-Feed 496
 Draconiden 1017
 Dragonfly 44 1604
 Drake-Gleichung 1100
 Drakonitischer Monat 762
 Drehbare Sternkarte 38
 Drehimpuls 1183, 1591
 Galaxien 1591 f.
 Neutronensterne 1239
 Dreh-Kipp-Montierung 131
 Dreibeinstativ 141
 Dreiecksgalaxie 658, 1609, 1614, 1618, 1631 f.
 Dreikörperproblem 1040
 Dreischalenmodell 1240, 1242, 1257, 1259
 Drift 135
 Druckverbreiterung 795
 Druckwelle 1210, 1559
 DSLR Focus 3.0 (Software) 192
 DSLR-Kamera 161, 303
 Duale Fläche 774
 Dualismus 781
 Dumbbell-Nebel. *Siehe* Hantelnebel
 Dunkeladaption 698
 Kohlrausch-Knick 699
 Dunkelbild. *Siehe* Darkframe
 Dunkelstrom 186
 Dunkelwolken 1316
 Dunkle Energie 772, 776, 1269, 1602,

1685, 1711 f., 1714
 Dunkle Galaxien 1598
 Dunkle Infrarotwolken 1188
 Dunkle Materie 546, 773, 1298, **1602**,
 1604, 1685, 1714, 1716
 Dunkle Photonen 1603
 Dunkle Strömung 1616
 Dunkles Zeitalter 1700
 DUO (Satellit) 537, 1733 f.
 Duplett 787
 Duran 102, 108
 Durchlässigkeit der Erdatmosphäre 58
 Durchmesser 1121
 Mondkrater 897
 Sonnenfleck 852
 Umbra 851
 Durchsicht 66
 Polarimetrie 409
 Dynamikbereich 260
 Dynamische Parallaxe 726
 Dynamische Zeit 757
 Dynamo 1242
 Dynamoeffekt 806, 937
 Dysnomia 982

E

Earthgrazer 1016
 Ebbe und Flut 911
 Ebenentechnik zum Kontrastaus-
 gleich 225
 EBLM J0555–57 1148
 Ebenen 217
 Échellegitter 313
 Eddington-Grenze 1648
 Eddington-Rate 1597, 1648
 Edge-On-Galaxien 1621
 ED-Glas 104–106
 ED-Halbpochromat 103, 788
 Effektivtemperatur 1125, 1173
 Effektivwellenlänge 693
 Effelsberg 468, 480
 Egalité 1-Bogen 964
 Egalité 2-Bogen 964
 Egeria 985
 Eggther 955
 EGSY8p7 1672
 EHT. *Siehe* Event Horizon Telescope
 Eigenbewegung 742 f., 1400, 1436, 1441
 Eigenenergiefaktor 918
 Einfanghypothese 1074
 Einflussfaktoren bei spaltloser Spekt-
 roskopie 321
 Einheiten, magnetische 804
 Einhorn 45
 Einsatzgebiete 310
 Einscheinern 133
 Einschlaghypothese 1074
 Einstein-de-Sitter-Universum 1712
 Einstein-Kreuz 1662

Einstein Probe (Satellit) 537 f., 1733
 Einstein (Satellit) 537, 1733
 Einstein-Straus-Vakuolen 1617
 Einstein-Teleskop 551
 Eintrittspupille 120
 Einzelmessung eines Veränder-
 lichen 308
 Einzelobjekte
 Magnetare und QPO 1249
 Pulsare 1258
 Schwarze Löcher 1270
 Supernovae 1568
 Eirene 944
 Eisenmeteorit 1016
 Eismantel 919
 Eiweiß 1101
 Ejektionstheorie 1599
 Ekard 985
 Ekliptik 737
 Ekliptikalsystem 737
 Ekliptikebene 1042
 E-Korona 859
 Elara 943
 ELD-Glas 105
 Elefantenrüssel 1179, 1184
 Elefantenrüsselnebel 1180, 1315, 1340
 Elektra 985
 Elektromagnetische Wechsel-
 wirkung 1697
 Elektronen 768, 1693
 Elektronengürtel 811
 Elektroschwache Wechselwir-
 kung 1697
 Elementarteilchen 767 f., 775
 Eleonora 985
 eLISA (Satellit) 1733. *Siehe* Evolved
 LISA
 Ellipse 1034, 1036, 1041
 Ellipsenbahn 1046
 Elliptische Galaxien 1592
 Elliptisch gebremste Expansion 1673
 Elmath 367
 Elongationswinkel 925, 929
 ELT. *Siehe* Extremely Large Telescope
 Elysium Planitia (Mars) 936
 EMBRACE 475
 Embryonebel. *Siehe* Seelennebel
 Emissions-Korona 859
 Emissionslinien 354, 791, 796, 1477,
 1480
 Emissionsmaß 483
 Emissionsnebel 1179, 1184, 1313–1354,
 1316
 Empfangsfläche 475
 Empfangskeule 469, 514
 Enceladus 954 f., 958
 Encke-Teilung 952
 Endstadium der Sterne 817–826
 Energie 830
 kinetische 1035
 potentielle 1035

Energieabstrahlung der Sonne 830
 Energiedichte des Vakuums 1711
 Energieerzeugungsrate 1137, 1144,
1152, 1161
 Sonne 830
 Energieprozesse 1138, 1165
 3 α -Prozess 1139
 CNO-Zyklus 1139
 Kohlenstoffbrennen 1139
 pp-Reaktion 1139
 Sauerstoffbrennen 1139
 Siliziumbrennen 1139
 Energieressourcen der Erde 1737–1740
 Energiesparlampe 360
 Energietransport 1145, 1150
 Englische Montierung 132
 Englische Rahmenmontierung 132
 Enif 746
 Entartetes Gas 1136, **1198**, 1202, **1227**
 Entartung 1197
 nichtrelativistische 1228
 relativistische 1228
 Entartungsdruck 1558
 Entdeckung
 Exoplaneten 1081
 Kleinplaneten 967
 Entfernung 721–734
 kosmologische
 Laufzeit- 1679
 Leuchtkraft- 1680
 mitbewegte 1680
 Winkeldurchmesser- 1681
 Entfernungsleiter 723
 Entfernungsmaß 1678, **1685**
 Entfernungsmodul 715, 727
 Entstehung
 Gammaburster 1245
 Hypernova 1565
 kosmische Magnetfelder 805
 Nova 1484
 Röntgenburster 1245
 Spiralarme 1598
 Sterne 1177–1194, 1197
 Supernova 1555
 Entstehung von Spektrallinien 795
 Entweichgeschwindigkeit 1729
 Sonne 830
 Entwicklung der Sterne 1195–1220
 Entwicklung eines Sternhaufens 1389
 Entwicklungszeitskala 1196, 1231
 Entwicklung von Quasaren und
 AGN 1649
 Enveloppe 999
 EOS Utility 189, 194
 Epagomenen 764
 Ephemeridenrechnung 1049
 Doppelsterne 1452
 Abstand 1453
 Positionswinkel 1452
 Wahre Anomalie 1452
 Programm in TurboPascal 1053

Ephemeridensekunde 753
 Ephemeridenzeit 756
 Epimetheus 953, 955
 Epizykel 1067
 EPM 727
 Epoche 1043
 Epochensprung 1534
 Epsilon Arietis 1414
 Epsilon Aurigae 51, **1191**, 1541, **1544**
 Epsilon Bootis 1413
 Epsilon Eridani 1089 f.
 Epsilon Lyrae 48, 1413
 EPTA. *Siehe* European Pulsar Timing Array
 EQ6-Montierung 135
 Eratosthenes (Mondkrater) 179, 241, 905
 Erdatmosphäre 55–88
 Erdbahnebene 1042
 Erdbahn-Interferometer 471
 Erdbahnkreuzer 971
 Erde 915, 930
 Albedo 917
 Atmosphäre 917, 932
 Atmosphärische Fenster 57
 Bahn 915
 Erdatmosphäre 55–88
 Erdkern 1103
 Erdmantel 1103
 Extinktion 59
 Innerer Aufbau 931
 Magnetfeld 917, 932
 Mond 933
 Physische Daten 916
 Refraktion 62
 Solar-terrestrische Beziehungen 74
 Wolken 932
 Erdgas 1739
 Erdmagnetfeld 808, 859
 Erdmagnetische Stürme 811
 Erdmond 240, 891–912, 915, 1074
 Erdnussnebel 1357, 1362
 Erdöl 1739
 Erdschattenbogen 88
 Ereignishorizont 1277
 Ereignisse der Jupitermonde 949
 Gegenseitige Ereignisse 949
 Erfle-Okulare 117
 Ergoregion 1268
 Ergosphäre 1268
 Erinome 944
 Eris 914, 968, 970, 973, 981
 Dysnomia 982
 Eros 985
 eROSITA (Satellit) 537, 1733 f.
 Erriapus 955
 Ersa 943
 Eruptionen 832, 834, 860

Eruptionsveränderliche 1470, 1794
 Eskimonebel 45, 1357, 1363
 ESO 184–G82 1250
 Essigsäure 1101
 Eta-Aquariiden 999, 1017
 Eta Carinae 1106, 1117–1119, 1166, 1481
 Eta Cassiopeiae 1413, 1443
 Etalon 120
 Eta Lyrae 1413, 1437, 1439
 Eta-Lyrae-Region 1438 f.
 Eta Orionis 1414, 1418
 Ethos (Okular) 117
 Euanthe 943
 Eudiaskopisches Okular 117
 Eukelade 944
 Euklidische Metrik 1673
 Euklidischer Raum 1673
 Eulennebel 50, 1357, 1363 f.
 Eunomia 985
 Eupheme 943
 Euporie 943
 Euregio Maas-Rhein 551
 Europa 942 f.
 Europäischen Gravitationswellen-Ob-
 servatorium 548
 European Centre for medium-range
 Weather Forecasts **68**
 European Pulsar Timing Array 555
 European Space Agency 576
 European Virtual Observatory 576
 Eurydome 944
 EUVE (Satellit) 523, 1733
 Event Horizon Telescope 470
 Evershed-Effekt 838
 Evolution des Universums 1689
 Evolved LISA 552. *Siehe* eLISA
 (Satellit)
 Excel 139, 268, 276, 392, 396, 764, 1411,
 1520, 1545
 Exnova-Spektrum 1489
 Exoplaneten 1079–1110
 Beobachtung 1098
 Exoplanet Explorers (Zooniverse) 625
 Exosat (Satellit) 537, 1733
 Exosphäre 56
 Expanding Photosphere Method 727
 Expansion 384, 1673
 zeitlicher Verlauf 1678
 Explosionsveränderliche 1473
 Extinktion 275
 Erdatmosphäre 59, 165
 Extinktionsgleichung 59
 Polarimetrie 409
 Extinktionskoeffizient 271 f.
 Extremely Large Telescope 449
 Extreme Ultraviolet Explorer 523
 Exzentrische Anomalie 1041, 1046
 Exzentrizität 1034, 1041
 Eye & Telescope (Software) 1839

F

Faber-Jackson-Beziehung 733
 Fabry-Pérot-Etalon 120
 Fabry-Pérot-Interferometer 120, 549
 Fachzeitschriften 1837
 Fackelgebiet 829
 Fackeln 835, 863
 Fadenkreuzokular 119, 150, 897
 Fahrender Zug 1679
 Faltrefraktor nach Schaeer 91
 Fangspiegel 92, 127
 Faraday-Effekt 479, 808
 Faraday-Rotation 808
 Farbalbedo
 Mond 439
 Farbauti 956
 Farben
 Mond 439
 Planetarische Nebel 1356
 Vergleichssterne 283
 Farben-Helligkeits-Diagramm 728,
 1167, 1169, 1392
 Farbexzess 1306
 Farbfehler 99 f.
 Farbfilter 150, 702
 Farbindex 711, 1172
 Farbkalibrierung 273
 Polarimetrie 409
 Farbkorrektur 271
 Farblängsfehler 100, 106, 111
 Farbphotometrie 264
 Farbquerfehler 100
 Farbskala 718
 Farbtemperatur 1127
 Far Ultraviolet Spectroscopic
 Explorer 523
 FAST 468
 Fast Blue Optical Transients 1562–
 1564
 Fast fourier transformation 222
 Fast Radio Burst 479, 1247
 Faustregel für Vergrößerung 121
 Fauth (Mondkrater) 898
 FBOT. *Siehe* Fast Blue Optical
 Transients
 Fehlerabschätzung 388
 Fehlerangaben 638
 Fehler bei der Minimums- und
 Maximumsbestimmung 1531
 Fehlerrechnung 1772
 Fehlerstatistik 1770
 FeII-Novae 328, 1485
 Feldstärke, magnetische 805
 Feldstecherbeobachtungen 862
 Fenrir 956
 Ferdinand 962
 Fermi-Blasen 1296
 Fermionen 768
 Fermionensterne 1270
 Fermi (Satellit) 537, 1733 f.



Abbildung P.3 Wechselwirkende Galaxien NGC 5216 und NGC 5218, aufgenommen mit 18" Newton f/3.7, SBIG ST-10XME und Astronomik Typ II.c, L:R:G:B = 80:20:19:24 min. *Credit: Astro-Kooperation.*

- Fernbedienung RC-1 183
- Fernrohr 89–154
 - Aufbau 89
- Fernrohradaption 233
- Fernrohr, Bauweise nach
 - Advanced Coma Free 92
 - Advanced Ritchey-Chrétien 94
 - Cassegrain 92, 94 f.
 - Dall-Kirkham 92, 94
 - Gregory 92, 94
 - Gregory-Maksutov 92, 95
 - Kepler 91
 - Kutter 90, 92, 96
 - Maksutov 92, 95
 - Maksutov-Newton 92, 96
 - Nasmyth 92
 - Newton 90, 92 f.
 - Petzval 91, 107
 - Pressmann-Camichel 92, 94
 - Ritchey-Chrétien 92, 94
 - Rutten-Maksutov 92, 95
 - Schaer 91
 - Schmidt 92, 95
 - Schmidt-Cassegrain 92, 95
 - Schmidt-Newton 92, 95
- Fernrohrtypen 90
 - Faltrefraktor 91
 - Reflektor 92
 - Refraktor 91
 - Schiefspiegler 96
- Feuerball 1484
- Feuerkugeln 1015
- Feuerradgalaxie 50, 1595, 1606, 1630 f.
- Feuerwand 1277
- FFT-Frequenzfilter 222
- FG Sagittae 1230 f.
- FG Sge 1373
- Filter 168, 264, 920
 - H-alpha-Filter 170
 - HSO 171
 - Kontrast-Booster 169
 - L[Ha]RGB 170
 - UHC-S 169
 - UV/IR-Sperrfilter 169
- Filtergläser 920
- Filter im IR-Bereich 528
- Filter in der Photometrie 651
- Filterrad 150
- Filterschublade 150
- Final helium shell flash 1229, 1232
- Finger Gottes 1584
- FIR 526
- Fischkopfnebel 1317
- FITS-Format 260
- Fitsmag (Software) 292, 1846
- FITS-Viewer (Software) 578, 615
- Fitswork (Software) 182, 216, 218–221, 227, 269, 292, 464, 1844
 - Addition von RAW-Dateien 216
 - Ebenen 217
- FFT-Frequenzfilter 222
- Glätten 217
- Hintergrund ebnen 219
- Iterative Gauß-Schärfung 229
- Kontrastverstärkung 225
- Luminanz 227
- Photometrie 293
- Rauschfilter 219
- Schärfung 227
- Wavelet Rauschfilter 219
- Zeilen gleich hell 219
- Fixsternaberration 1054
- Fixsterne, helle 746
- FK5. *Siehe* Fundamentalkatalog
- FK6. *Siehe* Fundamentalkatalog
- F-Korona 85, 859
- Flächenecho 1026
- Flächenhelligkeit 64, 123, 165, 1316
 - Galaxien 1634
- Flächenquant 774
- Flachheitsproblem 1709
- Flammennebel 45, 1315, 1322–1324, 1348
- Flare-Klassen 836
- Flares 834 f.
- Flare-Sterne 1470
- Flatdarkframe 211
- Flatfieldkamera 187
- Flatfield-Leuchtfolie 212

- Flatframe 209, 211, 213, 283
 Polarimetrie 409
 Smartphone 239
 Spektroskopie 341
 Plattener 101, 119, 150, 160, 1397
 Fliegende Schatten 889
 Flint 786
 Flintglas 101, 104
 Florence 977
 Fluchtgeschwindigkeit 916, 1266, 1729
 Fluid, überkritisch 919
 Fluoreszenz 822
 Fluoreszenzteleskop 540
 Fluorit 106
 Fluoritglas 104
 Fluorkron , 107
 Flusssdichte, magnetische 804
 Flüssiges Wasser 1101
 Flusskalibrierung mit RSpec 349
 Fluss, magnetischer 805
 Focal Plane Array 478, 528
 Fokalaufnahmen 156, 159, 863
 Fokus 97, 283
 Fokussiereinheit 199
 Fokussierung 193, 198
 Fomalhaut 1084
 Fönen 144
 Förderliche Vergrößerung 122
 Formaldehyd 1101
 Fornjot 956
 Forsterit 932
 Fortuna 985
 Foucault-Test 109
 Fourier-Analyse. *Siehe* Fourier-Reihe
 Fourier-Approximation. *Siehe*
 Fourier-Reihe
 Fourier-Reihe 1518
 Fourier-Transformation 455, 458 f.
 FPA 478
 FPL53 , 107
 Frame-Dragging 1268
 Frame-Interline-CCD 176
 Frame-Transfer-CCD 176
 Francisco 962
 Fratrité-Bogen 964
 Fraunhofer-Achromat 104
 Fraunhofer-Korona 859
 Fraunhofer-Linien 352
 FRB. *Siehe* Fast Radio Burst
 FRB121102 1248
 FRB180916 1248
 FRB200428 1248
 FRB201124 1248
 FRB20220610A **1248**
 Freihand-Zeichnung 1523
 Fresnel'sche Formel 790
 Friedmann-Lemaître-Modell 1707,
 1709
 Friedmann-Modell 1695
 Friedrichstadt 1765
 front-illuminated CMOS 177
 Front Side Illuminated 178
 Frühlingsbeginn 761
 Frühlingsdreieck 46
 Frühlingspunkt 736, 1042
 Fuchs 48
 Fuchspelznebel 1328, 1348
 Fuhrmann 51
 Full-Frame-CCD 175
 Full-Well-Kapazität 186
 Full width at half maximum 264, 384
 Fundamentalkatalog 1775
 Funkfernbedienung Pixel TW-282 183
 Funkuhr 896
 Funkverkehr 811
 FU Orionis 1187, 1470
 FU-Orionis-Sterne 1470
 FUSE (Satellit) 523, 1733
 Fusionsreaktor 1740
 Fusionszonen 1200
 Fusor 1147
 FWHM. *Siehe* Full width at half
 maximum
-
- G**
 Gabelmontierung 132
 Gaia-Katalog 1775 f.
 Gaia (Satellit) 1291, 1733 f.
 Gaia-System 697
 Galactic Bar 1290
 Galaktische Nebel 1313–1354
 Galaktischer Kern 1296
 Galaktisches System 737
 Galatea 965
 Galaxien 1589–1642
 aktive 1643–1660
 Beobachtungsobjekte
 Blackeye-Galaxie 1628
 Dreiecksnebel 1618
 Stephans Quintett 1630
 Triangelnebel 1618
 Bildung 1597
 Blasare 1656
 BL-Lacertae-Objekte 1655
 Entstehung der Spiralarme 1598
 Flächenhelligkeit 1634
 Klassifikation 1590
 Polarisation 435
 Quasare 1652
 Radiogalaxien 1654
 Seyfert- 1656
 wechselwirkende 1607
 Galaxienhaufen 1613
 Galaxy Evolution Explorer 523
 Galaxy Nurseries (Zooniverse) 625
 Galaxy Zoo (Zooniverse) 625 f.
 The Hunt for Supernovae 626
 Understanding Cosmic
 Mergers 626
 GALEX (Satellit) 523, 1212, 1574, 1733
 Galileo (Raumsonde) 1731
 Galle-Ring 964
 Gamma Andromedae 1413
 Gamma Arietis 1413
 Gammablitz 1105, 1220, 1245, 1565
 Gammablitzdetektor 1245
 Gammaburst. *Siehe* Gammablitz
 Gammaburster 821, 824 f., 1245
 GRB050904 1250
 GRB060614 1249
 GRB080319B 1250
 GRB130427A 1250
 GRB980425 1250
 Gamma Cassiopeiae 366, 403, 421
 Gamma-Cygni-Nebel 1340, 1345 f.
 Gamma Delphini 1413
 Gammadetektor 539
 Gammakurve 224
 Gamma Leonis 129, 1413, 1434
 Gamma-Ray-Burster 1244 f.
 Gammaskpektrometer 539
 Gammastrahlung 1268
 Gammastrahlungsausbruch 1243,
 1249, 1268, 1712
 Gamma Virginis 1414, 1423
 Gamow-Maximum (-Peak) 1143
 Ganggenauigkeit 896
 Gangkorrektur 896
 Ganymed 942 f.
 Gas
 entartetes 1198, 1202, 1227
 ideales 1202, 1227
 relativistisch entartetes 1198
 Gasblasen der Milchstraße 1296
 Gasdruck 1177
 Gasfinger 1181
 Gashülle 919
 Gasnebel 1313
 Gas und Staub 1288
 Gaunt-Faktor 483
 Gauß-Fehler (Farbfehler) 100
 Gauß-Fit 1773
 bei Doppelsternen 1437
 Gauß-Profil 375
 Gauß'sche Gravitationskonstante 722
 GCLF 731
 GCVS. *Siehe* General Catalogue of
 Variable Stars
 GDS 581, 585, 596
 Gebäudeseeing 131
 Gebremste Expansion 1673
 Gegendämmerung 88
 Gegendämmerungsbogen 88
 Gegenschein 85
 Gegenschweif 993
 Gegendämmerungsbogen 80
 Geirrod 956
 Geisterkrater 892
 Geisternebel 1316

