



Erik Wischnewski

Astronomie in Theorie und Praxis

Digitalausgabe
2024

Kompendium und Nachschlagewerk
mit Formeln, Fakten, Hintergründen

Astronomie in Theorie und Praxis

Kompendium und Nachschlagewerk
mit Formeln, Fakten, Hintergründen

Dr. Erik Wischnewski
Astrophysiker und Fachbuchautor
Kaltenkirchen

Erik Wischnewski

Astronomie in Theorie und Praxis
Kompodium und Nachschlagewerk
mit Formeln, Fakten, Hintergründen
Digitalausgabe 2024

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet 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, 2004–2024 Eigenverlag
 1. Auflage, Sep. 2004
 - 2., überarb. u. erweit. Auflage, März 2005
 - 3., überarb. u. erweit. Auflage, Okt. 2006
 - 4., vollst. überarb. u. erw. Aufl., Aug. 2009
 - 5., vollst. überarb. u. erw. Auflage, März 2011
 - 6., vollst. überarb., stark erweiterte und neu gestaltete Auflage, Juni 2013
 - 7., vollst. überarb. u. erw. Auflage, 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. und erweiterte Auflage in drei Bänden, Juni 2023
 - 11., vollständig neu gestaltete, überarbeitete und erweiterte Auflage als Digitalbuch, Juni 2024

Copyright © 2004–2024 Kaltenkirchen,
Dr. Erik Wischnewski und seine Lizenzgeber.
Alle Rechte vorbehalten.

ISBN: 978-3-948774-20-2

Titelbild: Peter Bresa und Johannes Wittek
Satz: Adobe InDesign CS5
Schrift: Myriad Pro
 von R. Slimbach u. Carol Twombly

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.



Dieses Digitalbuch kann auf allen Geräten gelesen werden, auf denen ein PDF-Reader verfügbar ist. Das Buch ist für das bequeme Lesen auf Tablets optimiert und für Smartphones geeignet.

Literatur- und Quellenangaben sind nur dann verlinkt, wenn die Urheber- und Nutzungsrechte beim Verfasser liegen.

Dr. Erik Wischnewski
Heinrich-Heine-Weg 13
24568 Kaltenkirchen
Deutschland
proab@t-online.de



Zu Ehren der 1912 eingeweihten neuen Sternwarte in Hamburg-Bergedorf werden im Inhaltsverzeichnis einige Gebäude der Sternwarte gezeigt. Der Verfasser studierte hier in den 1970er-Jahren unter anderem bei Alfred Weigert, Heinrich J. Wendker, Sjur Refsdal und Luboš Kohoutek. 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.

Vorwort

Seit 1980 gibt es dieses Kompendium und seine Vorgänger als gedrucktes Buch, zuletzt in drei Bänden mit einem Umfang von 1868 Seiten. Diese Ära ist abgeschlossen. Um das Werk trotzdem weiterleben zu lassen, entschied ich mich, es als Digitalbuch (E-Buch) zu veröffentlichen.

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.

Dieses Digitalbuch kann auf allen Geräten gelesen werden, auf denen ein PDF-Reader verfügbar ist. Das Buch ist für das bequeme Lesen auf Tablets optimiert und für Smartphones geeignet. Alle internen Querverweise und Verweise zu externen Videos und Schriften des Verfassers sind interaktiv.

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.

Kaltenkirchen, Juni 2024
Erik Wischniewski



Über mich

Ich studierte Astrophysik, war Sektions- und Sternwartenleiter sowie Vorstandsmitglied der Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg und Dozent an zahlreichen Fach- und Volkshochschulen, Planetarien und Sternwarten.



Zeichnung: Sylvia Gerlach

Die Entwicklung des Buches

Das schon seit früher Kindheit 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 Neu-Wulmstorf.

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 hundert Sondernovräge in deutschen Planetarien.

Den VHS-Vorlesungen dienten anfänglich kleine DIN-A6-Karteikärtchen als Spickzettel, 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 Enthaltsamkeit 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, Hambach

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.

| 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 |

Entwicklung der vierten Edition von 2004 bis 2024 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 erschien das Buch in Farbe.

Seit der ersten Auflage der 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 auf das für Fachbücher übliche Format vergrößert.

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 Ver-

änderlichen und Sternhaufen. Schließlich wurden die 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 Jarkowski-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.

Vor allem aber wurde das Thema Digitalphotographie ausgebaut. Besonderer Schwerpunkt hierbei ist die Nachbearbeitung mit Hilfe handelsüblicher Programme zur Bildbearbeitung oder astronomischer Software. Die Themen Dunkelbild- und Flatfieldkorrektur werden gebührend behandelt, ferner Kontrastverstärkung, Schärfung und Reduzierung von Rauschen. Ein eigenes, neues Kapitel widmet sich ausführlich der Photometrie mit einfachen Hilfsmitteln. Hiermit soll den zahlreichen Besitzern von digitalen Kompakt- und Spiegelreflexkameras Rechnung getragen werden.

»... 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 Wischniewski eine umfassende Darstellung und Aufbereitung nahezu aller theoretischen Grundlagen, die ein Hobbyastronom und Sternfreund bei der Ausübung seines Hobbys benötigen könnte.«

Bernd Weisheit,

Auszug aus *Sterne und Weltraum* Heft 2/2010



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

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 phantastischen Bilder der Astro-Kooperation bewundern. Im Praxisteil sind dafür die noch bescheidenen Erstversuche 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

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.

Neu aufgenommen wurden die Kapitel:

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

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 Glossarium 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 Sonnenfleckaktivität 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 M 67 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
- Sonnenfleckaktivität
- Mondfinsternisse
- Sternbedeckung
- Doppelsterne
- Supernovae

»Insgesamt ist der »neue Wischnewski« stilistisch sehr anfangersfreundlich und in verständlicher Form geschrieben, stellt aber gleichzeitig für fortgeschrittene Amateure und Profis ein einzigartiges Nachschlagewerk dar. Wie wohl kaum ein anderes deutschsprachiges Kompendium 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

Sechste Auflage

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

Neben der Umstellung auf *InDesign* und *Math-Magic* wurde basierend auf den damit verbundenen Möglichkeiten im Layout die Gestaltung des Buches vollständig den modernsten Gesichtspunkten 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.

›Erik Wischniewski's 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 1/2014

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, Zodiakallicht 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 Teleskopen besondere Würdigung zuteil.

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.

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



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 gewesen ist.

Neunte Auflage

Nachdem der Verfasser von 2004 bis 2018 ununterbrochen das Kompendium gepflegt und erweitert hatte, 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 an das Ende des Kapitels ›Entwicklung der Sterne‹ gesetzt und das Übersichts-kapitel entfernt.

Dafür gibt es ein neues Kapitel:

- Akkretion

Damit einher geht die Erweiterung des Kapitels über Supernovae um die noch gewaltigeren Hypernovae. 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

Noch bevor die in höherer Stückzahl gedruckte neunte Auflage verkauft war, erschien die zehnte Auflage als Jubiläumsausgabe mit exklusiver Sonderausstattung in Leinen, Lederrücken und prächtigen Schutzumschlägen. Dieses war immer der Traum des Autors und sollte das gedruckte Werk zum Schluss noch einmal krönen.

Wesentliche Erweiterungen dieser Auflage sind:

- Infrarotastronomie
- Spektroskopie
- Radioastronomie

Die Infrarotphotographie kommt sowohl bei der Himmels- als auch bei der Landschaftsfotographie 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 (Anten-

nen, 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 Kalziumtriplekt von der Anwenderseite her im Kapitel ›Aufbau der Sterne‹ behandelt.

Digitalausgabe 2024

Mit elften Auflage beginnt eine neue Epoche: Das Buch erscheint (nur noch) digital im PDF-Format. Das Layout wurde auf einseitiges Lesen umgestellt, eine serifenlose und etwas größere Schrift gewählt und der Rand verkleinert. Dadurch ist das Buch nun auch auf Smartphones lesbar, auf einem Tablet sogar ganz hervorragend und bequem.

Inhaltlich wurde das Kapitel Polarisation um die Nutzung einer Spezialkamera erweitert. Das Thema Genauigkeit wird 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. Der Lesekomfort hängt leider auch von der Hardware (Smartphone, Tablet, Notebook, Desktop) und dem PDF-Leseprogramm ab.

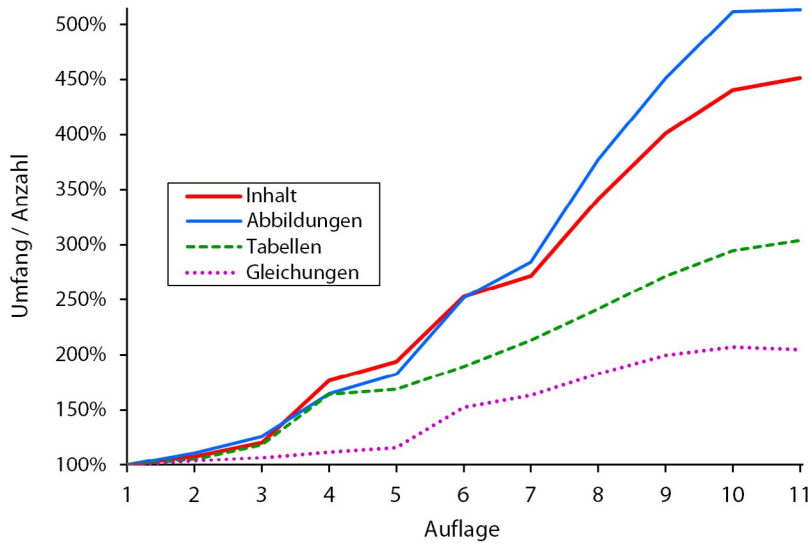


Zusammenfassend lässt sich die Entwicklung des Buches an einer Graphik gut nachvollziehen.

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 staunenden, 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, welch' bewegte Vergangenheit dieses Buch hinter sich hat und dass es zu jeder Zeit eines immer sein sollte: ein gern verwendetes Kompendium und Nachschlagewerk.



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

Schwerpunktmäßig sollen folgende Gruppen von astronomisch Interessierten angesprochen werden:

- 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.



Youtube-Kanal:
AstronomieTelevision

Inhaltsverzeichnis

Teil I

Beobachtungsinstrumente

1 Beobachtungen mit bloßem Auge 29

Motivation 29
Hilfsmittel 30
Smartphone 32
Sternkarten 37
Sternbilder 45

2 Atmosphäre der Erde 47

Aufbau 47
Atmosphärische Fenster 49
Warum der Himmel blau ist? 50
Extinktion 50
Refraktion 53
Szintillationsrauschen 54
Himmelshelligkeit 55
Angaben zur Beobachtung 57
Wetter 59
Solar-terrestrische Beziehungen 65
Luftleuchten 66
Polarlichter 67
Nachtleuchtende Wolken 69
Haloerscheinungen 71
Grüner Strahl 75
Zodiakallicht 76
Dämmerung 78

3 Optische Teleskope 80

Fernrohrtypen 81
Remote-Teleskope 88
Optische Abbildungsfehler 90
Objektive 93
Okulare 104
Zusatzoptiken 107
Vergrößerung 110
Blickfeld 112
Lichtstärke 112
Auflösungsvermögen 114
Luftunruhe (Seeing) 119
Montierungen 120
Nachführfehler 123
Ausrichtung einer parallaktischen Montierung 124
Scheiner-Methode 124
Lüthen-Kahlhöfer-Methode 126
Stative 129
Tauschutz 130
Selbstbau 132
Zubehör 136
Kauftipps 138

4 Astrophotographie

141

Einleitung 141
Aufnahmeverfahren 142
Sternfeldaufnahmen 143
Fokalaufnahmen 145
Projektionsaufnahmen 148
Bildgröße 149
Belichtungszeit 150
Filter 154
Digitaltechnik 159
Kameraobjektiv 175
Aufnahmesoftware 176
Fokussierung 182
Hintergrund des Bildes 184
Nachbearbeitung am PC 198
Bildüberlagerung 198
Ebenen und Glätten 201
Kontrastverstärkung 206
Schärfung 208
Astrophotographie mit Smartphone 212
Lösungen für Probleme 225

5 Photometrie

227

Einleitung 227
Photographische Photometrie 228
Visuelle Schätzung 229
Helligkeitsschätzung mit einer künstlichen Vergleichsquelle 231
Interpolationsmethode nach Pickering 232
Stufenschätzmethode nach Argelander 233
Digitalphotometrie 239
Dateiformat und Sättigung 240
Punktspreizfunktion (PSF) 243
Farbphotometrie 243
Messmethoden 244
Umrechnungsfunktion 249
Extinktion 253
Genauigkeit 256
JPEG und Sättigung 264
Zeitangaben 267
Photometrie am Tage 268
Photometriesoftware 271
Aufgabenbereiche 286
Zusammenfassung und Ausblick 287



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.

6 Spektroskopie

Spektrograph 289
Spektrographen im Handel 296
Spaltlose Spektroskopie 297
Objektivgitter 305
Aufnahmen von Spektren 314
Kalibrierung 320
Spektrallinien 327
Energiesparlampe 335
Themengebiete 337
Spektralklassifikation 339
Vermessung der Linien 350
Äquivalentbreite 359
Spektrumsphotometrie 365
Jugend forscht 370

7 Polarisation

Theorie der Polarisation 372
Messeinrichtung 377
Messverfahren 381

289

Beobachtungsobjekte 388
Kometen 390
Be-Sterne 391
Wolf-Rayet-Sterne 397
Sternhaufen 403
Galaxien 405
Polarisation und Farben der Mineralien
beim Mond 410
Software 416

8 Hochauflösende Astronomie

417

Großteleskope 417
Aktive Optik 420
Adaptive Optik 421
Prinzip der Interferometrie 421
Radiointerferometer 423
Optisches Interferometer 424
Speckle-Interferometrie 425
Doppler-Tomographie 434



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.

| | | | |
|--|------------|---|------------|
| 9 Radioastronomie | 435 | 11 Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie | 500 |
| Radioteleskope | 435 | Satelliten | 500 |
| Very Long Base Interferometer | 437 | Röntgenteleskope | 501 |
| LOFAR | 440 | Wolter-Teleskop | 501 |
| MeerKAT | 441 | Gammadetektoren | 502 |
| Square Kilometre Array | 441 | Gammaspektrometer | 502 |
| Beobachtungstechniken | 447 | Fluoreszenz-Teleskop | 502 |
| Radioquellen | 448 | Tscherenkow-Teleskope | 503 |
| Physik der Radiostrahlung | 450 | Neutrino-Observatorium | 505 |
| Beteigeuze (α Orionis) | 452 | | |
| Odd Radio Circle | 456 | 12 Gravitationswellen- astronomie | 507 |
| Amateurradioastronomie | 457 | Gravitationswellen | 507 |
| Antennen | 459 | Detektoren für Gravitationswellen | 508 |
| Kabel, Stecker, Buchsen | 465 | Gravitationsstrahlung eines Binärsystems | 520 |
| Verbesserungen beim Antennenbau | 466 | Gravitationswellenobjekte | 524 |
| Software-defined Radio | 467 | | |
| Beobachtungsprojekte | 473 | 13 Virtuelles Observatorium | 535 |
| Meteore | 475 | Einleitung | 535 |
| Astroteiler Stockert | 478 | Data-Mining | 536 |
| Sat-TV-Radioteleskop | 478 | Kataloge | 537 |
| Amateur-Radioteleskop ›Spider 230‹ | 484 | Bedienung | 546 |
| | | Werkzeuge | 576 |
| | | Citizen-Science (Bürgerwissenschaft) | 585 |
| | | Zooniverse | 586 |
| 10 Ultraviolett- und Infrarot- astronomie | 488 | | |
| UV-Satelliten | 488 | | |
| IR-Forschung | 489 | | |
| IR-Satelliten und -sonden | 490 | | |
| IR-Bänder | 491 | | |
| Kühlung | 491 | | |
| IR für Amateure | 491 | | |
| 1- μ m-Amateurastronomie | 492 | | |

| | |
|---|-----|
| Überblick | 589 |
| ProAm-Kampagnen | 591 |
| Amateure unter sich | 592 |
| Einzelobjekte | 594 |
| Beifang in Deep-Sky-Bildern | 600 |
| Veränderliche in der Nähe bekannter Deep-Sky-Objekte | 603 |
| Delta-Scuti-Stern bei M27 | 614 |
| Veränderliche bei M33 | 620 |
| Bedeckungsveränderlicher bei NGC 4490 | 635 |
| W-Ursae-Majoris-Stern bei NGC 4565 | 642 |



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

Teil II

Astronomische Grundlagen

15 Strahlung und Helligkeit 648

Strahlungsintensität 648
Strahlungsstrom 648
Photometrische Systeme 649
Auge 655
RGB-Systeme 656
Referenzfeld M67 662
Polsequenz 664
Farbindex 667
Bolometrische Korrektur 668
Größenklassen 669
Helligkeit der Sonne 669
Weber-Fechner-Gesetz 670
Entfernungsmodul 671
Helligkeiten der Planeten 671
Farbskalen 674

16 Entfernungen im Weltall 676

Einheiten 676
Methoden 677
Parallaxe 678
Dispersionsmaß 683
Leuchtkraftentfernung 684

17 Koordinatensysteme 689

Himmelskoordinaten 689
Umrechnung der Koordinaten 691
Präzession 693
Umrechnung des Äquinoktiums 694
Referenzsystem 696
Sichtbarkeit eines Gestirns 697
Bestimmung des geographischen
Ortes 698
Koordinatennetze der Himmelskörper 700



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

18 Chronologie

Zeitmessung 706
Gregorianischer Kalender 712
Jahreslängen 714
Monatslängen 714
Julianisches Datum 715
Osterformel 718

19 Teilchenphysik

Elementarteilchen 719
Wechselwirkung 722
Loop-Quantengravitation 725
Vakuumfluktuation 727

20 Physik des Lichtes

Strahlungsgesetze 729
Welle-Teilchen-Dualismus 732
Lichtgeschwindigkeit 733
Lichtablenkung 734
Lichtbrechung 735
Reflexion und Vergütung 738
Spektrum 740
Doppler-Effekt 746
Zeeman-Effekt 747

706

Tscherenkow-Strahlung 748
Poynting-Robertson-Effekt 748
Jarkowski-Effekt 749
YORP-Effekt 749

21 Magnetismus

750

Einleitung 750
Einheiten 751
Entstehung 752
Synchrotronstrahlung 753
Messung 754
Erdmagnetfeld 755
Van-Allen-Gürtel 756
Magnetische Stürme 757
Sonne 758

719

729

22 Akkretion

762

Einleitung 762
Protostern 763
Supernova 763
Mikroquasar 763
Quasar 764
Akkretionsscheibe 765
Gammaburster 770



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

Teil III

Unser Sonnensystem

23 Sonne

- Überblick 773
- Innerer Aufbau 774
- Rotation und Magnetfeld 777
- Oberfläche 778
- Wilson-Effekt 782
- Anwendungsbeispiel 787
- Atmosphäre 801
- Beobachtung 802
- Photographie 805
- Sonnenflecken 807
- Schwankungen der
 Sonnenfleckenaktivität 810
- Klassifizierung 813
- Auswertemethoden 815
- Software *SUNMAP* 820
- Sonnenfinsternisse 830

24 Erdmond

- Überblick 833
- Oberflächenstrukturen 834
- Libration 836
- Sternbedeckung 837
- Durchmesser eines Kraters 839
- Zeichnen von Mondkratern 841
- Höhe eines Mondberges 846
- Mondfinsternisse 850
- Lunar Transient Phenomena 853
- Ebbe und Flut 854

25 Planeten und ihre Monde

- Einleitung 856
- Definition eines Planeten 856
- Übersicht 858
- Temperatur 861
- Definition der Oberfläche
 bei Gas- und Eisplaneten 862

773

- Innerer Aufbau 862
- Beobachtung 862
- Merkur 864
- Venus 866
- Erde 874
- Mars 876
- Jupiter 882
- Saturn 894
- Uranus 902
- Neptun 906

26 Zwerg- und Kleinplaneten

908

- Übersicht 908
- Kommensurabilitäten 911
- Erdnahe Objekte 912
- Zwergplaneten 913
- Einzelobjekte 914
- Interstellare Objekte 922
- Beobachtung 923

833

27 Kometen

931

- Einleitung 931
- Kern und Staubbkoma 931
- Koma 933
- Schweif 933
- Chemische Zusammensetzung 934
- Bahnen 935
- Namensgebung 936
- Einzelobjekte 937
- Beobachtung 945

28 Meteore und Meteorite

955

- Begriffe 955
- Übersicht 956
- Meteorströme 957
- Historische Einschläge 960
- Visuelle Beobachtung 964
- Radiobeobachtungen 965

856

29 Planeten- und Kometen- bahnen

972

Kepler-Problem 972
Kepler'sche Gesetze 976
Synodische Umlaufzeit 977
Librationspunkte 978
Hill-Sphäre 979
Bahnelemente und Koordinaten-
systeme 979
Bahnelemente der Planeten 981

30 Ephemeridenrechnung und Bahnbestimmung

983

Wahre Anomalie 983
Ephemeridenrechnung 988
Bahnbestimmung 993

31 Entstehung des Planetensystems

1005

Historische Weltbilder 1005
Entstehung der Planeten 1006
Einzelphänomene 1011

32 Exoplaneten und Astrobiologie

1015

Exoplaneten 1015
Astrobiologie 1033



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 IV

Aufbau und Entwicklung der Sterne

33 Aufbau der Sterne 1045

- Einleitung 1045
- Populationen 1046
- Masse 1047
- Radius 1052
- Dichte 1056
- Temperatur 1056
- Schwerebeschleunigung 1060
- Metallhäufigkeit 1060
- Kalziumtriplett 1061
- Relationen 1066
- Rotation 1068
- Energieprozesse 1069
- Konvektionszone 1074
- Braune Zwerge 1076
- Sternaufbaurechnungen 1079

34 Zustandsdiagramme 1092

- Hertzsprung-Russell-Diagramm 1092
- Farben-Helligkeits-Diagramm 1096
- Zwei-Farben-Diagramm 1100

35 Entstehung der Sterne 1104

- Einleitung 1104
- Kritische Masse 1104
- Gasfinger 1108
- Mikroturbulenz 1108
- Magnetfelder 1108
- Molekülwolken 1108
- Bildung von Sternhaufen 1109
- Drehimpulsproblem 1110
- Entstehung eines Sterns mit einer Sonnenmasse 1113
- Sternentstehungseffizienz 1114
- Lada-Klassen 1114
- IRDC 1115

- Rho Ophiuchi 1115
- MN Lupi 1117
- Epsilon Aurigae 1117

36 Entwicklung der Sterne 1120

- Einleitung 1120
- Zeitskalen 1121
- Entartung 1122
- Schönberg-Chandrasekhar-Grenze 1123
- Kritische Masse 1124
- Brenndauer bei massereichen Sternen 1124
- Abzweigen von der Hauptreihe 1126
- Thermische Stabilität 1126
- Übergang zum Heliumbrennen 1128
- Schalenbrennen um einen entarteten Kern 1128
- Zweischalenbrennen 1129
- Wiederbelebung Weißer Zwerge 1130
- Pulsation der Sterne 1130
- Einzelobjekte 1133
- Entwicklung eines Binärsystems 1136
- Wechselwirkende binäre Weiße Zwerge 1138
- Endstadium 1139
- Massenverlust 1142



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

37 Weiße Zwerge

1144

Einleitung 1144
Zustandsgrößen 1144
Stabilität 1149
Heliumblitz der zweiten Generation 1152
Spektralklassifikation 1155
Verschmelzung von zwei Weißen
Zwergen 1156
Planetarischer Nebel 1157
ZZ-Ceti-Sterne 1157

38 Neutronensterne

1160

Entstehung 1160
Magnetare 1163
Thermische Röntgen-Neutronen-
sterne 1164
Quasiperiodische Oszillatoren (QPO) 1165
Quarksterne 1167
Rotating Radio Transients (RRAT) 1167
Fast Radio Bursts (FRB) 1168
Einzelobjekte 1169

39 Pulsare

1173

Physik der Pulsare 1173
Einzelobjekte 1178

40 Schwarze Löcher

1184

Einleitung 1184
Modelle 1185
Schwarzschild-Radius 1185
Gravitationsradius 1186
Kerr-Loch 1187
Verschmelzung von Neutronen-
sternen 1187
Exotische Alternativen 1188
Beobachtung 1188
Einzelobjekte 1189
Globale Betrachtung 1193
Hawking-Strahlung 1193
Primordiale
Schwarze Löcher 1196
Intermediäre Schwarze Löcher 1197
Supermassereiche Schwarze Löcher 1198



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.