- Gelber Fleck 699
 Gem A 481
 Gemeinschaftslichtkurve 1542
 Gemini. *Siehe* Zwillinge
 Geminiden 1017
 Gemini (Teleskope) 448
 Genauigkeit 277, 280
 Digitalphotometrie 259
 Photometrie 249
 Polarisation 408, 413
 General Catalogue of Variable Stars 1456, 1775
 GEO600 548
 Geocentric Coordinated Time 758
 Geodynamo 808
 Geographische Koordinaten 747
 Geometrische Albedo 918
 Geometrische Lichtstärke 123
 Geozentrische Koordinaten 1055
 Gerd 956
 German Astrophysical Virtual Observatory 576
 Geschwindigkeiten, kosmische 1729
 Geschwindigkeitsmessung 363
 Gesichtsfeld 123
 Gesichtsfeld SKA 478
 Gewinde
 Kamera 190
 Gewitterhäufigkeit 75
 Geysire 954, 957
 Gezeitenkräfte 911 f., 1004
 Gezeitenreibung 1074
 GG Tauri 1091
 Giant Magellan Telescope 448, 1716
 Giant Metrewave Radio Telescope 468
 Giotto (Raumsonde) 997, 1729
 Giotto (Software) 223, 1841
 Webcam 194
 Gitter 793 f.
 Gitterabstand 324
 Gitterfassung 330
 Gitterkonstante 794
 Gitternetz 750
 Gitterprisma 312
 Gitterrohr 142
 Glashow-Weinberg-Salam-Modell 772
 GLASS-z11 1672
 GLASS-z13 1672
 Glätten 217
 Gleichstrommotor 133
 Gleißberg-Zyklus 868
 Gleitendes Mittel 874
 Gliese 581 1084
 Gliese 876 1084
 Global Millimeter VLBI Array 470
 Globul 1179, 1184
 Globular Cluster Luminosity Function 731
 Glossar 1787–1790
 Gluonen 768, 770 f., 1697
 Gluonen-Ära 1697
 Glykolaldehyd 1101
 GMRT 468
 GMT. *Siehe* Giant Magellan Telescope
 GMA. *Siehe* Global Millimeter VLBI Array
 GNz7q 1653
 GN-z11 1672
 Goethit 934
 Gold 571, 1476
 Goldbeschichtung 527
 Goldener Henkel 892, 895
 Gonggong 973
 GoSkywatch (Planetariumssoftware) 39
 Gossamer-Ring 941
 GP Cephei 430
 GPM J1839–10 1252
 GPS-Zeit 757
 GP Vel 1251, 1472
 GQ Lupi 1083
 Gracht in Friedrichstadt 1765
 Granat (Satellit) 537, 1733
 Grand Unified Theory 773, 1696
 Gran Telescopio Canarias 448
 Granulation 829, 834, 876
 Graustufen 186
 Gravasterne 1269
 GRAVES 492, 508, 1028
 Gravitation 771 f.
 Gravitationsbeschleunigung 917
 Gravitationsdruck 1177
 Gravitationsgesetz 1035
 Gravitationskollaps-Supernova 1555
 Gravitationskonstante 722
 Gravitationslinsen 1661–1668
 Gravitationslinseneffekt 1604
 Gravitationsradius 820
 Gravitationsrotverschiebung 1679
 Gravitationsverdunkelung 1128
 Gravitationswellen 479, 545, 562, 564, 772, 1268, 1565, 1694, 1712, 1714
 Gravitationswellendetektor 546, 548, 555 f.
 Gravitationswellenobjekte 562, 567
 Gravitationswellen-Rückstoß 1651
 Gravitationswellensender 559
 Gravitationszeitskala 1196
 Gravitino 773
 Graviton 772
 Gravitonen 768
 Gravity Darkening 1128
 Gravity Spy (Zooniverse) 625
 GRB. *Siehe* Gamma-Ray-Burster
 GRB 050904 1250
 GRB 060614 1249
 GRB 080319B 826
 GRB 080319B 1250
 GRB 090423 1672
 GRB 111209A 825
 GRB 130427A 1250
 GRB 170817A 571
 GRB 190114C 826
 GRB 190829A 826
 GRB 221009A 826
 GRB 820405 825
 GRB 910711 825
 GRB 950917A 825
 GRB 980425 1250
 Green Bank 468
 Green-Bank-Formel. *Siehe* Drake-Gleichung
 Greenwich Mean Time 755
 Gregorianischer Kalender 761
 Gregory 92, 94
 Gregory-Maksutov 92
 Greip 955
 Grenzgröße 64
 Grenzgröße am Tage 291
 Grenzgröße (Helligkeit) 65, 123, 339
 Grenzhelligkeit. *Siehe* Grenzgröße
 Grenzmasse 1228
 Gridr 955
 Griechen 970
 Grism 312
 GRO J0422+32 1271
 Grönlandeis 868
 Größe der Kreisblende 282
 Große Halbachse 1041
 Große Magellansche Wolke 1332
 Große Mauer 1617
 Größenklassen 713
 Großer Attraktor 1616, 1709
 Großer Hund 45
 Großer Roter Fleck 945
 Großer Rückprall 1710
 Großer Wagen 50
 Große Vereinheitlichte Theorie 773
 Großteleskope 447
 GRS 1915+105 1250
 Grüner Blitz. *Siehe* Grüner Strahl
 Grüner Strahl 84
 Gruppengeschwindigkeit 783
 GSC. *Siehe auch* Guide Star Catalogue
 GSC-Katalog 1775 f.
 GTC. *Siehe* Gran Telescopio Canarias
 Guanin 1101
 Guide (Planetariumssoftware) 39, 1838
 Guide Star Catalogue 1775 f.
 Guidingchip 135, 184
 Gunnlod 956
 Gürtelsterne 45
 GUT 773
 GUT-Ära 1693
 GW 150914 567 f.
 GW 151012 567
 GW 151226 567, 569
 GW 170104 567, 569

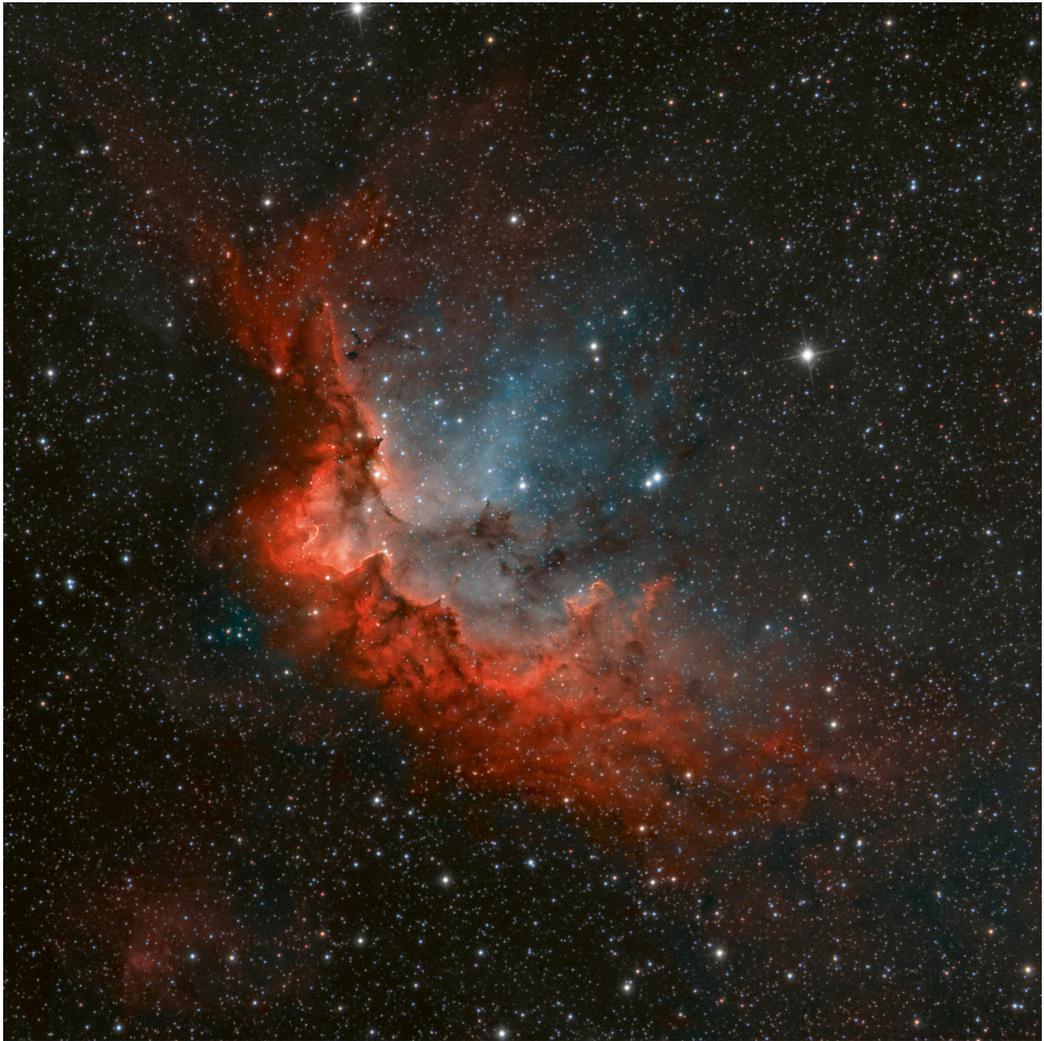


Abbildung P.4 Galaktischer Emissionsnebel NGC 7380, aufgenommen mit 12.5" Planewave f/8, FLI ML 16803-65 und H α :[OIII]:[SII]:R:G:B = 600:460:540:5:5:5 min. *Credit: Rolf Geissinger.*

GW 170608 567, 569
 GW 170729 567
 GW 170809 567
 GW 170814 567, 569
 GW 170817 567, 570
 GW 170818 567
 GW 170823 567
 GW 190412 567, 571
 GW 190425 567, 572
 GW 190521 567, 572, 1279
 GW 190814 567, 572
 GW 200105 567, 573
 GW 200115 567, 573
 GW 230529 573
 GW-Virginis-Sterne 1232, 1237
 GX 5-1 1244

GX 339-4 1271
 Gypsis 985
 Gyromagnetischer Faktor 384
 GZK-Obergrenze 776

H

H1413+117 1662
 H1504+65 1128
 Habitable Zone 1101
 Hadronen 1698
 Hadronen-Ära 1689, 1698
 HADS. *Siehe* High Amplitude Delta Scuti
 Halbapochromat 106, 788

Halbleiterkacheln 475
 Halbregelmäßige 1462
 Halbschattenfinsternis 907
 Halbwertsbreite 469
 HALCA (Satellit) 470
 Haldus 1191
 Hale-Bopp 996
 Hale-Zyklus 834
 Half width at zero intensity 384
 Halimede 965
 Halley Multicolor Camera 997
 Halley'sche Komet 997 f., 1014
 Hallstatt-Zyklus 870
 Halo
 Andromedanebel 1603
 Galaxien 1592

- Haloerscheinungen der Sonne 80 f.
 Beobachtung 83
 Formen 80
 Häufigkeit 83
 Photographie 83
 Halopopulation II 1115
 Haloverursacher 83
 Hamal 746
 Hämatit 934
 Hamburger Quasar Durchmusterung 1644
 Hamburger Robotisches Teleskop 33
 Hamburger Sternwarte 4, 19, 108, 688, 1284
 Handsteuergerät 133
 Hantelnebel 48, 244, 530 f., 652, 1339, 1357, 1368 f.
 Hantelnebel, Kleiner. *Siehe* Kleiner Hantelnebel
 Harmonia 985
 Harmonische Welle 783
 Harpalyke 943
 HARPS-Spektrograph 1082, 1087 f.
 Hartmann-Blende 198
 Harvard-Revised-Katalog 1775
 Harvard-Spektralklassifikation 364
 Hati 955
 HAT-P-11 1088
 Haufencepheiden 1459, 1461
 Häufigkeit 1456
 Galaxien 1593
 Haulani (Ceres) 975
 Haumea 914, 970, 973, 981
 Hauptgürtelkometen 996
 Hauptheizschicht 56
 Hauptplanetoidengürtel 914
 Hauptreihe 1203
 Hauptreihenfitting 728
 Hauptreihenrelationen 1136, 1160
 Hauptreihenstadium 1197
 Hauptspiegel 92
 HAWC 541
 Hawking-Effekt 1275
 Hawking-Strahlung 775, 1275, 1277
 Hayabusa 2 (Raumsonde) 1731, 1734
 Hayabusa (Raumsonde) 1731, 1734
 Hayashi-Linie 1166 f., 1209, 1222
 HCM 6A 1672
 HD. *Siehe* Henry-Draper-Katalog
 HD-1 1672
 HD 5005 1318
 HD 10069 1086
 HD 10180 1086 f.
 HD 32068 1541
 HD 40307 1087
 HD 49798 1225
 HD 87892 1235
 HD 93250 1116
 HD 93308 1117
 HD 97950 1116
 HD 122194 1087
 HD 164492 1336
 HD 172555 1088
 HD 205171 371
 HD 220733 1373
 HDAP 581, 585
 HDM 1603
 HDSDR. *Siehe* High Definition Software-Defined Radio
 HE 0109–3518 1598
 HE 1104–1805 1645
 Heavens Above Pro (Planetariumssoftware) 39
 Hebe 985
 Hecuba-Lücke 970
 Hegemone 944
 Heisenberg'sche Unschärferelation 776, 1693
 Heiße Unterzwerge 1205
 Heizung Taukappe 143
 Hejna und Solov'ev 857
 Helene 955 f.
 Heliakischer Aufgang 764
 Helike 943
 Heliographische Breite 848
 Heliographische Koordinaten 747
 Heliopause 815
 Helioseismologie 832
 Heliosphäre 814
 Heliozentrischer Winkel 840
 Heliozentrisches julianisches Datum 640
 Heliozentrische Zeit 288
 Heliumblitz 1197, 1204
 Heliumblitz der zweiten Generation 1229
 Heliumbrennen 1199, 1201 f., 1217
 Helium flash. *Siehe* Heliumblitz
 Heliumkerne 1198
 Entstehung 1699
 Helium-Kryostat 527
 Heliumschalenbrennen 1202
 Helixnebel 1357, 1371 f.
 Helle Fixsterne 746
 Helle Riesen 1165
 Helligkeit 691, 1051
 Planeten 715
 Sonne 714
 Helligkeitsangaben 640
 Helligkeitsbestimmung 984
 Helligkeitsgradient 211
 Helligkeitsinhomogenität 103
 Helligkeitsmessung 723
 Helligkeitsprofil 262
 Helligkeitsschätzung
 künstliche Vergleichsquelle 252
 Henize 1-5 1230
 He/N-Novae 1485
 Henry-Draper-Katalog 1775
 Her A 481
 Herbig-Haro-Objekte 1353
 Herbstviereck 51
 Herculina 985
 Herkules 47
 Herkules-Pulsar 1260
 Herkules-Superhaufen 1615
 Hermione 985
 Hermippe 943
 Herodotus (Mondkrater) 900
 Herschel-Keil 119
 Herschel-Prisma 119, 860 f.
 Herschel (Satellit) 526, 1733
 Herse 944
 Herstellungstoleranzen 321
 Hertzsprung-Russell-Diagramm 1136, 1163 f.
 Her X-1 1260
 Herzberg-Banden 76
 Herznebel 1346 f.
 H.E.S.S. 541
 Hestia-Lücke 970 f.
 HET. *Siehe* Hobby-Eberly Telescope
 HETE-2 (Satellit) 537, 1733
 Heterosphäre 56, 924
 Hexenbesen 1584
 Hexenhand 1584
 Hexennebel 1584
 Higgs-Boson 770 f., 773
 Higgs-Feld 770, 1697
 Higgs-Mechanismus 770 f., 1697
 High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher 1082, 1087 f.
 High Altitude Water Cherenkov Observatory 541
 High Amplitude Delta Scuti 1458
 High Definition Software-Defined Radio 501, 504
 High Energy Stereoscopic System 541
 High-Mass-Modell 1192
 High mass X-ray binary 1251
 HII-Regionen 1314
 Hilda-Gruppe 971
 Hill-Radius 1040
 Hill-Sphäre 1040
 HILUX Beschichtung 145
 Himalia 943
 Himmelsblau 58
 Himmelshelligkeit 64, 169
 nach Bortle 64
 Himmelshintergrund 200, 208
 Himmelskoordinaten 735
 Himmelskörper 914
 Himmelsnordpol 736, 745
 Himmelsrichtung
 Planeten 747
 Himmels-W. *Siehe* Cassiopeia
 Hintergrund 200
 Spektroskopie 342
 Hintergrund ebnen 219
 Hintergrundrauschen 388

- Hintergrundstrahlung, kosmische 1690, 1692, 1709, 1714, 1733
 HIP. *Siehe* Hipparcos-Katalog
 Hipparchus (Mondkrater) 901
 Hipparcos-Katalog 696, 1775, 1777
 Hipparcos (Satellit) 725, 1468, 1733
 Hippocamp 965
 Historische Ergebnisse der Speckle-Interferometrie 462
 Historische Weltbilder 1067
 HLM 19 1437, 1439
 HL Tau 76 1237
 HM Cancri 563
 HMXB. *Siehe* High mass X-ray binary
 HO 532 1414, 1425
 Hobby-Eberly Telescope 448
 Hochgeschwindigkeitsswolke 1295
 Hochland (Mond) 892
 Hockeyschlägergalaxie 1595, 1621
 Höhe 735
 Holmes 1000, 1005
 Hologramm 460
 Holosterne 1269
 Holzstativ 141
 Homogenitätsproblem 1709
 Homologierelationen 1136
 Homosphäre 56, 924
 Homunculus-Nebel 1117 f.
 Honor 8 180
 Horizontalast 1205
 Horizontalast der Riesen 1203
 Horizontalkreis 80 f.
 Horizontalsystem 735
 Hornantenne 475, 478
 Horneinspeisung 496
 Horologium-Reticulum-Superhaufen 1615
 Horus 764
 Hot Dark Matter 1603
 Hotpixel 205 f.
 Hotpixelspur 135
 Hot Spots 1190, 1240
 HP Cancri 1414, 1424
 HR. *Siehe* Harvard-Revised-Katalog
 HR 5171 A 1121
 HSO 171
 Hubble-Diagramm 1711
 Hubble-Entfernung 1685
 Hubble-Farbpalette 171
 Hubble-Gesetz 1670
 Hubble Key Project 1671
 Hubble-Konstante 1670
 Hubble-Parameter 1670
 Hubble-Radius 1670
 Hubble's Hot Stars (Zooniverse) 625
 Hubble's Konstante 1683
 Hubble Space Telescope 523, 999, 1733
 Hubble's Variable Nebula 425
 Hubble-Zeit 1670
 Humphreys-Davidson-Grenze 1166
 Hungaria-Gruppe 971
 Hungarian Virtual Observatory 576
 HU Vel 1259
 Huygens (Raumsonde) 956, 1731
 HWZI. *Siehe* Half width at zero intensity
 Hyaden 1376 f., 1379, 1381 f.
 Hyakutake 996
 Hydra-Centaurus-Superhaufen 1615, 1709
 Hydrostatisches Gleichgewicht 1136
 Hydrostatische Zeitskala 1196, 1210
 Hygiea 968
 Hyperbel 1034, 1036, 1041
 Hyperbelbahn 996, 1046
 Hyperbolisch gebremste Expansion 1673
 Hyperbolspiegel 101
 Hyperfeinstruktur 753
 Hypergraph 92
 Hyperion 955, 958
 Hyperion-Okular 116
 HyperLeda. *Siehe* PGC HyperLeda
 HyperLEDA. *Siehe* PGC HyperLEDA
 Supernova 1166, 1218, 1220, 1244, 1246, 1249 f., 1556, 1565, 1567
 Doppelstern-getriebene 1250
 mögliche 1250
 Hyperonen 768, 1241
 Hyperonengas 1241
 Hyperriesen 1117, 1165 f., 1187, 1578
 Hyperschnellläufer 1294
 Hypothesenrechnung 1058
 Hyrokkin 955
 HZ Her , 1260
 Ha-Aufnahmen 863
 Ha-Beobachtung 860
 Ha-Filter 170
 Ha-Linienfilter 120
 h+ χ Persei 1377, 1379, 1394
-
- I**
 Iapetus 955, 957 f.
 IC. *Siehe* Index Catalogue
 IC 10 1272
 IC 434 1315, 1322, 1324
 IC 443 481, 1348 f., 1579, 1582
 IC 444 1348 f.
 IC 1318 1315, 1339 f., 1345
 IC 1340 1579
 IC 1396 1315, 1319, 1340
 IC 1396A 1180
 IC 1590 1318
 IC 1795 1317
 IC 1805 1346
 IC 1848 1346
 IC 2159 1349
 IC 4182 1671
 IC 4603 1190
 IC 4604 1190
 IC 4703 1314
 IC 5070 530, 1315, 1340 f.
 IC 5146 1315, 1319, 1344
 IceCube 542 f.
 Ice Hunters (Zooniverse) 625
 IceTop 543
 ICRS. *Siehe* International Celestial Reference System
 Ideales Gas 1136, 1197, 1202, 1227
 Identifikation von Spektrallinien 375
 IF-Bildregistrierung 464
 IGR J11014–6103 1576
 Ijiraq 955
 Index Catalogue 1776
 Indian Pulsar Timing Array 555
 Indiktion 763
 Indiumgalliumarsenid-Halbleiter 527
 Infektionskrankheiten 75
 Inflation 1689, 1695
 Informationsparadoxon 1277
 Infralateralbogen 80
 Infrared Astronomical Satellite 526
 Infrared Space Observatory 526
 Infrared Surface Brightness Method 727
 Infrarotastronomie für Amateure 527
 Infrarotbereiche 526
 Infrarotphotographie Landschaften **1759–1768**
 Infrarotstern 1186 f., 1251
 InGaAs-Sensor 527
 Innerer Aufbau Erde 931
 Jupiter 939
 Mars 934
 Merkur 920
 Neptun 964
 Saturn 950
 Sonne 830 f.
 Uranus 960
 Venus 923
 InPTA. *Siehe* Indian Pulsar Timing Array
 InSight (Raumsonde) 1731
 Instrumental Response 348
 Instrumentensystem 270
 Integral berechnen 1684
 Integral (Satellit) 537, 1733
 Intelligenz 1110
 Interferometer 464
 Interferometrie 451, 1122
 Inter gravissimas 761, 1721
 Interline-Transfer-CCD 176
 Intermediäre Bosonen 768
 Intermediate-luminosity transients 1475
 International Celestial Reference System 743
 Internationale Atomzeit 756 f.