Teil V

Unser Milchstraßensystem

| | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| 41 Milchstraße | 1200 | 44 Planetarische Nebel | 1259 |
| Aufbau | 1200 | Allgemeines | 1259 |
| Struktur | 1202 | Übersicht | 1263 |
| Gaia | 1204 | Einzelobjekte | 1263 |
| Sternströme und Hyperschnellläufer | 1206 | | |
| Ausstoß von Wasserstoffwolken | 1207 | 45 Sternhaufen | 1276 |
| Gasblasen | 1207 | Offene Sternhaufen | 1276 |
| Galaktischer Kern | 1208 | Kugelsternhaufen | 1285 |
| Begleiter | 1209 | Entwicklung eines Sternhaufens | 1290 |
| Kollisionen | 1210 | Altersbestimmung | 1291 |
| | | | |
| 42 Interstellare Materie | 1213 | 46 Doppelsterne | 1300 |
| Allgemeines | 1213 | Einleitung | 1300 |
| Lokale Blase | 1214 | Visuelle Doppelsterne | 1301 |
| Wasserstoffmoleküle H ₂ | 1215 | Astrometrische Doppelsterne | 1301 |
| Organische Moleküle | 1216 | Spektroskopische Doppelsterne | 1301 |
| Interstellare Extinktion | 1216 | Photometrische Doppelsterne | 1301 |
| Interstellare Polarisation | 1216 | Kataklysmische Systeme | 1303 |
| Farbexzess | 1217 | Statistik | 1304 |
| Balmer-Dekrement | 1220 | Systemparameter | 1304 |
| | | Radiusbestimmung | 1305 |
| 43 Galaktische Nebel | 1223 | Massenbestimmung | 1306 |
| Allgemeines | 1223 | Massenaustausch bei Doppelsternen | 1307 |
| Radius von HII-Regionen | 1224 | Beobachtungsobjekte | 1310 |
| Übersicht | 1226 | Einzelobjekte | 1318 |
| Beobachtung | 1226 | Bestimmung von Abstand und | |
| Einzelobjekte | 1228 | Positionswinkel | 1330 |
| Objekte für Teleobjektive | 1250 | Anwendungsbeispiele | 1342 |
| Herbig-Haro-Objekte | 1258 | Ephemeridenrechnung | 1352 |

47 Veränderliche Sterne

Klassifikation 1355
Pulsationsveränderliche 1358
Eruptionsveränderliche 1368
Rotationsveränderliche 1370
Röntgenveränderliche 1370
Kataklysmische Veränderliche 1370
Novae 1380
Beobachtungsobjekte 1394
Auswahl der Vergleichssterne 1394
Lichtkurve 1401
Bestimmung von Minimums- und
Maximumszeitpunkten 1412
Bestimmung von Minimum und
Maximum 1417
Fehler bei der Minimums- und
Maximumsbestimmung 1425

1355

Systemparameter 1426
(B–R)-Diagramm 1426
Spezielle Objekte 1435
Gemeinschaftslichtkurve 1436
Veröffentlichung der Ergebnisse 1441

48 Super- und Hypernovae 1446

Überblick 1446
Ursache 1448
Supernova Typ Ia 1449
Supernova Typ II 1450
Lichtkurven 1452
Lichtecho 1454
Fast Blue Optical Transients (FBOT) 1455
Hypernova 1457
Einzelobjekte 1461
Supernovaüberreste 1472



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

Teil VI

Extragalaktischer Kosmos

| | | | |
|---------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| 49 Galaxien | 1480 | 51 Gravitationslinsen | 1548 |
| Einleitung | 1480 | Einleitung | 1548 |
| Klassifikation | 1481 | Physik der Linsen | 1548 |
| Bildung der Galaxien | 1488 | Lichtzeitdifferenzen | 1552 |
| Entstehung der Spiralarme | 1489 | Kosmische Fäden | 1554 |
| Rotation | 1490 | Abell 1835 IR 1916 | 1554 |
| Dunkle Materie | 1493 | Mikrolinseneffekt | 1555 |
| Zwerggalaxien | 1495 | | |
| Wechselwirkende Galaxien | 1497 | 52 Kosmologie | 1556 |
| Starburstgalaxien | 1502 | Einleitung | 1556 |
| Galaxienhaufen | 1503 | Hubble-Gesetz | 1556 |
| Super(galaxien)haufen | 1505 | Expansion | 1560 |
| Massen | 1506 | Raumkrümmung | 1560 |
| Walls und Voids | 1506 | Alter der Welt | 1561 |
| Einstein-Straus-Vakuolen | 1507 | Zeitlicher Verlauf der Expansion | 1564 |
| Beobachtungsobjekte | 1507 | Entfernungsmaß | 1565 |
| Objekte für Teleobjektive | 1519 | Berechnung der Entfernung | 1569 |
| Flächenhelligkeit | 1522 | Evolution des Universums | 1576 |
| | | Temperatur | 1577 |
| 50 Aktive Galaxien | 1531 | Planck-Blase | 1578 |
| Einleitung | 1531 | Planck-Ära (Urschaum) | 1579 |
| Aktive Galaktische Kerne | 1532 | Symmetriebrechung 1. Art | |
| Leuchtkraft | 1535 | (X-Ära, GUT-Ära) | 1580 |
| Eddington-Grenze | 1536 | Kosmische Fäden | 1580 |
| Maximalmasse | 1537 | Inflation | 1582 |
| Entwicklung von Quasaren | 1537 | Symmetriebrechung 2. Art | |
| Binäre Schwarze Löcher | 1538 | (Quark-Ära, Gluonen-Ära) | 1584 |
| Quasare | 1539 | Symmetriebrechung 3. Art | 1584 |
| Radiogalaxien | 1542 | Hadronen-Ära | 1585 |
| BL-Lacertae-Objekte | 1542 | Leptonen-Ära | 1586 |
| Blasare | 1543 | Photonen-Ära | 1586 |
| Seyfert-Galaxien | 1543 | Materie-Ära | 1587 |
| N-Galaxien | 1544 | Quasare | 1590 |
| M 87 – Zentralgalaxie des | | Kosmische Hintergrundstrahlung | 1591 |
| Virgoaufens | 1545 | Kosmologische Modelle | 1592 |
| | | Hierarchie im Weltraum | 1602 |

Teil VII

Anhang

| | | | | | |
|----------|--|------|----------|---|------|
| A | Zeittafeln | 1604 | H | Kataloge | 1655 |
| B | Raumsonden | 1612 | I | Periodika | 1659 |
| C | Energieressourcen der Erde | 1619 | J | Glossar | 1666 |
| | Energieprozesse | 1619 | K | Klassifikation veränderlicher Sterne | 1670 |
| | Reichweite der Vorkommen | 1621 | L | Parameter für DCRAW | 1675 |
| D | Polarimeter mit Wollaston-Prisma | 1623 | M | Lösungen der Aufgaben | 1677 |
| | Einleitung | 1623 | N | Literatur und Quellennachweis | 1690 |
| | Konstruktion | 1623 | | Bildernachweis | 1690 |
| | Dimensionierung der Optik | 1624 | | Literatur und Quellennachweis | 1694 |
| | Optomechanik | 1625 | | PC-Software | 1715 |
| | Justierung | 1625 | O | Konstanten und Symbole | 1724 |
| | Beschaffung | 1625 | P | Personenregister | 1727 |
| | Test | 1626 | Q | Sachregister | 1740 |
| E | Analoge Photographie | 1631 | | | |
| | Einleitung | 1631 | | | |
| | Photometrie | 1632 | | | |
| F | Landschaftsphotographie im Infraroten | 1640 | | | |
| | Einleitung | 1640 | | | |
| | Landschaften bei 807 nm | 1642 | | | |
| | Landschaften bei 642 nm | 1643 | | | |
| G | Ausgleichsrechnung | 1649 | | | |
| | Mittelwert | 1649 | | | |
| | Lineare Regression | 1650 | | | |
| | Quadratische Regression | 1652 | | | |
| | Gauß-Fit | 1653 | | | |



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

1 Beobachtungen mit bloßem Auge

Das Interesse am Kosmos und seinen vielfältigen Erscheinungen beginnt meistens beim Betrachten des Sternenhimmels mit bloßem Auge. Dieses Kapitel erläutert die wichtigsten Etappen dieser ersten astronomischen Erfahrung. Acht Ansichten des Firmaments zu verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedene Himmelsrichtungen zeigen die bedeutendsten Sternbilder des nördlichen Himmels. Daneben sind die hellsten und schönsten Objekte in der Tiefe des Himmels (aus dem Englischen abgeleitet auch Deep-Sky-Objekte genannt) eingezeichnet und erklärt. Das alles spielt sich jeweils in den moderaten Abendstunden ab. Sie sollten versuchen, die Sternbilder zu identifizieren und die ausgewählten Deep-Sky-Objekte mit einem Feldstecher oder kleinem Fernrohr zu finden. Eine Zusammenstellung einiger Planetariumsprogramme erleichtert den Einstieg in dieses Thema. Vier astronomische Programme (Apps) für Smartphone werden ausführlicher vorgestellt.

Motivation

Wer schon etwas im Buch geblättert hat, wird festgestellt haben, dass dies kein Buch für Anfänger ist. Insofern mag sich der Leser fragen, was denn so einfache Sternkarten zur ersten Himmelsorientierung in einem solchen Fachbuch zu suchen haben. In diesem Werk soll alles das Platz finden, was der Sternenfreund häufig braucht und schnell mal nachschlagen möchte. So eben auch, wann welches Sternbild wo steht.

Eine weitere Motivation für dieses Kapitel besteht in der Reihenfolge der Stoffbehandlung. Der große Kosmos und seine Beobachtung beginnen ganz nah beim kleinen Auge. Der Kosmos öffnet sich, wenn man ohne Studium und ohne Fernrohr beim abendlichen Spaziergang einen Blick zum Himmel wirft. Hier beginnt das astronomische Interesse und hier beginnt dieses Buch.

Auch wenn dieses Kapitel von Beobachtungen mit bloßem Auge spricht, werden in den Erläuterungen der einzelnen, subjektiv ausgewählten und nicht vollständigen Sternkarten auch Hinweise zur Beobachtung interessanter Objekte mit Feldstecher oder Fernrohr gegeben. Über diese können dann in späteren Kapiteln ausführlichere Informationen nachgelesen werden.

Schließlich ist es das Anliegen des Verfassers, Einsteiger, denen diese Sternkarten noch sehr nützlich sind, langsam in die Tiefen der Astronomie und Astrophysik einzuführen und dabei zu begleiten.

Zu den Sternkarten gibt es auch vier Videos auf dem YouTube-Kanal ›AstronomieTelevision‹, zu denen die QR-Codes direkt führen.

Hilfsmittel

Wer sich länger mit dem Himmel beschäftigt, wird sich weitere Hilfsmittel beschaffen und je nach Veranlagung das eine oder andere zu schätzen lernen.

Drehbare Sternkarte

Für Anfänger wie auch für manchen alten Hasen ist die drehbare Sternkarte insofern ein nützliches Orientierungsmittel, als das man mit einem Dreh den heutigen Himmel eingestellt hat. Sofort und auf einen einzigen Blick erkennt man die Sternbilder der kommenden Nacht. Schnell weiß man, wann welches Objekt in welcher Himmelsrichtung steht.

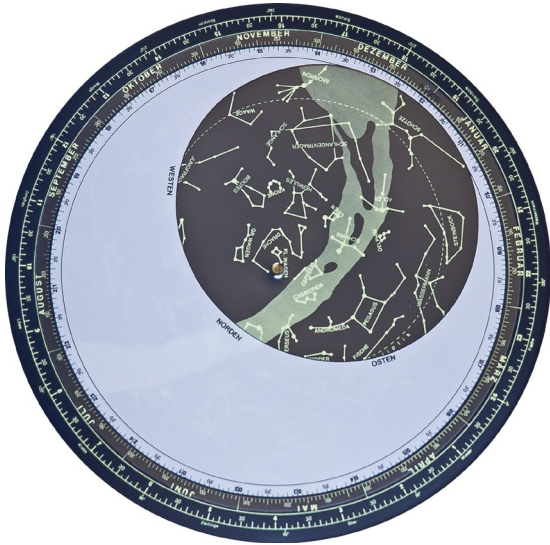


Abbildung 1.1 Drehbare Sternkarte für Jedermann vom Kosmos-Verlag aus dem Jahre 1981, nachtleuchtend.

Der Anfänger kann so die Sternbilder kennen lernen, der Fortgeschrittene plant mit ihr das Beobachtungsprogramm für die Nacht. Diese Anschaffung schlägt mit ca. 15.– Euro zu Buche.

Bücher und Atlanten

Die nächste Stufe wäre ein Buch mit Sternkarten. Hier wäre der langjährige Klassiker ›Welcher Stern ist das?‹ aus dem Kosmos-Verlag zu erwähnen. Das Buch zeigt für jeden Monat die vier Himmelsrichtungen und weitere Übersichten.

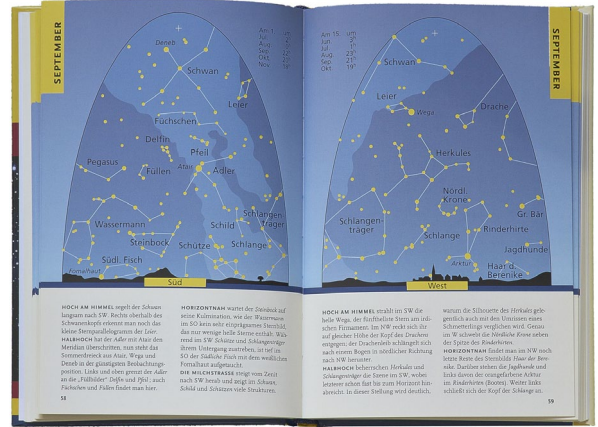


Abbildung 1.2 KOSMOSnaturführer: Welcher Stern ist das? (Ausgabe 2002).

Ein weiteres Werk wäre der *Deep Sky Reiseatlas* aus dem Oculum-Verlag für ca 30.– Euro. Empfehlenswert ist auch der ›Beobachteratlas für Kurzsichtschlossene‹ von René Merting und Christopher Hay.

Kataloge

Dies sind Tabellenwerke, in denen die Sterne bis zu einer bestimmten Helligkeit (Grenzgröße) verzeichnet sind. Oftmals decken die Kataloge nur den nördlichen oder südlichen Himmel ab, meist etwas über den Himmelsäquator hinausgehend. Das sind vor allem:

- Gaia DR3
- UCAC-4
- Tycho-2-Katalog (TYC)
- Hubble Guide Star Catalogue (GSC)
- USNO-A2.0 (veraltet)
- Positions and Proper Motions Star Cat. (PPM) Washington Double Star Catalog (WDS)
- General Catalogue of Variable Stars (GCVS)
- New General Catalogue (NGC)
- Index Catalogue (IC)
- Principal Galaxies Catalogue (PGC)
- Catalogue of Galactic Planetary Nebulae (PLN)

Weitere Kataloge und Erläuterungen siehe *Kataloge*.

in Effelsberg genutzt, wo sowohl im Primär- als auch im Sekundärfokus als auch in beiden gleichzeitig beobachtet werden kann.

Cassegrain | Beim klassischen Cassegrain wird primär ein Parabolspiegel und sekundär ein konvexer Hyperbolspiegel verwendet. Diese Teleskope haben trotz langer Brennweiten eine kurze Bauweise.

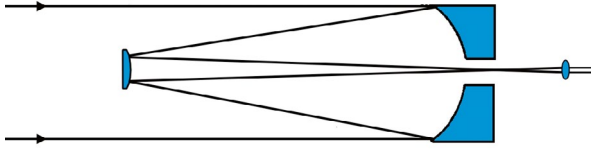


Abbildung 3.9 Reflektor nach Cassegrain. Der Hauptspiegel ist paraboloidisch, der Fangspiegel ist hyperboloidisch.

Dem klassischen Cassegrain haftet leider der Nachteil einer starken Koma an, der den Astigmatismus um ein Mehrfaches übertrifft. Daher ist diese Variante kaum noch anzutreffen. Außerdem muss für photographische Zwecke die Bildfeldwölbung durch einen Flattener korrigiert werden.

Beim Cassegrain nach *Dall-Kirkham* wird primär ein Ellipsoidspiegel und sekundär ein sphärischer Spiegel (Kugelspiegel) verwendet. Dieser Typ ist preiswerter herzustellen, hat dafür aber den Nachteil einer verbleibenden sphärischen Aberration, einer deutlichen Koma und einer erheblichen Bildfeldwölbung. Daher besitzen Dall-Kirkham-Teleskope meistens Öffnungszahlen von $N \geq 15$.

Bei der Abart nach *Pressmann-Camichel* ist es genau umgekehrt: Der Hauptspiegel ist sphärisch und der Fangspiegel ein Ellipsoid. Auch dieser Typ ist preiswert, besitzt aber ähnliche Nachteile wie der Dall-Kirkham-Typ.

Ritchey-Chrétien | Beim zur Cassegrain-Familie gehörenden Typ nach Ritchey-Chrétien sind beide Spiegel hyperboloidisch. Dadurch ist das System weitestgehend frei von Koma und besitzt ein größeres Gesichtsfeld, allerdings ist der Astigmatismus geringfügig stärker. Dieser Typ hat sich in der professionellen Astronomie weltweit durchgesetzt.

Advanced Ritchey-Chrétien | Schließlich muss noch der Advanced Ritchey-Chrétien erwähnt werden, bei dem es sich um ein Ritchey-Chrétien mit zusätzlicher Korrektionsplatte handelt. Dieser Typ gewinnt bei den Amateuren immer mehr Beachtung (z. B. beim *Meade LX200 ACF*), da er komafrei ist und daher randscharfe Bilder liefert.

Schmidt | Dieses Teleskop ist ein reines photographisches Werkzeug und dient der Aufnahme großer Himmelsfelder mit absoluter Randschärfe. Aus diesem Grunde spricht man oft auch von einer *Schmidt-Kamera*. Durch eine Korrektionsplatte (Schmidt-Platte) im Krümmungsmittelpunkt des Hauptspiegels¹ werden die drei wesentlichen Bildfehler Koma, Astigmatismus und sphärische Aberration (Kugelgestaltsfehler) vollständig beseitigt. Es verbleibt nur eine Bildfeldwölbung, die durch eine konvex gewölbte Photoplatte² ausgeglichen wird.

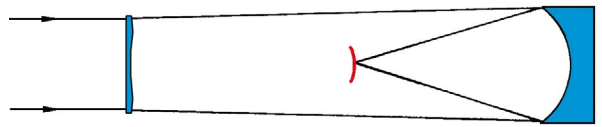


Abbildung 3.10 Schmidt-Kamera. Sphärischer Hauptspiegel mit einer asphärischen Korrektionsplatte im Krümmungsradius des Hauptspiegels. Die Photoplatte oder das Chip-Array befinden sich im Primärfokus.

Maksutov | Während das Schmidt-System eine dünne, asphärische Korrektionsplatte besitzt, wird beim Maksutov³ eine dicke, sphärische Meniskuslinse verwendet. Diese beseitigt die sphärische Aberration und reduziert die Koma.

Es gibt keine *Maksutov-Kameras*, bei denen der Meniskus wesentlich näher an der (ebenfalls gekrümmten) Brennebene liegt als bei der Schmidt-Kamera und die deshalb eine deutlich kürzere Baulänge besitzen.

1 Die Korrektionsplatte liegt in der doppelten Brennweite vom Hauptspiegel entfernt (Krümmungsradius = 2 · Brennweite).

2 Es lebe das Zelluloid. Mit einem CCD-Chip gibt es da leichte Schwierigkeiten. Allerdings kann man ein Chip-Array für diese Anwendungen herstellen.

3 dt. Maksutow, engl. Maksutov

1. Ansatz | Der Farbsaum darf gerade so groß sein wie das Beugungsscheibchen des Objektivs. Bei der Interpretation, was als Beugungsscheibchen zu verwenden ist, gibt es verschiedenen Meinungen. Der Verfasser benutzt den Radius R_0 gemäß Gleichung (3.21) mit dem Proportionalitätsfaktor 1.22, was dem Auflösungsvermögen des Objektivs entspricht. Andere Autoren setzen den Gesamtdurchmesser an (Faktor 2.44) und wiederum andere einen abgerundeten Faktor 2 an. Von diesen drei Möglichkeiten kommt der Verfasser mit seinem Ansatz den RC-Werten von Lichtenknecker deutlich am nächsten.

Gleichung (3.21) berechnet einen Winkel im Bogenmaß, der mit der Brennweite f multipliziert das lineare Maß des Beugungsscheibchens ergibt. Wird dieses mit der Öffnungszahl N multipliziert, erhält man die Referenzlänge

$$\Delta r = 1.22 \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot f \cdot N. \quad (3.3)$$

2. Ansatz | Der Farbsaum darf gerade so groß sein wie das Auflösungsvermögen des Auges bei 1 mm Öffnung. Dies ist die Austrittspupille A des Fernrohres bei förderlicher Vergrößerung. Hierbei ist es unerheblich, ob die tatsächliche Augenpupille größer ist als die Austrittspupille A . Auch in diesem Fall wird gemäß Gleichung (3.21) der auflösbare Winkel berechnet und dieses Mal mit der Brennweite des Okulars multipliziert. Diese ist aber nach Gleichung (3.13) und Gleichung (3.14)

$$f_{\text{Okular}} = \frac{f \cdot A}{D}. \quad (3.4)$$

Multipliziert man die so erhaltene Referenzbreite mit der Öffnungszahl N , so erhält man die Referenzlänge.

$$\Delta r = 1.22 \cdot \frac{\lambda}{A} \cdot \frac{f \cdot A}{D} \cdot N. \quad (3.5)$$

Wird A herausgekürzt, so ergibt sich dieselbe Gleichung wie im ersten Ansatz.

Wird Gleichung (20.37) und die gekürzte Gleichung (3.5) in Gleichung (3.2) eingesetzt, so erhält man die endgültige Formel zur (näherungs-

weisen) Berechnung des RC-Wertes, wie ihn Lichtenknecker benutzt hat:

$$RC = \frac{\Delta f \cdot D}{1.22 \cdot \lambda \cdot f \cdot N}. \quad (3.6)$$

Mit dem Reziprok des relativen Farblängsfehlers $\varphi = (\Delta f/f)^{-1}$ ergibt sich

$$RC = \frac{D}{1.22 \cdot \lambda \cdot \varphi \cdot N}. \quad (3.7)$$

Aufgabe 3.1

Ein Verkäufer bietet einen sehr lichtstarken und kurz gebauten 130-mm-Refraktor $f/5$ an und preist dessen hohe Qualität. Geworben wird mit den Glasarten FK5 und LaK10 von Schott. Berechnen Sie als kritischer Käufer, wie gut die Farbreinheit wirklich ist und welche Brennweiten die beiden Linsen haben müssen (siehe *Achromasie*).

Duplett FK54 mit BK7

Es soll der RC-Wert für ein achromatisches Objektiv 100 mm $f/15$ aus Fluorkronglas Schott FK54 und Borkronglas BK7 berechnet werden.

Dazu findet man in *Tabelle 20.1* die zugehörigen Abbe-Zahlen 90.31 und 63.96 sowie die Teildispersionen 0.507007 und 0.506782. Nach Gleichung (20.37) hieraus ein Farblängsfehler von $f/117111$ bzw. $\varphi = 117111$. Dieser Wert steht (gerundet) auch in *Tabelle 3.3*.

Mit $D = 100$ mm, $N = 15$ und $\lambda = 546$ nm ergibt sich unter Beachtung der Umrechnung von mm in nm ($1 \text{ mm} = 10^6 \text{ nm}$) nach Gleichung (3.7) der phantastische Wert von

$$RC = 0.085$$

RGB-Chromasietest

Jeder Besitzer eines Fernrohres kann mit seiner Digitalkamera auf einfache Weise ohne weitere Spezialgeräte den Restfarbfehler seiner Optik abschätzen.