International Halley Watch 997
International LOFAR Telescope 472
International Meteor Organization (IMO) 1025
International Pulsar Timing Array 555
International Ultraviolet Explorer 523
International Variable Star Index 1457
International Virtual Observatory Alliance 576
Internetzeitserver 989
Interpolationsmethode nach Pickering 253
Interstellare Extinktion 1305
Interstellare Materie 1301–1312
Interstellare Polarisation 423, 431, 1305
Interstellare Verfärbung 1172
Io 942 f.
Iocaste 943
Ionenmeer 919
Ionenschweif 993
Ionisation-Anregungs-Temperatur 1127
Ionisationsgrad 486
Ionisationstemperatur 1127
Ionosphäre 56, 75 f., 806
iOptron SkyTracker 192
Iota Leonis 1413
Iota Orionis 1413
IPTA. *Siehe* International Pulsar Timing Array
IRAS (Satellit) 526, 1733
IR-Bänder 526
IRDC 1188
IR-Forschung 524
Iridium-Flares 910
Iris 985
Irisnebel 1315, 1319, 1342
IRIS (Software) 445, 1846
IRS 13 559, 1297
IR-Satelliten 526
IRSB 727
ISIS (Software) 1846
Isochronenmethode 1390
Isonoe 944
ISO (Norm) 164
Isoplaniegebiet 462
iso-Propylcyanid 1304
ISO (Satellit) 526, 1733
Isotopenmethode 1390
Isotopenverhältnis 1391
ISO-Wert 191
ISR 13 557
ISS Detector (Software) 41, 1840
Italian Virtual Observatory 576
Iteratives Gauß-Schärfen 228
ITER-Fusionsreaktor 1740
IUE (Satellit) 523, 1733
IVOA. *Siehe* International Virtual Observatory Alliance
Ixion 970, 973

J
J0313–1806 1653, 1672
J1000+0221 1664
J1819–1458 (RRAT) 1247
J1911+00 (RRAT) 1247
J10445+463718 1672
J11416+525150 1672
J16333+401209 1672
Jahrbücher 1836
Jahresbeginn 761
Jahreslängen 761 f.
Jahresringe der Bäume 75, 868
Jährliche Aberration 1054
Jährliche Parallaxe 724
Jährliche Präzession 740
James Webb Space Telescope 526
Jansky Very Large Array 468, 486
Janus 955
Japanese Virtual Observatory 576
Jarkowski-Effekt 800
Jarnsaxa 955
Jeanssche Kriterium für Gravitationsinstabilität 1178
Jet 1565
JET-Fusionsreaktor 1740
Jetgalaxie 1595, 1624
Jetgeschwindigkeiten 1655
Jetquasar 481
Jet-Stream (Wetter) 70
Jodrell Bank 468
Johnson-Cousins-System 694
Johnson-System 526, 696
Jovigraphische Koordinaten 747
JPEG-Artifakte 261
JPEG-Format 201, 260, 284
Jugend forscht 310, **397**, **878**
JUICE (Raumsonde) 1732
Julianischer Kalender 761
Julianisches Datum 640, 763
Programm zur Berechnung 765
Julianische Tageszählung 763
Juliet 962
Jungfrau 46
Juno 967 f., 985
Bahnelemente 1044
Juno-Impact-Modell 940
Juno (Raumsonde) 940
Jupiter 915, 939, 1052
Albedo 917
Äquatorialband 945
Äquatorialbänder 945
Atmosphäre 917, 940
Bahndaten 915
Beobachtung 945
Ereignisse der Jupitermonde 949
Großer Roter Fleck 945
Jupitermonde 947, 949
Streifensystem 945
Flächenhelligkeit 166
Infrarotbeobachtung 525

Innerer Aufbau 939
Längengradssysteme 946
Magnetfeld 917, 941
Monde 917, 942, 944, 947, 949
Oberfläche 940
Physische Daten 916
Ringsystem 941
Streifensystem 945
Windgeschwindigkeit 940
Wolken 940
JVL A 468. *Siehe* Jansky Very Large Array
JWST (Satellit) 526, 1733

K
Kabel 497
Käfernebel 1360
KAGRA 550
Kairoer Kalender 764
Kale 944
Kalender 761–766
Kalenderreform 761
Kalibrierung 214, 260, 272, **344**
DADOS 345
der Wellenlängenchse 344
eines Spektrums 345, 347
StarAnalyser 347
Kalibrierung bei Doppelsternmessungen 1435
Kaliforniennebel 1315, 1319, 1348, 1350
Kallichore 944
Kalliope 985
Kallisto 942 f.
Kaltfront 70
Kalyke 944
Kalziumfluorid 106, 786
Kalziumkarbonat 976
Kalziumtriplett 1130
Kameraanschluss 189
Kameraobjektiv 190
Kamioka Gravitational Wave Detector 548, 550
Kannibalismus 1607
Kanonische Masse 1278
Kanten 774
Kant-Laplace-Theorie 1068
Kapella 327 f., 347, 356 f., 369, 746, 1472
Kappa Bootis 1413
Kappa-Mechanismus 1207, 1460
Kappeln 1766
Kari 956
Karoo Array Telescope 473
Karpaten (Mondgebirge) 898
Kassiopeia 49
Kastor 746, 1413, 1417
KAT. *Siehe* Karoo Array Telescope
Katadioptrische Systeme 90
Kataklysmische Systeme 1402, 1473
Kataklysmische Veränderliche 1795



Abbildung P.5 Spiralgalaxie NGC 4536, aufgenommen mit 18" Newton f/3,7, SBIG ST-10XME, Astronomik Typ II.c, und L:R:G:B = 208:20:20:26 min. *Credit: Astro-Kooperation.*

- Kataloge 38, 1775
- Katastrophenhypothese 1068
- Katzenaugennebel 1357, 1359, 1367
- Katzenpfotennebel 1332
- Kauftipps 151
- Kaukasus (Mondgebirge) 241
- KBO. *Siehe* Kuiper Belt Objects
- Keck-Interferometer 448
- Keck Telescope 448
- Keeler-Lücke 952
- Kegelschnitt 1034
- Kegelstumpfmmodell 836, 857
- Kellner 117
- Kelvin-Helmholtz-Zeitskala 1116, 1119, 1196 f., 1211, 1391, 1599
- Kepheus 49
- Kepler-11 1097, 1097–1110
- Kepler-51 1097
- Kepler-62 1097
- Kepler-90 1098
- Kepler-186 1098, 1098–1110
- Kepler-Gleichung 1046, 1452
- Kepler-Problem 1033
- Kepler (Satellit) 1095 f., 1733
 - Klassifizierung 1096
 - Mission 1095
 - Statistik 1096
- KEPLER (Satellit) 581, 585, 598
- Kepler'sche Gesetze 1037
 1. (erstes) 1037
 2. (zweites) 1037
 3. (drittes) 1037, 1407
- Keplers Supernova 1568
- Kern 830
- Kernfusion 1138
- Kernkollaps-Supernova 1555
- Kernkraft 768
- Kernradius 1161
- Kernschattenfinsternis 907–909
- Kernschein 1188
- Kerr-Loch 1266, 1268, 1648
- Kerr-Newman-Loch 1266
- Keyhole Nebula 1117
- KIC 2583777 599
- KIC 9832227 1475
- Kiepenheuer-Skala, modifizierte 67, 876
- Kilohertz-QPO 1244
- Kilonova 571, 1476
- KILT-11 1092
- Kinetische Temperatur 1127
- Kirkwoodlücken 970
- Kiviuq 955
- K-Korona 859
- Klassifikation 1455
 - Galaxien 1590
 - offene Sternhaufen 1376
- Klassifikation der Galaxien 1591
- Klassifizierung
 - Körper im Sonnensystem 914
- Klassifizierung von Lichtbrücken 873
- Klassifizierung von Sonnenflecken
 - nach McIntosh 872
 - nach Waldmeier 871
- Kleiner Hantelnebel 49, 1357, 1361
- Kleiner Hund 45
- Kleiner Skorpion 1377, 1379
- Kleiner Wagen 50
- Kleine Sonnensystem-Körper 914
- Kleinkörper 914
- Kleinplanet 17617 1360
- Kleinplaneten 308, 967–990
 - Einzelobjekte
 - 1992 QB1 970
 - 1993 FW 970
 - 1999 NC43 1022
 - 2002 AW197 973
 - 2002 TC302 973
 - 2002 TX300 973
 - 2002 UX25 973
 - 2003 EL61 981
 - 2003 UB313 981
 - 2004 MN4 972
 - 2007 OR10 970
 - 2012 DA14 972
 - 2012 FZ23 968
 - 2015 RR245 973

- (6489) Golevka 801
(54509) YORP 801
Borisov 984
Chiron 977
Florence 977
Orcus 973
'Oumuamua 982
Psyche 987
Quaoar 981
Sedna 982
Sylvia 977
Varuna 973
Vesta 976, 986
Kuiper-Gürtel 969
Kleopatra 985
KM2A 542
Knicksäulenmontierung 132
Kniemontierung 132
Knoten 774
Knoten, aufsteigender 1042
Koagulation 1070
Koala 1563
Kobalt-56 1559–1561
Kobalt-57 1561
Kodak KAF-3200ME 702
Koeffizient M 1061
Kohle 1739
Kohlenstoffbrennen 1139, 1199–1201, 1217
Kohlenstoff-Helium-Wolken 1471
Kohlenstoffplanet 1263
Kohlrausch-Knick 699
Kokonnebel 1315, 1319, 1344
Kokonstern 1186
Kolibakterien 1107
Kollaps 1201, 1559
Kollapsar 1265
Kollimator 315, 793
Kollisionskurs der Milchstraße 1298
Koma 92, 102, 993, 1012
spektrale 321–323
Kometen 991–1014
Aufbau 992
Bahnen 995
Beobachtung 1006
Bestimmung der Helligkeit des Kopfes 1011
Bestimmung der Koordinaten 1007
Bestimmung der Schweifbreite 1007
Bestimmung der Schweiflänge 1006
Bestimmung der Schweifrichtung 1007
Bestimmung des Durchmessers des Kopfes 1006
Bestimmung des Kondensationsgrades 1012
Bobrovnikoff-Methode 1011
Chemische Zusammensetzung 995
Einzelobjekte 997
1P/Halley 997f., 1010, 1014, 1063f.
2P/Encke 996
9P/Tempel 999, 1734
17P/Holmes 1000
41P/Tuttle-Giocobini-Kresák 420
55P/Tempel-Tuttle 1866I 996, 1019
67P/Tschurjumow-Gerassimenko 1001, 1003, 1735
81P/Wild 1003
96P/Machholz 1004
133P/Elst-Pizarro 996
176P/Linear 996
238P/Read 996
Arend-Roland 1957 993
Austin 1013, 1064
C/1995 O1 (Hale-Bopp) 996
C/1995 Y1 996
C/2012 S1 (ISON) 1004, 1064
C/2015 V2 (Johnson) 420
C/2020 F3 (NEOWISE) 1065
C/2022 E3 (ZTF) 420
Hale-Bopp 996
Hyakutake 996
Kohler 1052
Shoemaker-Levy 1993e 940, 993
Envelope 999
Gegenschweif 999
Hauptgürtel-Kometen 996
Helligkeit 1011
Kern 991
Koma 993, 1012
Kometenfamilien 996
Kopf 1011
Kuiper-Gürtel 996
Lumineszenzfaktor 1011
Namensgebung 996
Oortsche Kometenwolke 995
Polarisation 419
Schweif 1006f.
Sidgwick-Methode 1011
Staubfontänen 998
Staubkoma 991
Kometenbahnen 995, 1033–1044
Kometenfamilie 1076
Kometenwolke 995
Kommensurabilitäten 970
Kommensurabilitätslücken 970
Kondensationsgrad 1012
Konforme zyklische Kosmologie 1714
Konjunktion 925, 938
Konkordanzmodell 1707, 1710
Kontinuierliche Korona 859
Kontinuumsnormiertes Spektrum 352
Kontinuumsrauschen 388
Kontinuumsvergleich 348
Kontraktionskriterium 1177
Kontrast 124
Kontrastausgleich durch Ebenentechnik 225
Kontrastbooster 169f.
Kontrastumfang SKA 478
Kontrastverstärkung 223, 261
Konusnebel 1315, 1326, 1328, 1348, 1865
Konvektion 376, 1150
Konvektionszellen 1242
Konvektionszone 830, 858, 1144–1146, 1160
Koordinaten 750
Bestimmung 1007–1009
Koordinaten, Bestimmung 1007–1009
Koordinatennetz 747
Bezeichnungen 747
Koordinatensysteme 735–752, 1041
Koordinierte Weltzeit 757
Kopernikanisches Weltbild 1067
Kopernikus (Mondkrater) 227, 898f.
Kopfecho 1026
Kopplungsstärke 770f.
Kore 944
Kornephoros 746
Körnigkeit 1756–1758
Korona 859, 889
AGN 1645
Flächenhelligkeit 166
Koronale Löcher 812
Koronaler Massenauswurf 835
Korrektionsplatte 92, 100
Korrektur der Intensitätsachse 348
Korrelationskoeffizient 268
Kosmische Entfernungsleiter 723f.
Kosmische Fäden 1616, 1667, 1689, 1693, 1709
Kosmische Geschwindigkeiten 1729
Kosmische Häufigkeit 1114f., 1178
Kosmische Hintergrundstrahlung 1704, 1709, 1714, 1733
Kosmischen Fäden 1667
Kosmischer Skalenfaktor 1685, 1690
Kosmische Strahlung 776
Kosmische Zensur 1268
Kosmologie 1669–1718
SKA 479
Kosmologische Konstante 775, 1711, 1714
Kosmologische Modelle 1706
Kp-Index 811
Krakatau 80
Kraterdurchmesser 897, 899
Krater (Mond) 892
Kreativität 1110
Krebs 45
Krebsnebel 45, 481, 529, 1579f.
Polarisation 417
Krebsnebel-Pulsar 1258f.
Kreis 1036, 1041

- Kritische Dichte
 Universum 1674
 Kritische Masse 1177 f., 1199
 Kron-Cousins-System 694
 Kronglas 101, 104
 Kronographische Koordinaten 747
 Krückau-Wanderweg 1763
 Kruste 919
 Kruste von Neutronensternen 1242
 KS 1731–260 1244
 Kubische Funktion 1530
 Kugelgestaltsfehler 92, 101
 Kugelsternhaufen 731, 1384
 Beobachtungsobjekte 1387
 Kühle Unterzwerge 1205
 Kühlung , 186
 Kuiper Belt Objects 914, 979
 Kuiper-Gürtel **969, 982**, 996, 1073,
 1076 f.
 Künstlicher Stern 465
 Künstliche Vergleichsquelle 252
 Kuppelseeing 130
 Kurzflintglas 105–107
 Kurzperiodische Veränderliche 642–
 651
 Kurz- und Mittelwellenantenne 495
 Kutter 90, 92
 Kwee-van-Woerden-Methode 1518,
 1522
 KY Cygni 1121
 KzF2 107
-
- L**
- Labeyrie-Prozess 459
 Lada-Klassen 1187
 Ladungsdichte 769
 Laetitia 985
 Lagrange-Punkte. *Siehe* Librations-
 punkte
 Lagunennebel 1315, 1334, 1336 f.
 Lambda-CDM-Standardmodelle 1716
 Lambda Orionis 1413
 Landé-Faktor 384
 Landschaften bei 642 nm 1762
 Landschaften bei 807 nm 1761
 Landschaftsfotographie im Infra-
 roten **1759–1768**
 Länge des Perihels 1042
 Längengrade 749
 Lange Wand (Mondformation) 241,
 902
 Langkronglas 105, 107
 Langrenus (Mondkrater) 901
 Langsame Novae 1486
 Langsames Szenario
 Supernovae 1557
 Laniakea-Superhaufen 1616
 Lanthankron 786
 Laomedea 965
- Large Binocular Telescope 314, 447
 Large European Array for Pulsars 555
 Large High Altitude Air Shower
 Observatory 541
 Large Synoptic Survey Telescope 1728
 Larissa 965
 Laser Interferometer Gravitational
 Wave Observatory 549
 Laser Interferometer Space
 Antenna 552
 Lassell-Ring 964
 Laufzeitentfernung 1679, 1685, 1688
 Lava 1088
 LBT. *Siehe* Large Binocular Telescope
 LBV 1481
 LCG 1552
 LEAP 555
 Lebensdauer 558, 1276
 Quasare 1650
 Lebenserwartung 1224, 1255
 Lebensphasen eines Sternes 1197
 Lebewesen 1110
 Leda 943
 LEDA. *Siehe* Lyon-Meudon Extra-
 galactic Database
 Leier 47 f.
 Leitrohr 150
 Lense-Thirring-Effekt 1268
 Leo. *Siehe* Löwe
 Leohaufen 1614
 Leoniden 1017, 1019
 Leo-Superhaufen 1615
 Leo-Triplett 46, 1595, 1624
 Leptonen 768, 1693, 1699
 Leptonen-Ära 1689, 1699
 Leuchtende Bögen 1665
 Leuchtfolie 211 f.
 Leuchtkraft 1144, 1223
 Eddington-Grenze 1648
 Galaxien 1647
 Sonne 830
 Supernova 1559
 Leuchtkrafteffekt 376
 Leuchtkraftentfernung 730, 1680 f.,
 1685
 Gravitationswellenobjekt 561
 Leuchtkräftige blaue Veränder-
 liche 1166, 1475, 1481
 Leuchtkräftige rote Novae 1475
 Leuchtkräftige Supernovae 1554
 Leuchtkraftklassen 1165
 Le-Verrier-Ring 964
 LHAASO 541
 LHIRESIII 319 f.
 L[Ha]RGB 170
 Liberté-Bogen 964
 Libration 894
 Librationspunkte 970, 1040
 Libussa 985
 Lichtablenkung 784
- Lichtbrechung 785
 Lichtbrücke 85, 835
 Lichtechno 728, 1373, 1561, 1574
 Lichtelektrische Photometrie 248
 Lichtenknecker-Datenbank 681, 1548
 Lichtfarbe 1316
 Lichtgeschwindigkeit 776, 783 f.,
 1266, 1696. *Siehe auch* Überlicht-
 geschwindigkeit
 Lichtjahr 722
 Lichtkurve 655, 1505
 Supernovae 1559
 Lichtkurvenblatt 1549
 Lichtsäule 80 f.
 Lichtstärke 123
 Lichtverschmutzung 71
 Lichtwechselelemente 1506
 Lichtzeit 1054
 Lichtzeitdifferenz 1665
 Lichtzeiteffekt 1533, 1535
 Light Curve Generator 1552
 Light Travel Distance 1679
 LIGO 549
 LIGO-India 551
 LINEAR 582, 585
 Lineare Dispersion 346
 Lineare Expansion 1673
 Lineare Regression 273, 1770
 Linearität 284
 Linienbreite 795
 korrigierte 377
 natürliche 795
 Linien-Korona 859
 Linienprofil 376
 Linienverbreiterung 375
 Linsenobjektiv 104
 Linsenteleskop 90
 Lippert-Astrograph 25
 LISA Pathfinder 552
 LISA (Satellit) 552, 1716, 1734
 Literatur 1834
 LiveView-Modus 163, 181, 198
 L-Korona 859
 LMT 468
 LNB 512
 Löcher im All 1617
 Lofar 472 f., 475
 Logarithmische Skala 1176
 Logarithmisch-periodische Dipol-
 antenne 494
 Logarithmus 1129 f.
 Loge 956
 Logitech QuickCam 179
 Lokale Blase 1302
 Lokale Flocke 1302
 Lokale Gruppe 1606, 1614 f.
 Lokaler Superhaufen 1615
 Lomonossow-Effekt 930
 Lomonossow-Ring 930
 Loop-Quantengravitation 774 f.

Loop-Quantenkosmologie 775
 Lorentz-Faktor 798
 Lorentz-Profil 375
 Losmandy 135
 Lösungen der Aufgaben 1799–1812
 Lösungen für Probleme in der Astro-
 photographie 245
 Lovell. *Siehe* Jodrell Bank
 Löwe 46
 Low Frequency Array 472
 Low-Key-Photographie 183
 Low-Mass-Modell 1192 f.
 Low Noise Block Converter 512
 LP 357–186 1121
 LPDA. *Siehe* Logarithmisch-periodi-
 sche Dipolantenne
 LQC. *Siehe* Loop-Quantenkosmologie
 LQ Comae Berenices 680
 LQG. *Siehe* Loop-Quantengravitation
 LTP 910
 Lücken. *Siehe* Kommensurabilitäts-
 lücken
 Lucky imaging 217, 1434
 Ludmilla 985
 Luftbiosphäre 1108
 Luftfeuchtigkeit 73
 Luftleuchten 75
 Luftschauder 540
 Luftunruhe 67, 129, 321
 Lumineszenz 75
 Lumineszenzfaktor 1011
 Luminosity Distance 1680
 Luna (Raumsonde) 1730
 Lunar Orbiter (Raumsonde) 1730
 Lunarpräzession 740
 Lunar Prospector (Raumsonde) 1730
 Lunar Transient Phenomena 910
 Lunisolarpräzession 740
 Lutetia 985
 Lüthen-Kahlhöfer-Methode 138
 LUVVOIR (Satellit) 1734
 LWIR 526 f.
 LX200 (Meade) 134
 Lyman-Alpha-Wald 1701
 Lyman-Limit 797
 Lyman-Serie 797
 Lyman-Sprung 797
 Lynds' Catalogue of Bright
 Nebulae 1776
 Lynds' Catalogue of Dark
 Nebulae 1776
 Lynx-Superhaufen 1615
 Lyon-Meudon Extragalactic
 Database 1785
 Lyotest 110
 Lyra. *Siehe* Leier
 Lysiden 1017
 Lysithea 943
 L-Zapfen 698

M

M 1 45, 481, 529, 1258, 1579 f., 1656
 M 1-Pulsar 1258
 M2-9 1340
 M3 46, 1385
 M4 1190
 M5 1385, 1388
 M8 1315, 1334, 1336 f.
 M10 1385, 1387
 M11 48, 1171 f., 1377, 1169
 M12 1385, 1387
 M13 47, 244, 1385, 1388
 M15 1385, 1388
 M16 1184, 1315, 1336–1338
 M17 1315, 1336, 1338
 M20 1315, 1334–1336
 M21 1334 f.
 M22 47, 1336, 1385, 1388
 M27 48, 244, 530 f., 1339, 1357, 1368 f.
 Veränderliche in der Nähe 652
 M29 1339, 1345 f., 1377, 1380
 M31 51, 481, 1595, 1603, 1619, 1628 f.,
 1631 f., 1649
 M32 1595, 1608, 1618
 M33 1595, 1609, 1614, 1618, 1631 f.
 Veränderliche in der Nähe 658
 M33 X-7 1274
 M35 45, 1348 f., 1377, 1379, 1383
 M36 51, 1377, 1379
 M37 51, 1377, 1379
 M38 51, 1377, 1379
 M39 1319, 1377, 1380
 M42 481, 483, 1315, 1321
 M42-Gewinde 190
 M43 1315
 M44 45, 287, 1377, 1380, 1384
 M45 45, 286, 1377, 1379, 1382
 M51 50, 1595, 1630
 M52 1319, 1346, 1376 f., 1380
 M53 1385, 1388
 M57 48, 1357, 1370 f.
 M60 46, 1595, 1628
 M61 46, 1595
 M64 46, 1595, 1628
 M65 46, 1595, 1624 f.
 M66 46, 1595, 1624 f.
 M67 45, 277, 1377, 1380
 M71 1385, 1387
 M76 49, 1357, 1361 f.
 M78 1315, 1322 f.
 M81 50, 1595, 1612, 1620
 M82 50, 1595, 1612 f., 1620
 M87 46, 481, 1595, 1649, 1659 f., 1624,
 1659
 M88 46
 M92 1385, 1388
 M94 1595, 1628
 M95 46
 M96 46, 1595
 M97 50, 1357, 1363 f.