Für den RGB-Chromasietest wird eine beliebige Sternenregion mit einer Digitalfarbkamera photographiert. Dabei sollte man mindestens drei Aufnahmen machen, die jeweils neu fokussiert werden. Es genügen wenige Sekunden Belich-



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

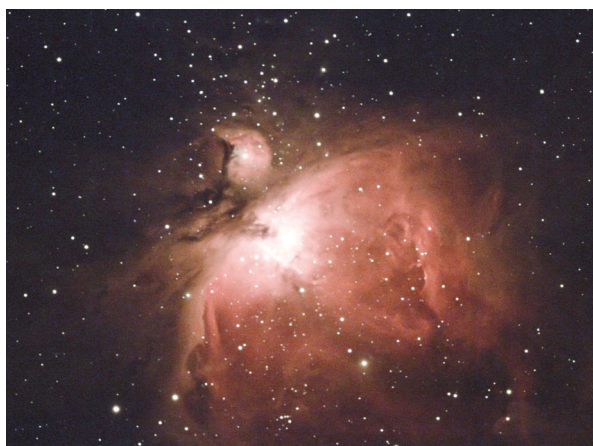


Abbildung 4.21 Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik ProPlanet 642 BP, der den Spektralbereich 642–840 nm durchlässt.

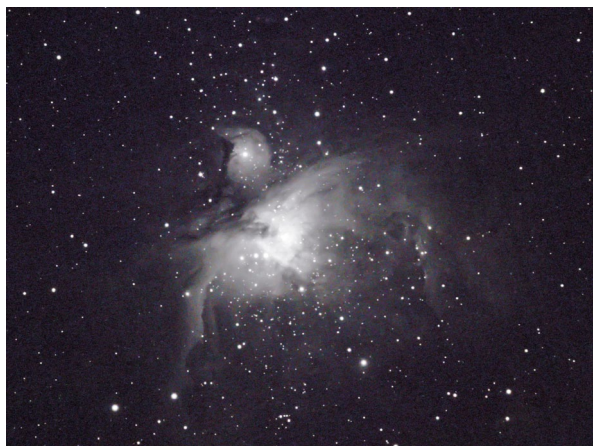


Abbildung 4.22 Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik ProPlanet 807, der den Spektralbereich ab 807 nm durchlässt.

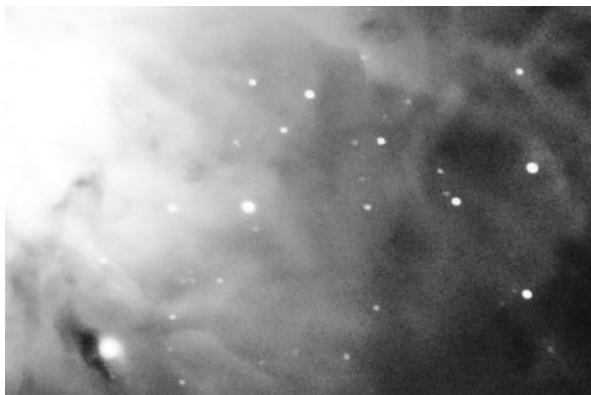


Abbildung 4.23 Ausschnitt des Orionnebels mit dem Astronomik UV/IR-Block L-3 (Luminanz).



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



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



Abbildung 4.98 Smartphone mittels Stativhalterung auf einem 3D-Stativkopf an der Deklinationsachse einer parallaktischen Montierung befestigt.

Fernrohradaption | Etwas mehr Aufwand muss betrieben werden, wenn das Smartphone an das Teleskop angebracht werden soll. Dabei werden Benutzer von Fernrohren mit seitlichem Einblick (z. B. Newton) das Setup direkt in den Okularstutzen stecken. Wer ein Teleskop mit Einblick am Tubusende (z. B. Refraktor oder Cassegrain) verwendet, wird einen Zenitspiegel als Vorteil empfinden, um das Smartphone besser bedienen zu können.



Abbildung 4.99 Montage eines Smartphones bei Verwendung eines Zenitspiegels.

Da das Smartphone ein fest eingebautes Objektiv besitzt, muss afokal photographiert werden (Projektionsmethode). Dazu verwendet man ein Okular und fokussiert das Objekt wie bei normaler visueller Beobachtung. Nun ist das austretende Lichtbündel (Austrittspupille) parallel gerichtet und stellt für das Smartphone ein unendlich weit entferntes Objekt dar. Auf die Fokussierung wird an anderer Stelle noch eingegangen.



Abbildung 4.100 Komponenten einer Konstruktion (Setup) zur Astrophotographie mit einem Smartphone durch ein Fernrohr.

von rechts nach links:

- Smartphone Honor 8
- T2-Halterung TSOptics SPA-T2
- T2-Verlängerung TST2V40
- Okular 25 mm Celestron OMNI
- Fassung der Baader-Barlowlinse als Übergang von T2 zu 1.25" und zur Aufnahme des Okulars
- optional: Star Analyser 200 Filter

Idealerweise besitzt das Okular oder der Zenitspiegel ein T2-Außengewinde, auf das eine Smartphone-Halterung mit T2-Anschluss geschraubt werden kann, ggf. mit einer T2-Verlängerung. Der Verfasser musste die Fassung der Barlow-Linse von Baader dafür benutzen (ohne Linse), deren 1.25"-Hülse in den Zenitspiegel passt und deren anderes Ende ein T2-Gewinde besitzt. Zudem kann sie das Okular aufnehmen. Welche Okularbrennweite geeignet ist, wird ebenfalls noch an anderer Stelle behandelt.

Thermische Doppler-Verbreiterung | Das Linienprofil in **Abbildung 6.59** hat seine Ursache in der Brown'schen Molekularbewegung der Gase. Diese sorgt dafür, dass bei gegebener Temperatur die Teilchen mit einer bestimmten Geschwindigkeitsverteilung um die mittlere Geschwindigkeit herum streuend in alle Richtungen fliegen. Es handelt sich hierbei um die Maxwell-Boltzmann-Verteilung.

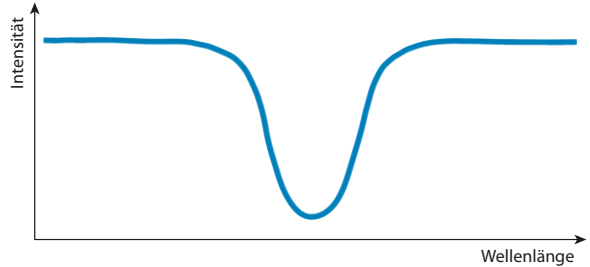


Abbildung 6.59 Linienprofil bei thermischer Verbreiterung.

Die Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ einer Spektrallinie λ ergibt sich aus zu

$$\Delta\lambda = 3.568 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda \cdot \sqrt{T} \quad (6.22)$$

wobei die Temperatur T in K anzugeben ist.

Turbulenzverbreiterung | Linienprofile, deren Ursache in der Turbulenz (Konvektion) zu sehen ist, zeigen im Prinzip dieselbe Form, jedoch sind die Flügel anders geformt, da die Turbulenzelemente sich nicht nach der Maxwell-Boltzmann-Verteilung orientieren.

Rotationsverbreiterung | **Abbildung 6.60** zeigt ein Linienprofil, das seine Ursache ausschließlich in der Rotation des Sterns hat. Der eine Rand des Sterns rotiert nach hinten und der andere Rand nach vorne. Zwischen diesen Extremen gibt es alle Geschwindigkeiten, da für den Doppler-Effekt nur der radiale Anteil zählt.

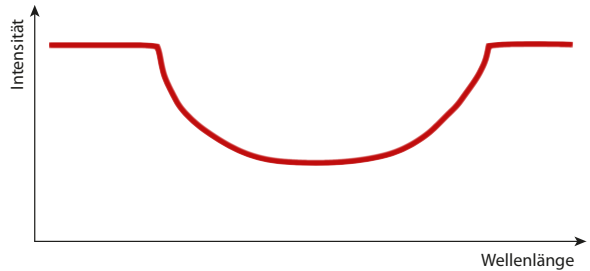


Abbildung 6.60 Linienprofil bei reiner Rotation.

Leuchtkrafteffekt | Da der Gasdruck in den Photosphären der Sterne mit zunehmendem Sternradius abnimmt, nimmt auch die Druckverbreiterung (siehe **Seite 744**) ab. Gleichzeitig ändert sich die Leuchtkraftklasse von V über III bis zu Ia (siehe **Seite 1094**). Daraus resultiert, dass abhängig von der Leuchtkraftklasse die Linienbreite variiert¹, vor allem der Balmer-Serie: je größer der Radius, desto schmaler die Linie. Ia-Überriesen haben schmale Linien, Hauptreihensterne der Leuchtkraftklasse V haben breite Linien.

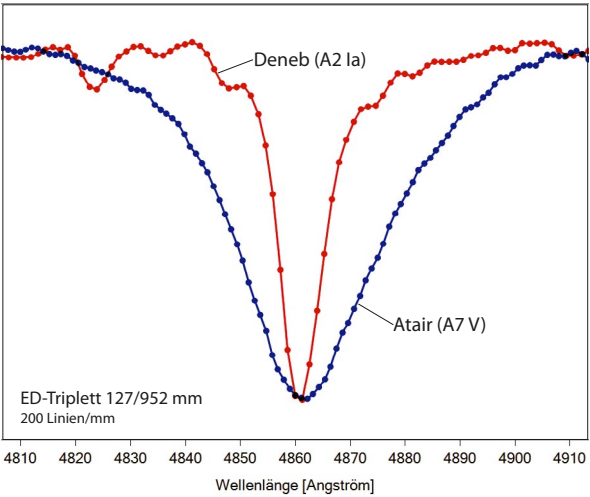


Abbildung 6.61 Vergleich der $H\beta$ -Linie (4861.3 Å) des Überriesen Deneb (A2 Ia) und des Hauptreihensterns Atair (A7V) bei Verwendung des fast selben instrumentellen Aufbaus (Setup): Bei Atair beträgt der Gitterabstand $d = 140 \text{ mm}$ (1.5 Å/Pixel), bei Deneb sind es 162 mm (1.3 Å/Pixel). Die Größe des Sternscheibchens liegt bei 3.9 bzw. 3.5 Pixel.

Korrigierte Linienbreite | Die vom instrumentellen Einfluss befreite Halbwertsbreite b_{kor} ergibt sich wie folgt:

$$b_{\text{kor}} = \sqrt{b_{\text{mess}}^2 - b_{\text{instr}}^2} \quad (6.23)$$

mit der gemessenen Halbwertsbreite b_{mess} der Linie und der instrumentell bedingten Linienverbreiterung, die sich gemäß Gleichung (6.3) als $b_{\text{instr}} = \lambda/R$ ergibt.

1 engl. *luminosity effect*

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* 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).

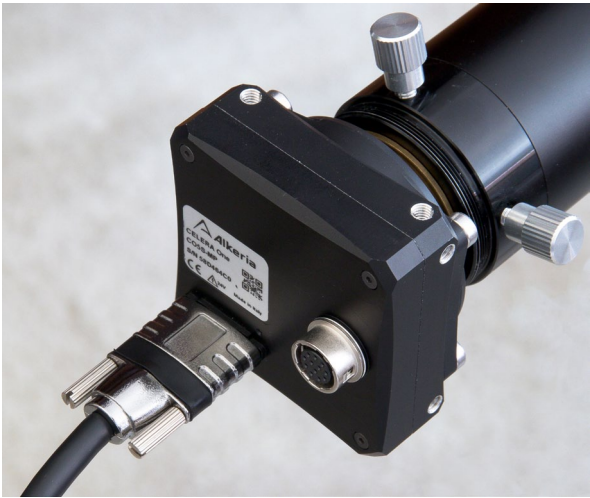


Abbildung 7.5 Polarisationskamera *Alkeria Celera One CO5S-MP* mit USB3-Anschluss, über den auch die Stromversorgung läuft.

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

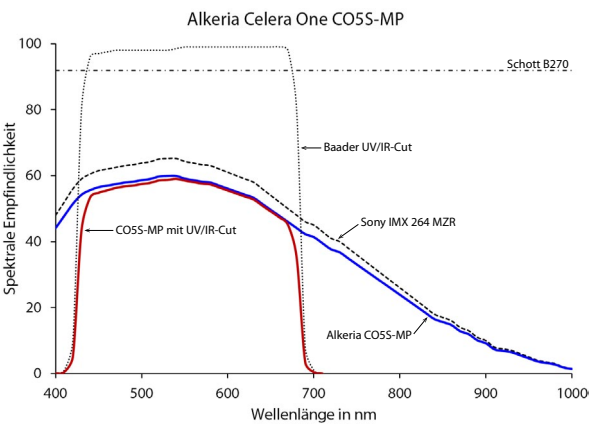


Abbildung 7.6 Spektrale Empfindlichkeit des Sensors *Sony IMX 264 MZR* und Durchlasskurven der Filter. Der Schott-Filter B270 wurde in der Kamera verbaut und schluckt etwa 8 % des einfallenden Lichtes. Für die Polarimetrie muss mindestens noch ein UV/IR-Sperrfilter verwendet werden. Den Spektralbereich weiter einschränkende Filter empfehlen sich wegen der maximalen Belichtungszeit von fünf Sekunden nicht.

| | | | |
|------|-----|--|-----|
| 90° | 45° | 90° | 45° |
| 135° | 0° | 135° | 0° |
| 90° | 45° | Sony IMX 264 MZR 2464 × 2056 Pixel 3.45 µm | |
| 135° | 0° | | |

Abbildung 7.7 Der Sony-Sensor IMX264MZR mit vorgesetzten Polarisationsfiltren in den vier Durchlassrichtungen.

Belichtung | Die maximale Belichtungszeit von fünf Sekunden wirkt zwar auf den ersten Blick wie ein großer Nachteil, doch wird dieser durch die Möglichkeit, Serienaufnahmen zu machen, wieder ausgeglichen. Die zugehörige Software lässt kaum Wünsche übrig.

Gain | Die Kamera verstärkt das analoge Signal des Sensors bis zu 24 db entsprechend 16facher Verstärkung. Die Einstellung erfolgt in Schritten von 0.1 db, die einheitenlose Skala reicht von 0 bis 240. Der Verstärkungsfaktor *V* berechnet sich wie folgt:

$$V = 10^{Gain/200}$$

(7.15)

Horizontal- in Äquatorialsystem

Mit der Hilfsgröße M und der geographischen Breite φ lassen sich der Stundenwinkel T und die Deklination δ aus dem Azimut A und der Höhe H berechnen:

$$\tan M = \cos A \cdot \tan z, \quad (17.2)$$

$$\tan T = \tan A \cdot \frac{\sin M}{\cos(\varphi - M)}, \quad (17.3)$$

$$\tan \delta = \tan(\varphi - M) \cdot \cos T. \quad (17.4)$$

Die Rektaszension α ergibt sich aus Gleichung (17.1). Die Zenitdistanz z ist durch $z = 90^\circ - H$ gegeben.

Äquatorial- in Horizontalsystem

Mit Hilfe der Größe N und der geographischen Breite φ des Beobachtungsortes lässt sich das Azimut A und die Zenitdistanz z aus der Rektaszension α und der Deklination δ ausrechnen:

$$\tan N = \frac{\tan \delta}{\cos T}, \quad (17.5)$$

wobei der Stundenwinkel T gemäß Gleichung (17.1) auszurechnen ist.

$$\tan A = \tan T \cdot \frac{\cos N}{\sin(\varphi - N)}, \quad (17.6)$$

$$\tan z = \frac{\tan(\varphi - N)}{\cos A}. \quad (17.7)$$

Die Höhe H ergibt sich aus der Zenitdistanz durch $H = 90^\circ - z$.

Ekliptikal- in Äquatorialsystem

Mit der Hilfsgröße P und der Schiefe der Ekliptik ε lassen sich aus der ekliptikalen Länge λ und der ekliptikalen Breite β die Rektaszension α und die Deklination δ wie folgt berechnen:

$$\tan P = \frac{\sin \lambda}{\tan \beta}, \quad (17.8)$$

$$\tan \alpha = \tan \lambda \cdot \frac{\sin(P - \varepsilon)}{\sin P}, \quad (17.9)$$

$$\tan \delta = \frac{\sin \alpha}{\tan(P - \varepsilon)}. \quad (17.10)$$

Bei Gleichung (17.9) muss wegen der Mehrdeutigkeit des Tangens darauf geachtet werden, dass α und λ im selben Quadranten liegen.

Äquatorial- in Ekliptikalsystem

Mit der Hilfsgröße Q und der Schiefe der Ekliptik ε lassen sich aus der Rektaszension α und der Deklination δ die ekliptikale Länge λ und die ekliptikale Breite β wie folgt berechnen:

$$\tan Q = \frac{\sin \alpha}{\tan \delta}, \quad (17.11)$$

$$\tan \lambda = \tan \alpha \cdot \frac{\sin(Q + \varepsilon)}{\sin Q}, \quad (17.12)$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \lambda}{\tan(Q + \varepsilon)}. \quad (17.13)$$

Bei Gleichung (17.12) muss wegen der Mehrdeutigkeit des Tangens darauf geachtet werden, dass α und λ im selben Quadranten liegen.

Äquatoriale Koordinaten von Mars

Aus den ekliptikalen Koordinaten des Planeten Mars sind die äquatorialen Koordinaten für den 06.04.1983 um 1:00 MEZ zu berechnen. Aus dem Kalender für Sternfreunde 1983 von Paul Ahnert entnimmt man die ekliptikale Länge $\lambda = 29.86^\circ$ und die ekliptikale Breite $\beta = -0.18^\circ$.

Somit ergibt sich die Hilfsgröße P gemäß Gleichung (17.8): $P = -89.64^\circ$

Gleichung (30.38) ergibt als Schiefe der Ekliptik: $\varepsilon = 23.44^\circ$

Damit erhält man nach Gleichung (17.9) und Gleichung (17.10) die Werte:

Rektaszension $\alpha = 27.84^\circ = 1^h 51.4^m$,

Deklination $\delta = 11.25^\circ = 11^\circ 15'$.

Aufgabe 17.1

Berechnen Sie die äquatorialen Koordinaten α und δ des Sterns mit dem Azimut $A = 46^\circ$ und der Höhe $H = 44^\circ$. Die Beobachtung wurde am 01.05.2009 um 22:00 Uhr MEZ durchgeführt. Ort der Beobachtung liegt bei $\lambda = 10^\circ$ östliche Länge und 50° nördlicher Breite. Um welchen Stern handelt es sich? Vergleichen Sie mit der Tabelle 17.6.

Entwicklung eines Binärsystems

In Doppelsternsysteme entwickelt sich die massereichere Komponente A zunächst wie ein Einzelstern derselben Masse. Handelt es sich um ein deutlich getrenntes System, so entwickelt sich auch die zweite Komponente wie ein Stern derselben Masse, und das binäre System wäre keiner besonderen Erwähnung wert.

Bei einem engen Doppelstern liegt die Situation anders und je nach Massen und Abstand bilden sich unterschiedliche Varianten eines binärtypischen Entwicklungsweges heraus:

Phase 1 | Beide Komponenten beginnen zeitgleich das zentrale Wasserstoffbrennen (H siehe He) und befindet sich im Hertzsprung-Russell-Diagramm auf der Hauptreihe. Dabei möge A die massereichere Komponente sein. Sie erreicht als erste die Schönberg-Chandrasekhar-Grenze.

Phase 2 | Mit Erreichen dieser Grenze beginnt das zentrale Heliumbrennen (He siehe C), während sich das Wasserstoffbrennen in einer Schale um den Helimkern fortsetzt. Die Komponente A wird zum (Über-)Riesen. Unter Umständen füllt sie jetzt bereits das Roche'sches Volumen aus und ein eventuell eintretender Materiefluss könnte die Entwicklung beider Komponenten beeinflussen. Diese Differenzierung der Phase in 2a und 2b ist in der Graphik nicht eingezeichnet.

Phase 3 | Je nach Masse wurden weitere Brennphasen durchlaufen, bis der Stern A zur Nova oder – ab etwa $10 M_{\odot}$ – Supernova wurde. Der Kern kontrahiert zum Weißen Zwerg oder erleidet einen Kollaps.

Phase 4 | Während sich der Begleiter B in vermeintlich sicherem Abstand das Szenario anschaut, hat die Hülle der Komponente A als Planetarischer Nebel oder Supernovaüberrest die Umgebung für sich eingenommen. Zurück bleibt ein Weißer Zwerg oder ein Kollapsar. Hierbei kann handelt es sich je nach Masse um einen Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch (Grenze liegt bei $2 M_{\odot}$ oder etwas darüber bis ca. $3 M_{\odot}$).

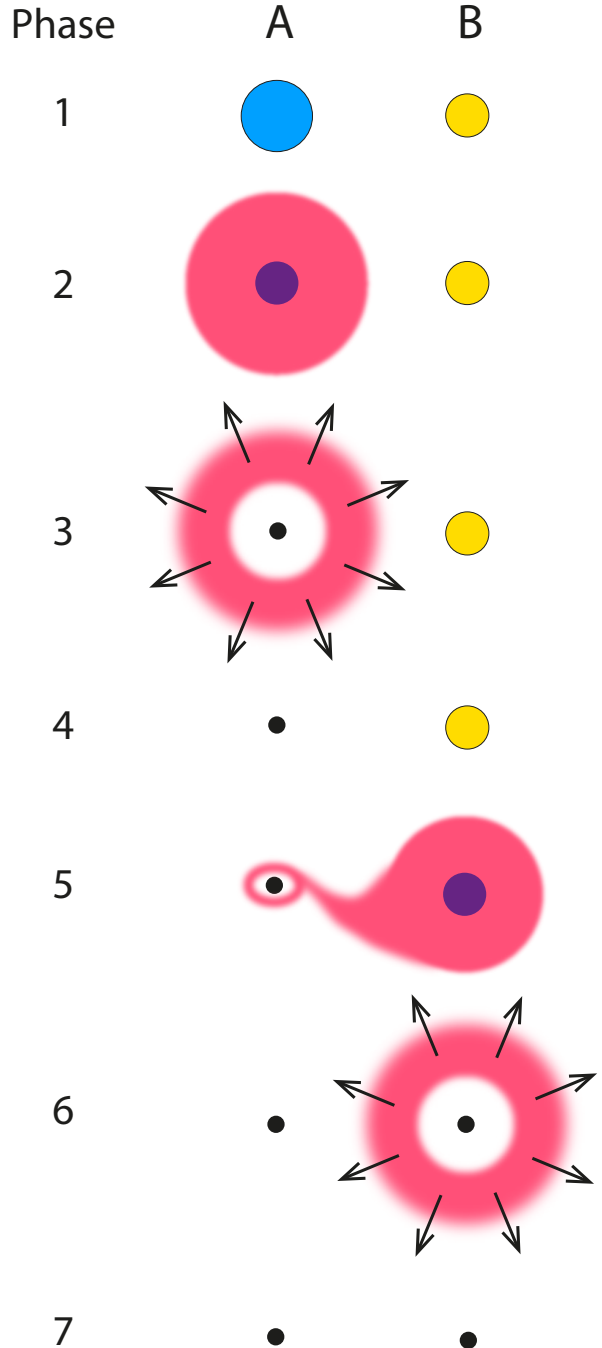


Abbildung 36.8 Schematische Entwicklung eines Doppelsterns von der Hauptreihe (Phase 1) bis zum Sternenfriedhof (Phase 7).

Stern A ist die massereichere Komponente und entwickelt sich schneller, da ihre Zentraltemperatur höher als bei Stern B ist und die Kernfusion mit der Temperatur effizienter wird.

HP Cancri

HP Cnc ist ein Rotationsveränderlicher und gehört zu den *BY-Draconis-Sternen*. Diese Objekte zeigen Sternflecken, sodass während der Rotation geringe Helligkeitsschwankungen auftreten. Bei HP Cnc sind es maximal 0.02 mag.

| Bahndaten HP Cnc | |
|----------------------|------------------------|
| Parameter | Wert |
| große Halbachse | $a = 2.498''$ |
| Periastrondistanz | $r_p = 0.27''$ |
| Apastrondistanz | $r_A = 4.72''$ |
| Exzentrizität | $e = 0.891$ |
| Bahnneigung | $i = 59.1^\circ$ |
| Periastron-Knoten | $\omega = 102.8^\circ$ |
| aufsteigender Knoten | $\Omega = 176.8^\circ$ |
| Umlaufzeit | $U = 127.76$ Jahre |
| Periastrondurchgang | $T_0 = 2009.58$ |

Tabelle 46.18 Bahnelemente von HP Cancri.

Als Doppelstern aber macht er mehr Freude denn als Veränderlicher. Momentan entfernt sich der Begleiter vom Hauptstern und die Distanz nimmt in den nächsten zehn Jahren von 1'' auf etwa 1.5'' zu.

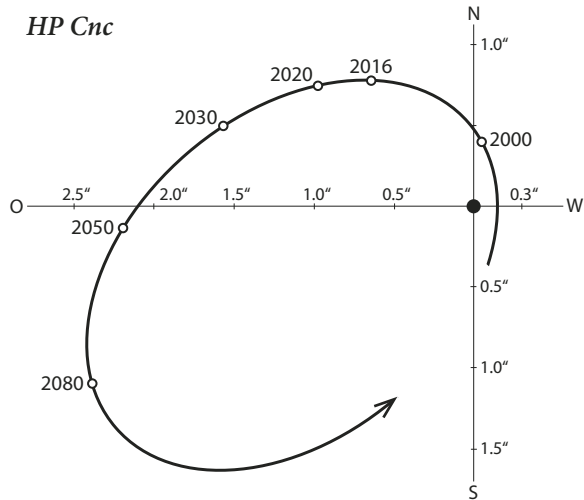


Abbildung 46.35 Bahn von HP Cancri.

Aufgrund der fast identischen Helligkeit (9.91 – 10.09 mag) dürfte HP Cnc im 15-cm-Teleskop bequem getrennt werden können.

Σ1037 (Gemini)

Der auch mit STF 1037 bezeichnete Doppelstern in den Zwillingen wird um 2040 nur noch spektroskopisch zu beobachten sein.

| Bahndaten Σ1037 | |
|----------------------|----------------------|
| Parameter | Wert |
| große Halbachse | $a = 0.80''$ |
| Periastrondistanz | $r_p = 0.06''$ |
| Apastrondistanz | $r_A = 1.54''$ |
| Exzentrizität | $e = 0.93$ |
| Bahnneigung | $i = 141^\circ$ |
| Periastron-Knoten | $\omega = 244^\circ$ |
| aufsteigender Knoten | $\Omega = 19^\circ$ |
| Umlaufzeit | $U = 119$ Jahre |
| Periastrondurchgang | $T_0 = 1920.7$ |

Tabelle 46.19 Bahnelemente von Σ1037.

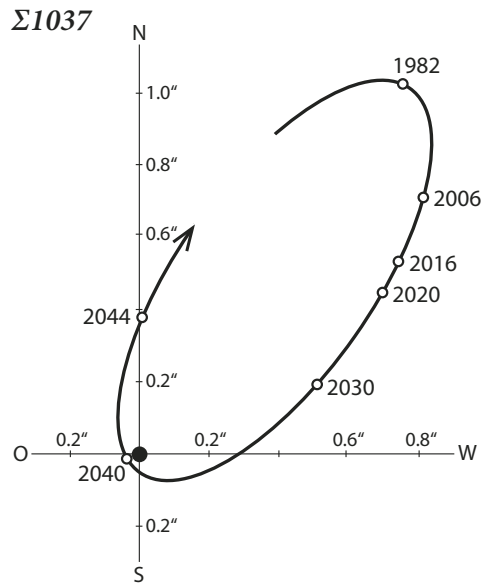


Abbildung 46.36 Bahn von Σ1037.

Bis dahin allerdings vergehen noch einige Jahre, in denen er zunächst noch im Sechszöller und später mit größeren Öffnungen getrennt werden kann.

So wird Σ1037 in 2018 mit knapp 0.9'' Abstand erscheinen und 2025 mit 0.7'' bereits hohe Anforderungen an das Seeing stellen. Günstig wirken sich hierbei die nahezu identischen Helligkeiten der beiden Einzelsterne aus (6.46 – 6.55 mag).

linie bei der Wellenlänge λ . Da der neutrale Wasserstoff aber überall vorkommt, also alle z -Werte zwischen z_{obj} und 0 besitzt, gibt es einen kontinuierlichen Lichtverlust unterhalb von $\text{Ly}\alpha$ (1216 Å). Dieses vollständige Absinken des Kontinuums auf null auf der kurzwelligen Seite der $\text{Ly}\alpha$ -Linie wird als *Gunn-Peterson-Trog* bezeichnet.

Die schemenhafte Skizze eines Quasarspektrums in **Abbildung 52.16** zeigt, wie aus der Kontinuumsstrahlung eines entfernten Quasars bei $z=6$ die Wellenlänge »herausgeschnitten« wird, die von einer HI-Wolke bei $z=4$ absorbiert wird. Während die $\text{Ly}\alpha$ -Linie (1216 Å) des Quasars rotverschoben bei 8510 Å beobachtet wird, wird ein Lichtquant der Wellenlänge 868 Å von der HI-Wolke absorbiert, sodass wir heute bei 6078 Å eine Absorptionslinie beobachten.

Kontinuierlich verteilte Wasserstoffatome erzeugen eine kontinuierliche Absorption jenseits von $\text{Ly}\alpha$ und bilden den Gunn-Peterson-Trog. Diskrete HI-Wolken erzeugen diskrete Absorptionslinien und bilden den Lyman-Alpha-Wald.



Folge 138:
Gunn-Peterson-Trog

Lyman-Alpha-Wald

Als sich im Zuge der Entwicklung des frühen Universums die Dunkle Materie verklumpte, konzentrierte sich auch das ursprünglich gleichmäßig verteilte Wasserstoffgas in diesen Bereichen höherer Dichte. Hieraus bildeten sich später zahlreiche Galaxien- und Super(galaxien)haufen.

Der erhöhten Dichte wegen konnte dort (und nur dort) der größte Anteil des neutralen Wasserstoffs die Reionisation des intergalaktischen Mediums überleben. Im »reionisierten Weltall« findet man daher entlang einer gegebenen Sichtlinie neutralen Wasserstoff nur noch in Form diskreter Wolken vor. Daher werden nur noch die z -Werte absorbiert, die den Entfernungen solcher Wolken entsprechen.

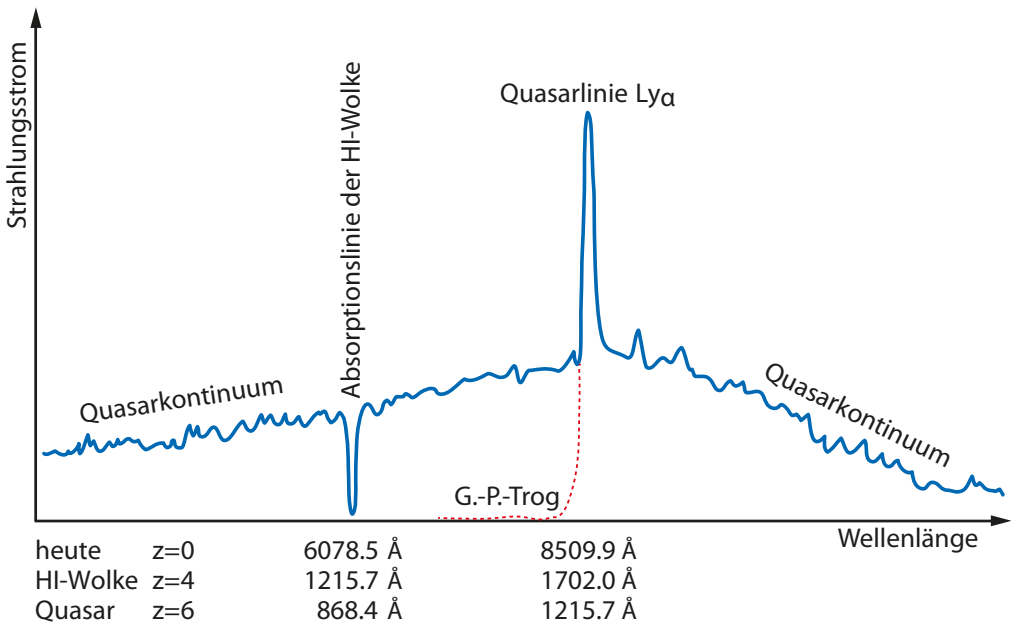


Abbildung 52.16 Absorption der Lyman- α -Linie durch den neutralen Wasserstoff im intergalaktischen Medium (HI-Wolke).

P Personenregister

A

alle Zeichnungen von Sylvia Gerlach

Abbe, Ernst (1840–1904) 96, 105
Ahnert, Paul Oswald (1897–1989) 676, 850
Airy, George Biddell (1801–1892) 1667
Aitken, Robert Grant (1864–1951) 1312, 1659
Alfvén, Hannes Olof Gösta (1908–1995) 759
Allen, James Alfred Van (1914–2006) 65, 757
Altenhoff, Wilhelm J. 448
Anderson, G. 1659
Antoniadi, Eugène Michel (1870–1944) 58
Antoniadis, John 1183
Aravamudan, S. 1659
Arend, Sylvain Julien Victor (1902–1992) 934
Argelander, Friedrich Wilhelm August (1799–1875) 1606, 1656
Aristarch von Samos (um –310 bis –230) 677, 1006, 1608
Aristoteles (–383 bis –321) 1608
Augustus, Kaiser (–62 bis 14) 717
Austin, Rodney R.D. 954
Aust, Sven 1691
Avila, Roberto J. 1691



Abbildung P.1
Friedrich W. Argelander

B

Baade, Wilhelm Heinrich Walter (1893–1960) 682, 1047, 1055, 1607
Babcock, Horace Welcome (1912–2003) 417
Bahtinov, Pavel 182
Baier, G. 433
Baillaud, René (1885–1977) 1659
Ballauer, Jay R. (*1968) 1691
Ball, Sir Robert Stawell (1840–1913) 1659
Balmer, Johann Jakob (1825–1898) 747
Bappu, Manali Kallat Vainu (1927–1982) 686
Barish, Barry Clark (*1936) 531
Barlow, Peter (1776–1862) 107, 109, 1610
Bartels, Julius (1899–1964) 759
Bath, Karl-Ludwig 100
Bayer, Johann (1572–1625) 1656
Becker, Wilhelm (1907–1996) 652
Bekenstein, Jacob David (1947–2015) 727, 1492
Bellazzini, Michele 655
Belopolski, Aristarch Apollonowitsch (1854–1934) 1606
Benzenberg, Johann Friedrich (1777–1846) 956, 1608
Bergh, Sidney van den (*1929) 1227, 1657, 1659
Bertone, Gianfranco 1494
Bessel, Friedrich Wilhelm (1784–1846) 678 f., 1606
Bethe, Hans Albrecht (1906–2005) 1047, 1070, 1607
Blandford, Roger David (*1949) 765, 769
Blazhko, Sergei Nikolajewitsch (1870–1956) 1360
Blome, Hans-Joachim 1597



Abbildung P.2
Aristoteles

Bobrovnikoff, Nicholas T. 948
 Bode, Johann Elert (1747–1826) 936, 1014, 1608
 Boer, Wim de (*1948) 1492
 Bojurova, Eva Stefanova 1432
 Boltzmann, Ludwig Eduard (1844–1906) 685, 775, 1054, 1057, 1059, 1068, 1382, 1578
 Bond, George Phillips (1825–1865) 141, 1609 f.
 Bonneau, D. 1659
 Bopp, Thomas (1949–2018) 937
 Borgeest, Ulf 1553
 Borissow, Gennadi Wladimirowitsch (*1962) 924
 Bortle, John E. 57
 Bose, Satyendranath (1894–1974) 509
 Bos, Willem Hendrik van den (1896–1974) 1659
 Bottke, William F. (*1966) 1008
 Boyle, Willard Sterling (1924–2011) 141
 Bracewell, Ronald H. (1921–2007) 1018
 Brackets, Frederick Sumner (1896–1988) 746
 Bradaschia, Filippo (*1977) 1692
 Bradley, James (1693–1762) 693, 734, 1606, 1608
 Brahe, Tycho (1546–1601) 973, 1006, 1447, 1608
 Brandes, Heinrich Wilhelm (1777–1834) 956, 1608
 Breite, Michael (*1968) 1691
 Bresa, Peter (*1956) 1692
 Brewster, Sir David (1781–1868) 375
 Brocklehurst, M. 1221
 Brownstein, Joel R. 1493
 Bruno, Giordano (1548–1600) 1606
 Budaj, Jan (*1965) 1120
 Buil, Christian 299
 Bunsen, Robert Wilhelm Eberhard (1811–1899) 294, 1610
 Burnham, Sherburne Wesley (1838–1921) 1659



Abbildung P.3
Ludwig Boltzmann

C

Caesar, Gajus Julius (–99 bis –43) 714
 Calçada, Luís 1691
 Caldwell-Moore, Sir Patrick Alfred (1923–2012) 1657
 Caldwell, Robert Reynolds 1599
 Camichel 83
 Cannon, Annie Jump (1863–1941) 1607, 1656
 Capocci di Belmonte, Ernesto (1798–1864) 82
 Carrasco, Josep M. 655
 Carr, Bernard John (*1949) 1197
 Carrington, Richard Christopher (1826–1875) 774, 779, 813, 1608
 Carroll, Sean Michael (*1966) 1120
 Casimir, Hendrik (1909–2000) 729
 Cassegrain, Laurent (1629–1693) 82 f., 1610
 Cassini, Giovanni Domenico (1625–1712) 677, 1609
 Cauchy, Augustin Louis (1789–1857) 736, 1188
 Challis, Pete 1691
 Chambliss, Carlson R. 1431
 Chandrasekhar, Subrahmanya (1910–1995) 1121–1124, 1129, 1140 f., 1151, 1296 f., 1363, 1450, 1464, 1599
 Chevalier, P. S. 1659
 Childrey, Joshua (1623–1670) 76, 1608
 Chrétien, Jacques (1879–1956) 83, 85, 91, 139, 1617
 Christensen, Eric J. (*1977) 945
 Christensen, Niels V. 1692
 Clark, Alvan (1804–1887) 1659



Abbildung P.4
Annie Cannon

Clark, Alvan Graham (1832–1897) 1659
 Coffin, Dave 164
 Cohen, Judith Gamora (*1946) 687
 Compton, Arthur Holly (1892–1962) 733
 Copeland, Ralph (1837–1905) 1659
 Cousins, Alan William James (1903–2001) 652
 Couteau, Paul (1923–2014) 1659
 Crawford, David L. 652
 Cronin, Leroy (*1973) 1038
 Cuzdi, Sandor 183
 Czerny, Marianus (1896–1985) 293f., 1610

D

Daguerre, Louis Jacques Mandé (1787–1851) 141
 Dall, Horace 83, 85
 Dalton, John (1766–1844) 811
 Dangl, Gerhard 291
 Danjon, André-Louis (1890–1967) 851
 Davidson, Kris 1095
 Davis, Donald R. 1012
 Dawes, William Rutter von (1799–1868) 116, 1659
 Dawson, Bernhard Hildebrandt (1890–1960) 1659
 deLalande, F. 1659
 Dembowski, Ercole (1812–1881) 1659
 Demokrit (um –460 bis –370) 1606
 Derekas, Aliz (*1977) 1431
 Djurković, Petar (1908–1981) 1659
 Dobson, John Lowry (1915–2014) 129
 Dolland, John (1706–1761) 96, 109, 1610
 Donner, H. F. 1659
 Doolittle, E. 1659
 Doppler, Christian Andreas (1803–1853) 747
 Downes, Ronald A. 687
 Draper, Henry (1837–1882) 1607f.
 Draper, John William (1811–1882) 141
 Dreyer, Johan Ludvig Emil (1852–1926) 1657
 Dubs, Martin 321
 Duerbeck, Hilmar Willi (1948–2012) 687
 Dunlop, James (1793–1848) 1659

E

Ebert, R. 1105f.
 Eddington, Sir Arthur Stanley (1882–1944) 1047, 1070, 1607
 Edgecomb, D. W. 1659
 Eggleton, Peter Philip 1119
 Einstein, Albert (1879–1955) 508, 724, 732, 734f., 775, 1072, 1508, 1536, 1553, 1561, 1584, 1597f., 1607
 El-Baz, Farouk (*1938) 961
 Elst, Eric Walter (1936–2022) 937
 Encke, Johann Franz (1791–1865) 937, 945
 Engelmann, Friedrich Wilhelm Rudolf (1841–1888) 1659
 English, Jayanne 1692
 Eratosthenes von Kyrene (–275 bis –193) 973, 1608
 Erfle, Heinrich Valentin (1884–1923) 105
 Espin, Thomas Henry Espinell Compton (1858–1934) 1659
 Evenson, Kenneth Melvin (1932–2002) 734, 1607
 Evershed, John (1864–1956) 782
 Ewen, Harold Irving (1922–2015) 435, 1607



Abbildung P.5
 Demokrit



Abbildung P.6
 Albert Einstein

F

Faber, Sandra Moore (*1944) 688
 Fabricius, David (1564–1617) 1362, 1606
 Fabry, Maurice Paul Auguste Charles (1867–1945) 109, 1610
 Faraday, Michael (1791–1867) 755
 Fechner, Gustav Theodor (1801–1887) 671, 1606
 Fekel, Francis C. 356
 Feltz, Kent A. 1430
 Fenger, Klaus 473
 Fera, Bob 1692
 Fera, Janice 1692
 Ferluga, Steno 1120
 Finkbeiner, Douglas (*1971) 1208
 Finsen, William Stephen (1905–1979) 1659
 Fisher, J. Richard (*1943) 688
 Fitch, Walter Stewart (1926–2013) 596
 Fizeau, Armand Hippolyte Louis (1819–1896) 734
 Flamsteed, John (1646–1719) 1447, 1656
 Flandern, Thomas Charles Van (1940–2009) 1012
 Foucault, Jean Bernard Léon (1819–1868) 98, 734, 1606
 Fouqué, Pascal 682
 Fourier, Jean Baptiste Joseph (1768–1830) 425
 Fox, Philip (1878–1944) 1659
 Franks, William Sadler (1851–1935) 1659
 Fraunhofer, Joseph von (1787–1826) 93 f., 294, 774, 1610
 Freitag, Uwe (*1964) 1692 f.
 Friedmann, Alexander Alexandrowitsch (1888–1925) 1557, 1594, 1607



Abbildung P.7
Galileo Galilei

G

Gale, Walter Frederick (1865–1945) 1659
 Galilei, Galileo (1564–1642) 82, 896, 1609 f.
 Galle, Johann Gottfried (1812–1910) 907, 1609
 Gallo, J. 1659
 Gamow, Georgi Antonowitsch (1904–1968) 1074
 Gaunt, John Arthut (1904–1944) 450
 Gauß, Carl Friedrich (1777–1855) 719, 1651
 Geissinger, Rolf (*1966) 1692
 Gerasimenko, Svetlana Iwanowna (*1945) 940
 Gerlach, Sylvia (*1964) 1692
 Gieren, Wolfgang P. 682
 Gilliss, James Melville (1811–1865) 1659
 Gleißberg, Wolfgang (1903–1986) 811
 Gomes, Rodney 1608
 Graff, Kasimir Romuald (1878–1950) 675
 Grant, Robert (1814–1892) 1659
 Gregor XIII., Papst (1502–1585) 708, 714, 1605
 Gregory, James (1638–1675) 82 f., 1610
 Greisen, Kenneth Ingvard (1918–2007) 728
 Grienberger, Christoph (1561–1636) 122, 1610
 Grumiller, Daniel (*1973) 725
 Gudehus, Donald H. 688
 Gunn, James Edward (*1938) 1588
 Guth, Alan Harvey (*1947) 725, 1557, 1607
 Guthnick, Paul (1879–1947) 1610
 Guy S. Perrin 1367



Abbildung P.8
Carl Friedrich Gauß

H

Hachisu, Izumi (*1952) 1383
 Hackmann, Jens (*1979) 1692
 Hagen, Johann Georg (1847–1930) 675f.
 Hale, Alan (*1958) 937
 Hale, George Ellery (1868–1938) 774, 778, 1608
 Hall, Asaph (1829–1907) 1609
 Hall, Chester Moore (1703–1771) 96, 1610
 Hall, Douglas S. (1940–2013) 1433f.
 Halley, Edmond (1656–1742) 938
 Hallstatt 813
 Hanuschik, Reinhard W. 357
 Harding, Karl Ludwig (1765–1834) 1609
 Hargrave, Lawrence (1850–1915) 1659
 Haro, Guillermo (1913–1988) 1259
 Harrington, Robert Sutton (1942–1993) 1012
 Hartkopf, William I. 1331
 Hartley, Malcolm 945
 Hartmann, William Kenneth (*1939) 1012
 Hastings 71
 Hathaway, David H. 814
 Hawking, Stephen William (1942–2018) 727, 1194, 1197
 Hayashi, Chushiro (1920–2010) 1076, 1096, 1123, 1129
 Heintz, Wulff-Dieter (1930–2006) 1659
 Heisenberg, Werner Karl (1901–1976) 729, 1580, 1607
 Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821–1894) 1049f., 1122f., 1135, 1293, 1491
 Henyey, Louis George (1910–1970) 1080
 Herbig, George Howard (1920–2013) 1259
 Herschel, Friedrich Wilhelm (1738–1822) 109, 903, 905, 1260, 1305, 1606, 1609, 1659
 Herschel, Sir John Frederick William (1792–1871) 109, 1659
 Hertzsprung, Ejnar (1873–1967) 1068, 1076, 1093f., 1096, 1114, 1128, 1133, 1359, 1414, 1465, 1607
 Herzberg (1904–1999) 67
 Herzberger, Maximilian Leopold (1899–1982) 736
 Heutz, Stefan (*1980) 1691
 Hey, James Stanley (1909–2000) 435, 774, 956, 1607f.
 Higgs, Peter Ware (*1929) 723, 1585
 Hilbrecht, Heinz (*1958) 1692
 Hill, George William (1838–1914) 980
 Hills, Jack Gilbert (*1943) 1208
 Hinz, Claudia (*1972) 1692
 Hipparch von Nicäa (um –190 bis –120) 693, 1606, 1608
 Hoard, Donald W. 1119f.
 Holden, Edward Singleton (1846–1914) 1659
 Holmes, Edwin (1838–1918) 940
 Honda 945
 Hooke, Robert (1635–1702) 82
 Horton, Joseph W. 708, 1610
 Hough, George Washington (1836–1909) 1659
 Howe, Herbert Alonzo (1858–1926) 1659
 Hubble, Edwin Powell (1889–1953) 1482, 1557, 1607
 Hulse, Russell Alan (*1950) 508, 525f.
 Hulst, Hendrik Christoffel van de (1918–2000) 435, 1607
 Humboldt, Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von (1769–1859) 1608
 Humphreys, R. M. 1095
 Hussey, William Joseph (1862–1926) 1659
 Huygens, Christiaan (1629–1695) 106, 734, 1606, 1609
 Hyakutake, Yūji (1950–2002) 937
 Hyginus, Gaius Julius (–63 bis 17) 1135



Abbildung P.9
 Wilhelm Herschel



Abbildung P.10
 Edwin Hubble

I

Innes, Robert Thorburn Ayton (1861–1933) 1659
Israel, Werner (1931–2022) 1186

J

Jackson, Robert Earl (*1949) 688
Jacob, W. S. 1659
Jansky, Karl Guthe (1905–1950) 435, 448, 650, 1607
Jarkowski, Iwan Ossipowitsch (1844–1902) 750
Jeans, James Hopwood (1877–1946) 732, 1007, 1105
Jessup, Morris Ketchum (1900–1959) 1659
Johnson, Harold Lester (1921–1980) 650
Jonas, Carsten 1693
Jonckheere, Robert (1888–1974) 1659