M99 46
 M100 46, 1595, 1623
 M101 50, 1595, 1606, 1630 f.
 M103 49, 1319, 1377 f.
 M104 46, 1595, 1611
 M105 46
 M106 1649, 1671
 M108 1364
 M109 1623
 M110 1595, 1618
 Mab 962
 Machholz1 1004
 MACHO 582, 585
 Macronova. *Siehe* Kilonova
 MACS0647-JD 1672
 MACS1149-JD1 1672
 MACSJ0025.4–1222 1604
 Magellan (Raumsonde) 1731
 Magellansche Wolken 1298, 1594 f.,
 1633
 MAGIC 541, 776, 1259
 Maginus (Mondkrater) 179, 240
 Magma 919
 Magnesiumfluorid 786
 Magnesiumsulfat 976
 Magnetare 1242, 1249
 SGR 1806–20 1249
 SGR J1550–5418 1249
 SWIFT J1955+2614 1249
 Magnetfeld 1102, 1225, 1239, 1242
 Erde 809, 932
 Erdmond 933
 galaktisches 482
 Jupiter 941
 Mars 937
 Merkur 921
 Neptun 964
 Pulsare 1255
 Saturn 951
 Sonne 830, 832 f., 888
 Sternentstehung 1181
 Uranus 961
 Venus 925
 Magnetfelder 479
 Magnetische Ap-Sterne 805
 Magnetische Feldstärke 805
 Magnetische Flussdichte 804
 Magnetische Monopole 1693, 1708
 Magnetischer Fluss 805
 Magnetische Sterne 804
 Magnetische Stürme 811
 Magnetosphäre der Erde 810
 Magnitudo 692
 Mai-Aquariiden. *Siehe* Eta-Aquariiden
 Major Atmospheric Gamma-Ray Ima-
 ging Cherenkov Telescope 541
 Makemake 914, 970, 973, 981
 Makroturbulenz 382
 Maksutov 92, 95
 Maksutov-Newton 92, 96

- Mantel 919
Mare. *Siehe* Tiefebene (Mond)
Mare Imbrium (Mond) 241, 895
Mare Nubium (Mond) 902
Margaret 962
Mariner (Raumsonde) 1730
Markab 746
Markarian 501 776, 1656
Mars 539, 915, 933, 1038
 Albedo 917
 Atmosphäre 917, 936
 Bahndaten 915
 Beobachtung 937
 Boden 934
 Flächenhelligkeit 166
 Innerer Aufbau 934
 Magnetfeld 917, 937
 Marskarte 938
 Monde 917, 937
 Oberfläche 934
 Opposition 937
 Physische Daten 916
 Temperatur 934
 Windgeschwindigkeit 937
 Wolken 937, 939
Mars2020 (Raumsonde). *Siehe* Perseverance
Mars Express (Raumsonde) 935, 1731
Mars Global Surveyor (Raumsonde) 935, 1731
Mars InSight (Raumsonde) 934, 936
Mars Odyssey (Raumsonde) 539, 1731
Mars Pathfinder (Raumsonde) 1731
Mars (Raumsonde) 1731
Mars Reconnaissance Orbiter (Raumsonde) 934, 1731
Maser 483 f.
Massalia 985
Masse 1222
 Eta Carinae 1117
 HD 93250 1116
 HD 97950 1116
 kritische 1199
 NGC 3603 A1 1117
 Pismis 24-1 1116
 Sterne 1115
 WR 20a 1117
 WR 102ka 1117
Masse-Leuchtkraft-Beziehung 1468
 Hauptreihensterne 1116, 1136
 rote Überriesen 1468
Masse-Leuchtkraft-Verhältnis 1606
Massen
 Galaxien 1616
Massenaussterben 1103, 1106
Massenaustausch bei Doppelsternen 1407
Massenbestimmung 1116
 Doppelsterne 1406
Massendichte 768
Massenverlust 1218
 Beteigeuze 486
Massenverlustrate 486, 1301, 1408
Masse-Radius-Beziehung 1122
Massereiche Sterne 1200
Masterdark 204
Masterflat 211
Masuyama 117
Materialfunktionen 1151
Materie-Ära 1689, 1700
Materieströmung 1190
Materiewellen 783, 1691
Maunder-Minimum 868
Mäusegalaxien 1595, 1628
Maximal-Kerr 1268
Maximalmasse 1649
Maximalwellenlänge 693
MaxIm DL (Software) 292, 1841
Maximumszeitpunkt 1517
Maxwell-Boltzmann-Verteilung 375–377, 1141 f.
Maxwell-Teilung 952
Maxwell-Verteilung. *Siehe* Maxwell-Boltzmann-Verteilung
Maya-Kalender 1721
Mayalls Objekt 1595
McLaughlin (Marskrater) 935
Meade LX200 ACF 100
Medianfilter 219
MeerKAT 473
Megacite 944
Megamaser 484
Mehrbandfilter 171
Mehrfachsternsysteme 1403
Mehrkörperproblem 1040
Melotte 1776
Meniskuslinse 92
Merkur 915, 920, 1074
 Albedo 917
 Atmosphäre 917, 921
 Bahndaten 915
 Beobachtung 921
 Innerer Aufbau 920
 Magnetfeld 917, 921
 Oberfläche 921
 Physische Daten 916
Merkurdurchgang 921
Merkurtransit. *Siehe* Merkurdurchgang
Merkurvorübergänge 864
Mesonen 768, 770 f., 1697
Mesopause 56 f.
Mesosphäre 56
Messenger (Raumsonde) 1731
Messerschneidenmethode 109
Messfehler 852, 1531
Messmethoden 265
Messokular 1430 f.
Messverfahren
 Polarisation 408
Metallhäufigkeit 1130, 1592
Metallstativ 141
Meteore 1015–1032
 Radioastronomie 507
 Visuelle Beobachtung 1024
Meteoriten 1015–1032
Meteor Logger (Software) 501
Meteoroid 1015
Meteorströme 1017
Meter 721
Methan-Bande 963
Methanothermococcus okinawensis 1107
Methode von Lambert-Olbers 1054
Methone 953, 955
Methylisocyanat 1002
Metis 943, 985
Mexican-Hat-Filter 217
MG 0414+055 1662
MG 2016+112 1662
MG 2016+267 1662
Michelson-Interferometer 452, 546, 1122
Michigan Infra-Red Combiner 464, 1191
Mie-Streuung 59, 86
Mikroben 1108 f.
Mikrobolometer 527
Mikrofokussierer 199
Mikrogravitationslinseneffekt 1086
Mikrolinseneffekt 1668
Mikrometerokular 119, 150
Mikropulse 1260
Mikroquasar 818 f.
Mikroturbulenz 1181
Milchstraße 520, 1287–1300, 1594, 1609, 1649
Milky Way Project (Zooniverse) 625
Millisekundenpulse 1258
Mimas 953, 955, 958
Mindestdichte eines Schwarzen Loches 1267
Mindestlebensdauer 1101
Mindestmasse 1179
Mindestwärmeleistung 1101
Minerale 932
Minilöcher. *Siehe* Primordiale Schwarze Löcher
Minimale Vergrößerung 122
Minimum Mass Model 1072
Minimumzeitpunkt 1517
Mintaka 1413
Mintron 181
Mira 45, 1121, 1212, 1498
Mirach 746
Miranda 962
Mira-Sterne 1461
MIRC. *Siehe* Michigan Infra-Red Combiner

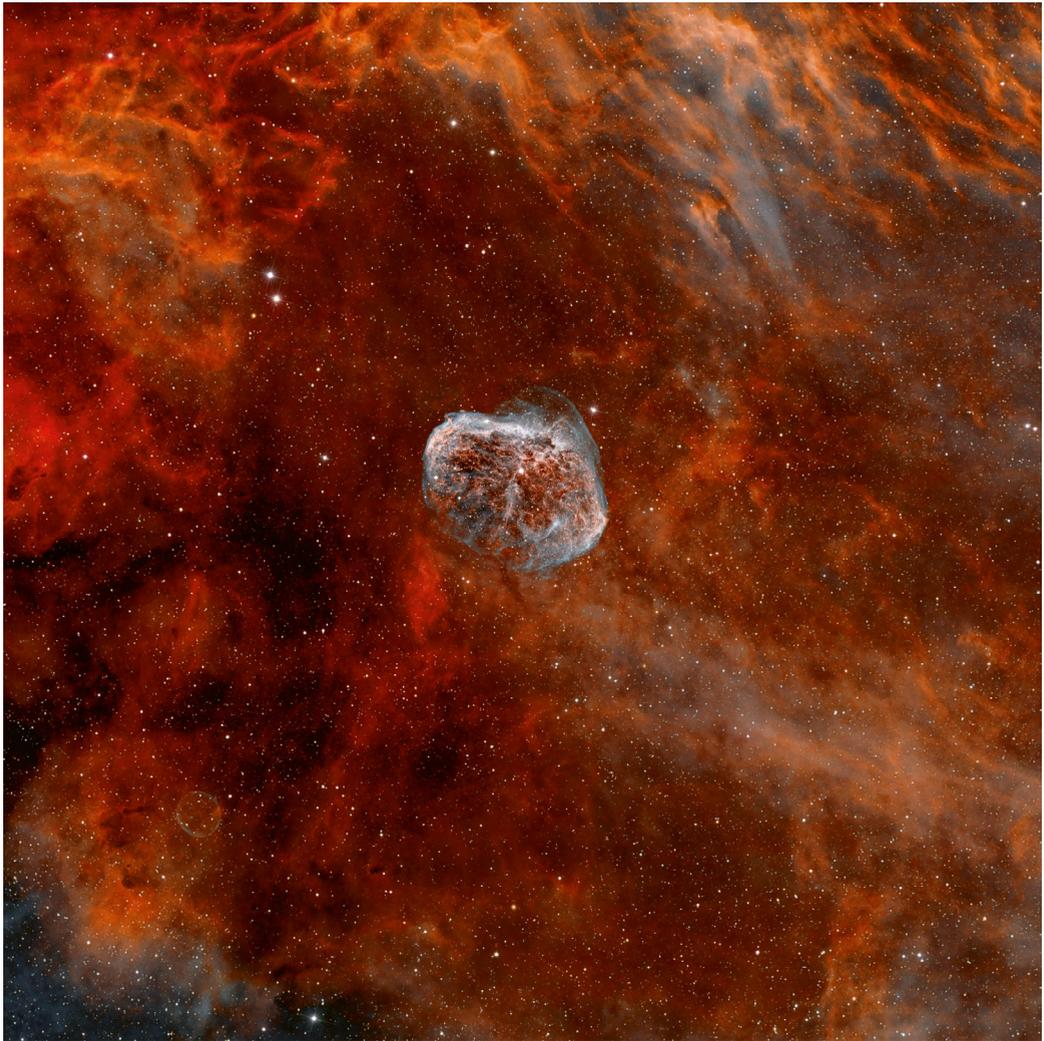


Abbildung P.6 Emissionsnebel NGC 6888 (Crescent-Nebel), aufgenommen mit TEC 180/1260 mm, FLI ML 16803-65 und $H\alpha$:[OIII]:[SII]:R:G:B = 540:500:620:5:5:5 min. *Credit: Rolf Geisinger.*

Mitbewegte Entfernung 1680, 1685, 1688
 Mitgliedschaft in der BAV 1548
 Mittelalter-Minimum 868
 Mittelwert 1769
 Mittlere Anomalie 1046, 1060, 1452
 Mittlere Distanz 1101
 Mittlerer Fehler des Mittelwerts 1769
 Mittlerer Fehler einer Messung 1769
 Mizar 1413
 Mizar-Alkor 50
 Mneme 943
 MN Lupi 1190
 Modellrechnung Sternaufbau 1160
 Modernes Maximum 870

Modifizierte Newton'sche Dynamik 1601
 Modifiziertes julianisches Datum 764
 Moilanenbogen 80
 Molekulargewicht 1198
 Molekülbildung 1303
 Molekülwolken 1178, 1181, 1188, 1190
 Monatslängen 762
 Mond 240
 Farben 439
 Polarisation 439, 441, 443
 Radiostrahlung 481
 MOND. *Siehe* Modifizierte Newton'sche Dynamik
 Mondbahn 895
 Mondberghöhen 904

Monde
 Eris 982
 Haumea 981
 Jupiter 942
 Mars 937
 Neptun 965
 Pluto 979
 Quaoar 981
 Saturn 953
 Uranus 961
 Mond (Erdmond) 915, 933
 Albedo 917
 Atmosphäre 917
 Bahndaten 915
 Finsternisse 907
 Flächenhelligkeit 166

- Helligkeit 713
 Höhenbestimmung 904
 Kraterdurchmesser bestimmen 897
 Krater zeichnen 899
 Libration 894
 Magnetfeld 917
 Physische Daten 916
 Sternbedeckung 895
 Überblick 891
 Mondfinsternis 166, 907–909
 Flächenhelligkeit 166
 Mondgebirge
 Alpen 903
 Apenninen 179, 905
 Karpaten 898
 Mondhalo 83
 Mondkalender 761
 Mondknoten 741
 Mondkrater
 Aliacensis 163, 241
 Alphonsus 241
 Archimedes 241
 Aristillus 241
 Arzachel 241
 Autolycus 241
 Birt 241
 Clavius 240
 Deslandres 241
 Eratosthenes 179
 Eratosthenes 241
 Kopernikus 227
 Maginus 179, 240
 Plato 241
 Ptolemäus 241
 Purbach 241
 Stüfler 163
 Thebit 241
 Tycho 179
 Walter 163, 241
 Werner 163, 241
 Mondkrater und -formationen
 Albategnius 906
 Alpentäl 903
 Catharina 899
 Clavius 904, 907
 Copernicus 898 f.
 Cyrillus 899
 Eratosthenes 905
 Fauth 898
 Plato 903
 Regenbogenbucht. *Siehe* Sinus Iridium
 Sinus Iridium 895
 Theophilus 899
 Tycho 894
 Mondschildung 766
 Mondsichelnebel 1315, 1339 f., 1345 f.
 Monoceros. *Siehe* Einhorn
 Monochromator 314
 Monophosphan 1107 f.
 Monozentrisches Okular 117
 Montierung 131
 azimuthal 131
 EQ6-Montierung 135
 Losmandy 135
 Meade LX200 134
 parallaktisch 132
 Moon Zoo (Zooniverse) 625
 Moravian 185
 Moravian Instruments 196
 Morgenweite 744
 MORO 1532
 Morphologie 1316
 Morphologie-Dichte-Relation 1614
 Moxon-Antenne 493
 MRC 1138–262 1598
 MS0735.6+7421 1649
 MSH 11–61A 1576
 MS-T5 (Raumsonde) 1729
 M-Theorie 773
 MTV 12V6HC-EX 181
 Multifrequenzanalyse 622
 Mundilfari 955
 MuniWin (Software) 292, 1846
 Photometrie 294
 Muon Hunter (Zooniverse) 625
 MWIR 526 f.
 My Arae 1082
 My-Cephei-Sterne 1463
 My Cygni 1414
 My Draconis 1413
 Myonen 540 f., 768, 1693, 1697
 M-Zapfen 698
-
- N**
 Nabla 1150, 1161
 Nachbearbeitung am PC 214
 Nachführfehler 134
 Nachführung 157, 191
 Nachgeführte Kamera 159
 Nachleuchten 1245, 1250
 Nacht 87
 Nachthimmellicht 75
 Nachtleuchtende Wolken 78 f.
 Nadelgalaxie 679, 1595, 1621
 Näherungsverfahren nach Newton 1774
 Naiade 965
 NANOGrav. *Siehe* North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves
 Nanotracker 192
 Narrow Line Region 1646, 1656
 Narvi 955
 NASA/IPAC Extragalactic Database 1775, 1777, 1785
 Nasmyth 92, 94
 Nasmyth-Cassegrain 93
 Natrium-22 1561
 Natrium-Doppellinie 334 f., 352
 Natriumkarbonat 976
 Natriumschicht 465
 Nautische Dämmerung 87
 Navy Prototype Optical Interferometer 464, 1210
 Near Earth Asteroid 971
 Near Earth Comet 971
 Near Earth Object 971
 Nebelfilter 150, 209
 Nebelspektrum 1489
 Nebelveränderliche 1470
 Nebensonne 80 f., 83
 Nebularhypothese 1068
 NED. *Siehe* NASA/IPAC Extragalactic Database
 Neigung der Rotationsachse 915
 NEODYMIUM Mond- und Skyglow-Filter 150
 Neonbrennen 1201
 Neptun 915, 964, 1075
 Albedo 917
 Atmosphäre 917, 964
 Bahndaten 915
 Beobachtung 965
 Innerer Aufbau 964
 Magnetfeld 917, 964
 Monde 917, 965
 Oberfläche 964
 Physische Daten 916
 Ringsystem 964
 Temperatur 964
 Winde 964
 Neptun-Trojaner 970
 Nereide 965
 Neso 965
 Netzhaut 698
 Neubedampfung 108
 Neutralino 773
 Neutrino-Observatorium 542
 Neutrinos 768, 1685
 Neutrinostrahlung 1572
 Neutronen 768, 1699
 Neutronensterne 1201, 1216 f., 1239–1252
 Dichte 1241
 Dreischalenmodell 1257
 Entstehung 1239
 Magnetfeld 806, 1239, 1241
 Verschmelzung 1268
 Zweischalenmodell 1257
 Neutrosphäre 56
 New General Catalogue 1776
 New Gravitational Wave Observatory 552
 New Horizons (Raumsonde) 979 f., 1731, 1734
 New Horizons (Sonde) 978
 New Technology Telescope 450
 Newton 90, 92

Newton-Fokus 97
 N-Galaxien 1657
 NGC. *Siehe* New General Catalogue
 NGC 104 1633
 NGC 188 1319, 1377
 NGC 205 1595
 NGC 221 1595
 NGC 224 1595
 NGC 246 1357
 NGC 253 1613
 NGC 281 1315, 1318 f., 1346, 1380
 NGC 292 1595, 1633
 NGC 362 1633
 NGC 457 49, 1346, 1377 f., 1380
 NGC 581 1377
 NGC 598 1595
 NGC 650 1357, 1361
 NGC 651 1361
 NGC 660 1892, 1897
 NGC 869 244, 1377, 1379
 NGC 884 244, 1377, 1379
 NGC 891 1595, 1621
 NGC 896 1346 f.
 NGC 1260 1575
 NGC 1275 481, 1595, 1657
 NGC 1277 1649
 NGC 1342 1377, 1379
 NGC 1365 1623
 NGC 1432 1377
 NGC 1499 1315, 1319, 1348, 1350
 NGC 1569 1613
 NGC 1579 1315, 1320
 NGC 1600 1649
 NGC 1912 1377
 NGC 1952 1258, 1579
 NGC 1960 1377
 NGC 1976 1315
 NGC 1982 1315
 NGC 2000-Katalog 1777
 NGC 2022 1357, 1362
 NGC 2023 1315, 1324
 NGC 2024 1315, 1322, 1324
 NGC 2068 1314 f., 1322 f.
 NGC 2070 1315, 1633
 NGC 2071 1314 f., 1322 f.
 NGC 2099 1377
 NGC 2158 1349, 1377, 1383
 NGC 2168 1377
 NGC 2174 529 f., 1315, 1326, 1349
 NGC 2175 1326, 1348 f.
 NGC 2237 481, 1315, 1326 f.
 NGC 2238 1314, 1326 f.
 NGC 2239 1314, 1326 f.
 NGC 2244 1314, 1326 f., 1377, 1380
 NGC 2246 1314, 1326 f.
 NGC 2261 425
 NGC 2264 1315, 1328, 1348, 1865
 NGC 2346 1357
 NGC 2371 1357, 1362
 NGC 2372 1357, 1362
 NGC 2392 1357, 1363
 NGC 2523 1595
 NGC 2632 1377
 NGC 2682 1377
 NGC 2736 1583
 NGC 2808 1385
 NGC 2818 1219
 NGC 3031 1595
 NGC 3034 1595, 1612
 NGC 3132 1235
 NGC 3368 1595
 NGC 3372 1117, 1330
 NGC 3587 1357
 NGC 3603 A1 1117
 NGC 3623 1595
 NGC 3627 1595
 NGC 3628 46, 1595, 1624
 NGC 3842 1648 f.
 NGC 4013 1595
 NGC 4038/4039 1610, 1627
 NGC 4151 1657
 NGC 4303 1595
 NGC 4321 1595
 NGC 4395 1657
 NGC 4485 673, 1609
 NGC 4486 1595
 NGC 4490 673, 1609
 NGC 4536 1880
 NGC 4565 679, 1595, 1621
 NGC 4567/4568 46, 1595, 1625, 1628
 NGC 4594 1595, 1611
 NGC 4631 1595, 1621, 1628
 NGC 4647 1595, 1628
 NGC 4649 1595, 1628
 NGC 4650A 1611
 NGC 4656 1595, 1621, 1628
 NGC 4676 1595, 1628
 NGC 4736 1595
 NGC 4826 1595
 NGC 4889 1648 f.
 NGC 5024 1385
 NGC 5128 481, 1610
 NGC 5139 1385–1387
 NGC 5194/5195 1595, 1630
 NGC 5195 1630
 NGC 5216 1873
 NGC 5218 1873
 NGC 5272 1385
 NGC 5457 1595
 NGC 5474 1606
 NGC 5477 1606
 NGC 5866 1595
 NGC 5904 1385
 NGC 6027 1595
 NGC 6144 1190
 NGC 6205 1385
 NGC 6218 1385
 NGC 6240 1611
 NGC 6254 1385
 NGC 6302 1360
 NGC 6334 1332
 NGC 6341 1385
 NGC 6514 1315, 1335
 NGC 6523 1315, 1336
 NGC 6530 1336 f.
 NGC 6543 1357, 1359, 1366 f.
 NGC 6611 1314 f., 1337
 NGC 6618 1315
 NGC 6656 1385
 NGC 6705 1377
 NGC 6720 1357, 1370
 NGC 6791 1377
 NGC 6838 1385
 NGC 6853 1357, 1369
 NGC 6888 1315, 1339, 1345, 1885
 NGC 6910 1340
 NGC 6913 1377
 NGC 6946 1595
 NGC 6946-BH1 1218
 NGC 6960 1584, 1868
 NGC 6974 1579
 NGC 6979 1579
 NGC 6992 1579, 1584
 NGC 6995 1579, 1584
 NGC 7000 48, 530, 1315, 1340 f.
 NGC 7009 1357, 1369
 NGC 7023 1315, 1319, 1342
 NGC 7027 482
 NGC 7078 1385
 NGC 7092 1377
 NGC 7129 1353
 NGC 7293 1357, 1371 f.
 NGC 7317–7320 1595, 1630
 NGC 7331 1595, 1623
 NGC 7380 1876
 NGC 7635 49, 1315, 1319, 1343, 1346, 1380
 NGC 7654 1377
 NGC 7662 1357, 1373
 NGC 7727 1654
 NGO. *Siehe* New Gravitational Wave Observatory
 NGR (Satellit) 1734
 Nichtfusor 1147
 Nichtrelativistische Entartung 1228
 Nickel-56 1559–1561
 Nickelhäufigkeit 1557
 Nipptide 911
 NIR 526 f.
 NIR preflashing 178
 Nix 980
 Nizza-Modell 1072
 NML Cyg 1121, 1187
 NOAA 12670 843
 NOAA-Nummer 865
 Nobelpreis 563, 569, 781
 NOMAD-Katalog 1777
 Nooelec NESDR SMart v4 500
 Nordamerikanebel 48, 530, 532 f., 1315, 1339–1341, 1345



Abbildung P.7 Wechselwirkende Galaxien Arp 316 mit Spur des Kleinplaneten (727) Nipponia, aufgenommen mit 18" Newton f/4.5, SBIG ST-10XME und Astrononik Typ II.c, L:R:G:B = 274:40:50:80 min. *Credit: Astro-Kooperation.*

Nördliche Krone 47
 Nördlicher Trifidnebel 1315, 1320
 Nordlichter 76
 Nördlinger Ries 1020
 Nordwinkel 880
 Normaarm 1290 f.
 Normalmaximum 1506, 1508
 Normalvergrößerung 122
 North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves 555
 Notebook 188
 Nova Aquilae 1919 1230
 Nova Cas 2021 1309
 Nova Cassiopeiae 2021 1496
 Nova Cygni 1975 1492
 Nova Cygni 1992 1492
 Nova Delphini 2013 1493
 Novae 732, 1473, 1484
 Novaereignis 1215
 Nova V339 Del. *Siehe* Nova Delphini 2013
 Nova V616 Mon 1271
 Nova V1405 Cas. *Siehe* Nova Cassiopeiae 2021
 NPOI 464
 NSV 14555 1373
 NSVS 582, 585, 603, 677
 NSVS 5029041 674, 1525–1528, 1530

NTD 475
 NTP-Server 896
 NTT. *Siehe* New Technology Telescope
 Nukleare Zeitskala 1196
 Nuklearreaktionen 1138
 Nukleonen-Ära 1699
 Nukleosynthese 1138
 Nulling-Interferometer 1081
 Nullpunktkorrektur 271 f.
 Nutation 740 f.
 Nyquist-Shannon-Abtasttheorem 187
 Nysa 985

O

Obashev et al. 855
 Oberfläche
 Erde 932
 Jupiter 940
 Mars 934
 Merkur 921
 Neptun 964
 Saturn 951
 Uranus 960
 Venus 923
 Oberflächentemperatur 1125
 Oberon 962
 Oberton-Pulsierer 1211

Objekte für Teleobjektive 1345, 1380, 1631
 Objektiv 103
 Achromat 104
 Apochromat 104
 Linsenobjektiv 104
 Spiegelobjektiv 108
 Vergütung 108
 Objektivfilter 860, 863
 Objektivgitter 329
 Abbildungsqualität 338
 Genauigkeit 337
 Objektivsysteme 153
 Observatoire Virtuel France 576
 Obsidian 1088
 Obstruktion 100
 Occator (Ceres) **976**
 (O–C)-Diagramm 1532
 OCO. *Siehe* Oort'sche Kometenwolke
 Odd Radio Circle 488
 OE5JFL 505
 Off-Axis-Guider 135
 Offene Sternhaufen 1375
 Beobachtungsobjekte 1378
 Öffnungsfehler 92, 101
 Öffnungsverhältnis 120
 Öffnungswinkel 807
 Öffnungszahl 120
 optimale 187

Offset 203
 OGLE 583, 585, 1668
 Ogle-2005-BLG-390 1086, 1668
 Ohara , 107
 OJ287 559, 564, 557
 Ökosphäre 1101
 Okular 114
 Abbe 116
 Axiom 117
 Classic Ortho 116
 Erfle 116
 eudiascopisch 117
 Kellner 117
 monozentrisch 117
 Nagler 116
 Ortho 116
 orthoskopisch 117
 Panoptic 117
 Pentax XL/XW 117
 Plössl 116
 Steinheil 117
 Ultima 117
 Okularrevolver 150
 Okulartypen 115
 OL217 1437 f.
 Oligarchisches Wachstum 1070
 Olivin 932, 976, 1303
 Olympus Mons 934
 OMC 583, 585, 604. *Siehe* Orion Molecular Cloud
 Omega Centauri 1385–1387
 Omega Leonis 1414
 Omeganebel 1315, 1336, 1338
 Omikron Cephei 1413, 1445
 ONC. *Siehe* Orion Nebula Cluster
 ONeMg Weißer Zwerg 1229
 OneWeb 1736
 Oort-Minimum 868
 Oort'sche Kometenwolke 982, 995
 Opal 934
 Opazität 1151
 OpenCamera (Software) 196, 1842
 OpenFringe (Software) 111
 Ophelia 962
 Opposition 937 f.
 Oppositionshelligkeit 958
 Optical Gravitational Lensing Experiment 1668
 Optimale Brennweite 187
 Optische Abbildungsfehler 99
 Bildverzerrungen 102
 Bildwölbung 101
 Kugelgestaltsfehler 101
 Reflexionen 103
 Verzeichnung 102
 Optische Dichte. *Siehe* Optische Tiefe
 Optische Qualitätsprüfung. *Siehe* Qualitätsprüfung
 Optisches Interferometer 454
 Optische Tiefe 482 f., 838

Orcus 970, 973
 Organische Moleküle 1304
 Ori A 481
 Orion 45
 Orionarm 1291
 Orioniden 999, 1017
 Orion-Loop 1321
 Orion Molecular Cloud 1426
 Orionnebel 45, 481, 483, 1315, **1321 f.**, 1348
 Filtervergleich 172
 Orion Nebula Cluster 1321
 Orionspektrum 1489
 Orionveränderliche 1470
 Orthosie 943
 Ortszeit 758
 OSIRIS 1001, 1003
 Oskar-Lühning-Teleskop 31
 Osram Duluxstar 360
 Osterformel 766
 Ostergrenze 766
 Osthoff'schen Skala 718
 'Oumuamua **982**
 Oversampling 187
 Overwhelmingly Large Telescope 449
 OWL. *Siehe* Overwhelmingly Large Telescope
 Ozonschicht 57
 OΣ410 1414
 OΣ525 1414

P

P17-Mittelung 875
 P172+18 1672
 Paaliaq 955
 Paarerzeugung 1698
 Paarinstabilitäts-Supernova 1556
 Paarvernichtung 1698
 Pacman-Nebel 1315, 1318 f., 1346, 1380
 PAF 478
 Pallas 967 f., 973, 985
 Bahnelemente 1044
 Pallas-Familie 971
 Pallene 955
 Pan 952, 955
 Pandia 943
 Pandora 955
 Panoptic (Okular) 117
 PAPA-Detektor 455
 Parabel 1034, 1036, 1041, 1529
 Parabelbahn 1046
 Parabelnahe Bahnen 1047
 Parabolantenne 496
 Parabolisch gebremste Expansion 1673
 Parabolspiegel 101, 475
 Parallaktische Montierung 132
 Parallaxe 724
 Dispersions- 728
 photometrische 727
 tägliche 1055
 trigonometrische 724
 jährliche 724
 Reichweite 725
 säkulare 725
 tägliche 725
 Parallaxensekunde 722
 Parallaxenwinkel 725
 Parallaxe, topozentrische 894 f.
 Parallellinienmethode 1517, 1523
 Parkes 468
 Parkes Pulsar Timing Array 554 f.
 Parry-Bogen 80–82
 Parsec 722
 Paschen-Kontinuum 695
 Pasiphae 944
 Pasithee 944
 Patrochus-Gruppe 970
 Pauli-Prinzip 1558
 Pauspapiermethode 1518, 1524
 Pavo-Indus-Superhaufen 1616
 PC-Software 1838
 PC-Systemzeit 896
 P Cygni 365, 742, 1166, **1480**
 Balmerdekrement 1309
 Spektrum 387
 P-Cygni-Profil 1251, 1480
 PEC. *Siehe* Periodic Error Correction
 Pegasus 51
 Pekuliare Sterne 1115
 Pelikannebel 530, 1315, 1340 f., 1345
 Pencil Nebula 1583
 Penelope 985
 Pentax XL/XW (Okular) 117
 Penumbra 854, 876
 Breite 840, 852 f.
 Per A 481
 Peranso (Software) 1522
 Perdita 962
 Periastron 1410, 1479
 Periastrondrehung 564
 Periheldistanz 1060
 Periheldrehung 762
 Periheldurchgang 1061
 Period04 (Software) 620, 1847
 Periode 1209, 1255
 Periodenänderung 1408, 1532
 Perioden-Leuchtkraft-Beziehung 731
 Periodenverbesserung 657
 Periodic Error Correction 134
 Periodika 1779
 Perlmutterwolken 57
 Perlschnurphänomen 890
 Perowskit 932
 Perseiden 1017, 1019
 Perseus 49
 Perseusarm 1290 f.

- Perseushaufen 1614
 Perseus-Superhaufen 1615
 Perseverance (Raumsonde) 1732
 Personal Solar Telescope 860
 Petavius (Mondkrater) 901
 Petzval-Apochromat 107
 Pevatron 540
 Pfeil 48
 Pferdekopfnebel 45, 1315, 1322–1324, 1348
 Pflege der Optik 131
 PG 1115+080 1662, 1666
 PG 1159-Sterne 1237
 PG 1159-Sterne 1232
 PG 1159-Typ 1207
 PG 1550+131 1402
 PGC. *Siehe* Principal Galaxies Catalogue
 PGC 2248 1611
 PGC HyperLEDA 1776
 Phaedra 985
 Phaethon 968
 Phantom-Energie 1713 f., 1716
 Phasennarray 475
 Phasennarray-Einspeisung 478
 Phasengeschwindigkeit 783
 Phasensprung 1534
 Phasenwinkel 925
 PHA-Typ 972
 Phi-Cassiopeiae-Haufen 49, 1319, 1377 f., 1380
 Philae (Raumsonde) 1003, 1731, 1735
 Philophrosyne 943
 Phobos 937
 Phocaea-Gruppe 971
 Phoebe 955, 958
 Phoebe-Ring 952
 Phoenix (Raumsonde) 937, 1731
 Phosphatkron 786
 Phosphan. *Siehe* Monophosphan
 Photaron , 107
 Photodesintegration 1558
 Photoeffekt 782
 Photographie 862
 analog 1749–1758
 Photographische Photometrie 248
 photodigital 248
 photoelektrisch 248
 photometrisch 248
 photospektroskopisch 249
 photovisuell 248
 Photoionisation 75
 Photometrie 60, 363, 1750–1758
 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1517
 Interpolationsmethode nach Pickering 253
 künstliche Vergleichsquelle 252
 lichtelektrisch 248
 Lichtkurve 1505
 mit Fitswork 293
 mit Muniwin 294
 (O–C)-Diagramm 1532
 photodigital 248
 photoelektrisch 248
 photographisch 248
 photometrisch 248
 photospektroskopisch 249
 photovisuell 248
 Smartphone 212
 Stufenschätzmethode nach Argelander 254
 Umrechnungsfunktion 249, 255
 Vergleichssterne 1499
 visuell 250
 Photometrie am Tage 289
 Photometriesoftware 292
 Photometrische Doppelsterne 1400
 Photometrische Parallaxe 727
 Photometrische Systeme 692
 Photonen 768, 771
 Photonen-Ära 1689, 1700
 Photonengas 1228
 Photoobjektiv 106
 Photosphäre 487, 834, 859, 1216
 Photostativ für Smartphone 232
 Physik der Radiostrahlung 482
 Phytoplankton 1106
 Pi Aquilae 1414
 Pi Bootis 1413
 Pi Cephei 1414
 Pickering'sche Interpolationsmethode 253, 1011
 Pickerings Dreieck 1579
 Pickering-Skala (Luftqualität) 67
 Pierre-Auger-Observatoriums 540
 Pilar. *Siehe* Lichtsäule
 Pinwheel-Galaxie. *Siehe* Feuerradgalaxie
 Pioneer 11 952
 Pioneer (Raumsonde) 1730
 Pionen 768, 1140
 virtuelle 768
 Pismis 24-1 1116
 Pixel-Binning 186
 Pixelgröße 186
 maximale 322
 Pixelvereinigung 186
 PixInsight 293
 PixInsight (Software) 1844
 Planck-Ära 1689, 1692
 Planck-Blase 1691–1693
 Planck-Dichte 775, 1692
 Planck-Länge 774, 1692
 Planck-Masse 1691
 Planck (Satellit) 1705 f., 1709, 1733 f.
 Planck'sche Elementarlänge. *Siehe* Planck-Länge
 Planck'sche Strahlung 1690
 Planck-Temperatur 1692
 Planck-Zeit 774, 1692 f.
 Planemo 915
 Planet
 Definition 1147
 Planet 9 (Zooniverse) 625
 Planet A (Raumsonde) 1729
 Planetarische Nebel 171, 1236, 1215, 1355–1374, 1218
 Einzelobjekte 1359
 Abell 39 1365
 Blauer Schnellball 1373
 Eskimonebel 1363
 Eulennebel 1363
 Katzenaugennebel 1366
 Ringnebel in der Leier 1370
 Ringnebel NGC 246 1360
 Saturnnebel 1369
 V838 Mon 1373
 Planetariumssoftware 39
 PlanetarySystemStacker (Software) 1841
 Planeten 913–966
 Albedo 917
 Bahnen 915
 Bahngeschwindigkeit 916
 Beobachtung 919
 Filter 920
 Vergrößerung 920
 Breitengrade 748
 Definition der Oberfläche bei Gasplaneten 919
 Eigenenergiefaktor 918
 Fluchtgeschwindigkeit 916
 Gravitationsbeschleunigung 917
 Himmelsrichtungen 747
 Innerer Aufbau 919
 Koordinaten 747, 750
 Längengrade 749
 Physische Daten 916
 Positionswinkel 748
 Rotationsachse 748, 915
 Temperatur 918
 Planetenaberration 1054
 Planetenbahnen 1033–1044
 Planetenpräzession 740
 Planetenspektren 349
 Planetesimale 1069
 Planet Four (Zooniverse) 625
 Planet Hunters (Zooniverse) 625
 Planet Neun 1077
 Planetographische Koordinaten 747
 Planetoiden 915, 967, 1015. *Siehe* auch Kleinplaneten; *Siehe* auch Zwergplaneten
 Bahnbestimmung 984
 Bahndaten 915
 Beobachtung 984
 Chiron 977
 Entdeckung 967
 Florence

- 977
 Griechen 970
 Hecuba-Lücke 970
 Helligkeitsbestimmung 984
 Hestia-Lücke 970
 Juno 967
 Kommensurabilitäten 970
 Kuiper Belt Objects 979
 Kuiper-Gürtel 969
 Orcus 970
 Pallas 967
 Plutoide 979
 Positionsbestimmung 984
 Quaoar 970, 981
 Sedna 970, 982
 Sternbedeckungen 988
 Trans-Neptun-Objekte 979
 Trojaner 970
 Übersicht 967
 Varuna 970
 Vesta 967
 Planetoidengürtel 1073, 1075
 Planet X 996, 1076
 PlaneWave IRDK 527
 Plasma-Epoche 1700
 Plasmafrequenz 482
 Plasmawolken der Sonne 74
 Plateau 1989N4R 964
 Platin 571, 1263, 1476
 Plato (Mondkrater) 241, 903, 910
 Platonisches Jahr 740
 PLATO (Raumsonde) 1733f.
 Plattenkonstanten 1009
 Plattentektonik 1102
 Pleione 632, 1477, **1479**, 1498
 Plejaden 45, 286, 393, 1376 f., 1379, 1381f., 1394, 1397, 1755–1758
 Polarisation 432
 Perion 1579
 Plössl-Okular 116
 Plutinos 969, 971
 Pluto 914 f., 968, 970, 973, 978 f., 1075
 Atmosphäre 917
 Bahndaten 915
 Bahnelemente 1044
 Charon 979
 Hydra 980
 Monde 917, 979
 Nix 980
 Physische Daten 916
 Sputnik Planum 978f.
 Tombaugh Regio 978
 Plutoide 914, 979
 P.M. Planetarium (Planetariums-
 software) 39
 Pogson-Methode 1517
 Point spread function 264
 Polariogramm 401
 Polarmeter mit Wollaston-
 Prisma 1741–1748
 Polaris 1444
 Polarisation 399–446, 1715
 Einzelobjekte
 41P/Tuttle-Giacobini-
 Kresák 420
 Arp 299 439
 C/2015V2 (Johnson) 420
 C/2022E3 (ZTF) 420
 CQ Cephei 429
 Gamma Cassiopeiae 421
 GP Cephei 430
 Messier 81 435
 Messier 82 436
 Mond 441
 WR 136 428
 Galaxien 435
 Himmelslicht 402, 410
 Hintergrund subtrahieren 411
 instrumentelle P. 410
 interstellare P. 423, 431, 1305
 Kometen 419
 Mond 441
 Quellen 399
 Software 445
 Theorie 399
 Umgebungssterne 422
 Wolf-Rayet-Sterne 428
 Polarisationsdiagramm 430, 437 f.
 Polarisationsfilter 404
 Polarisationsgrad
 Definition 400
 Polarisationskamera 404, 406
 Polarisationskarte 437
 Polarisationspektroskopie.
Siehe Spektropolarimetrie
 Polarlicht 76
 auf anderen Planeten 76
 Uranus 961
 Polarlichtlinien 75
 Polarringgalaxie 1611
 Polarstern 50, 707, 713, 740, 1210, 1444
 Polaufnahme 158
 Polaufnahme mit Smartphone 242
 Polhöhenfehler 137
 Pollux 45, 347, 370, 1134
 Polregion 1753–1758
 Polsequenz 274 f., 708 f.
 Polsucher 135, 150
 Polydeuces 955
 Polymerfolie 860
 Polynom 1518
 Poppin' Galaxy (Zooniverse) 625
 Populationen 1114
 Population I 1114
 Population II 1114
 Population-II-Cepheiden 1461
 Population III 1114
 Poren 834f.
 Porrima 46, 1423
 Portia 962
 Positionsbestimmung 984
 Positionswinkel 748
 Doppelsterne 1436
 Planeten 748
 Potentially hazardous asteroid 972
 Potentielle Zeitskala 1196
 Potsdamer Farbskala 718
 Poynting-Robertson-Effekt 86, 800, 1071
 pp-Reaktion 1139
 PPTA. *Siehe* Parkes Pulsar Timing
 Array
 Praemaximum-Spektrum 1488
 Praesepe 45, 287, 1376 f., 1380, 1383 f.
 Prager Becken 1021
 Praxidike 943
 Präzession 564, 740, 762
 geodätische 740
 Präzessionskonstanten 740
 Preflashing 178
 Preise 153, 170, 174
 Astrokameras 185
 Barlowlinse 118
 Beschichtung 145
 Objektive 103, 153
 Okulare 115 f.
 Pressmann-Camichel 92
 Pre-white dwarfs 1232
 Primärfokus 97
 Primärhorn 480
 Primärspiegel 92
 Principal Galaxies Catalogue 1776 f., 1785
 Prisma 793 f.
 ProAm-Kampagnen 629
 Procyon 45
 Profil von Spektrallinien 375
 Progenitor 1569
 Programmcode 1442
 Ephemeriden 1053
 Julianisches Datum 764
 Kosmologische Entfernungen 1688
 Sternaufbau 1156 f.
 Wahre Anomalie 1047–1049
 Programmsterne der BAV 641
 Projekt H0LiCOW 1671
 Projektionsaufnahmen 156, 163, 864
 Projektionsschirm 151
 Prokakis 855
 Prokyon 369, 746
 Prometheus 955
 Propionaldehyd 1002
 Propylid 1069
 Prospero 962
 Protein 1101
 Proteus 965
 Protogalaxien 1689, 1692
 Protonen 768, 1139–1141, 1699
 Protonengürtel 811
 Protonosphäre 56