K

Kahlhöfer, Jürgen (*1948) 126
Kaler, James B. (1938–2022) 930
Kamp, Peter van de (1901–1995) 1370
Kantharia, Nimisha G. 687
Kant, Immanuel (1724–1804) 1007, 1608
Kaplan, Joseph (1902–1991) 66
Kashlinsky, Alexander (*1957) 1506
Kato, Mariko 1383
Keller, Philipp 1693
Kellner, Carl (1826–1855) 104
Kelvin, Lord (William Thomson, 1824–1907) 1049 f., 1122 f., 1135, 1293, 1491
Kemmerer, Jürgen Werner (*1960) 1693
Kempf, Paul Friedrich Ferdinand (1856–1920) 675
Kepler, Johannes (1571–1630) 82, 973, 1447, 1608, 1610
Kerr, Roy Patrick (*1934) 1186
Kervella, Pierre 1691
Kiepenheuer, Karl Otto (1910–1975) 819
Kirchhoff, Gustav Robert (1824–1887) 294, 1610
Kirkham, Allan 83, 85
Kirshner, Robert Paul (*1949) 1691
Kloppenborg, Brian 1119
Knott, G. 1659
Kohlrausch, Arnt (1884–1969) 656
Kohoutek, Luboš (1935–2023) 3
Koning, Nico 1479
Kopernikus, Nikolaus (1473–1543) 1006, 1608
Kordylewski, Kazimierz (1903–1981) 1414
Kornmesser, Martin 1691
Korn, Robert 1312
Kowal, Charles Thomas (1940–2011) 918, 1609
Kracht, Dietrich (*1944) 1693
Kristan-Tollmann, Edith 962
Kron, Gerald Edward (1913–2012) 652
Kuiper, Gerrit Pieter (1905–1973) 911, 1007, 1659
Kusmin, Wadim Alexejewitsch (*1937) 728
Küstner, Karl Friedrich (1856–1936) 1659
Kutta, Martin Wilhelm (1867–1944) 1083
Kutter, Anton (1903–1985) 83, 86, 92
Kwee, Kiem Keng 1414



Abbildung P.11
Immanuel Kant



Abbildung P.12
Johannes Kepler

L

Labeyrie, Antoine Émile Henry (*1943) 417, 425, 433
 Lada, Charles Johann 1105, 1115
 Lagrange, Joseph-Louis de (1736–1813) 912, 979
 Lambert, Johann Heinrich (1728–1777) 994
 Landé, Alfred (1888–1976) 749, 756
 Landolt, Arlo Udell (1935–2022) 1102, 1159
 Lane, Jonathan Homer (1819–1880) 1047, 1606
 Laplace, Pierre-Simon Marquis de (1749–1827) 1007, 1608
 Lazarus, Patrick 1183
 Leahy, Denis 1479
 Leavitt, Henrietta Swan (1868–1921) 678, 686, 1607
 Lehmann, Holger 1431
 Lehmann, Peter B. (1936–2022) 676
 Lemaître, Georges (1894–1966) 1595
 Lense, Josef (1890–1985) 1188
 Leonard, F. C. 1659
 Leung, K. C. 1368
 Le Verrier, Urbain Jean Joseph (1811–1877) 907, 1609
 Levy, David Howard (1948–2022) 933
 Lichtenberg, Heiner (*1937) 719
 Lichtenknecker, Dieter (1933–1990) 101
 Limbach, Ralf-Uwe 1693
 Lin, Douglas N. C. (*1949) 924
 Lipperhey, Hans (1570–1619) 82, 1610
 Littrow, Otto von (1843–1864) 293 f., 1610
 Liu, Shang-Fei 883
 Liu, Y. C. 425, 430
 Loewy, Maurice (1833–1907) 141, 1608
 Lohmann, Adolf Wilhelm (1926–2013) 425, 430
 Lomonossow, Michail Wassiljewitsch (1711–1765) 874
 Lorentz, Hendrik Antoon (1853–1928) 350, 748
 Ludwig, Marco Andreas (*1982) 1693
 Lüthen, Hartwig (*1960) 126
 Luyten, Willem Jacob (1899–1994) 1370
 Lyman, Theodore (1874–1954) 746
 Lynds, C. Roger (*1926) 427
 Lyot, Bernard Ferdinand (1897–1952) 98, 1610



Abbildung P.13
Henrietta Leavitt

M

Machholz, Don Edward (*1952) 944 f.
 MacPhie, Robert H. (*1934) 1018
 Maksutow, Dmitri Dmitrijewitsch (1896–1964) 83, 85
 Mannoff, Rainer (*1963) 1693
 Margot, Jean-Luc (*1969) 858
 Marinkovic, Ariel 1691
 Marrison, Warren Alvin (1896–1980) 708, 1610
 Maskelyne, Nevil (1732–1811) 783
 Mason, Brian D. 1331
 Maunder, Edward Walter (1851–1928) 811
 Maury, Antonia Caetana de Paiva Pereira (1866–1952) 1606
 Maxwell, James Clerk (1831–1879) 751, 1070, 1072 f.
 McAlister, Harold A. 1659
 McKinnon, William Bill 916
 McNamara, Delbert Harold (1923–2014) 1430
 Melogh 1012



Abbildung P.14
Charles Messier

Merting, Rene (*1969) 1693
 Messier, Charles (1730–1817) 1606, 1657
 Mészáros, Peter István (*1943) 765
 Michelson, Albert Abraham (1852–1931) 294, 417, 422, 734, 1606 f., 1610
 Middleditch, John 1467
 Mie, Gustav (1868–1957) 51
 Milburn, William (1896–1982) 1659
 Milgrom, Mordehai (*1946) 1492
 Mishima, Tokushichi (1893–1975) 294, 1610
 Mittenzwey 106
 Moffat, John W. (*1932) 1493
 Moilanen, Jarmo Antti Eerik (*1968) 71
 Moni-Bidin, Christian 1492
 Montanari, Geminiano (1633–1687) 1606
 Montargès, M. 1691
 Montenbruck, Oliver 950
 Morgan, William Wilson (1906–1994) 650
 Morley, Edward Williams (1838–1923) 417
 Mrkos, Antonín (1918–1996) 945
 Müller, Andreas (*1973) 1189
 Muller, Frank (1862–1917) 1659
 Müller, Karl Hermann Gustav (1851–1925) 675
 Muller, P. 1659
 Mutchler, Max 1691



Abbildung P.15
 Isaac Newton

N

Nagaoka, Hantarō (1865–1950) 294, 1610
 Nagler, Al (*1935) 105
 Neumann, Gerd (*1976) 195
 Newcomb, Simon (1835–1909) 734
 Newman, Ezra Ted (1929–2021) 1186
 Newton, Sir Isaac (1643–1727) 82, 973, 975, 1070, 1553, 1610
 NicholSEN, Seth Barnes (1891–1963) 1609
 Nimtz, Günter (*1936) 735
 Nordström, Gunnar (1881–1923) 1186
 Nowikow, Igor Dmitrijewitsch (*1935) 1197

O

O'Keefe, John Aloysius (1916–2000) 750
 Olbers, Heinrich Wilhelm Matthias (1758–1840) 918, 994, 1557, 1606, 1609
 Oort, Jan Hendrik (1900–1992) 811, 923, 936
 Oppenheimer, Julius Robert (1904–1967) 533, 1141, 1183
 Osmer, Patrick S. 686
 Osthoff, H. 675
 Ouyed, Rachid 1479
 Overhaus, Christian (*1970) 592, 1693

P

Paddack, Stephen J. 750
 Pagel, Lienhard (*1947) 596, 1034
 Pagenkopp, Ralf Günther (*1954) 821
 Pajdusakova 945
 Papagiannis, Michael D. 961
 Parry, William Edward (1790–1855) 71–73



Abbildung P.16
 Heinrich W. Olbers

Paschen, Louis Carl Heinrich Friedrich (1865–1947) 746
 Payne, David G. 765, 771
 Peebles, Philip James Edwin (*1935) 1495
 Pellepoix, Antoine Darquier de (1718–1802) 1260
 Penrose, Sir Roger (*1931) 1188, 1600
 Penzias, Arnold Allan (*1933) 1557, 1607
 Perlmutter, Saul (*1959) 1557, 1607
 Pérot, Jean-Baptiste Alfred (1863–1925) 109, 1610
 Perrine, Charles Dillon (1867–1951) 1656
 Perry, J. J. M. 1659
 Peterson, Bruce A. (1933–2006) 1588
 Petzval, Josef Maximilian (1807–1891) 82
 Pezenas, Esprit (1692–1776) 76, 1608
 Pfleger, Thomas 950
 Pfund, August Herman (1879–1949) 746
 Phillips, Mark M. (*1951) 687
 Philolaos (–469 bis –398) 1006, 1608
 Piazzzi, Guiseppe (1746–1826) 915, 1609, 1659
 Pickering, Edward Charles (1846–1919) 1606 f., 1656
 Pilz, Uwe (*1958) 1691
 Pizarro, Guido 937
 Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858–1947) 732, 1579, 1581
 Plössl, Simon (1794–1868) 105
 Pogson, Norman Robert (1829–1891) 918, 1606, 1609
 Polchinski, Joseph Gerard (*1954) 1196
 Pollmann, Ernst (*1943) 318, 595
 Popper, Daniel Magnes (1913–1999) 1436
 Poynting, John Henry (1852–1914) 749
 Pressmann 83
 Priester, Wolfgang (1924–2005) 1597
 Ptolemäus, Claudius (um 100 bis 175) 1006, 1608
 Ptolemäus III. (–283 bis –221) 717
 Puiseux, Pierre Henri (1855–1928) 141, 1608
 Purcell, Edward Mills (1912–1997) 435, 1607
 Purkinje, Johann Evangelist (1787–1869) 656
 Pythagoras von Samos (um –580 bis –495) 1608



Abbildung P.17
Max Planck

Q

Quester, Wolfgang (*1938) 1470

R

Radsiewski, Wladimir W. 750
 Ramsden, Jesse (1735–1800) 106
 Ransburg, Wolfgang (*1964) 1693
 Rayleigh, John William Scrutt, 3. Baron (1842–1919) 51, 116, 732
 Reber, Grote (1911–2002) 435, 1607
 Reese, Carsten (*1962) 1693
 Rees, Martin John, Baron Rees of Ludlow (*1942) 765
 Refsdal, Sjur (1935–2009) 3, 1553 f.
 Reissner, Hans Jacob (1874–1967) 1186
 Retzlaff, Klaus (*1962) 1492
 Richards, Mercedes T. 1431
 Richter, Jean (1630–1696) 677
 Riess, Adam Guy (*1969) 1607
 Ries, Wolfgang (*1968) 1691
 Ritchey, George Willis (1864–1945) 83, 85, 91, 139, 1617



Abbildung P.18
John W. Rayleigh

Rittenhouse, David (1732–1796) 109, 294, 1610
 Robertson, Howard Percy (1903–1961) 749
 Roche, Édouard Albert (1820–1883) 980
 Roe, E. D. 1659
 Roland, Georges 934
 Rømer, Olaf Christensen (1644–1710) 109, 734, 1606, 1610
 Ronchi, Vasco (1897–1988) 99
 Rood, Herbert Jesse (1937–2005) 1505
 Rosenberg, Hans (1879–1940) 1093
 Rosse, Lord (William Parsons, 1800–1867) 1606
 Ross, Frank Elmore (1874–1960) 1025
 Rossiter, Richard Alfred (1886–1867) 1659
 Roth, Günter D. (1931–2016) 831
 Rümker, Christian Karl Ludwig (1788–1862) 1659
 Runge, Carl David Tolmé (1856–1927) 1083
 Russell, Henry Chamberlain (1836–1907) 1659
 Russell, Henry Norris (1877–1957) 1068, 1076, 1093 f., 1096, 1114, 1128, 1133, 1359, 1465, 1607
 Rutten, Harrie G. J. 83
 Rydberg, Johannes Robert (1854–1919) 747



Abbildung P.19
Sjur Refsdal

S

Sachs, Rainer Kurt (*1932) 1592
 Sakurai, Yukio 1155
 Samus, Nikolai N. (*1949) 1357
 Sandage, Allan Rex (1926–2010) 1559
 Sanduleak, Nicholas (1933–1990) 1463
 Sarkar, Subir (*1953) 1599
 Sastry, Gummuluru Narasimha (1937–2008) 1505
 Sawo, Mathias (*1981) 1694
 Sazepin, Georgi Timofejewitsch (1917–2010) 728
 Scaliger, Joseph Justus (1540–1609) 716
 Scardia, Marco (*1948) 1659
 Schaeberle, John Martin (1853–1924) 1659
 Schaer, E. 82
 Scharf, Caleb A. 1038
 Schedler, Johannes (*1953) 1694
 Scheiner, Christoph (1573–1650) 182
 Scheiner, Julius (1858–1913) 122, 124, 1610, 1659
 Schertl, D. 433
 Schiaparelli, Giovanni Virginio (1835–1910) 1659
 Schmidt, Bernhard (1879–1935) 82 f., 1610
 Schmidt, Brian Paul (*1967) 1607
 Schmidt, J. F. J. 675
 Schoch, Horst 1312
 Schönberg, Mario (1914–1990) 1121 f.
 Schönfeld, Eduard (1828–1891) 1656
 Schreckling, Kurt 1694
 Schroeder, Daniel J. 299
 Schröter, Johann Hieronymus (1745–1816) 871
 Schwabe, Samuel Heinrich (1789–1875) 774, 811
 Schwarzschild, Karl (1873–1916) 1186
 Schwenn, Oliver 1694
 Seaton, Michael J. (1923–2007) 1219
 Secchi, Pietro Angelo (1818–1878) 294, 774, 1606, 1608, 1659
 See, Thomas Jefferson Jackson (1866–1962) 1659
 Seldowitsch, Jakow Borissowitsch (1914–1987) 684, 1197
 Sellmeier, Wolfgang von 736



Abbildung P.20
Karl Schwarzschild

Sellors, Richard Pickering (1869–1937) 1659
 Sérsic, José Luis (1933–1993) 1523
 Shakura, Nikolai Iwanowitsch (*1945) 765
 Shapiro, Irwin Ira (*1929) 1554
 Shapley, Harlow (1885–1972) 108f., 1610
 Shi-yang, Jiang 1431
 Shoemaker, Eugene (1928–1997) 933
 Sidgwick 948
 Silk, Joseph Ivor (*1942) 1593
 Sima Qian (–144 bis –86) 1135
 Sitarski, Grzegorz 984
 Sitter, Willem de (1872–1934) 1598
 Skey, Henry (1836–1914) 82
 Smith, George Elwood (*1930) 141
 Smyth, William Henry (1788–1865) 1659
 Solanki, Sami Khan (*1958) 812
 South, James (1785–1867) 1659
 Southworth, George Clark (1890–1972) 435, 1607
 Spitzer, Daniel (*1982) 1694
 Spörer, Friederich Wilhelm Gustav (1822–1895) 811, 813
 Stefan, Josef (1835–1893) 685, 732, 775, 1054, 1057, 1068, 1382, 1578
 Steinheil, Hugo Adolf (1832–1893) 94, 105
 Stokes, George Gabriel (1819–1903) 373
 Stone, Ormond (1847–1933) 1659
 Stothers, Richard B. (1939–2011) 1368
 Straus, Ernst Gabor (1922–1983) 1508
 Strehl, Karl (1864–1940) 117
 Strömgren, Bengt Georg Daniel (1908–1987) 651–653, 1225
 Struve, Friedrich Georg Wilhelm (1793–1864) 1312, 1659
 Struve, Otto Wilhelm von (1819–1905) 1312, 1659
 Stuhm, Gotthard (*1957) 1694
 Suess, Hans E. (1909–1993) 813
 Sufi, Abd al-Rahman al- (903–986) 1606
 Sugerman, B. 1691
 Sunjajew, Raschid Alijewitsch (*1943) 684, 765



Abbildung P.21
 Bengt Strömgren

T

Taki, Toshimi 1312, 1659
 Tape, Walter 71
 Taylor, Joseph Hooton (*1941) 508, 525f.
 Tempel, Ernst Wilhelm Leberecht (1821–1889) 937, 940, 945, 960, 1618
 Thirring, Hans (1888–1976) 1188
 Thomé, John Macon (1843–1908) 1656
 Thomson, Sir Joseph John (1856–1940) 391
 Thorne, Kip Stephen (*1940) 531
 Titius, Johann David (1729–1796) 936, 1014, 1608
 Tollmann, Alexander (1928–2007) 962
 Tolman, Richard Chace (1881–1948) 533, 1141, 1183
 Tombaugh, Clyde (1906–1997) 919, 1609
 Townes, Charles Hard (1915–2015) 1367
 Trumpler, Roberto Julius (1886–1956) 1278
 Tscherenkow, Pawel Alexejewitsch (1904–1990) 749
 Tschurjumow, Klim Iwanowitsch (*1937) 940
 Tully, Richard Brent (*1943) 688, 1506
 Turner, Arthur Francis (1906–1996) 293f., 1610
 Turner, David G. 653
 Tuttle, Horace Parnell (1837–1923) 937, 945



Abbildung P.22
 Ernst W. Tempel

U

Ulbricht, Manfred (*1952) 1694

V

Vaucouleurs, Gérard-Henri de (1918–1995) 1482, 1523

Vegard, Lars (1880–1963) 66

Véron-Cetty, Marie Paule 1533

Vikhlinin, Alexey 1505

Vogel, Hermann Carl (1841–1907) 675, 1606

Voigt, Woldemar (1850–1919) 350

Volkoff, George Michael (1914–2000) 533, 1141, 1183

Vollmann, Wolfgang (*1959) 1312

Vries, Hessel de 813

W

Waldmeier, Max (1912–2000) 814

Webb, Thomas William (1807–1885) 1659

Weber, Ernst Heinrich (1795–1878) 671, 1606

Weber, Markus (*1979) 1492

Wegener, Alfred Lothar (1880–1930) 71

Wehner, Pete 1659

Weigand, Mario (*1983) 1694

Weigelt, Gerd P. (*1947) 425, 430

Weigert, Alfred (1927–1992) 3, 1296

Weiss, Rainer (*1932) 531

Weizsäcker, Carl Friedrich Freiherr von (1912–2007) 1007, 1047, 1070, 1607f.

Wellmann, Peter (1913–1999) 1436

Wendker, Heinrich Johannes (1938–2008) 3, 448

Wesselink, Adriaan Jan (1907–1995) 682, 1055

Westerhout, Gart (1927–2012) 435, 1607

Wien, Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz (1864–1928) 732

Wild, Paul (1925–2014) 944f.

Wilson, Alexander (1714–1786) 774, 783

Wilson, Olin Chaddock (1909–1994) 596, 686

Wilson, P. R. 783

Wilson, R. H. 1659

Wilson, Robert E. 1120

Wilson, Robert Woodrow (*1936) 1557, 1607

Wiltshire, David L. 1599

Winifred Sawtell Cameron (1918–2016) 854

Winnecke, Friedrich August Theodor (1835–1897) 1659

Wirtanen, Carl Alvar (1910–1990) 945

Wischnewski, Barbara (*1953) 994

Wittek, Johannes (*1968) 1694

Woerden, Hugo van 1414

Wolfe, Arthur Michael (1939–2014) 1592

Wolfer, Heinrich Alfred (1854–1931) 809

Wolf, Johann Rudolf (1816–1893) 758, 809, 811, 813

Wolf, Maximilian Franz Joseph Cornelius (1863–1932) 141, 1608

Wolk, Scott J. 1119f.

Wollaston, William Hyde (1766–1828) 294, 1610

Wolter, Hans (1911–1978) 502, 504

Wood, Robert Williams (1868–1955) 82

Workman, Brian 1311

Woronzow-Weljaminow, Boris Alexandrowitsch (1904–1994) 1264

Wright, K.O. 1436



Abbildung P.23

Carl Friedrich von Weizsäcker

Y

Yagi, Hidetsugu (1886–1976) 458

Yukawa, Hideki (1907–1981) 721

Z

Zeeman, Pieter (1865–1943) 358, 748, 756, 1606

Zeipel, Edvard Hugo von (1873–1959) 1060

Zhang, Yun 924

Ziegenbalg, Stefan 1694

Znajek, Roman L. 765, 769

Zucchi, Nicolaus (1586–1670) 82, 1610



Abbildung P.24
Hideki Yukawa

Symbole

1E 0657–56 1494
 1E 161348–5055 1183
 1P/Halley 937
 1- μ m-Amateurastronomie 492
 2M1207 1018
 2P/Encke 936
 3C 48 449
 3C 58 1167
 3C 84 449
 3C 144 449
 3C 145 448f.
 3C 157 449
 3C 161 449
 3C 163 449
 3C 273 449, 1540f.
 3C 274 449
 3C 279 1541
 3C 341 1478
 3C 348 449
 3C 405 449
 3C 461 449
 3XMM J215022-055108 1197
 3 α -Prozess 1070
 4U 1608–52 1165
 4U 1636–536 1165
 4U 1728–34 1165
 9-12 Gem 1254
 9P/Tempel1 939
 10Be-Isotop 810
 12 Lyncis 1314, 1346
 14C-Isotop 810
 14 Orionis 1314
 16 Vulpeculae 1314
 17P/Holmes 939, 944
 21-cm-Wasserstofflinie 474
 22°-Ring 71–73
 23 Orionis 1313
 26 Draconis 1314, 1322
 28 Tau 1375f.. *Siehe* Pleione
 30 Doradus 1240f.
 36 Andromedae 1314
 46°-Ring 71–73
 52 Orionis 1314
 54 Leonis 1313
 55 Cancri 1019
 55P/Tempel-Tuttle 1866I 936, 959
 61 Cygni 1313
 70 Ophiuchi 1314, 1323, 1338

72 Pegasi 1314
 79 Ursae Majoris 1313
 80 Tauri 1314, 1323
 80 Ursae Majoris 1313
 81P/Wild2 943
 85 Pegasi 1314, 1320
 93 Leonis 1313
 96P/Machholz1 943
 100-m-Teleskop 448
 118 Tauri 1313
 120°-Nebensonne 71
 133P/Elst-Pizarro 936
 176P/Linear 936
 238P/Read 936
 1992 QB1 909, 911
 1993 FW 911
 1995 TL8 909
 1996 TL66 909
 1999 NC43 961
 2002 AW197 911, 913
 2002 MS4 913
 2002 OR10 913
 2002 TC302 913
 2002 TX300 913
 2002 UX25 913
 2002 XU93 909
 2003 AZ84 913
 2003 EL61 (Haumea) 921
 2003 UB313 (Eris) 921
 2004 GV9 913
 2004 JG6 912
 2004 MN4 912
 2004 S1 R 895
 2004 YH32 909
 2005 RN43 913
 2005 UQ513 913
 2006 HY51 909
 2006 US289 (Wischnewski) 917
 2007 OR10 911, 921
 2010 NV1 909
 2012 DA14 913
 2012 FZ23 909
 2015 RR245 913
 α 2 CVn-Sterne 1370
 α -Aurigiden 957
 β -Tauriden 958
 γ Cas 341
 ζ -Perseiden 958
 Σ 228 1314
 Σ 460 1314

Σ 749 1314
 Σ 1037 1314, 1325
 Σ 2390 1313
 Σ 2466 1313
 Σ 2483 1313

A

A13-Mittelung 817
 A 370 1552
 A0620–00 1189
 AASC 551
 AAVSO. *Siehe* American Association of Variable Star Observers
 AAVSO International Database 538, 1445
 AAVSO Photometric All-Sky Survey 1445
 AB Aurigae 1009
 Abbe-Zahl 735, 737
 Abell 39 1268
 Abell 58 1152
 Abell 194 1507
 Abell 1835 IR 1916 1554, 1559
 Abell-Katalog 1656
 Abendweite 697
 Aberration
 chromatische 90
 Fixstern 993
 jährliche 993
 Planeten 993
 säkulare 1205
 sphärische 83, 91
 tägliche 993
 Abiogenese 1037
 Abklingverhalten 530
 Abkürzungen 1572
 Ableitung 1650
 Ablesefehler 1426
 Absolute Helligkeit 649
 Absorptionslinien 328, 740, 745, 1377
 Abstand 1341
 Abstand des Perihels (vom aufsteigenden Knoten) 981, 998
 Abstandsmessung 678
 Abtastung 173
 Abydos 941
 Acetamid 940
 Aceton 940