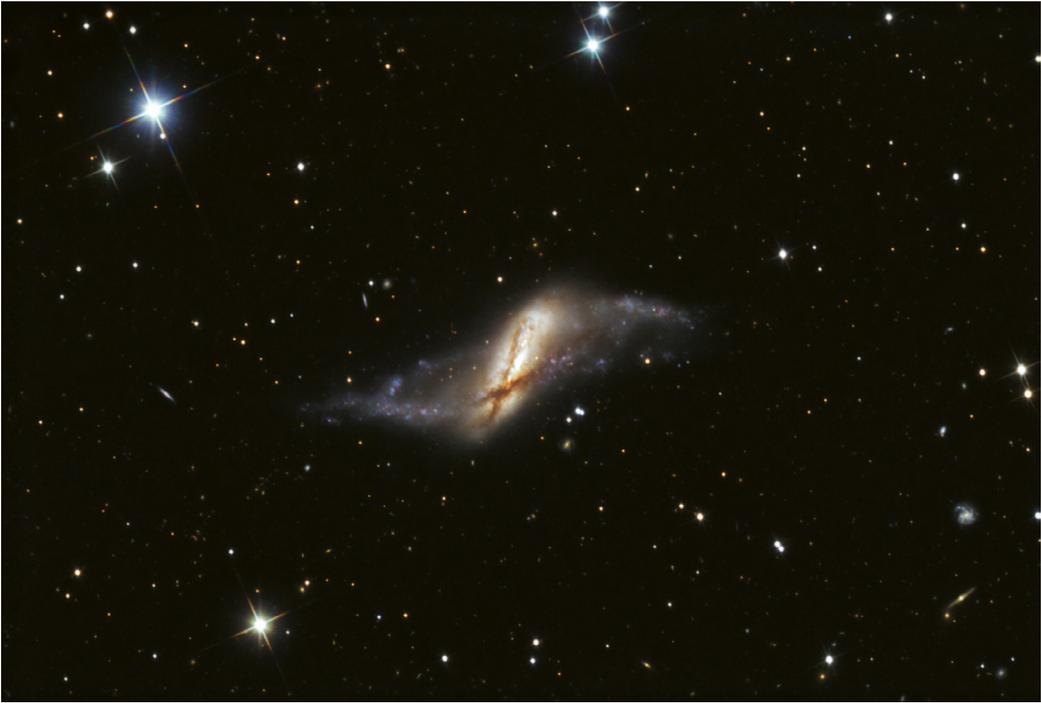


Abbildung P.8 Wechselwirkende Galaxie NGC 660, aufgenommen mit 18" Newton f/4.6, SBIG ST-10XME und Astronik Typ II.c, L:R:G:B = 296:76:95:152 min. *Credit: Astro-Kooperation.*

Proton-Proton-Reaktion 1139, 1152
 Protoplaneten 1069
 Protostern 818
 Protosterne 1187, 1190
 Protuberanzen 832, 834, 859, 889
 Flächenhelligkeit 166
 Protuberanzenansatz 151, 859
 Proxima Centauri 1088
 Psamathe 965
 Pseudokontinuum 386
 PSF. *Siehe* Punktspizfunktion
 PSF-Verfahren 265 f., 268
 PSR 0737–3039 564
 PSR 0833–45 1259
 PSR 0943+10 1262
 PSR 0950+08 1260
 PSR 1257+12 1082, 1262
 PSR 1737–30 1262
 PSR 1913+16 559, 562, 557
 PSR J0348+0432 1263
 PSR J0901–4046 1264
 PSR J0952–0607 1264
 PSR J1653–0158 1263
 PSR J1719–1438 1263
 PSR J1748–2446ad 1258
 PSR J1913+1102 1263
 PSR J1915+1606 562, 1263
 PSR J2144–3933 1264
 Psyche 985, 987

Psyche (Raumsonde) 1732
 Ptolemäisches Weltbild 1067
 Ptolemäus (Mondkrater) 241
 Puck 962
 Pulsare 479, 505, 807, 1253–1264
 Alter 1256
 Altersverteilung 1257
 Durchmesser 1254
 Einzelobjekte 1258
 Centaurus-Pulsar 1261
 Herkules-Pulsar 1260
 Krebsnebel-Pulsar 1258
 PSR 1913+16 557, 559, 562
 Vela-Pulsar 1259
 Vulpecula-Pulsar 1261
 Lebenserwartung 1255
 Magnetfeld 807, 1255
 Magnetfeldverteilung 1256
 Millisekundenpulsare 1258
 Periode 1255
 Periodensprünge 1257
 Periodenverteilung 1256
 Rotationsenergie 1254
 Schalenmodelle 1257
 Strahlungsleistung 1257
 Pulsar Timing Array 554
 Pulsarwindnebel 1259, 1579
 Pulsation der Sterne 1207
 Pulsationsinstabilität 1202, 1208

Pulsationsstreifen 1209, 1458
 Pulsationsveränderliche 1457 f., 1793
 Pumpmechanismus 484
 Punktecho 1026
 Punktlosigkeit 102
 Punktspizfunktion 263 f., 269, 640,
 653, 659, 661, 669, 674, 680
 Purbach (Mondkrater) 241
 Purkinje-Effekt 251
 Purkinje-Phänomen 698
 Purpurlicht 87
 Pushen 1756–1758
 Pyramidenstativ 141
 Pyrex 108

Q

Q 0023+171 1662
 Q 0957+561 1662, 1665
 Q 1145–071 1662
 Q 1146+111 1662
 Q 1146+111B 1667
 Q 1635+267 1662
 Q 2237+031 1662
 Q 2345+007 1662
 QCDM-Modelle 1716
 QHY 184 f.
 Q-Methode 1307

QPO. *Siehe* Quasi-periodic oscillation
 QSO 0957+061 1666
 QTT 468
 Quadrantenne 495
 Quadranten 1017
 Quadratische Regression 273, 1772
 Quadrupolkörper 565
 Qualitätsprüfung 108
 Foucault-Test 109
 Lyot-Test 110
 Restchromasie 111
 RGB-Chromasie-Test 113
 Ronchi-Test 109
 Stern-Test 109
 Qualität von Sonnenbeobachtungen 877
 Quallennebel 481, 1348, 1579, 1582
 Quantenausbeute 186
 Quantenchromodynamik 772
 Quantenelektrodynamik 772, 1141
 Quantenfeldtheorien 772 f.
 Quantenfluktuation 776
 Quantengravitation 773
 Quantenkondensat 1269
 Quantenmechanik 1141
 Quantenobjekte 774
 Quantenrauschen 547, 557
 Quantenschlaufengravitation 1715
 Quantenschleifengravitation 774
 Quantenstatistik 1698
 Quantentheorie 1141, 1277
 Quantenvakuum 1709
 Quantisierungsrauschen 201
 Quaoar 970, 973, 981
 Weywot 981
 Quark-Ära 1689, 1697
 Quark-Nova 1586
 Quarks 769 f., 1242, 1693
 Quarksterne 1246
 Quarzbeschichtung 108
 Quarzschicht 145
 Quarzversiegelung 145
 Quasar 819
 Quasare 1643, 1652, 1689, 1704
 Quasarpopularität 1692
 Quasi-periodic oscillation 1244
 Quellennachweis 1817
 Quintessenz 1713 f., 1716
 Quintuplet Cluster 1297

R

R13-Mitteilung 875
 R136 1332
 R/1986 U2 961
 R/2003 U1 961
 R/2003 U2 961
 Radarsender GRAVES 492
 Radialgeschwindigkeit 377, 1123
 Radioaktiver Zerfall 1102, 1560 f.

Radioastronomie für Amateure 489
 RadioAstro (Satellit) 471
 Radiofenster 58
 Radiofrequenzbereich 468
 Radiogalaxien 1654
 Radio Galaxy Zoo (Zooniverse) 625
 Radiointerferometer 453, 468
 Radiokamera 475, 478
 Radiokarte 519
 Radiomessungen 485
 Radio Meteor Zoo (Zooniverse) 625
 Radio-Quasar-ICRS 743
 Radioquellen 480 f.
 Radioteleskope 467 f.
 Radioteleskop für Amateure 511, 517
 Radioteleskop ›Spider 230‹ 517
 Radius 1137, 1222
 Bedeckungsveränderliche 1122
 Bestimmung des Durchmessers bei Bedeckungsveränderlichen 1406
 Interferometrie 1122
 Masse-Radius-Beziehung 1122
 Sternbedeckung 1122
 Sterne 1121
 Radiusbestimmung
 Doppelsterne 1405
 Rahmenmontierung 132
 Randstoßwelle 815
 Ranger (Raumsonde) 1730
 Rasierklinge 110, 314
 Ratan600 468
 Raumdehnung 1679
 Raumkrümmung 564, 1673, 1685
 Raumsonden 1729–1736
 Raumzeiten 1269
 Rauschen 201, 321, 323, 343
 Rauschfilter 219
 Rauschreduzierung bei DSLR 202
 Rauschunterdrückung 214
 RAW-Format 200, 260
 Rayleigh-Kriterium 127
 Rayleigh-Strehl-Kriterium 199
 Rayleigh-Streuung 58 f.
 RBI-Effekt. *Siehe* Residual Bulk Image
 R-Corona-Borealis-Sterne 1471
 RC-Wert 111 f.
 Reaktionszeit 770 f.
 Redshift (Planetariumssoftware) 39
 Reducer 119, 150, 160
 Referenzfeld
 M67 705
 Polsequenz 707
 Referenzspektrum 349
 Referenzsterne 273, 653, 659, 661, 669, 672, 674, 680
 Referenzsystem
 Koordinaten 743
 Reflektor 151
 Cassegrain 94
 Kutter 96

Newton 93
 Ritchey-Chrétien 94
 Schmidt-Cassegrain 95
 Reflexion 789
 Reflexionen 103
 Reflexionsgitter 312
 Reflexionsgrad 145
 Reflexionsnebel 1316, 1397
 Reflexionsvermögen 108
 Refraktion 62
 Refraktor 91, 151 f.
 nach Kepler 91
 nach Petzval 91, 107
 Regel von Dawes 127
 Regenmeer. *Siehe* Mare Imbrium (Mond)
 Regenmenge 75
 RegiStar (Software) 1844
 RegiStax (Software) 222, 1845
 Regression
 lineare 273
 quadratische 273
 Regulus 746
 Reichweite 769–771
 Reichweite der Vorkommen 1739
 Reionisation 1692, 1702
 Reismontierung 192
 Reissner-Nordström-Loch 1266
 Reiterlein. *Siehe* Alkor
 Rektaszension 736, 1043
 Relativistische Entartung 1228
 Relativistisch entartete Materie 1216
 Relativistisch entartetes Gas 1198
 Relativitätstheorie 564, 1140, 1277
 Relativzahlen 833, 874
 Remote-Teleskope 97
 Repsold-Meridiankreis 27
 Residual Bulk Image 178
 Residual Saturation Image 178
 Reskalierung 1714
 Resonanzgruppen 971
 Restchromasie 107, 111
 Retardierte Zeit 1054
 Rezeptoren 698
 Rezeptordichte 699
 RGB-Chromasietest 113
 RGB-Systeme 699
 RGB-Trennung 265
 Rhea 955, 958
 Rheasilvia-Becken 977
 Rho Cassiopeiae 1121, 1578
 Rho Ophiuchi 1190
 Rho-Ophiuchi-Nebel 1190, 1345
 Richtungsmessung 723
 Riemann'sche Metrik 1673
 Riesen 1165
 Riesenast
 asymptotischer 1462
 Riesenmolekülwolken 1303
 Riesenstadium 1197, 1204

Rigel 45
 Rille (Mond) 892
 Rindlerkraft 772
 Ringdown 568
 Ringfamilie 1714
 Ringgalaxie 1611
 Ringgebirge (Mond) 892
 Ringnebel 48, 1357
 Ringsystem
 Jupiter 941
 Neptun 964
 Saturn 951
 Uranus 961
 Ringsysteme 1074
 Ringwall 904
 Ringwoodit 932
 Ritchey-Chrétien 92, 94
 advanced 94, 100
 R Monocerotis 425
 Roche'sche Fläche 563
 Roche'sche Grenze 1004
 Rocket Lab (Raumsonde) 1732
 Rohdatenbild 202
 Roma 985, 988
 Ronchi-Okular 339
 Ronchi-Test 109
 Röntgenblitze 1243
 Röntgenburster 1243, 1245
 Röntgendoppelstern 1251
 Röntgenpulsare 1243, 1260
 Röntgenteleskope 538
 Röntgenveränderliche 1472, 1794
 Rosalind 962
 ROSAT 583, 585
 Rosat (Satellit) 537, 563, 1733
 Rosetta (Raumsonde) 999, 1001, 1731, 1735
 Rosettennebel 481, 1315, 1326 f., 1348, 1377, 1380
 Ross 508 1089
 Rotating Radio Transients 1247
 Rotation 376, 381, 833, 1225, 1242, 1477
 Galaxien 1600
 Neutronensterne 1240
 schnell rotierende Sterne 382
 Sterne 1137
 Rotationsachse 748, 915
 Rotationseffekt 852
 Rotationsenergie 1254
 Rotationsgeschwindigkeit 833, 1128, 1241
 Rotationslichtkurve 984
 Rotationsprofil 376
 Rotationsveränderliche 1424, 1472, 1792
 Rotationsverbreiterung 376
 ROTSE 676
 Rötung 1306
 Rotverschiebung 1672, 1679, 1692 f.
 Rotverschiebungsentfernung 1685

r-Prozess 1200
 RRAT. *Siehe* Rotating Radio Transients
 RRAT J1819–1458 1247
 RR-Lyrae-Sterne 308, 672, 731, 1459
 Typ RRab 1459
 Typ RRc 1459
 Typ RRD 1460
 RSI-Effekt. *Siehe* Residual Saturation
 Image
 RS-Klassifikation 1614
 RSpec (Software) 344, 349, 1847
 RTL-SDR.COM V.3 499
 Rückläufige Monde 1075
 Ruheenergie 770 f.
 Rupes Recta (Mond) 902
 Russian Virtual Observatory 576
 Rutten-Maksutov 92, 95
 RV-Tauri-Sterne 1461
 RW Aurigae 1470
 RX Aurigae
 Beobachtungen nach Argelan-
 der 1503
 Lichtkurve 1508
 Vergleichssterne 1503
 RXJ185.35.3754 1246
 Rydberg-Konstante 797
 RZ Cassiopeiae
 Beobachtungen nach Argelan-
 der 1501
 Massenausstöße 1539
 Minimumsbestimmung 1519
 Modell als Vierfachsternsys-
 tem 1537
 (O–C)-Diagramm 1536
 Vergleichssterne 1500

S
 S5-HVS1 1295
 S10 64
 S/2000 J11 943
 S/2002 N5 965
 S/2003 J2 943
 S/2003 J4 943
 S/2003 J9 944
 S/2003 J10 944
 S/2003 J12 943
 S/2003 J16 943
 S/2003 J18 943
 S/2003 J19 943 f.
 S/2003 J23 944
 S/2003 J24 944
 S/2004 S3 953
 S/2004 S4 953
 S/2004 S7 956
 S/2004 S12 956
 S/2004 S13 955
 S/2004 S17 955
 S/2004 S21 956
 S/2004 S24 956
 S/2004 S28 956
 S/2004 S31 955
 S/2004 S36 956
 S/2004 S37 955
 S/2004 S39 956
 S/2006 S1 955
 S/2006 S3 956
 S/2007 S2 955
 S/2007 S3 955
 S/2009 S1 955
 S/2010 J1 944
 S/2010 J2 943
 S/2011 J1 943
 S/2011 J2 944
 S/2011 J3 943
 S/2016 J1 943
 S/2016 J3 943
 S/2016 J4 944
 S/2017 J1 944
 S/2017 J2 944
 S/2017 J3 943
 S/2017 J5 944
 S/2017 J7 943
 S/2017 J8 944
 S/2017 J9 943
 S/2018 J2 943
 S/2018 J4 943
 S/2019 S1 955
 S/2021 J1 943
 S/2021 J2 943
 S/2021 J3 943
 S/2021 J4 944
 S/2021 J5 944
 S/2021 J6 944
 S/2021 N1 965
 S/2023 U1 962
 S2428b 955
 S4716 1297
 S5613a2 956
 S8353a 956
 Sachs-Wolfe-Effekt 1705
 Sadr-Nebel 1340, 1345 f.
 SAFIR (Satellit) 1733, 1735
 SagDEG 1298
 Sagitta. *Siehe* Pfeil
 Sagittarius. *Siehe* Schütze
 Sagittariusarm 1290 f.
 Sagittarius B2 1304
 Saha-Formel 1127
 Säkulare Aberration 1293
 Säkulare Parallaxe 725
 Säkularzahl 766
 Sakurais Objekt 1230 f.
 Salacia 973
 Salvadorspiegel 33
 Sampling. *Siehe* Abtastung
 Sao 965
 SAO 20575 1343
 SAO 39966 1541
 SAO 106329 371

- SAO-Sternkatalog 1499, 1775
 Saraswati-Superhaufen 1615 f.
 Satelliten 537
 Satellitenkonstellationen 1736
 SAT-Empfangsanlage 513 f.
 Sättigung 260 f., 284
 Sättigungsladung 186
 Saturn 915, 950
 2004S1R 952
 Albedo 917
 Albedo des Ringsystems 952
 Alter der Ringe 952
 Atmosphäre 917, 951
 Bahndaten 915
 Beobachtung 958
 Dicke der Ringe 953
 Druck 951
 Flächenhelligkeit 166
 Innerer Aufbau 950
 Magnetfeld 917, 951
 Masse des Ringsystems 952
 Monde 917, 953, 956, 958
 Oberfläche 951
 Phoebe-Ring 952
 Physische Daten 916
 Ringsystem 951
 Ringteilungen 952
 Teilchengröße im Ring 953
 Temperatur 951
 Winde 951
 Wolken 951
 Saturnnebel 1357, 1369
 Sauerstoffbrennen 1139, 1200 f.
 Säule 141
 SBIG 185
 SC-Anschluss 190
 Scattered Disc Objects 968
 Schaer-Refraktor 91
 Schäfermond 954
 Schalenbrennen um einen entarteten
 Kern 1204
 Schalenmodelle 1257
 Schalentheoreme 1035
 Schallgeschwindigkeit 1210, 1705
 Beteigeuze 1469
 Schalttag 761
 Scharf-Cronin-Gleichung 1104
 Schärfung 225
 Schärfungsartefakte 229
 Schedir 746
 Scheibenpopulation II 1115
 Scheinbare Helligkeit 692
 Scheinbarer Horizont 1277
 Scheiner-Blende 198
 Scheiner-Methode 133, 136 f.
 Schiefe der Ekliptik 737, 1042, 1051
 Schiefspiegler 96, 102
 Schild 48
 Schlüssellochnebel 1117
 Schmetterlingsdiagramm 870
 Schmetterlingsnebel 1315, 1339 f., 1345
 Schmidt-Cassegrain 92, 95
 Schmidt-Kamera 92
 Schmidt-Newton 92
 Schmidt-Platte 92
 Schmidt-Teleskop 95, 101 f.
 Schneckenfehler 134
 Schneckengetriebe 134
 Schneeball, Blauer. *Siehe* Blauer
 Schneeball
 Schneeflocken-Sternhaufen 1328
 Schnelle Novae **1485**
 Schnelles Szenario
 Supernovae 1557
 Schnellläufer 1294
 Schockfront 1559
 Schönberg-Chandrasekhar-
 Grenze 1196–1199, 1217, 1394, 1570
 Schott 108
 Schottfilter 920
 Schrittmotor 132 f.
 Schröter-Effekt 927
 Schrotrauschen 547, 557
 Schülen-Wilson-Effekt 838
 Schütze 47
 Schwabe-Zyklus 868
 Schwache Wechselwirkung 1697
 Schwan 48
 Schwanennebel 1315, 1336, 1338, 1345
 Schwankungen der Aktivität 868
 Schwarze Doppel-Löcher 1611.
 Siehe Binäre Schwarze Löcher
 Schwarze Löcher 1216, 1265–1280, 1612
 binäre 1651
 Einzelobjekte 1270
 A0620-00 1271
 Cyg X-1 1272
 GX 339-4 1271
 M33 X-7 1274
 SS 433 1272
 V404 Cyg 1270
 intermediäre 1274, 1279
 massereiche. *Siehe* intermediäre
 primordiale 1274, 1278
 supermassereiche 1274, 1280, 1648
 Schwarzer Körper 918, 1126 f.
 Schwarzer Strahler 1126
 Schwarze Temperatur 1127
 Schwarze Witwe 1258
 Schwarzschild-Kriterium 1150
 Schwarzschild-Loch 1266
 Schwarzschild-Radius 1266, 1691
 Schwärzungskurve 1752–1758
 Schwebung 1460
 Schweif 993
 Schweifstern. *Siehe* Kometen
 Schwerebeschleunigung 917
 Sonne 830
 Schwerflint 786
 Schwerkraftabdunkelung 1128
 Schwerkron 786
 Schwertsterne 45
 Schwingungsdauer 1210
 Scientific Image Processing Sys-
 tem 196
 Sco X-1 1244
 SCR 1845-6357 1147
 Scutum. *Siehe* Schild
 Scutum-Centaurus-Arm 1290 f.
 SD-Glas 105
 SDO. *Siehe* Scattered Disc Objects
 S Doradus 1166, 1481
 SDO-Satellit 845
 SDR. *Siehe* Software-defined Radio
 SDR Console (Software) 502
 SDR-Empfänger 499
 SDR# (Software) 502
 SDSS. *Siehe* Sloan Digital Sky Survey
 SDSS J1030+0524 1672
 SDSS J1044–0125 1672
 SDSS J1152+0248 1237
 SDSS J010448.46+153501.9 1147
 SEB 945
 SEB-Revival 945
 Sedimentation 1070
 Sedna 968, 970, 973, 982
 Sednoide 968, 982
 Seeing 67, 70, 129
 Seekuhnebel 1272
 See-Land-Windsystem 71
 Seelennebel 1346
 Segelyachten in Kappeln 1766
 SEI 584 1437, 1439
 Seismisches Rauschen 547, 557
 Seismologie 832
 Sekundäre Hauptreihe 1169
 Sekundärspiegel 92, 127
 Sekunde 753
 Selbstbau 145
 Selenographische Koordinaten 747
 Semiramis 985
 Serienmessung eines Veränder-
 lichen 308
 Serpentin 976
 Setebos 962
 Sextantiden 1018
 Seyfert-Galaxien 1644, 1646, 1656
 Seyfert-Kerne 1656 f.
 Seyfert-Krankheit 1657
 Seyferts Sextett 1595
 SGR. *Siehe* Soft Gamma Repeater
 SGR 1806–20 1249
 Sgr A 1287, 1297
 Sgr A* 1296
 SGR J1550–5418 1249
 SGR J1935+2154 1248
 Sh 2-247 1349
 Sh 2-248 1579
 Sh 2-249 1348 f.
 Shapiro-Effekt 1666

- Shapley-Linse 119
 Shapley-Superhaufen 1615
 Sharpless 2-240 1579, 1581
 Sharpless' Catalogue of HII
 Regions 1776
 Sheliak 367
 Shift-and-Add-Methode 457
 SHJ 289 1437, 1439
 Shock breakout 1559
 Siamesische Zwillinge 46, 1595, 1608,
 1625, 1628
 Siarnaq 955
 Sibirische Trapp 1103
 Sichelnebel. *Siehe* Mondsichelnebel
 SID. *Siehe* Sudden Ionospheric
 Disturbance
 Siderischer Monat 762
 Siderischer Tag 754
 Siderisches Jahr 762
 Siderische Umlaufzeit 1039
 Sidgwick-Methode 1011
 Siebengestirn 1755–1758
 Sigma Coronae Borealis 1413
 Sigma Orionis 1413
 Sigma Scorpii 1190
 Signalgeschwindigkeit 783
 Signalumsetzer 512
 Silikatmineral 1303
 Siliziumbrennen 1139, 1200 f.
 Silk-Dämpfung 1706
 SIMBAD 578, 609, 1785
 Simeis 147 1579, 1581
 Sinope 944
 Sintflut 1021
 Sinus Iridum 895
 Sinuswelle 783
 SIPS. *Siehe* Scientific Image
 Processing System
 SIPS (Software) 1845
 Siril 293
 Sirius 45, 713, 1121
 Siriusperiode 764
 Sirrah 51, 746
 Sk-69°202 1569
 SKA 468, 473
 SKA-high 478
 Skalenfaktor 846
 kosmischer 1690
 SKA-low 475
 SKA-mid 475
 SKAO 473
 Skathi 955
 SkEye (Planetariumssoftware) 39
 SKiYMET 508
 Skoll 955
 Skorpion 47
 Skrymir 956
 Sky Catalogue 2000 1499
 SkyChart. *Siehe* Cartes du Ciel
 Skygazer's Almanach for Windows
 (Software) 1839
 Sky Map (Planetariumssoftware) 39,
 42
 Sky Map (Software) 1840
 Sky Quality Meter 66
 SkyView Lite (Software) 1840
 SkyView (Planetariumssoftware) 39,
 43
 SLD-Glas 105
 Sloan Digital Sky Survey 626, 696,
 1644
 Sloan-System 696
 SMACS 0723-73 1664
 SMACS-z16a 1672
 SMACS-z16b 1672
 Smartphone 40, 180, 231
 Befestigung 232
 Dark- und Flatframe 239
 Deep-Sky-Motive 241
 Fokussierung 236
 Grenzgröße 235
 Photometrie 237
 Rauschen 237
 Spektrum 239
 Vergleich mit DSLR 235
 Welches Okular? 234
 Smart-Teleskope 97
 Smear-Effekt 175
 Smithsonian Astrophysical
 Observatory 1775
 S Mon 1328
 SN 1054 1553, 1580
 SN 1572 1553, 1568
 SN 1604 1553, 1568
 SN 1680 481, 1247, 1553, 1586
 SN 1937c 1671
 SN 1987A 1553, 1568, 1577
 SN 1998bw 1250
 SN 2003fg 1713
 SN 2006gy 1247, 1575
 SN 2007bi 1576
 SN 2008iz 1613
 SN 2011fe 1576
 SN 2015L 1554
 SN 2016aps 1576
 SNLS-04D2dc 1574
 Soft Gamma Repeater 1243 f.
 Software-defined Radio 499
 Soho (Raumsonde) 1731, 1735
 Solar Influences Data Analysis Center
 (S.I.D.C.) 866
 Solarisation 1753–1758
 Solarkonstante 830
 SolarMax 60 860
 SolarMax 90 860
 Solar Orbiter (Raumsonde) 1731, 1735
 Solarpräzession 740
 Solar Spectrum 860
 Solarspektrum 349
 Solar Stormwatch (Zooniverse) 625
 Solar-terrestrische Beziehungen 74
 Solarzellen-Kraftwerke 1738
 Solov'ev 857
 Sombregalaxie 1595, 1611
 Sombro-Galaxie 46
 Sommerdreieck 48
 Sommerdreieck mit Smartphone 243
 Sonne 1141
 Atmosphäre 858
 Aufbau 830
 Beobachtung 859
 Beobachtungsqualität 876
 Chromosphäre 858
 Dalton-Minimum 868
 Energie 830
 Eruptionen 74, 864
 Evershed-Effekt 838
 Fackeln 835
 Finsternisse 888
 Flächenhelligkeit 166
 Fleckenzyklus 870
 Fliegende Schatten 889
 Granulation 834
 H-alpha-Beobachtung 860
 Helioseismologie 832
 Helligkeit 714
 Innerer Aufbau 830
 Kegelstumpfmodell 836
 Kenngrößen 829 f.
 Kern 830
 Klassifizierung der Flecken 871
 Korona 859
 Koronale Löcher 812
 Koronaler Massenauswurf 835
 Lichtbrücken 835
 Magnetfeld 812, 833, 888
 Maunder-Minimum 868
 Merkurvorübergänge 864
 M-Gebiete 74
 Mittelalter-Minimum 868
 Modellrechnung 832
 NOAA 12670 843
 Oort-Minimum 868
 Pelschnurphänomen 890
 Photographie 862, 864
 Photosphäre 859
 Physische Daten 916
 Plasmawolken 74 f.
 Poren 834 f.
 Protuberanzen 859
 Radioastronomie 506
 Radiostrahlung 481
 Relativzahl 833
 Rotation 833
 Schmetterlingsdiagramm 870
 Solar-terrestrische Beziehungen 74
 Sonnenflecken 835, 860
 Sonnenfleckenrelativzahl 866
 Sonnenwind 74



Abbildung P.9 Planetarischer Nebel NGC7008, aufgenommen mit 14" Ritchey Chrétien Cassegrain f/8, Apogee Alta U16M, Astrodon LRGB = 280:160:160:140 min (à 20 min). *Credit: Bob und Janice Fera.*

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| Spikules 835 | Eigenbewegung 883 | Southern African Large Telescope 448 |
| Spörer-Minimum 868 | Fläche einer Gruppe 867, 885 | Southern-Superhaufen 1616 |
| Spörer's Gesetz 870 | Lebensdauer einer Gruppe 867 | Space Telescope Science Institute 576 |
| Supergranulation 834 | Merkmale einer Gruppe 867 | Space Very Long Baseline Interferometry 470 |
| Surges 834 f. | Position 882 | Space Warps (Zooniverse) 625 |
| Tachocline 831 | Relativzahl 866 | SpaceX 1736 |
| Temperatur 830 | Sonnenfleckenaktivität 833, 869 f., 1011 | Spalt 314 |
| Überblick 829 | Sonnenfleckenbeobachtung 865 | Spaltbreite 314 |
| Venusvorübergänge 864 | Sonnenfleckenrelativzahl 75, 866 | Spaltspektrograph 315 |
| Wilson-Effekt 838 | Solar-terrestrische Beziehungen 75 | Spaltungshypothese 1074 |
| Wolf-Minimum 868 | Sonnenfleckenzyklus 829, 870 | Spanish Virtual Observatory 576 |
| Sonneberger Plattenarchiv 584 f. | Sonnenfolie 151 | Speckle-Bild 456 |
| Sonnenbeobachtung 119, 151 | Sonnenkorona | Speckle-Holographie 462 |
| Sonnenbogen 80 | Polarisation 417 | Speckle-Interferometrie 455, 464, 1122 |
| Sonneneruptionen 864 | Sonnenprojektionsschirm 860 | Speckle-Masking-Methode 461 f. |
| Sonnenfackeln 834 | Sonnenschaltung 766 | Speckle-Polarimetrie 402 |
| Sonnenfinsternisse 864, 888 | Sonnensystem | SpecRaVE (Software) 378 |
| Sonnenflares 836 | Polarisation 417 | SpectrumLab (Software) 500 |
| Sonnenfleck 812 | Sonnentag 754 | Spektralatlas 397 |
| Durchmesser 852 | Sonnenwind 74 | Spektralbereich 175, 186 |
| Tiefe 841 | S Ori 68 915 | Spektralbereiche 341 |
| Sonnenfleck 12670 846 f. | S Ori 70 915 | Spektrale Auflösung 324, 336 |
| Sonnenflecken 829, 834 f., 864 | Sothisperiode 764 | Spektrale Koma 321–323 |
| Achsenneigung einer Gruppe 884 | South African Astroinformatics Alliance 576 | Spektrale Zerlegung des Lichtes 793 |
| Ausdehnung 884 | | |

- Spektralindex 484
 Spektralklassifikation 364, 1147, 1233
 Spektrallinie
 Doppelpeak 383
 V/R-Verhältnis 383
 Spektraltyp der Sonne 830
 Spektraltypen 711
 Spektrograph 119, 311
 Spektrographeneinfluss 348
 Spektrometer 311
 Spektropolarimetrie 403
 Spektroskop 119, 311
 Spektroskopie 119
 Exoplaneten 1088
 spaltlos prefokal 320
 Spektroskopische Doppelsterne 379 f.,
 1400
 Spektrum 790
 aufnehmen 338
 Nova 1488
 Spektrumsphotometrie 391
 Spektrumsveränderliche 1472
 Spektrum Uranus **963**
 Spezialokulare 119
 Sphärische Aberration 92, 101
 Spica 746
 Spider 230 517
 Spiegelbeschichtung 145
 Spiegelobjektiv 108
 Spiegelreflexkamera 161, 173
 Spiegelrückschlag 161
 Spiegelschleifen 145
 Spiegelteleskop 90
 Auflösungsvermögen 127
 Spiegelvorauslösung 162
 Spikules 834 f.
 Spinare 1241
 Spindelgalaxie 1621
 Spinnennetzgalaxie 1598
 Spin-Netzwerk 774 f.
 Spin-Quantenzahl 774
 Spin-Schaum der Raumzeit 775
 Spiralarme
 Entstehung 1598
 Spiralarm-Population I 1115
 Spiralgalaxie
 Ansicht 1593
 Spiralstruktur der Milchstraße 1290
 Spirit (Marssonde) 934
 Spitzer (Satellit) 526 f., 999, 1733
 Sponde 944
 Spörer-Minimum 868
 Spörer's Gesetz 870
 Sporulation 1108
 Springtide 911
 s-Prozess 1200
 Spurecho 1026
 Sputnik-Ebene 978
 Sputnik Planum 979
 Square Kilometre Array 468, 473
 SS 433 1272
 S-Schlag 224
 SS-Cygni-Sterne 1473
 SSS17a 571
 Stäbchen 698
 Stabilität 1227
 Stacking. *Siehe* Bildüberlagerung
 Spektralaufnahmen 342
 Standardkerze 1557
 Standardmodell nach Friedmann 1707
 Standardscheibe 820, 1645
 Star Analyser 319 f., 324, 347, 385,
 1494 f.
 Starburstgalaxie M82 50, 1595, **1612 f.**,
 1620, 1628
 Starburstgalaxien 1612
 Star Date: M83 (Zooniverse) 625
 Stark-Effekt 796
 Starke Wechselwirkung 768, 1697
 Starlight XPress 185
 Starlink 1736
 Star Walk (Planetariumssoftware) 39
 Stativ 141
 Staub 400
 Staubflecken 212
 Staubfontänen 998
 Staubkoma 991
 Staubnebel 1316
 Staubselektion (Zodiakallicht) 86
 Staubtorus 1645 f.
 Staubwolken 1178
 Steady-State-Theorie 1706
 Stecker und Buchsen 497
 Stefan-Boltzmann-Gesetz 730, 1136
 Stein 2051B 1665
 Steinheil-Okular 117
 Steinige Tunguska 1020
 Steinmeteorit 1016
 Stellarium (Planetariumssoftware) 39,
 1838
 Stelle Doppie 1411
 Stephano 962
 Stephans Quintett 1595, 1627, 1630
 Stereo (Raumsonde) 1731, 1735
 Sternassoziation 1321
 Sternaufbaurechnung
 Programm in C# 1155
 Sternaufbaurechnungen 1149
 Sternbeben 1245
 Sternbedeckung 749, 895
 streifende 897
 von oder durch Planeten 897
 Sternbedeckungen 988
 Sternbilder 52
 Adler 48
 Andromeda 51, 1416
 Bärenhüter 46 f., 1388, 1416
 Cassiopeia 49, 1501, 1578
 Cepheus 49, 1504
 Delphin 48, 1388, 1415
 Einhorn 45, 1326
 Füchschen 48, 1369, 1415, 1500
 Fuhrmann 51, 1379, 1503
 Großer Hund 45
 Großer Wagen 50, 1415
 Herkules 47, 1388, 1415
 Jungfrau 46, 1416
 Kleiner Hund 45
 Kleiner Wagen 50, 709
 Krebs 45, 1416
 Leier 48, 1371
 Löwe 46, 1416
 Luchs 1505
 Nördliche Krone 47
 Orion 45, 1323, 1326, 1415
 Pegasus 51, 1388, 1416
 Perseus 49
 Pfeil 48, 1415
 Schild 48, 1336, 1380
 Schlange 1336, 1388
 Schlangenträger 1387
 Schütze 47, 1336, 1388
 Schwan 48, 1339, 1380, 1416, 1583
 Skorpion 47
 Stier 45, 1415
 Walfisch 45, 1360
 Wassermann 1369
 Widder 45, 1415
 Zwillinge 45, 1326, 1379, 1416
 Sternbilder mit Smartphone 241
 Sterne
 Aufbau 1113–1162
 Dichte 1125, 1151
 Endstadium 817–826
 Energieerzeugungsrate 1137, 1144,
 1152, 1161
 Energieprozesse 1138
 Entstehung 1177–1194
 Entwicklung 1195–1220
 massearme Sterne 1203
 massereiche Sterne 1203
 Hauptreihenrelationen 1136, 1160
 Kappa-Mechanismus 1207
 Kern 1143
 Kernradius 1161
 Konvektionszone 1144–1146, 1160
 Leuchtkraft 1144
 Masse 1115
 massereiche 1200
 Pulsation 1207
 Radius 1121
 Relationen 1135
 Rotation 1137
 Temperatur 1125
 Sternentstehung
 Galaxien 1592
 Sternentstehungseffizienz 1187
 Sternfeldaufnahmen 156
 Sternhaufen 285, 309, 1375–1398
 Altersbestimmung 1390
 Beobachtungsobjekte 1378, 1387
 Bildung 1182

- Entwicklung 1389
Kugelhaupten 1384
offene 1375
Polarisation 432
Sternhaufen mit Smartphone 242
Sternkarte 38, 44
drehbare 38
Sternkataloge 1837
Sternscheibchen 321
Sternscheibenrekonstruktion 457
Sternschnuppen 1015
Sternschnuppen mit Smartphone 242
Sternströme 1294
Sterntag 754 f.
Stern-Test 109
Sternwind 1477, 1480
Sternzeit 736 f., 745
Sternzeituhr 745
STF 1037 1424
Stickstoff-Kryostat 526
Stier 45
Stockert. *Siehe* Astropfeiler Stockert
Stokes-Parameter 400
Stokes-Parameter-Polarigramm 402
Stokes-Vektor 401
Stoppuhr 896
Stoßfront 1598
Stoßverbreiterung 795
Stoßwelle 1599
Strahlenschutz 1105
Strahlensystem (Mond) 906
Strahlteiler 404, 407
Strahlung 691, 1685
Strahlungsausbrüche
Beteigeuze 486
Strahlungsdämpfung 795
Strahlungsintensität 691
Strahlungskegel 807, 1565
Strahlungskosmos 1695, 1700
Strahlungsleistung 557, 1257
Strahlungssphäre 485
Strahlungsstrom 481, 691
Strahlungstemperatur 1126
Strahlungstransport 1150
Stratosphäre 57
Strehl-Wert. *Siehe* Strehl-Zahl
Strehl-Zahl 129
Streifende Sternbedeckungen 897
Streifensystem 945
Streulicht 103
Strichspuraufnahme 158
Strings 1694
schleifenbildende 1694
Stringtheorien 773
Strömgren-Radius 1314
Strömgren-Sphäre 1314
Strömgren-System 695
Strömungsgeschwindigkeiten 1657
Struktur der Milchstraße 1289
STScI. *Siehe* Space Telescope Science
Institute
Stufenschätzmethode nach
Argelander 254, 1513
Stüfler (Mondkrater) 163
Stundenachse 133
Stundenwinkel 736
Sturmvogel 1584, 1868
Subaru Telescope 448
Submillimeterbereich 526
Submillimeterteleskope 1188
Substitutionsregel 1771
Sucher 150
Sudden Ionospheric Disturbance 495,
506
Südliche Durchmusterung 1775, 1777
Suess-Zyklus 870
Sumita , 107
SunMap (Software) 879, 1847
Sunspotter (Zooniverse) 625
Sunyaev-Zeldovich-Effekt 728
Super-Chandrasekhar Weißer
Zwerg 1229
Super-Eddington-Akkretion 1648
Supergalaktisches System 737
Supergalaxienhaufen. *Siehe* Super-
haufen
Supergranulation 834
Superhaufen 1615
Supermassereiche Schwarze Lö-
cher 1648
Eddington-Grenze 1648
Maximalmasse 1649
Supernovae 818, 1219, 1473, 1553–1586,
1681, 1713
Einzelobjekte
SN 1054 1580
SN 1572 1568
SN 1604 1568
SN 1680 1586
SN 1987a 1577
SN 2006gy 1575
SN 2007bi 1576
SN 2008iz 1613
SN 2011fe 1576
SN 2015L 1554
SN Refsdal 1666
Kosmologie 1677
Langsames Szenario 1557
leuchtkräftige 1554
Schnelles Szenario 1557
thermonukleare 1557
Typ Ia 1557
Typ II 1557
Typ IIb 1556
Typ IIc 1556
Supernovaexplosion 1215
Supernova Hunters (Zooniverse) 625
Supernova-Prozess 1558
Supernova Refsdal 1666
Supernova Remnants. *Siehe* Super-
novaüberreste
Supernova Sighting (Zooniverse) 625
Supernova Typ Ia (Standardkerze) 732
Supernova Typ II 727
Supernovaüberreste 1579
Superpartner 773
Super-Plössl (Okular) 117
Superstarke Wechselwirkung 1693
Superstrings 773
Superstringtheorie 773
Supersymmetrie 773 f.
SuperWASP 584, 606, 656, 660, 663 f.,
667 f., 670 f., 681
Superwind 1612
Supralateralbogen 80
Surges 834 f.
Surtur 956
Surveyer (Raumsonde) 1730
Survey-Typen 1791
SUSY 773
SUSY-WIMP 773, 1603
Suttung 955
SU-Ursae-Majoris-Sterne 1473
Suzaku (Satellit) 537, 1733, 1735
SV Vulpeculae
Beobachtungen nach
Argelander 1502
Beobachtungen nach
Pickering 1500
Lichtkurve 1506
Vergleichssterne 1500
SWASP 585
Swift J0243.6+6124 804
Swift J1955+2614 1249
Swift (Satellit) 537, 1250, 1733
SWIR 526 f.
SX-Phoenicis-Sterne 1459
Sycorax 962
Sylvia 977, 985
Symbiotische Sterne 1483
Symmetriebrechung
1. Art 1689, 1693
2. Art 1689, 1697
3. Art 1689, 1697
Synchrotronmotor 133
Synchrotronstrahlung 806, 1659
Synodischer Monat 762
Synodische Umlaufzeit 1038
Systemparameter 1532
S-Zapfen 698
Sztintillationsrauschen 63, 422
Polarimetrie 410
Sztintillatoren 541
SZ Lyncis 622, 1458
Maximumsbestimmung 1519–1521
(O–C)-Diagramm 1536
Vergleichssterne 1504

T

- T2-Adapter 183
T2-Anschluss 190
Tachocline 831
Tagbogen 744
Tageslängen 754
Tageszeit-Meteorströme 1018
Tägliche Aberration 1054
Tägliche Parallaxe 725, 1055
Tal (Mond) 892
TAMA300 548
Tangentenfehler 147
Tapes Bögen 80
TAP VizieR 611
Tarantelnebel 1315, 1332
Tarqeq 955
Tarnos 955
Tau A 481, 518 f.
Taukappenheizung 143
Taukappenseeing 130
Tau Leonis 1413
Tauonen 768, 1693, 1697
Taupunkt 73
Taupunkttemperatur 73
Taurus 1755–1758. *Siehe* Stier
Taurus Telescopes 145
Tauschutz 143
Taygete 944
Technische Zivilisation 1104 f.
Teilchenstrahlung 1218
Teilchenwind 1251
Teildispersion 786
Tektit 1088
Teleobjektiv 190, 286
Telesat 1736
Teleskop. *Siehe* Fernrohr
Teleso 954 f.
TeleVue Ethos (Okular) 117
TeleVue Panoptic (Okular) 117
Tellurische Absorptionsbanden 353
Tempel I 999
Tempel-Tuttle 1866 I 996
Temperatur 1223, 1276
 Anregungs- 1127
 effektive 1125
 Erdmond 933
 Farb- 1127
 HI504+65 1128
 Ionisation-Anregungs- 1127
 Ionisations- 1127
 Jupiter 940
 kinetische 1127
 Mars 934
 Neptun 964
 Planeten 918
 Saturn 951
 schwarze 1127
 Sonne 830
 Spektroskopie 375
 Sterne 1125
 Strahlungs- 1126
 Universum 1690
 Uranus 960
 Venus 923
 Wega 1128
 Wien'sche 1127
Temps Atomique International 756
Tensor-Vektor-Skalar-Gravitations-
 theorie 1601
Terra. *Siehe* Hochland (Mond)
Terrasolarpräzession 741
Terrestrial Dynamical Time 758
Terrestrial Time 758
Terzan 5 1385
TESS (Satellit) 1733, 1735
Tethys 954 f., 958
Thalassa 965
Thebe 943
Thebit (Mondkrater) 241
The Bright Star Catalogue 746
Theia 1074
The Imaging Source 181
Thelxinoe 943
Themisto 943
Theophilus (Mondkrater) 899
Theory Of Everything 773
Thermisches Rauschen 547, 557
Thermische Stabilität 1201 f.
Thermische Verbreiterung 376
Thermische Zeitskala 1196
Thermonuklearer Runaway 1484, 1486
Thermonukleare Supernova 1555
Thermosphäre 56
TheSkyX (Planetariumssoftware) 39,
 1839
Theta Orionis 1413
Thiazzi 956
Thirty Meter Telescope 449
Thorium 1102
 Thorium-232-Isotop 1391
Thorlabs-Transmissionsgitter 329
Thousand Oaks Optical 860
Thrymr 956
Thyone 943
Thyra 985
Tianwen-1 (Raumsonde) 1732
Tide. *Siehe* Gezeitenkräfte
Tiefe
 Umbra 849 f.
Tiefebene (Mond) 892
TIFF-Format 201, 260
Timer-Funkfernbedienung Pixel
 TW-282 183
TiO-Banden 339, 364
Titan 955 f., 958
 Titan-44-Isotop 1561
Titan Dragonfly (Raumsonde) 1732
Tiania 962
Titius-Bode'sche Abstandsregel 967,
 996, 1075
Titius-Bode'sche Reihe. *Siehe* Titius-
 Bode'sche Abstandsregel
T-Korona 859
TMB Super-Monozentrisches
 Okular 117
TMT. *Siehe* Thirty Meter Telescope
TNO. *Siehe* Trans-Neptun-Objekte
Tödliche Strahlung aus dem
 Weltall 1105
Tolman-Oppenheimer-Volkoff-
 Grenze 571, 1216, 1263
Tololo-Klassifikation 355, 1489 f.
Tombaugh Region 978
TOPCAT (Software) 578, 617
TopocentricCorrection (Software) 378
Topozentrische Koordinaten 1055
Topozentrische Parallaxe 894
TOV. *Siehe* Tolman-Oppenheimer-
 Volkoff-Grenze
Tracing Paper Method 1518
Transformationsfunktion
 Spektroskopie 349
Transformationsgleichung 271 f.
Transformationskoeffizient 271
Transmissionsgitter 312
Transneptune. *Siehe* Trans-Neptun-
 Objekte
Trans-Neptun-Objekte 914, 969, 979
Transparency. *Siehe* Durchsicht
Transpluto 996, 1076
Transsibirienexpress 1020
Trapez 45
Trapping 178
TRAPPIST-1 1092
Trapp, sibirische 1103
Trendlinie 1529 f.
TRIS-3b 1099
Triangelnebel. *Siehe* Dreiecksgalaxie
Trichromasiebedingungen 789
Trifidnebel 1315, 1334–1336
Trigonometrische Parallaxe 724
Trinculo 962
Triple Correlation Imaging 461
Triplequasar 1662
Triplet 789
Triton 965, 1075, 965
Trojaner 970
Tropischer Monat 762
Tropisches Jahr 761 f.
Tropopause 919, 940, 951
Troposphäre 57
Trumpler 1776
Tschebarkulsee 1022
Tscheljabinsk-Meteor 1022
Tscherenkow-Strahlung 540, 799
Tscherenkow-Teleskop 540, 776, 1259
Tschurjumow-Gerassimenko 1001,
 1003, 1005
Tsih 366
Tsunami 1021