- Acetylen 1019
 Achilles-Gruppe 911
 Achird 1343
 Achromasie 737
 Achromasiebedingung 737
 Achromat 94
 Achromat nach Fraunhofer 93 f.
 Achromat nach Steinheil 94
 Active Galactic Nukleus 1532
 ACVS 551
 Adams-Ring 906
 Adaptive Optik 421
 Adenin 1035
 Adler 41
 Adlernebel 1225, 1243, 1250
 Adrastea 886
 ADS. *Siehe* Aitken-Doppelstern-Katalog; *Siehe* Astrophysics Data System
 Advanced Coma Free 83
 Advanced LIGO 512, 518
 Advanced Ritchey-Chrétien 85, 139
 Advanced VIRGO 510, 518
 Aegaeon 897
 Aegir 898
 Aerosolgehalt der Luft 150
 Aethra 924
 Affenkopfnebel 494, 1225, 1236, 1253
 Afokale Projektive 166
 Afokales digitales Projektions-system 166
 Afterglow 1170
 AGASA-Experiment 727
 Agent Neo (Zooniverse) 587
 Agglomeration 1007
 Agilkia 940, 942
 AGN-Galaxie (Aufbau) 1532
 Ägyptischer Kalender 716
 Ahuna Mons (Ceres) 915
 AID 1445. *Siehe* AAVSO International Database
 Airglow. *Siehe* Luftleuchten; *Siehe* Luftleuchten
 Aitken-Doppelstern-Katalog 1655
 Aitne 887
 Akkretion 1457
 Planetenentstehung 1008
 Quasare 1536
 Akkretionseffizienz 1536
 Akkretionsscheibe 765, 767, 1379, 1533
 Aktive galaktische Kerne 1532–1534
 Aktive Galaxien 1531–1547
 Aktive Optik 420
 Akustische Schwingungen 1591
 Aladin 537, 575
 Al-Amal (Raumsonde) 1614
 Albategnius (Mondkrater) 843, 849
 Albedo 860
 Albert-Einstein-Institut 510
 Albiorix 897
 Albireo 353, 699, 1313, 1329, 1333, 1338
 ALccd 170
 Aldebaran 38, 699, 1052
 Algol 42, 716, 1393
 Algol-Paradoxon 1302
 Algol-Sterne 1301
 Alhena 699
 Aliacensis (Mondkrater) 149, 221
 aLIGO. *Siehe* Advanced LIGO
 Alinda-Gruppe 911
 Alkeria Celera One COSS-MP 380
 Alkor 43, 1313
 Allgemeine Relativitätstheorie 724, 1196
 Allied Vision GoDec 491
 AllSky6 965
 AllSky7 Fireball Network Europe 965
 ALMA. *Siehe* Atacama Large Millimeter Array
 Almaaz 1117
 Almach 42, 44, 1313
 Almanach 31
 Alpen (Mondgebirge) 222, 845
 Alpental (Mondformation) 222, 845
 Alpha Geminorum 1313, 1318
 Alpha Herculis 1313, 1338
 Alpha Lyrae 1358. *Siehe* Wega
 Alpha Orionis. *Siehe* Beteigeuze
 Alpha Piscium 1314
 Alpha Ursae Minoris 1344
 Alphonsina 924
 Alphonsus (Mondkrater) 221, 853
 ALPY 296
 Altair 41, 170
 Alter des Universums 1561, 1570
 Alter eines Pulsars 1176
 Ältere Population I 1047
 Alter-Null-Hauptreihe 1094 f.
 Altersbestimmung 1291
 Farben-Helligkeits-Diagramm 1293
 Isochronenmethode 1291
 Isotopenmethode 1291
 Weiße Zwerge 1292
 AL Trianguli 620
 Aluminiumbeschichtung 97, 132
 Alvaldi 898
 Amalthea 886
 Amateur-Radioteleskop 479
 Ameisensäure 1035
 American Association of Variable Star Observers 538, 545 f., 1357, 1395, 1445
 Amherstia 924
 Aminoacetonitril 1035
 Amor-Typ 912
 Amplitude 520
 Analemma 712
 Analoge Photographie 1631–1639
 Ananke 886
 And A 449
 Andromeda 44
 Andromedagalaxie 44, 449, 1486, 1494, 1499, 1507 f., 1519
 Andromedanebel. *Siehe* Andromedagalaxie
 Andromeda Project (Zooniverse) 587
 Angelina 924
 Angrboda 897
 Angular Diameter Distance 1567
 Annus Fictus 713
 Anomale X-Ray Pulsare 1165
 Anomalie
 exzentrische 984
 mittlere 984, 998, 1352
 wahre 981, 983 f., 998
 Anomalistischer Monat 714
 Anomalistisches Jahr 714
 Anregungsklassen 1262
 Anregungstemperatur 1058
 Antares 40, 699, 1052, 1115
 Antaresnebel 1115, 1250
 Antennen 459
 Antennencharakteristik 481
 Antennengalaxie 1500
 Antennengalaxien 1514
 Antennenkeule 446
 Anthe 897
 Anti-Blooming 171
 Antigone 924
 Antiproton 1585
 Antoniadi-Skala 58
 Anwendungsbeispiel 787, 1342, 1407
 AO 0235+164 1542
 Aoede 887
 Äon 1599
 APASS 1445
 Apenninen (Mondgebirge) 164, 222, 847
 Apochromat 93 f.
 Apochromatismus 96
 Apochromat nach Petzval 82
 Apohela 912
 Apollo (Raumsonde) 1613
 Apollo-Typ 912
 APPLAUSE 538, 545, 549
 Application of Research to Operations at Mesoscale 59
 Ap-Sterne 752, 1370
 Aql X-1 1165
 Äquatorialbänder 888
 Äquatorial (Fernrohr) 22
 Äquatorialsystem 689
 Aquila. *Siehe* Adler
 Äquinoktium 694, 981
 Äquivalentbreite 338, 359

- Äquivalentbrennweite 145, 149
Arabia Terra (Mars) 878
Arago-Punkt 375
Arago-Ring 906
Arakelian Emission Line Objects 1656
Arbeitsvorschlag 61, 619, 641, 644 f.,
792, 798, 800, 1004, 1343, 1345, 1424,
1574
Archaeen 1040
Arche 887
Arches 1277 f.
Archimedes (Mondkrater) 222
Arecibo 436
Arend-Roland 1957 933
Areographische Koordinaten 700
Argelander'sche Stufenschätz-
methode 230, 1408
Argentine Virtual Observatory 536
Ariadne 924
Ariel 904
ARIEL (Satellit) 1616
Aries. *Siehe* Widder
Arietiden 957 f.
Aristarchus (Mondkrater) 841, 853
Aristillus (Mondkrater) 222
Arjuna-Typ 912
Arkturus 699, 1052
Arkustangens 1341
Armenian Virtual Observatory 536
AROME. *Siehe* Application of Research
to Operations at Mesoscale
Arp 148 1486
Arp 222. *Siehe* NGC 7724
Arp 229 635
Arp 299 (Polarisation) 409
AR Scorpii 527, 599, 1148
AR-Scorpii-Sterne 1149
arXiv 1664
Arzachel (Mondkrater) 221
ASA 150
ASAS 539, 545, 550
ASAS-SN 553, 625 f., 628
ASASSN-15lh 1447
ASKAP. *Siehe* Australian Square
Kilometre Array Pathfinder
Asteroiden 908, 955
Asteroid Zoo (Zooniverse) 587
Astigmatismus 92, 298
Astra (Satellit) 479
AstroArt (Software) 271, 1719
Astrobiologie 1033
Astro-E2 (Satellit) 1617
Astrograph 87
AstroGrid, United Kingdom 536
AstrolmageJ (Software) 1719
Astrokamera 159, 169 f.
AstroLumina 170
Astrometrica (Software) 271, 1721
Astrometrische Doppelsterne 1301
Astromodifikation 167
Astronomische Dämmerung 78
Astronomische Einheit 676
Astronomy Rewind (Zooniverse) 587
Astron (Satellit) 488, 1616
Astropeiler Stockert 478
Astrophotographie 141–226
Lösungen für Probleme 225
Astro Photography Tool (Software)
177, 1717
Astrophysics Data System 1664
Astro-Solar-Folie 803
Asymmetrie
Wilson-Effekt 796
Asymmetriefehler 92
Asymptotischer Riesenast 1127, 1130,
1361
AT2017gfo 532
AT2018cow 1455
ATA 443
Atacama Large Millimeter Array 1026,
1115, 1601, 1611
Atair 41, 343, 699
Aten-Typ 912
Äthylalkohol 1035
Äthylenglykol 1035
ATIK 170
Atira-Typ 912
Atlas 895, 897
Atlas Coelestis 1655
Atlas of Peculiar Galaxies 1656
Atmosphäre 47–79, 421
Erde 875
Exoplaneten 1016
Jupiter 883
Mars 879
Merkur 864
Neptun 906
Saturn 894
Titan 899
Uranus 903
Venus 867
Atmosphäre der Sonne 801
Atmosphäre von Beteigeuze 453
Atmosphärische Einflüsse 262
Atmosphärische Fenster 49
Atmosphärische Schwächung 150
Atomuhr 708
Atomzeit 708
Attraktor, großer 1505
AudioHimmelsführungen (Software)
32
Aufbau der Atmosphäre der Sonne
801
Aufbau der Erdatmosphäre 47 f.
Aufbau eines Fernrohrs 80
Aufgabenbereiche in der Photo-
metrie 286
Auflösungsvermögen 114
DADOS 296
Flächenobjekte 295
Gitter 294
Orientierungshilfe 295
Prisma 294
spaltlose Spektroskopie 298
spektrales 294, 300, 309, 312
Überprüfung 302
Aufnahmesoftware 176
Aufnahmeverfahren 142
Fokalaufnahmen 142
Projektionsaufnahmen 142
Sternfeldaufnahmen 142
Aufsteigender Knoten 981, 997
Aufsuchekärtchen. *Siehe* Umge-
bungskarten
Auge 655
Augenprüfer. *Siehe* Alkor
Augenpupille 111
AU Microscopii 1008
Aurora australis 67
Aurora borealis 67
Aurora-Oval 67
Ausbreitungsgeschwindigkeit 733
Ausflockung 1007
Ausgleichsparabel 1652
Ausgleichsrechnung 1419, 1649–1654
Auslösekabel RS-60E3 168
Ausonia 924
Ausrichtung 124, 200
Ausrichtungsfehler 123
Austauschteilchen 722
Austin 953
Australian Square Kilometre Array
Pathfinder 1169
Australian Virtual Observatory 536
Austrittspupille 110
Austrittsspalt 292
Auswerteverfahren
Polarimetrie 383
Autoguiding 124, 169
Autokorrelation 428, 432
Autolycus (Mondkrater) 222
Autonoe 887
AutoStakkert! (Software) 1719
aVIRGO. *Siehe* Advanced VIRGO
Axiom 105
Axione 1493
AXP 1164 f.
Azimut 689
Azimutalmontierung 120
Azimutfehler 126

B

- B023-G078 1198
 B1422+231 1549
 B1608+656 1558
 Baader Micro Guide 1331
 Baade-Wesselink-Methode 681, 1054
 Babcock's Stern 751
 Babinet-Punkt 375
 BACHES 296 f.
 Bacillus permians 1040
 back-illuminated CMOS 163
 Back Side Illuminated 162
 Backyard Worlds: Planet 9 (Zooniverse) 587
 Bahnbestimmung 923, 993
 Bahn der Sonne 1201
 Bahnelemente 979
 Abstand des Perihels 998
 Aufsteigender Knoten 997
 Bahnneigung 998
 Doppelsterne 1352
 Mittlere Anomalie 998
 Periheldistanz 998
 Periheldurchgang 999
 Planeten 982
 Wahre Anomalie 998
 Zwerg- und Kleinplaneten 982
 Bahnen der Planeten 858
 Bahnformparameter 979, 1352
 Bahngeschwindigkeit 859, 975
 Bahnlageparameter 979, 1352
 Bahnneigung 998
 Doppelsterne 354
 Bahnstörungen 1013
 Bahnzeitparameter 979, 1352
 Bahtinov-Maske 182
 Bakterien 1040, 1043
 Balmer-Dekrement 1220, 1390
 Balmer-Kontinuum 652
 Balmer-Serie 746
 Bärenhüter 39 f.
 Bariumflint 735
 Barlow-Linse 107 f., 136, 146
 Barnard 44 1115
 Barnard-Katalog 1656
 Barnards Loop 1232
 Barndoor-Montierung 133–135
 Barringer-Krater 960
 Barycentric Coordinated Time 710
 Barycentric Dynamical Time 710
 Baryonen 720
 Baryonische akustische Oszillationen 1591
 Baryonische Materie 1572
 Baryzentrischen Koordinaten 993
 Baryzentrum 993, 1206
 Basalt 917
 Bath-Interferometer 100
 Bauernregeln 62
 Bäume am Krückau-Wanderweg 1644
 BAV. *Siehe* Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne
 Bayer-Matrix 167
 BD. *Siehe* Bonner Durchmusterung
 Beagle 2 (Raumsonde) 1614, 1617
 Beagle 3 (Raumsonde) 1617
 Bearbeitungsprozess von Bildern 197
 Bebhionn 897
 Becker-System 651
 Bedeckungsveränderliche 620, 623, 631, 636, 1301, 1426, 1671
 bei NGC 4490 635
 Befort Wetzlar 132
 Begleiter der Milchstraße 1209
 Beifang in Deep-Sky-Bildern 600–646
 Beli 898
 Belichtungsformel 150
 Belichtungsreihe 1634–1639
 Belichtungszeit 150, 153 f., 171, 175
 Belinda 904
 Bellatrix 699
 Beobachtung
 Jupiter 888
 Kometen 945
 Mars 880
 Merkur 864
 Meteore 964
 Neptun 907
 Plantoiden 923
 Saturn 901
 Uranus 905
 Venus 868
 Beobachtung der Sonne 802
 Beobachtungsobjekte
 Doppelsterne 1310
 Galaktische Nebel 1225, 1228
 Galaxien 1486, 1507
 Kugelsternhaufen 1288
 offene Sternhaufen 1279
 Planetarische Nebel 1263
 Polarisation 388, 390
 Veränderliche Sterne 603, 1394
 Beobachtungsqualität 818
 Beobachtungstechnik in der Radioastronomie 447
 BepiColombo (Raumsonde) 1614, 1617
 Bequeme Vergrößerung 112
 Berechnung der Helligkeit 989
 Berechnung der Koordinaten 988
 Bergelmir 897
 Berg-Tag-Windsystem 62
 Berkeley Open Infrastructure for Network Computing 585
 Berührungsbogen 71–74
 Beschichtung 132
 Beschleunigte Expansion 1560
 Bessel'sches Jahr 713
 Be-Sterne 357, 389, 592, 1374
 Polarisation 391
 Bestimmung der Bahnelemente 997
 Bestimmung der interstellaren Rötung 1222
 Bestimmung der Koordinaten 947
 Bestimmung des Durchmessers 1306
 Bestimmung des geographischen Ortes 698
 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1412, 1417
 Fehlerabschätzung 1425
 Fehlerquellen 1425
 Freie Hand 1412
 Parallellinienmethode 1412
 Pauspapiermethode 1413
 Polynom 1413
 Bestla 897
 Beta-Cephei-Sterne 1361
 Beta Cygni 41, 1313
 Beta Delphini 1314, 1320
 Beta Lyrae 41, 342, 1313
 Beta-Lyrae-Sterne 631, 1302
 Beta Monocerotis 1313
 Beta Orionis 1313
 Beta Pictoris 1020
 Beta Tauri 342
 Beteigeuze 38, 315, 345, 427, 452, 687, 693, 696, 699, 1052, 1134, 1362 f., 1365, 1367, 1471
 Bethe-Weizsäcker-Zyklus 1069
 Bettina 924
 Beugungsbild 114, 421
 Beugungsgitter 290
 Beugungsscheibchen 115
 Bianca 904
 Biasframe 187
 Bibcode. *Siehe* Bibliographischer Code
 Bibliographischer Code 1664
 Bienenwabenstruktur 1602
 Bierhefe 1040
 Big Bang 1592
 Big Bounce 1592, 1595
 Big Chill 1592
 Big Crunch 1592
 Big Freeze 1592
 Big Rip 1592, 1598
 Big Whimper 1592
 Bikubische Interpolation 300, 1334
 Bildaddition. *Siehe* Bildüberlagerung

- Bildernachweis 1690
 Bildfehler 97
 Bildfeldderotorator 123
 Bildfeldebnungslinse 91
 Bildfeldrotation 124
 Bildfeldwölbung 298
 Bildgröße 149
 Bildkalibrierung 198
 Bildruhe 818
 Bildschärfe 818
 Bildschärfe bei der Beobachtung der Sonne 818
 Bildstapelung. *Siehe* Bildüberlagerung
 Bildüberlagerung 198
 Bildung der Galaxien 1488
 Bildung von Sternhaufen 1109
 Bildverstärker 427
 Bildverzerrungen 92
 Bildwölbung 91
 Binäre Schwarze Löcher 1538 f., 1542
 binärgetriebene Hypernova 1457, 1460
 Binärpulsar 524
 Binärsystem 520
 Binokular 136
 Biomarker. *Siehe* Biosignatur
 Biosignatur 1039
 Bipolare Jets 1115
 Birt (Mondkrater) 221
 Bispectral analysis 431
 BK7 97
 Blackeye-Galaxie 39, 1486, 1515
 Blandford-Payne-Prozess 770
 Blandford-Znajek-Prozess 768
 BLAP. *Siehe* Blue large-amplitude pulsators
 Blasare 1543
 Blasennebel 42, 1225, 1230, 1249 f., 1281
 Blauer Schneeball 1261, 1274
 Blaurotkeil 674
 Blausäure 1019
 Blazare 1543
 Blazefunktion 324
 Blazegitter 137, 290
 Blaze-Gitter-Spektroskop 109, 297
 Blazewellenlänge 306
 Blazhko-Effekt 286, 1359
 Blei
 Blei-204-Isotop 1291
 Blei-206-Isotop 1291
 Bleistiftnebel 1472, 1476
 Blende 175
 Blendenverfahren 244 f.
 Blendenzahl 110
 Blickfeld 112
 Blitzar 1168
 BL-Lacertae-Objekte 1534 f., 1542
 Blue large-amplitude pulsators 1362
 Blütezeit von Obstbäumen 66
 Bobrovnikoff-Methode 947
 BOINC. *Siehe* Berkeley Open Infrastructure for Network Computing
 Bolide 955
 Bolometrische Helligkeit 668
 Bolometrische Korrektur 668
 Boltzmann-Formel 1058
 Bond-Albedo 861
 Bonner Durchmusterung 1655
 Bonn-Potsdam-Modell 1558, 1594
 Bootes. *Siehe* Bärenhüter
 Borisov 923
 Borkron 735
 Bose-Einstein-Kondensat 508
 Bosonen 720
 intermediäre 720
 Bosonensterne 1188
 BRAMS 477, 968
 Braune Zwerge 1076, 1124, 1493
 Brazilian Virtual Observatory 536
 (B–R)-Diagramm 1308, 1426
 Brechungsindex 735, 741
 Breite der Penumbra 795
 Breitengrade 702
 Brenndauer 1124 f.
 Brennweite 110
 optimale 172
 Brewster-Punkt 375
 Brewster-Winkel 375
 Bright-Star-Katalog 1655
 BRITE 539, 545
 Broad Line Region 1534, 1543
 Brown'sche Molekularbewegung 351, 1131
 Bulge 1488
 Bullets 764, 1193
 Bumerangnebel 1262
 Bump (RR-Lyrae-Sterne) 1359
 Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne 643, 1394 f., 1441, 1443
 Bürgerliche Dämmerung 78
 Bürgerwissenschaft 585
 BU Tau. *Siehe* Pleione
 B+W-Filter 863
 BY-Draconis-Sterne 1325
-
- C**
 C 1 1230, 1278
 C 4 1225, 1230, 1248
 C 6 1261
 C 9 1225, 1230, 1250
 C 11 42, 1225, 1230, 1249, 1281
 C 13 42, 1230, 1251, 1278 f., 1281
 C 14 1278
 C 19 1225, 1230, 1248, 1266
 C 20 41, 496 f., 1225, 1247, 1250
 C 22 1261, 1274
 C 23 1486, 1509
 C 24 1486
 C 27 1225, 1245 f., 1250
 C 32 1486
 C 33 1472
 C 34 1472
 C 38 1486, 1509
 C 39 1261
 C 41 1278, 1283
 C 49 1225, 1238
 C 50 , 1278, 498
 C 55 1261, 1271
 C 61 1514
 C 63 1261, 1273
 C 74 1157
 C 80 1286 f.
 C/1995 O1 936
 C/1995 Y1 936
 C/2012 S1 (ISON) 943
 CaFK95 97
 Calciumfluorid. *Siehe* Kalziumfluorid
 Caliban 904
 Callirrhoe 887
 Calypso 897, 899
 Camilla 924
 Canadian Virtual Observatory 536
 Cancer. *Siehe* Krebs
 Canis Maior. *Siehe* Großer Hund
 Canis Minor. *Siehe* Kleiner Hund
 Canon EOS Utility 174, 178
 Canon-Kameras 167
 EOS 40D 656
 EOS 60Da 167, 656
 EOS 250D 256, 258, 657
 EOS 300D 167
 Canyon Diablo 960
 Capella. *Siehe* Kapella
 Cape Photographic Catalogue 1656
 Capricorniden 958
 Carinanebel 1049, 1228
 Carina-Sagittarius-Arm 1203
 Carne 887
 Carpo 886
 Carrington-Rotation 778
 Cartes du Ciel (Planetariumssoftware) 31, 1715
 Cas A 449, 485, 1167, 486 f.
 Casimir-Druck 728
 Casimir-Effekt 727 f.
 Cassegrain 83, 85
 Cassegrain-Fokus 87
 Cassegrain nach Dall-Kirkham 85
 Cassini (Raumsonde) 900, 1614
 Cassinische Teilung 895

- Cassiopeia. *Siehe* Kassiopeia
 Castor. *Siehe* Kastor
 Catalina Sky Survey 540, 545, 553
 Catalina Surveys Periodic Variable
 Star Catalog 1357
 Catalogue of Galactic Planetary
 Nebulae 1656
 Catalogue of Markarian Galaxies 1656
 Catharina (Mondkrater) 841
 Cauchy-Horizont 1187
 Cave-Nebel 1225, 1230, 1250
 CC Andromadae 595
 CCC-Kosmologie 1599
 CCD 159
 CCD-Ausleseverfahren 161
 CCD-Photometrie-Filter 659
 CD. *Siehe* Córdoba Durchmusterung
 CDM 1493
 CDM-Standardmodelle 1601
 CEERS-z14 (Maisie's Galaxie) 1559
 CEERS-z17 (93316) 1559
 Cen A 449, 1500, 1537
 Centaurusarm 1202f.
 Centaurushaufen 1504
 Centaurus-Pulsar 1181
 Center for High Angular Resolution
 Astronomy 433
 Cen X-1 449, 1500
 Cen X-3 1181
 Cepheiden 1360
 Cepheus. *Siehe* Kepheus
 Cerberus Fossae (Mars) 879
 Cerealia Facula 916
 Ceres 857, 909, 913f., 1614
 Bahnelemente 982
 CERN 724
 Cetus. *Siehe* Walfisch
 C-F-Achromat 93
 CFHQJ2329–0301 1559
 Chaldene 887
 Chandra (Satellit) 500, 939, 1616
 Chandrasekhar-Grenze 1150, 1449,
 1598
 Chang'e (Raumsonde) 1613
 Chaos 913
 CHARA-Array 433
 CHARA-Interferometer 1118
 Charged-coupled device 159
 Charon 919f., 976
 Cheko-See 960
 Chemische Symbole 1726
 Chemische Zusammensetzung
 Kometen 934
 CHEOPS (Satellit) 1616f.
 Cherenkov Telescope Array 504
 Chicxulub-Krater 961
 Chilean Virtual Observatory 536
 Chinese Virtual Observatory 536
- Chipempfindlichkeit 324
 Chiron 909, 917
 Chirp mass. *Siehe* Zirpmasse
 Chlormethan 1039
 Chondrite 903
 Christmas tree cluster 1239.
 Siehe Weihnachtsbaum-Stern-
 haufen
 Chromatische Aberration 90
 Chromosphäre 455, 778, 802
 CID-42 1501, 1539
 CID-947 1537
 CIE/DIN 491
 CIE-RGB 656
 Cirrus-Nebel 1472, 1476
 Cir X-1 1171
 Citizen-Science 585
 CIZA J2242+53 450
 CI0024+17 1494
 CL 2244–02 1552
 Clavius (Mondkrater) 221, 846, 848
 Clipfilter im Vergleich 157
 CME. *Siehe* Koronaler Massenauswurf
 CMOS 159
 CMOS-Bauweise 162
 CMOS-Verstärker 194
 C-Mount 165, 174
 CNO-Zyklus 1070, 1081
 CO–0.4–0.22 1209
 COBE (Satellit) 1591, 1595, 1616
 Cocoon Galaxy 635
 Cold Dark Matter 1493
 Collados et al. 796
 Collinder 470 1248
 Collinder-Katalog 1656
 Colorgramme (Software) 468
 Comahaufen 1504
 Coma-Superhaufen 1505
 Comet Hunters (Zooniverse) 587
 Moving Distance 1566
 Complementary metal-oxide-
 semiconductor 159
 Compton-Effekt 732
 Consortium for small-scale Modelling
 59
 Copernicus (Satellit) 488, 500, 1616f.
 Cordelia 904
 Córdoba Durchmusterung 1655
 Coronado 803
 COROT 539, 545
 CoRoT-1b 1021
 Cosmic Explorer 513
 Cosmic Strings. *Siehe* Kosmische
 Fäden
 COSMO. *Siehe* Consortium for
 small-scale Modelling
 Coudé-Fokus 87
 Coulomb-Kraft 723, 1070
- Coulomb-Potential 1071
 Courage-Bogen 906
 Cow 1455
 CQ Cephei 399
 Cr89 1253f.
 Crab-Nebula 1473
 Crayford-Auszug 184
 Crescent-Nebel 1225, 1245f., 1250
 Cressida 904
 Crux-Scutum-Arm 1203f.
 CSDR. *Siehe* Catalina Surveys Periodic
 Variable Star Catalog
 CSDR2 622, 625–627, 632
 CS-Mount 174
 CSS. *Siehe* Catalina Sky Survey
 CTA 504
 Cubewanos 909
 Cubical-Quad-Antenne 459
 Cupid 904
 Curiosity (Raumsonde) 1614
 Cuzdi-Maske. *Siehe* Bahtinov-Maske
 Cyanobakterien 1039
 Cybele-Gruppe 912
 Cyg A 449, 1537, 1542
 Cygnus 1633–1639. *Siehe* Schwan
 Cygnusarm 1202f.
 Cygnus-Loop 1245, 1250, 1476f.
 Cygnus X-1 1190
 Cyg X-1 1370
 Cyg X-2 1165
 Cyg X-3 1171
 Cyllene 887
 Cyrillus (Mondkrater) 841
 Czech Variable Star Catalogue 1656
 CzeV. *Siehe* Czech Variable Star
 Catalogue