T Tauri 1470
 T-Tauri-Sterne 1083, 1186–1188, 1190, 1470
 Tubusseeing 130
 Tully-Fisher-Beziehung 732
 Tunguska-Krater 1020
 Tunneleffekt 1143
 Turbopause 924
 Turbulenz 376
 Turbulenzelemente 456
 Turbulenzgröße 456
 Turbulenzschicht 457
 Turbulenztheorie 1068
 Turbulenzverbreiterung 376
 TW Hydrae 1083
 Twotinos 969, 971
 TX Trianguli 671
 TYC. *Siehe* Tycho-Katalog
 TYC 2141-2359-1 652
 Tycho-Katalog 640, 696, 1775, 1777
 Tycho (Mondkrater) 179, 894, 906
 Typen veränderlicher Sterne
 DSCT 652
 EB/SD 669
 EW 661
 RRC 672
 UGSS 671

U

Übergangstyp IIb (Supernova) 1556
 Übergreifen der Hörner 929
 Überkritisches Fluid 919
 Überlappung der Ordnungen 313
 Überlaufschutz 186
 Überlichtgeschwindigkeit 784, 1653 f., 1697, 1659
 Überriesen 1165, 1220, 1165
 UBV-Photometrie 1396
 UBVRT-System 692
 UBV-System 1306
 UCAC 699. *Siehe* USNO CCD Astrograph Catalogue
 UCAC2-Katalog 1777
 UCAC4 603-004156 661
 UCAC4 604-004351 672
 UCAC-Katalog 699
 UDFj-39546284 1672
 UDFy-38135539 1672
 UGR-System 694
 UHC-S Nebelfilter 169 f., 209
 UHTC-Vergütung 100
 Uhuru (Satellit) 537, 1733
 Ukrainian Virtual Observatory 576
 ULAS J1120+0641 1672
 ULAS J1342+0928 1672
 UL-Glas 105
 Ultima (Okular) 117
 UM673 1662
 Umbra 876

Durchmesser 851
 Tiefe 841, 849 f.
 Umbriel 962
 Umgebungskarte
 CQ Cephei 429
 Gamma Cassiopeiae 422
 GP Cephei 430, 436, 438
 Messier 29 413
 R Monocerotis 425
 WR 136 429
 Umgebungskarten 1499
 AL Trianguli 659
 Cygnus 1339
 Delta Cephei 1504
 Doppelsterne 1415
 Epsilon Aurigae 1541
 galaktische Nebel 1323, 1326, 1336, 1339
 Galaxien 1619 f., 1622, 1625 f., 1631
 Kugelsternhaufen 1379 f., 1387 f.
 LQ Comae Berenices 680
 M1 1580
 M27 (Hantelnebel) 1369
 M57 (Ringnebel in der Leier) 1371
 NGC 246 (Ringnebel im Walfisch) 1360
 NGC 7009 (Saturnnebel) 1369
 NSVS 5029041 674
 offene Sternhaufen 1379 f.
 Orion 1323
 planetarische Nebel 1360, 1369, 1371
 Rho Cassiopeiae 1578
 RX Aurigae 1503
 RZ Cassiopeiae 1501
 Simeis 147 1581
 SV Vulpeculae 1500
 SZ Lyncis 1505
 TX Trianguli 672
 TYC 2141-2359-1 654
 V Trianguli 669
 X Cygni 1512
 Umgebungssterne 422 f., 426, 429 f., 438
 Umlaufzeit
 siderische 1039
 synodische 1038
 Umpolung des Erdmagnetfeldes 809
 Umrechnung der Koordinaten 738
 Äquatorial- in Ekliptikalsystem 738
 Äquatorial- in Horizontalsystem 738
 Ekliptikal- in Äquatorialsystem 738
 Horizontal- in Äquatorialsystem 738
 Umrechnung des Äquinoktiums 741
 Umrechnungsdiagramm 414, 426, 429
 Umrechnungsfunktion 270, 1753–1758
 Photometrie 249, 255
 Umschriebener Halo 80, 83
 Undersampling 188

Unitas 985
 United States Naval Observatory 1775
 Universal Time 755
 Universum
 Evolution 1689
 Unregelmäßige 1462
 Unschärferelation. *Siehe* Heisenberg'sche Unschärferelation
 Unternebensonne 80
 Unterriesen 1165
 Untersterne 80
 Untersonnenbogen 80
 Unterzwerge 1165, 1165
 heiß (blaue) 1205
 kühl 1205
 Uran 1102, 1476, 1739
 Uran-235-Isotop 1390
 Uran-238-Isotop 1391
 Uranometria Nova 1775
 Uranus 915, 960, 1076
 Albedo 917
 Atmosphäre 917, 960
 Bahndaten 915
 Beobachtung 963
 Innerer Aufbau 960
 Magnetfeld 917, 961
 Monde 917, 961 f.
 Oberfläche 960
 Physische Daten 916
 Ringsystem 961
 Temperatur 960
 Winde 960
 Wolken 960
 Urknall 1706
 Urknallmodell, inflationäres 1709
 Ursa Maior. *Siehe* Großer Wagen
 Ursa Major II 1614
 Ursa Minor. *Siehe* Kleiner Wagen
 Urschaum 1689, 1692
 Ursiden 1017
 USB Frame Grabber 181
 USNO. *Siehe* United States Naval Observatory
 USNO CCD Astrograph Catalogue 1775
 USNO-Katalog 1777
 US Virtual Observatory Alliance 576
 UV-Ceti-Sterne 1470
 UV-Flares 1574
 UV/IR-Sperrfilter 169
 UV-Quanten 1314
 UV-Satelliten 523

V

V339 Del 1493
 V404 Cyg 1270
 V411 Tau 1237
 V605 Aquilae 1230
 V616 Mon 1271

- V777-Herculis-Sterne 1237
V779 Cen 1261
V861 Sco 1271
V1357 Cyg 1472
V1405 Cas 1496
V1500 Cyg 1492
V1676 Cyg 366
V2711 Cygni 635
V4334 Sagittarii 1230
V4334 Sgr 1231
Vakuum-Blase 1269
Vakuuenergie 1685
Vakuumfluktuation 776 f., 1275
Vakuumpolarisation 1275
Vakuum, unechtes 1695
Valetudo 943
Van-Allen-Gürtel 74 f., 810 f.
Van der Bergh Catalogue 1776 f.
Varda 973
Variable Star Index 578, 1552
Varuna 970, 973
VB-Cable (Software) 500
vdB. *Siehe* Van der Bergh Catalogue;
Siehe van der Bergh Catalogue
vdB-Objekte 1316
vdB 75 1349, 1582
Vega (Raumsonde) 997, 1729, 1731
Vegard-Kaplan-Banden 75
Veil Nebula 1579, 1583
Vela-Pulsar 1259
Vela X 1259
Vela X-1 1251, 1259, 1472
Vela X-2 1259
Vendelinus (Mondkrater) 901
Venera (Raumsonde) 1730
Venus 166, 915, 923
Albedo 917
Atmosphäre 917, 923
Bahndaten 915
Bedeckung durch den Mond 929
Beobachtung 925
Dichotomie 926
Helligkeit 713, 927
Heterosphäre 924
Höhe der Atmosphäre 928
Homosphäre 924
Infrarotbeobachtung 524
Innerer Aufbau 923
Magnetfeld 917, 925
Oberfläche 923
Phosphan 1108
Physische Daten 916
Schröter-Effekt 927
Temperatur 923
Turbopause 924
Übergreifen der Hörner 929
Vorübergänge vor der Sonne 930
Vulkanismus 923
Windgeschwindigkeit 923
Wolken 924
Venusband 88
Venusbedeckung durch den
Mond 929
Venus Express (Raumsonde) 1731
Venusgürtel 88
Venusphasen 925–928
Venustransit 930
Venusvorübergänge 864
Veränderliche 308
Veränderliche bei M 33 658
Veränderlichensuche mit
Muniwin 304
Veränderliche Sterne 1455–1552
Häufigkeit 1456
Klassifikation 1455
Verbotene Linien 792, 1358
Verfärbung, interstellare 1172
Vergleichshorn 480
Vergleichsquelle
künstliche 252
Vergleichssterne 249–255, 422 f., 633,
1499, 1512. *Siehe auch* Referenz-
sterne
Vergrößerung 120, 920
Vergütung 108, 152, 789
VERITAS 541
Vermessung eines Sternhaufens 309
Vermessung von Spektrallinien 352
Veröffentlichung der Ergebnisse 1547
Véron 1644
Véron-Katalog 1644
Verschiebungsgesetz, Wien'sches 1690
Verschmelzung 1649
Verschmelzung von Galaxien 1651
Verschmelzung von zwei Weißen
Zwergen 1234
Verstärkerleuchten 177
Very Energetic Radiation Imaging
Telescope Array System 541
Very Large Telescope 448
Very Large Telescope Interferome-
ter 448, 454, 486
Very late thermal pulse 1229
Very Long Base Array 468
Very Long Base Interferometer 467,
469
Verzeichnung (Optik) 102
Vesta 967 f., 973, 976 f., 986, 985
Bahnelemente 1044
VFTS102 1576
VHF/UHF-Antenne 494
V Hydrae 1219
Victoria 985
Vierfachteleskop SKA 478
Vierfarben-Isophoten 841
Vignettierung 103, 212
Viking (Raumsonde) 1730
Vinalia Faculae 976
Vir A 481
Virgo. *Siehe* Jungfrau
VIRGO 548
Virgohaufen 46, 1614, 1658, 1660,
1709, 1659
VIRGOHI 21 1604
Virgo-Superhaufen 1615
Virialsatz 1035, 1196
Virionen 1107
Virtual Observatory India 576
Virtuelles Observatorium 575–626
Visual Spec (Software) 344, 1847
Visuelle Doppelsterne 1400
Visuelle Schätzung 250
Defokussierung 251
Distanz 251
Extinktion 251
Farbe 251
Intervall 252
Körperhaltung 251
Position 250
Umfeld 252
Vito Technology 41
VizieR 578, 610
VLA. *Siehe* Jansky Very Large Array
VLBA 468
VLBI. *Siehe* Very Long Base Inter-
ferometer
VLT. *Siehe* Very Large Telescope
VLTI. *Siehe* Very Large Telescope
Interferometer
Voids & Walls 1603, 1617, 1717
Voigt-Profil 375
Vollapochromat 103
Volumenquant 774
Von-Zeipel-Theorem 1128
Vorgehensweise in der Photo-
metrie 276
Vorgehensweise zur Spektralklassifika-
tion 372 f.
Vorhauptreihenstern 1187, 1190, 1192
Vorsortierung 217 f.
Vortex Planetarium 39
Vorübergänge vor der Sonne
Merkur 921
Venus 930
Vorwärtsstreuung (Zodiaklicht) 86
Voyager (Raumsonde) 941, 951 f., 1730
VSHOT (Software) 1552
VSTAR (Software) 1552
VSX 1552. *Siehe* Variable Star Index;
Siehe International Variable Star
Index
V Trianguli 669, 1523
Vulkanismus 923, 957
Vulpecula-Pulsar 1261
VV Cephei 1121, 1482
VX Sag 1121
VY CMa 1121

W

- W50 1272
Wadsleyit 932, 934
Wagenradgalaxie 1611
Wahre Anomalie 1041 f., 1045–1047, 1060, 1452
 Programm in TurboPascal 1047
Wahrscheinlichkeitsfunktionen 1140
Walfisch 45
Walgalaxie 1595, 1621, 1628
Wallebene (Mond) 892
Walls 1617
Walter-Hohmann-Sternwarte 94
Walter (Mondkrater) 163, 241
Wandeljahre, ägyptische 764
Wanderjahre. *Siehe* Wandeljahre, ägyptische
Wärmeausdehnungskoeffizient 102, 108
Warmfront 70
Washington Double Stars Catalogue 1411, 1775, 1777
WASP-39 1091
WASP-107 1091
WASP-193 1092
Wasser 1739, 1110
Wasser-Ammoniak-Ozean 919, 950
Wassergeysire 954
Wasserstoff
 neutraler 479
Wasserstoffbrennen 1199, 1201, 1217
 zentrales 1200 f.
Wasserstoffmoleküle 770, 1303
Wasserstoffperoxyd 1190
Wasserstoffschalenbrennen 1200 f.
Wasserstoffschalenquelle 1196
Wasserstoffspektrum 795
Wasserstoffwolken 1295
WATEC910HX-RC 181
Water Cherenkov Detector Array 542
Wavelet Rauschfilter 219
W-Bosonen 768, 771, 1697
WCDA 542
WD J0551+4135 1234
WDS. *Siehe* Washington Double Stars Catalogue
WDS J04325+1732 1091
Weakly Interacting Massive Particle 773
Webcam 173, 179, 217
Weber-Fechner-Gleichung 714
WebObs 1552
Wechselwirkende Galaxien 1607
Wechselwirkung 770 f.
 elektromagnetische 771 f., 1697
 elektroschwache 1697
 schwache 771 f., 1697
 starke 768, 771 f., 1697
 superstarke 771, 1693
Wega 48, 346 f., 368, 713, 740, 746, 1128, 1458
Weihnachtsbaum-Sternhaufen 1328
Weißbild 209–211, 283
Weiße Zwerge 1165, 1221–1238, 1216 f., 1221–1234, 1165
 Heliumblitz der zweiten Generation 1229
 Verschmelzung 1234
 Wiederbelebung 1207
Weißlichtbeobachtung 860
Weitwinkelokular 117
Welle, harmonische 783
Wellenfronten 451
Welle-Teilchen-Dualismus 781
Weltalter 1675, 1688
Weltbilder 1067
Weltenergiebedarf 1738
Weltformel 773
Weltraum-Interferometer 552
Weltzeit 755 f.
Wendepunkte 1526
Werner (Mondkrater) 163, 241
Westbrook-Nebel 818
Westerbork 468
Westerlund 1 1376 f.
Wetter **68**
 Bauernregeln 71
 Dynamik und Winde 70
 Jet-Stream 70
 Lichtverschmutzung 71
 Warm- und Kaltfronten 70
 Wetterdienste im Internet 68
 Wettermodelle 68
 Zuverlässigkeit der Vorhersage 69
Wetterdienste im Internet
 Clearoutside.com 69
 Meteoblue.com 69
 VentuSky.com 69
 Wetterdienst.de 69
 Windy.com 69
Weywot 981
WFCTA 542
WGS84 988
Whirlpool-Galaxie 50, 1595, 1630
WHL0137-LS (Earendel) 1672
Widder 45
Widderpunkt 736
Wide-Field Infrared Survey Explorer 526
Wide Field-of-view Cherenkov Telescope Array 542
Wien'sches Verschiebungsgesetz 1127, 1690
Wild 2 1003
Willman 1 1298
Wilson-Bappu-Effekt 731
Wilson-Effekt 838
WIMP 773
Windgeschwindigkeit
 Jupiter 940
 Mars 937
 Neptun 964
 Saturn 951
 Titan 957
 Uranus 960
 Venus 923
WinJUPOS (Software) 1847
Winkeldispersion 311
Winkeldurchmesserentfernung 1681, 1685
Winkelleistungsspektrum 1704
Winterschlafzenario 1474
Wintersechseck 45
Wirkungsgrad, elektrischer 1737
Wirkungsquerschnitt 769
Wischnewski (Kleinplanet) 977
WISE (Satellit) 526, 1733
WMAP (Satellit) 1705, 1709, 1733, 1735
WOH G64 1121
Wolf-Minimum 868
Wolf-Rayet-Sterne 356, 428, 630, 1117, 1166, **419**
 Polarisation 428
Wolken
 Erde 932
 Jupiter 940
 Mars 937, 939
 Saturn 951
 Titan 957
 Uranus 960
 Venus 924
Wollaston-Prisma 1741–1748
Wolterteleskop 1733
Wolter-Teleskop 537–539
World Geodetic System 988
w-Parameter 1713 f.
WR 20a 1117
WR 102ka 1117
WR 104 1403
WR 133 366
WR 136 428
WR 153 430
Wratten-Filter 920
WSRT 468
W-Teilchen. *Siehe* W-Bosonen
W-Ursae-Majoris-Sterne 661, 665, 1402
 bei NGC 4565 680
W-Virginis-Sterne 731, 1210, 1460
www.insightobservatory.com **98**
www.itelescope.net **98**
www.roboscopes.com **98**
www.sierra-remote.com **98**
www.skygems-observatories.com **98**
WxAstroCapture (Software) 988, 1842

X

X-Ära 1689, 1693
X-Bosonen 771, 773, 1693, 1697
X Cygni 1511, 1513–1516
Xi Bootis 1413, 1437
Xi Ursae Majoris 1414, 1420
X-Kraft 773
X-Match 613
XMM-Newton (Satellit) 537, 1733
X-Ray Burster 1244 f.
X-Ray Flash 1243–1245
XRF 1243 f.
X-Teilchen 768
XTE J1739–285 1249

Y

Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack-Effekt 800
Yed Prior 989
Ymir 956
YORP-Effekt 800
Yukatan 1021
Yukawa-Kraft 768
YY Geminorum 1417
YY Orionis 1187, 1470

Z

Zadig (Software) 500
Zahlensystem 216
Zahlensysteme 200
Z-Andromedae-Sterne 1484
Zapfen 698
Z-Bosonen 768, 771, 1697
Z-Camelopardalis-Sterne 1473
Z Chamaeleontis 563
Zeeman-Effekt 384, 799, 808
Zeichnen von Mondkratern 899
Zeichnungen
 Gasnebel 1316, 1359
Zeilen gleich hell 219
Zeitangaben 288, 640
Zeitdehnung 564
Zeitgleichung 759
Zeitmessung 723, 753, 896
Zeitreferenz 288
Zeitskala
 Entwicklungs- 1196
 Gravitations- 1196
 hydrostatische 1196, 1202, 1210
 Kelvin-Helmholtz- 1196
 nukleare 1196
 potentielle 1196
 thermische 1196
Zeitskalen 1196
Zeitzeichensynchronisation 896
Zenitextinktion 59

Zenithal Hourly Rate 1024
Zenitprisma 118, 150
Zentraltemperatur 1125
Zentralwellenlänge 694
Zentrifugalbeschleunigung 917
Zentrifugalkraft 1267
Zeptosekunde 770
Zero-and-Add-Methode 457
Zerodur 102, 108
Zeta Aquarii 1413
Zeta Aurigae 1541
Zeta Bootis 1414, 1425
Zeta Cancri 1414, 1421
Zeta Coronae Borealis 1413
Zeta Herculis 1414, 1420
Zeta Lyrae 1413
Zeta Orionis 1413
Zeta Ursae Majoris 1413
ZHR 1024
Zirkumzenitalbogen 80–83
Zirpmasse 559
Zitterscheibchen 130
Zodiakallicht 85 f.
Zoomokular 150
Zooniverse 624
 Projekte 625
Z-Teilchen. *Siehe* Z-Bosonen
ZTF18abvkwla 1563
ZTF J1539+5027 1234
ZTF J2243+5242 1234
Zubehör 150
Zustandsdiagramme 1163
Zustandsgleichungen 1221
Zwei-Farben-Diagramm 1307, 1172
Zweikörperproblem 1033, 1035
Zweikörperproblem, hierarchisches 1418
Zweikörper-Zentralkräfte-Problem.
 Siehe Zweikörperproblem
Zweischalenbrennen 1206
Zweischalenmodell 1240, 1257
Zwergcepheiden 1461
Zwerggalaxien 1605
Zwergnovae 671, 1473
Zwergplaneten 914, 967–990, 972
 Ceres 973
 Eris 970, 973, 981
 Haumea 973, 981
 Kandidaten 973
 Makemake 970, 973
 Pluto 970, 973, 978
Zwillinge 45
Zwischenalterhaufen 1376
Zwischenalter-Sternhaufen 1383
Zwischenpopulation II 1115
ZWoptical 185
ZZ Cet 1237
ZZ-Ceti-Sterne 1236