D

- DADOS 296
 DADOS Spaltspektrograph 293, 321
 Dall-Kirkham 83, 492
 Dalton-Minimum 810
 Dämmerung 78
 Dämmerungszahl 113
 Dämpfungsfügel 352
 Danjon-Skala 850
 Daphne 924
 Daphnis 895, 897
 Darkframe 187, 262
 Polarimetrie 381
 Smartphone 220
 Spektroskopie 317
 Dark Universe Observatory 500
 DASCH 540, 545, 555
 Datenformat 163, 240, 242
 Dauerformen 1043
 Dauersporen 1040

- David Dunlap Observatory Catalogue 1656
- Dawn (Raumsonde) 915, 1614
- DBK 51 AU02 165
- DCF-77-Signal 838
- DCRAW 1675
- DCRAW-Parameter 1675–1676
- DDO. *Siehe* Distant Detached Objects
- Deadpixel 191
- Debayering 173, 298
- Debris-Scheibe 1008
- DECIGO (Satellit) 516, 1617
- DECI-Hertz-Interferometer-Gravitationswellen-Observatorium 516
- Deep Impact (Raumsonde) 939, 1614, 1617
- Deep-Sky-Bilder 600–646
- DeepSkyCamera (Software) 181, 1718
- Deep-Sky-Objekte 152
- DeepSkyStacker (Software) 1719
- Defektstellen 1580
- Definition der Oberfläche bei Gasplaneten 862
- Definition der Sekunde 706
- Definition der Zeit 708
- Definition eines Planeten 856
- Neudefinition 857
- Defokussierung 261
- Deimos 880
- Dekkan-Vulkanismus 961
- Deklination 690, 981
- Deklinationsachse 121
- Delay Line 424
- Delphin 41
- Delta Bootis 1313
- Delta Cephei
- Lichtkurve 1404–1406
- Vergleichssterne 1399
- Delta-Cephei-Sterne 42, 685, 1132, 1360
- Delta Ophiuchi 928
- Delta Orionis 1313
- Delta Sagittae 346
- Delta Scorpii 1375
- Delta-Scuti-Stern
- nahe M 27 614
- Delta-Scuti-Sterne 286, 614, 1358
- Wega 1059
- Dembowska 924
- Deneb 41, 302, 311, 333 f., 693, 699, 1052
- Denebola 39, 699
- Desdemona 904
- Deslandres (Mondkrater) 221
- Despina 907
- DESY 724
- Deutsche Montierung 121
- De-Vaucouleurs-Profil 1522 f.
- De-Vaucouleurs-System 1481
- Devosa 924
- DF5DU 473
- Dialyt 94, 739
- Diamantplanet 1182
- Dichotomie 869
- Dichte 1146
- Sterne 1056, 1081
- Universum 1561
- Dichteparameter 1561, 1569, 1572
- Dichtewellentheorie 1489
- Dies Reductus 713
- Differentialgleichungen 1079
- Differentialrechnung 1650
- Differentielle Photometrie 251
- Diffuses Funkenspektrum 1385
- Diffuses Streulicht 93
- Digitales Okular 159, 164
- Digitales Rauschen 185
- Digitale Videokamera 159, 165
- Digitalisierung 239
- Digitalisierungsfehler 362
- Digitalisierungstiefe 171
- Digitalkamera 159, 656
- marktübliche 166
- Digital Object Identifier 1665
- Digitalphotometrie 239
- Digital Photo Professional (Software) 184
- Digitaltechnik 159
- Dimethylsulfid 1039
- DIN 150
- Dinosaurier 960 f.
- Dione 897, 899, 901
- Dioretsa 909
- Dipolantenne 443
- Disk Detective (Zooniverse) 587
- Diskoscheinwerfer 123
- Dispersion 309, 683, 735, 741, 743
- lineare 321
- Dispersionsfehler 363
- Dispersionsgleichung 743
- Dispersionsparallaxe 683
- Dispersionsverfahren 741
- Distant Detached Objects 909
- DLOSHF 473
- DMK 21 AU04 165
- DMK 51 AU02 165
- DNA 1035
- Dobson 130
- Dobson-Teleskope 129
- DOI. *Siehe* Digital Object Identifier
- Domänenwände 1580
- Dom (Mond) 834
- Donator 1148
- Donatorstern 763
- Doppelplanethypothese 1011
- Doppelquasare 1549
- Doppelspalt 421
- Doppelspaltversuch 421
- Doppelsterne 117, 353, 1300–1354
- astrometrische 1301
- Bahnelemente 1352
- Beobachtungsobjekte 1310
- Bestimmung von Abstand und Positionswinkel 1330
- Messung mit Baader Micro Guide 1331
- Messung mit Fadenkreuz-okular 1330
- Photographisch 1334
- Ephemeridenrechnung 1352
- Massenaustausch 1307
- Massenbestimmung 1306
- photometrische 1301
- Radiusbestimmung 1305
- spektroskopische 354 f., 1301
- Statistik 1304
- visuelle 1301
- Wahre Anomalie 1352
- Doppelsternhaufen h+χ im Perseus 42, 143, 223, 1280, 1282, 1295
- Doppler-Effekt 351, 744, 746, 1377, 1565
- Doppler-Imaging-Verfahren 434
- Doppler-Kern 352
- Doppler-Tomographie 434
- Doppler-Verbreiterung 351
- Doppler-Verschiebung 477
- Dosen-Feed 464
- Draconiden 957
- Dragonfly 44 1495
- Dragonfly (Raumsonde) 1615
- Drake-Gleichung 1033 f.
- Drakonitischer Monat 714
- Drehbare Sternkarte 30
- Drehimpuls 1110, 1482
- Galaxien 1482, 1484
- Neutronensterne 1160
- Dreh-Kipp-Montierung 120
- Dreibeinstantig 129
- Dreiecksgalaxie 620, 1500, 1504, 1509, 1519
- Dreikörperproblem 979
- Dreischalenmodell 1161, 1163, 1177, 1179
- Drift 124
- Druckverbreiterung 744
- Druckwelle 1133, 1451
- DSL* 145
- DSL*-Kamera 185, 283
- DSLM 145
- DSLR 145
- DSLR Focus 3.0 (Software) 176
- DSLR-Kamera 147
- Duale Fläche 725

Dualismus 732
 Dumbbell-Nebel. *Siehe* Hantelnebel
 Dunkeladaption 655
 Kohlrausch-Knick 655
 Dunkelbild. *Siehe* Darkframe
 Dunkelstrom 171
 Dunkelwolken 1226
 Dunkle Energie 724, 727, 1188, 1493, 1572, 1596, 1598 f.
 Dunkle Galaxien 1489
 Dunkle Infrarotwolken 1115
 Dunkle Materie 508, 725, 1210, 1493, 1495, 1572, 1599, 1601
 Dunkle Photonen 1493
 Dunkle Strömung 1505
 Dunkles Zeitalter 1587
 DUO (Satellit) 500, 1616 f.
 Duplett 737
 Duran 92, 97
 Durchlässigkeit der Erdatmosphäre 50
 Durchmesser 1052
 Mondkrater 839
 Sonnenfleck 795
 Umbra 794
 Durchsicht 58
 Polarimetrie 382
 Dynamikbereich 239
 Dynamische Parallaxe 680
 Dynamische Zeit 710
 Dynamo 1164
 Dynamoeffekt 752, 880
 Dysnomia 921

E

Earthgrazer 956
 Ebbe und Flut 854
 Ebenentechnik zum Kontrast-
 ausgleich 207
 EBLM J0555–57 1077
 Ebenen 201
 Échellegitter 291
 ECMWF. *Siehe* European Centre for
 medium-range Weather Forecasts
 Eddington-Grenze 1536
 Eddington-Rate 1488, 1536
 Edge-On-Galaxien 1509
 ED-Glas 94, 96
 ED-Halbapochromat 93, 738
 Effektivtemperatur 1056, 1101
 Effektivwellenlänge 650
 Effelsberg 436, 448
 Egalité 1-Bogen 906
 Egalité 2-Bogen 906
 Egeria 924
 Eggther 897
 EGSY8p7 1559

EHT. *Siehe* Event Horizon Telescope
 Eigenbewegung 696 f., 1301, 1336, 1341
 Eigenenergiefaktor 861
 Einfanghypothese 1011
 Einflussfaktoren bei spaltloser
 Spektroskopie 298
 Einheiten, magnetische 751
 Einhorn 38
 Einsatzgebiete 287
 Einscheuern 122
 Einschlaghypothese 1011
 Einstein-de-Sitter-Universum 1597
 Einstein-Kreuz 1549
 Einstein Probe (Satellit) 500 f., 1616
 Einstein-Ring 734
 Einstein (Satellit) 500, 1616
 Einstein-Straus-Vakuolen 1507
 Einstein-Teleskop 513
 Eintrittspupille 110
 Einzelmessung eines Veränderlichen 286
 Einzelobjekte
 Magnetare und QPO 1169
 Pulsare 1178
 Schwarze Löcher 1189
 Supernovae 1461
 Eirene 887
 Eisenmeteorit 956
 Eismantel 862
 Eiweiß 1035
 Ejektionstheorie 1489
 Ekard 924
 Ekliptik 691
 Ekliptikalsystem 691
 Ekliptikebene 980
 E-Korona 802
 Elara 886
 ELD-Glas 94
 Elefantenrüssel 1106, 1111
 Elefantenrüsselnebel 1107, 1225, 1248
 Elektra 924
 Elektromagnetische Wechselwirkung 1584
 Elektronen 720, 1580
 Elektronengürtel 757
 Elektroschwache Wechselwir-
 kung 1584
 Elementarteilchen 719 f., 726
 Eleonora 924
 eLISA (Satellit) 1616. *Siehe* Evolved
 LISA
 Ellipse 973, 975, 980
 Ellipsenbahn 984
 Elliptische Galaxien 1483
 Elliptisch gebremste Expansion 1560
 Elnath 342
 Elongationswinkel 868, 872

ELT. *Siehe* Extremely Large Telescope
 Elysium Planitia (Mars) 879
 EMBRACE 443
 Embryonebel. *Siehe* Seelennebel
 Emissions-Korona 802
 Emissionslinien 330, 740, 745, 1374, 1377
 Emissionsmaß 450
 Emissionsnebel 1106, 1111, 1223–1258, 1226
 Empfangsfläche 443
 Empfangskeule 437, 481
 Enceladus 897, 899, 901
 Encke-Teilung 895
 Energie 774
 kinetische 974
 potentielle 974
 Energieabstrahlung der Sonne 774
 Energiedichte des Vakuums 1596
 Energieerzeugungsrate 1067, 1074, 1081, 1090
 Sonne 774
 Energieprozesse 1069, 1094, 1619
 3 α -Prozess 1070
 CNO-Zyklus 1070
 Kohlenstoffbrennen 1070
 pp-Reaktion 1070
 Sauerstoffbrennen 1070
 Siliziumbrennen 1070
 Energieressourcen der Erde 1619–1622
 Energiesparlampe 335
 Energietransport 1075, 1080
 Englische Montierung 121
 Englische Rahmenmontierung 121
 Enif 699
 Entartetes Gas 1067, 1122, 1126, 1149
 Entartung 1122
 nichtrelativistische 1150
 relativistische 1150
 Entartungsdruck 1451
 Entdeckung
 Exoplaneten 1017
 Kleinplaneten 908
 Entfernung 676–688
 kosmologische
 Laufzeit- 1565
 Leuchtkraft- 1566
 mitbewegte 1566
 Winkeldurchmesser- 1567
 Entfernungsleiter 678
 Entfernungsmaß 1565, 1571
 Entfernungsmodul 671, 682
 Entstehung
 Gammaburster 1165
 Supernova 1457
 kosmische Magnetfelder 752
 Nova 1380

- Röntgenburster 1166
 Spiralarme 1489
 Sterne 1104–1119, 1122
 Supernova 1448
 Entstehung des Planetensystems 1005–1014
 Entstehung von Spektrallinien 744
 Entweichgeschwindigkeit 1612
 Sonne 774
 Entwicklung der Sterne 1120–1143
 Entwicklung eines Sternhaufens 1290
 Entwicklungszeitskala 1121, 1153
 Entwicklung von Quasaren und AGN 1537
 Enveloppe 938
 EOS Utility 174, 178
 Epagomenen 716
 Ephemeridenrechnung 988
 Doppelsterne 1352
 Abstand 1353
 Positionswinkel 1353
 Wahre Anomalie 1352
 Programm in TurboPascal 992
 Ephemeridenrechnung und Bahnbestimmung 983–1004
 Ephemeridensekunde 706
 Ephemeridenzeit 708 f.
 Epimetheus 897 f.
 Epizykel 1005
 EPM 682
 Epoche 981
 Epochensprung 1427
 Epsilon Arietis 1314
 Epsilon Aurigae 44, 1117, 1435, 1438
 Epsilon Bootis 1313
 Epsilon Eridani 1024 f.
 Epsilon Lyrae 41, 1313
 EPTA. *Siehe* European Pulsar Timing Array
 EQ6-Montierung 124
 Eratosthenes (Mondkrater) 164, 222, 847
 Erdatmosphäre 47–79
 Erdbahnebene 980
 Erdbahn-Interferometer 439
 Erdbahnkreuzer 912
 Erde 858, 874
 Albedo 860
 Atmosphäre 860, 875
 Atmosphärische Fenster 49
 Bahn 858
 Erdatmosphäre 47–79
 Erdkern 1036
 Erdmantel 1036
 Extinktion 50
 Innerer Aufbau 875
 Magnetfeld 860, 876
 Mond 876
 Physische Daten 859
 Refraktion 53
 Solar-terrestrische Beziehungen 65
 Wolken 875
 Erdgas 1621
 Erdmagnetfeld 755, 802
 Erdmagnetische Stürme 757
 Erdmond 220, 833–855, 858, 1011
 Erdnussnebel 1261, 1266
 Erdöl 1621
 Erdschattenbogen 79
 Ereignishorizont 1196
 Ereignisse der Jupitermonde 892
 Gegenseitige Ereignisse 892
 Erfle-Okulare 105
 Ergoregion 1187
 Ergosphäre 1187
 Erinome 887
 Eris 857, 909, 911, 913, 921
 Dysnomia 921
 Eros 924
 eROSITA (Satellit) 500, 1616 f.
 Erriapus 897
 Ersa 886
 Eruptionen 776, 778, 803
 Eruptionsveränderliche 1368, 1673
 Eskimonebel 38, 1261, 1266
 ESO 184–G82 1170
 Essigsäure 1035
 Eta-Aquariiden 938, 957
 Eta Carinae 1039, 1049–1051, 1095, 1378
 Eta Cassiopeiae 1313, 1343
 Etalon 109
 Eta Lyrae 1313, 1338, 1340
 Eta-Lyrae-Region 1339
 Eta Orionis 1314, 1319
 Ethos (Okular) 105
 Euanthe 886
 Eudiaskopisches Okular 105
 Eukelade 887
 Euklidische Metrik 1560
 Euklidischer Raum 1560
 Eulennebel 43, 1261, 1267
 Eunomia 924
 Eupheme 886
 Euporie 886
 Euregio Maas-Rhein 513
 Europa 885 f.
 Europäischen Gravitationswellen-Observatorium 510
 European Centre for medium-range Weather Forecasts 59
 European Pulsar Timing Array 518
 European Space Agency 536
 European Virtual Observatory 536
 Eurydome 886
 EUVE (Satellit) 488, 1616
 Event Horizon Telescope 438
 Evershed-Effekt 782
 Evolution des Universums 1576
 Evolved LISA 515. *Siehe* eLISA (Satellit)
 Excel 128, 247, 254, 365, 370, 716, 1310, 1415, 1438 f.
 Exnova-Spektrum 1385
 Exoplaneten 1015–1043
 Beobachtung 1032
 Exoplanet Explorers (Zooniverse) 587
 Exosat (Satellit) 500, 1616
 Exosphäre 48
 Expanding Photosphere Method 682
 Expansion 358, 1560
 zeitlicher Verlauf 1564
 Explosionsveränderliche 1370
 Extinktion 253
 Erdatmosphäre 50, 150
 Extinktionsgleichung 51
 interstellare 498
 Polarimetrie 382
 Extinktionskoeffizient 250 f.
 Extremely Large Telescope 419
 Extreme Ultraviolet Explorer 488
 Exzentrische Anomalie 980, 984
 Exzentrizität 973, 980
 Eye & Telescope (Software) 1716
-
- F**
 Faber-Jackson-Beziehung 687
 Fabry-Pérot-Etalon 109
 Fabry-Pérot-Interferometer 109, 511
 Fackelgebiet 773
 Fackeln 779, 806
 Fadenkreuzokular 109, 136, 839
 Fahrender Zug 1567
 Faltrefraktor nach Schaefer 82
 Fangspiegel 83, 116
 Faraday-Effekt 447, 754
 Faraday-Rotation 754
 Farbalbedo
 Mond 410
 Farbauti 898
 Farben
 Mond 410
 Planetarische Nebel 1260
 Vergleichssterne 263
 Farben-Helligkeits-Diagramm 682, 1096 f., 1293
 Farboxzess 1217
 Farbfehler 90
 Farbfilter 136, 658
 Farbindex 667, 1100

- Farbkalibrierung 251
 - Polarimetrie 382
- Farbkorrektur 250
- Farblängsfehler 90, 95, 101, 737
- Farbphotometrie 243
- Farbquerfehler 90
- Farbskala 674
- Farbtemperatur 1057
- Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer 488
- FAST 436
- Fast Blue Optical Transients 1455, 1457
- Fast fourier transformation 205
- Fast Radio Burst 447, 1168
- Faustregel für Vergrößerung 112
- Fauth (Mondkrater) 840
- FBOT. *Siehe* Fast Blue Optical Transients
- Fehlerabschätzung 362
- Fehlerangaben 600
- Fehler bei der Minimums- und Maximumsbestimmung 1425
- Fehlerrechnung 1651
- Fehlerstatistik 1649
- Fell-Novae 304, 1381
- Feldstärke, magnetische 752
- Feldstecherbeobachtungen 804
- Fenrir 898
- Ferdinand 904
- Fermi-Blasen 1207
- Fermionen 720
- Fermionensterne 1188
- Fermi (Satellit) 500, 1616
- Fernbedienung RC-1 168
- Fernrohr 80–140
 - Aufbau 80
- Fernrohradaption 214
- Fernrohr, Bauweise nach
 - Advanced Coma Free 83
 - Advanced Ritchey-Chrétien 85
 - Cassegrain 83, 85
 - Dall-Kirkham 83, 85
 - Gregory 83f.
 - Gregory-Maksutov 83, 86
 - Kepler 81
 - Kutter 83, 86
 - Maksutov 83, 85
 - Maksutov-Newton 83, 86
 - Nasmyth 83
 - Newton 81, 83f.
 - Petzval 82
 - Pressmann-Camichel 83, 85
 - Ritchey-Chrétien 83, 85
 - Rutten-Maksutov 83, 86
 - Schaer 82
 - Schmidt 83, 85
 - Schmidt-Cassegrain 83, 86
 - Schmidt-Newton 83, 86
- Fernrohrtypen 81
 - Faltrefraktor 82
 - Reflektor 83
 - Refraktor 81
 - Schiefspiegler 86
- Feuerball 1381
- Feuerkugeln 955
- Feuerradgalaxie 43, 1486, 1517, 1519
- Feuerwand 1195
- FFT-Frequenzfilter 205
- FG Sagittae 1152f.
- FG Sge 1275
- Filter 154, 243, 863
 - H-alpha-Filter 155
 - HSO 156
 - Kontrast-Booster 154
 - L[Ha]RGB 156
 - UHC-S 154
 - UV/IR-Sperrfilter 154
- Filtergläser 863
- Filter im IR-Bereich 492
- Filter in der Photometrie 613
- Filterrad 136
- Final helium shell flash 1152, 1154
- Finger Gottes 1477
- FIR 491
- Fischkopfnebel 1251
- FITS-Format 240
- Fitsmag (Software) 271, 1721
- FITS-Viewer (Software) 538, 576
- Fitswork (Software) 167, 200–204, 209, 247, 271, 433, 1720
 - Addition von RAW-Dateien 200
- Ebnen 201
- FFT-Frequenzfilter 205
- Glätten 201
- Hintergrund ebnen 201
- Iterative Gauß-Schärfung 211
- Kontrastverstärkung 207
- Luminanz 210
- Photometrie 273
- Schärfung 209
- Wavelet Rauschfilter 203
- Fixsternaberration 993
- Fixsterne, helle 699
- FK5. *Siehe* Fundamentalkatalog
- FK6. *Siehe* Fundamentalkatalog
- F-Korona 76, 802
- Flächenecho 966
- Flächenhelligkeit 55, 112, 151, 1226
 - Galaxien 1522
- Flächenquant 725
- Flachheitsproblem 1594
- Flammennebel 38, 1225, 1233f., 1253
- Flare-Klassen 779
- Flares 778f.
- Flare-Sterne 1368
- Flatdarkframe 195
- Flatfieldkamera 171
- Flatfield-Leuchtfolie 195
- Flatframe 193f., 196, 263
 - Polarimetrie 381
 - Smartphone 220
 - Spektroskopie 317
- Flattener 91f., 108, 136, 146, 1298
- Fliegende Schatten 831
- Flint 735
- Flintglas 91, 94
- Florence 917
- Fluchtgeschwindigkeit 859, 1185, 1612
- Fluid, überkritisch 862
- Fluoreszenz 767
- Fluoreszenzteleskop 502
- Fluorit 96
- Fluoritglas 94
- Fluorkron 96, 735
- Flussdichte, magnetische 751
- Flüssiges Wasser 1034
- Flüssigspiegel 87
- Flusskalibrierung mit RSpec 325
- Fluss, magnetischer 751
- Focal Plane Array 446, 492
- Föhnen 131
- Fokalaufnahmen 142, 145, 805
- Fokus 87, 263
- Fokussiereinheit 183
- Fokussierung 178, 182
- Fomalhaut 1020
- Förderliche Vergrößerung 111
- Formaldehyd 1035
- Fornjot 898
- Forsterit 875
- Fortuna 924
- Foucault-Test 98
- Fourier-Analyse. *Siehe* Fourier-Reihe
- Fourier-Approximation. *Siehe* Fourier-Reihe
- Fourier-Reihe 1413
- Fourier-Transformation 425, 428f.
- FPA 446
- FPL53 97, 738
- Frame-Dragging 1187
- Frame-Interline-CCD 161
- Frame-Transfer-CCD 161
- Francisco 904
- Fraternité-Bogen 906
- Fraunhofer-Achromat 94
- Fraunhofer-Korona 802
- Fraunhofer-Linien 327
- FRB. *Siehe* Fast Radio Burst
- FRB 121102 1168
- FRB 180916 1168
- FRB 200428 1168
- FRB 201124 1168
- FRB 20220610A 1169
- Freihand-Zeichnung 1417

Fresnel'sche Formel 739
 Friedmann-Lemaître-Modell 1593, 1595
 Friedmann-Modell 1582
 Friedrichstadt 1646
 front-illuminated CMOS 163
 Front Side Illuminated 162
 Frühlingsbeginn 713
 Frühlingsdreieck 39
 Frühlingspunkt 689, 981
 Fuchs 41
 Fuchspelznebel 1239, 1253
 Fuhrmann 44
 Full-Frame-CCD 161
 Full-Well-Kapazität 171
 Full width at half maximum 243, 358
 Fundamentalkatalog 1655
 Funkfernbedienung Pixel TW-282 168
 Funkuhr 838
 Funkverkehr 757
 FU Orionis 1113, 1368
 FU-Orionis-Sterne 1368
 FUSE (Satellit) 488, 1616
 Fusionsreaktor 1622
 Fusionszonen 1125
 Fusor 1077
 FWHM. *Siehe* Full width at half maximum

G

Gabelmontierung 121
 Gaia-Katalog 1655 f.
 Gaia (Satellit) 1204, 1616 f.
 Gaia-System 654
 Galactic Bar 1203
 Galaktische Nebel 1223–1258
 Galaktischer Kern 1208
 Galaktisches System 691
 Galatea 907
 Galaxien 1480–1530
 aktive 1531–1547
 Beobachtungsobjekte
 Blackeye-Galaxie 1515
 Dreiecksnebel 1509
 Stephans Quintett 1517
 Triangelnebel 1509
 Bildung 1488
 Blasare 1543
 BL-Lacertae-Objekte 1542
 Entstehung der Spiralarme 1489
 Flächenhelligkeit 1522
 Klassifikation 1481
 Polarisation 405
 Quasare 1539
 Radiogalaxien 1542
 Seyfert- 1543
 wechselwirkende 1497

Galaxienhaufen 1503
 Galaxy Evolution Explorer 488
 Galaxy Nurseries (Zooniverse) 587
 Galaxy Zoo (Zooniverse) 587 f.
 The Hunt for Supernovae 588
 Understanding Cosmic Mergers 588
 GALEX (Satellit) 488, 1135, 1467, 1616
 Galileo (Raumsonde) 1614
 Galle-Ring 906
 Gamma Andromedae 1313
 Gamma Arietis 1313
 Gammaastronomie 500–506
 Gammablitz 1039, 1143, 1165, 1457
 Gammablitzdetektor 1165
 Gammaburst. *Siehe* Gammablitz
 Gammaburster 766, 769 f., 1166
 GRB 050904 1170
 GRB 060614 1169
 GRB 080319B 1170
 GRB 130427A 1170
 GRB 980425 1170
 Gamma Cassiopeiae 341, 376, 392
 Gamma-Cygni-Nebel 1247, 1250 f.
 Gamma Delphini 1313
 Gammadetektor 502
 Gammakurve 207
 Gamma Leonis 118, 1313, 1335
 Gamma-Ray-Burster 1165 f.
 Gammaskpektrometer 502
 Gammastrahlung 1187
 Gammastrahlungsausbruch 1164, 1169, 1187, 1597
 Gamma Virginis 1314, 1324
 Gamow-Maximum (-Peak) 1073
 Ganggenauigkeit 838
 Gangkorrektur 838
 Ganymed 885 f.
 Gas
 entartetes 1122, 1126, 1149
 ideales 1126, 1149
 relativistisch entartetes 1123
 Gasblasen der Milchstraße 1207
 Gasdruck 1104
 Gasfinger 1108
 Gashülle 862
 Gasnebel 1223
 Gas und Staub 1201
 Gaunt-Faktor 450
 Gauß-Fehler (Farbfehler) 90
 Gauß-Fit 1653
 bei Doppelsternen 1337
 Gauß-Profil 350
 Gauß'sche Gravitationskonstante 677
 GCLF 686
 GCVS. *Siehe* General Catalogue of Variable Stars
 GDS 541, 545, 556

Gebäudeseeing 120
 Gebremste Expansion 1560
 Gegendämmerung 79
 Gegendämmerungsbogen 79
 Gegenschein 76
 Gegenschweif 933
 Gegen Sonnenbogen 71
 Geirrod 898
 Geisterkrater 834
 Geisternebel 1226
 Gelber Fleck 656
 GEM. *Siehe* Global Environmental Multiscale Model
 Gem A 449
 Gemeinschaftslichtkurve 1436
 Gemini. *Siehe* Zwillinge
 Geminiden 957
 Gemini (Teleskope) 418
 Genauigkeit
 Photometrie 229, 239, 256, 260, 270
 Polarisation 381, 384 f.
 Spektroskopie 362
 General Catalogue of Variable Stars 1356, 1655
 GEO600 510
 Geocentric Coordinated Time 710
 Geodynamo 755
 Geographische Koordinaten 700
 Geometrische Albedo 861
 Geometrische Lichtstärke 113
 Geozentrische Koordinaten 993
 Gerd 898
 German Astrophysical Virtual Observatory 536
 Geschwindigkeiten, kosmische 1612
 Geschwindigkeitsmessung 338
 Gesichtsfeld 112
 Gesichtsfeld SKA 446
 Gewinde
 Kamera 174
 Gewitterhäufigkeit 66
 Geysire 899 f.
 Gezeitenkräfte 854, 943
 Gezeitenreibung 1011
 GFS. *Siehe* Global Forecast System
 GG Tauri 1026
 Giant Magellan Telescope 418, 1601
 Giotto (Raumsonde) 937, 1612
 Giotto (Software) 206, 1717
 Webcam 178
 Gitter 742 f.
 Gitterabstand 301
 Gitterfassung 306
 Gitterkonstante 743
 Gitternetz 703
 Gitterprisma 289
 Gitterrohr 129

- Glashow-Weinberg-Salam-Modell 724
GLASS-z11 1559
GLASS-z13 1559
Glätten 201
Gleichstrommotor 122
Gleißberg-Zyklus 810
Gleitendes Mittel 816
Gliese 581 1019
Gliese 876 1020
Global Environmental Multiscale Model 59
Global Forecast System 59
Global Millimeter VLBI Array 438
Global Spectral Model 59
Globul 1106, 1111
Globular Cluster Luminosity Function 686
Glossar 1666–1669
Gluonen 720–722, 1584
Gluonen-Ära 1584
Glykolaldehyd 1035
GMT. *Siehe* Giant Magellan Telescope
GMVA. *Siehe* Global Millimeter VLBI Array
GNz7q 1540
GN-z11 1559
Goethit 877
Gold 532, 1374
Goldbeschichtung 492
Goldener Henkel 834, 837
GoSkywatch (Planetariumssoftware) 31
Gossamer-Ring 884
GP Cephei 400
GPM J1839–10 1172
GPS-Zeit 710
GP Vel 1171, 1370
GQ Lupi 1019
Gracht in Friedrichstadt 1646
Gradienten beseitigen 203
Granat (Satellit) 500, 1616
Grand Unified Theory 724, 1582
Gran Telescopio Canarias 418
Granulation 773, 778, 818
Graustufen 171
Gravasterne 1188
GRAVES 460, 476, 968
Gravitation 722 f.
Gravitationsbeschleunigung 860
Gravitationsdruck 1104
Gravitationsgesetz 974
Gravitationskollaps-Supernova 1448
Gravitationskonstante 677
Gravitationslinsen 1548–1555
Gravitationslinseneffekt 1495
Gravitationsradius 765
Gravitationsrotverschiebung 1565
Gravitationsverdunkelung 1059
Gravitationswellen 447, 507, 524, 526, 724, 1187, 1457, 1581, 1598 f.
Gravitationswellenastronomie 507–534
Gravitationswellendetektor 508, 510, 518 f.
Gravitationswellenobjekte 524, 528
Gravitationswellen-Rückstoß 1539
Gravitationswellensender 521
Gravitationszeitskala 1121
Gravitino 725
Graviton 723
Gravitonen 720
Gravity Darkening 1059
Gravity Spy (Zooniverse) 587
graxpert 1720
GRB. *Siehe* Gamma-Ray-Burster
GRB 050904 1170
GRB 060614 1169
GRB 080319B 771
GRB 080319B 1170
GRB 090423 1559
GRB 111209A 771
GRB 130427A 1170
GRB 170817A 532
GRB 190114C 771
GRB 190829A 771
GRB 200522A 1169
GRB 221009A 771, 1170
GRB 820405 770
GRB 910711 770
GRB 950917A 770
GRB 980425 1170
Green Bank 436
Green-Bank-Formel. *Siehe* Drake-Gleichung
Greenwich Mean Time 708
Gregorianischer Kalender 712
Gregory 83 f.
Gregory-Maksutov 83
Greip 897
Grenzgröße 57
Grenzgröße am Tage 270
Grenzgröße (Helligkeit) 56, 113, 315
Grenzhelligkeit. *Siehe* Grenzgröße
Grenzmasse 1150
Gridr 897
Griechen 911
Griechisches Alphabet 1725
Grism 289
GRO J0422+32 1189
Grönlandeis 810
Größe der Kreisblende 262
Große Halbachse 980
Große Magellansche Wolke 1240
Große Mauer 1506
Größenklassen 669
Großer Attraktor 1505, 1595
Großer Hund 38
Großer Roter Fleck 888
Großer Rückprall 1595
Großer Wagen 43
Große Vereinheitlichte Theorie 724
Großteleskope 417
GRS 1915+105 1171
Grube 835
Grüner Blitz. *Siehe* Grüner Strahl
Grüner Strahl 75
Gruppengeschwindigkeit 733
GSC. *Siehe auch* Guide Star Catalogue
GSC-Katalog 1655 f.
GSM. *Siehe* Global Spectral Model
GTC. *Siehe* Gran Telescopio Canarias
Guanin 1035
Guide (Planetariumssoftware) 31, 1715
Guide Star Catalogue 1655 f.
Guidingchip 124, 169
Gunnlod 898
Gürtelsterne 38
GUT 724
GUT-Ära 1580
GvA. *Siehe* Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg e.V.
GW 150914 528, 530
GW 151012 528
GW 151226 528, 530
GW 170104 528, 530
GW 170608 528, 531
GW 170729 528
GW 170809 528
GW 170814 528, 531
GW 170817 528, 532
GW 170818 528
GW 170823 528
GW 190412 528, 532
GW 190425 528, 533
GW 190521 528, 534, 1197
GW 190814 528, 534
GW 200105 528, 534
GW 200115 528, 534
GW-Virginis-Sterne 1154, 1158
GX 5-1 1165
GX 339–4 1190
Gyptis 924
Gyromagnetischer Faktor 359
GZK-Obergrenze 727

H

H1413+117 1549
H1504+65 1058
Habitale Zone 1035
Hadronen 1585
Hadronen-Ära 1576, 1585

- HADS. *Siehe* High Amplitude Delta Scuti
- Halbapochromat 96, 738
- Halbleiterkacheln 443
- Halbregelmäßige 1361
- Halbschattenfinsternis 850
- Halbwertsbreite 437
- HALCA (Satellit) 438
- Haldus 1117
- Hale-Bopp 936
- Hale-Zyklus 777
- Half width at zero intensity 358
- Halimede 907
- Halley Multicolor Camera 937
- Halley'sche Komet 937f., 954
- Hallstatt-Zyklus 812
- Halo
- Andromedanebel 1494
 - Galaxien 1483
- Haloerscheinungen der Sonne 71f.
- Beobachtung 74
 - Formen 71
 - Häufigkeit 74
 - Photographie 74
- Halopopulation II 1047
- Haloverursacher 74
- Hamal 699
- Hämatit 877
- Hamburger Quasar Durchmusterung 1532
- Hamburger Robotisches Teleskop 23
- Hamburger Sternwarte 3, 14, 1046
- Handsteuergerät 122
- Hantelnebel 41, 225, 495, 614, 1245, 1261, 494, 1271
- Hantelnebel, Kleiner. *Siehe* Kleiner Hantelnebel
- Harmonia 924
- Harmonische Welle 733
- Harpalyke 886
- HARPS-Spektrograph 1018, 1022f.
- Hartmann-Blende 182
- Harvard-Revised-Katalog 1655
- Harvard-Spektralklassifikation 339
- Hati 897
- HAT-P-11 1023
- Haufencephiden 1359, 1361
- Häufigkeit 1356
- Galaxien 1484
- Haulani (Ceres) 915f.
- Haumea 857, 911, 913, 921
- Hauptgürtelkometen 936
- Haupttheiszcicht 48
- Hauptplanetoidengürtel 857
- Hauptreihe 1127
- Hauptreihenfitting 682
- Hauptreihenrelationen 1067, 1088
- Hauptreihenstadium 1122
- Hauptspiegel 83
- HAWC 504
- Hawking-Effekt 1193
- Hawking-Strahlung 727, 1193, 1196
- Hayabusa 2 (Raumsonde) 1614, 1617
- Hayabusa (Raumsonde) 1614, 1617
- Hayashi-Linie 1095, 1132, 1145
- HCM 6A 1559
- HD. *Siehe* Henry-Draper-Katalog
- HD-1 1559
- HD 5005 1229
- HD 10069 1022
- HD 10180 1022
- HD 32068 1435
- HD 40307 1022
- HD 87892 1157
- HD 93250 1048
- HD 93308 1049
- HD 97950 1048
- HD 122194 1022
- HD 164492 1242
- HD 172555 1023
- HD 205171 346
- HD 220733 1274
- HDAP 541, 545
- HDM 1493
- HDSR. *Siehe* High Definition Software-Defined Radio
- HE 0109–3518 1489
- HE 1104–1805 1533
- Heavens Above Pro (Planetariums-software) 31
- Hebe 924
- Hecuba-Lücke 911
- Hegemone 887
- Heisenberg'sche Unschärferelation 727, 1580
- Heizung Taukappe 130
- Hejna und Solov'ev 799
- Helene 897, 899
- Heliakischer Aufgang 716
- Helike 886
- Heliographische Breite 791
- Heliographische Koordinaten 700
- Heliopause 760
- Helioseismologie 776
- Heliosphäre 760
- Heliozentrischer Winkel 783
- Heliozentrisches julianisches Datum 602
- Heliozentrische Zeit 267
- Helium-3-Fusion 1622
- Heliumblitz 1122, 1129
- Heliumblitz der zweiten Generation 1152
- Heliumbrennen 1124f., 1128, 1140
- Helium flash. *Siehe* Heliumblitz
- Heliumkerne 1123
- Entstehung 1586
- Helium-Kryostat 491
- Heliumschalenbrennen 1126
- Helixnebel 1261, 1273f.
- Helle Fixsterne 699
- Helle Riesen 1094
- Helligkeit 989
- Planeten 671
 - Sonne 669
- Helligkeitsangaben 602
- Helligkeitsbestimmung 925
- Helligkeitsgradient 195
- Helligkeitsinhomogenität 93
- Helligkeitsmessung 678
- Helligkeitsprofil 241
- Helligkeitsschätzung
- künstliche Vergleichsquelle 231
- Henize 1-5 1152
- He/N-Novae 1381
- Henry-Draper-Katalog 1655
- Her A 449
- Herbig-Haro-Objekte 1258
- Herbstviereck 44
- Herculina 924
- Herkules 40
- Herkules-Pulsar 1179
- Herkules-Superhaufen 1505
- Hermione 924
- Hermippe 886
- Herodotus (Mondkrater) 841
- Herschel-Keil 109
- Herschel-Prisma 109, 803f.
- Herschel (Satellit) 490, 1616
- Herse 887
- Herstellungstoleranzen 298
- Hertzprung-Russell-Diagramm 1067, 1092f.
- Her X-1 1180
- Herzberg-Banden 67
- Herznebel 1251f.
- H.E.S.S. 503
- Hestia-Lücke 911f.
- HET. *Siehe* Hobby-Eberly Telescope
- HETE-2 (Satellit) 500, 1616
- Heterosphäre 48, 867
- Hexenbesen 1477
- Hexenhand 1477
- Hexennebel 1477
- Higgs-Boson 723f.
- Higgs-Feld 722, 1584
- Higgs-Mechanismus 723, 1584
- High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher 1018, 1022f.
- High Altitude Water Cherenkov Observatory 504

- High Amplitude Delta Scuti 1358
 High Definition Software-Defined Radio 469, 472
 High Energy Stereoscopic System 503
 High-Mass-Modell 1118 f.
 High mass X-ray binary 1171
 HII-Regionen 1224
 Hilda-Gruppe 912
 Hill-Radius 979
 Hill-Sphäre 979
 HILUX Beschichtung 132
 Himalia 886
 Himmelsblau 50
 Himmelschelligkeit 55, 155
 nach Bortle 57
 Himmelshintergrund 184, 191
 Himmelskoordinaten 689
 Himmelskörper 857
 Himmelsnordpol 699 f.
 Himmelsrichtung
 Planeten 701
 Himmels-W. *Siehe* Cassiopeia
 Hintergrund 184
 Spektroskopie 317
 Hintergrund ebnen 201
 Hintergrundrauschen 362
 Hintergrundstrahlung, kosmi-
 sche 1577, 1579, 1595, 1599, 1616
 HIP. *Siehe* Hipparcos-Katalog
 Hipparchus (Mondkrater) 843
 Hipparcos-Katalog 653, 1655, 1657
 Hipparcos (Satellit) 1366, 1616
 Hippocamp 907
 Historische Ergebnisse der Speckle-
 Interferometrie 432
 Historische Weltbilder 1005
 HLM 19 1338, 1340
 HL Tau 76 1158
 HM Cancr 525
 HMXB. *Siehe* High mass X-ray binary
 HO 532 1314, 1326
 Hobby-Eberly Telescope 418
 Hochauflösende Astronomie 417–434
 Hochgeschwindigkeitswolke 1207
 Hochland (Mond) 834
 Hockeyschlägergalaxie 1486, 1509
 Höhe 689
 Holmes 939, 944
 Hologramm 430
 Holosterne 1188
 Holzstativ 129
 Homogenitätsproblem 1594
 Homologierelationen 1067
 Homosphäre 48, 867
 Homunculus-Nebel 1049 f.
 Honor 8 166
 Horizontalast 1129
 Horizontalast der Riesen 1127
 Horizontalkreis 71 f.
 Horizontalsystem 689
 Hornantenne 443, 446
 Horneinspeisung 464
 Horologium-Reticulum-Super-
 haufen 1505
 Horus 716
 Hot Dark Matter 1493
 Hotpixel 189
 Hotpixelspur 123
 Hot Spots 1117, 1161
 HP Cancr 1314, 1325
 HR. *Siehe* Harvard-Revised-Katalog
 HR 5171 A 1052
 HSO 156
 Hubble-Diagramm 1596
 Hubble-Entfernung 1572
 Hubble-Farbpalette 156
 Hubble-Gesetz 1556
 Hubble Key Project 1558
 Hubble-Konstante 1557
 Hubble-Parameter 1557
 Hubble-Radius 1557
 Hubble's Hot Stars (Zooniverse) 587
 Hubble's Konstante 1569
 Hubble Space Telescope 488, 939,
 1616
 Hubble's Variable Nebula 395
 Hubble-Zeit 1557
 Humphreys-Davidson-Grenze 1094
 Hungaria-Gruppe 911
 Hungarian Virtual Observatory 536
 HU Vel 1179
 Huygens (Raumsonde) 899, 1614
 HWZI. *Siehe* Half width at zero
 intensity
 Hyaden 1277 f., 1280, 1282 f.
 Hyakutake 936
 Hydra-Centaurus-Superhaufen 1505,
 1595
 Hydrostatisches Gleichgewicht 1067
 Hydrostatische Zeitskala 1121, 1133
 Hygiea 909
 Hyperbel 973, 975, 980
 Hyperbelbahn 935, 984
 Hyperbolisch gebremste Expan-
 sion 1560
 Hyperbolspiegel 91
 Hyperfeinstruktur 706
 Hypergraph 83
 Hyperion 897, 900
 Hyperion-Okular 107
 HyperLEDA. *Siehe* PGC HyperLEDA
 Supernova 1095, 1141, 1143, 1165 f.,
 1170, 1449, 1457, 1460
 Doppelstern-getriebene 1170
 mögliche 1170
 Hyperonen 720, 1162
 Hyperonengas 1162
 Hyperriesen 1048, 1094, 1113, 1470
 Hyperschnellläufer 1207
 Hypothesenrechnung 996
 Hyrrokkin 897
 HZ Her 1180, 1370
 H α -Aufnahmen 806
 H α -Beobachtung 803
 H α -Filter 155
 H α -Linienfilter 109
 h+ χ Persei 1278, 1280, 1295
-
- I
 Iapetus 897, 900 f.
 IC. *Siehe* Index Catalogue
 IC 434 1225, 1233 f.
 IC 443 449, 1253 f., 1472, 1475
 IC 444 1253 f.
 IC 1318 1225, 1245, 1247, 1250
 IC 1340 1472
 IC 1396 1225, 1230, 1248
 IC 1396A 1107
 IC 1590 1229
 IC 1795 1251
 IC 1805 1251
 IC 1848 1251
 IC 2159 1254
 IC 4182 1558
 IC 4603 1115, 1117
 IC 4604 1115
 IC 4703 1226
 IC 5070 , 1225, 498, 1247
 IC 5146 1225, 1230, 1248
 IceCube 505
 Ice Hunters (Zooniverse) 587
 IceTop 506
 ICON. *Siehe* Icosahedral Nonhydro-
 static Model
 Icosahedral Nonhydrostatic Model 59
 ICRS. *Siehe* International Celestial
 Reference System
 Ideales Gas 1067, 1122, 1126, 1149
 Identifikation von Spektrallinien 350
 IF-Bildregistrierung 434
 IGR J11014–6103 1468
 Ijiraq 897
 Index Catalogue 1656
 Indian Pulsar Timing Array 518
 Indiktion 715
 Indiumgalliumarsenid-Halbleiter 491
 Infektionskrankheiten 66
 Inflation 1576, 1582
 Informationsparadoxon 1196
 Infralateralbogen 71
 Infrared Astronomical Satellite 490
 Infrared Space Observatory 490

Infrared Surface Brightness
 Method 681
 Infrarotastronomie 488–499
 Infrarotastronomie für Amateure 491
 Infrarotbereiche 491
 Infrarotphotographie
 Landschaften 1640–1648
 Infrarotstern 1113, 1171
 InGaAs-Sensor 491
 Innerer Aufbau
 Erde 875
 Jupiter 882
 Mars 877
 Merkur 864
 Neptun 906
 Saturn 894
 Sonne 774 f.
 Uranus 902
 Venus 866
 InSight (Raumsonde) 1614
 Instrumental Response 324
 Instrumentensystem 249
 Integral berechnen 1570
 Integral (Satellit) 500, 1616
 Intelligenz 1043
 Interdisziplinäre Zusammen-
 arbeit 589–646
 Interferometer 433
 Interferometrie 421, 1053
 Inter gravissimas 713, 1604
 Interline-Transfer-CCD 161
 Intermediäre Bosonen 720
 Intermediate-luminosity transients
 1372
 International Celestial Reference
 System 696
 Internationale Atomzeit 708 f.
 International Halley Watch 937
 International LOFAR Telescope 440
 International Meteor Organization
 (IMO) 964
 International Pulsar Timing Array 518
 International Ultraviolet Explorer 488
 International Variable Star Index 1357
 International Virtual Observatory
 Alliance 536
 Internetzeitserver 928
 Interpolationsmethode nach
 Pickering 232
 Interstellare Extinktion 498, 1216
 Interstellare Materie 1213–1222
 Interstellare Polarisierung 394, 401,
 1216
 Interstellare Verfärbung 1100
 Io 884, 886
 locaste 886
 Ionenmeer 862
 Ionenschweif 933

Ionisation-Anregungs-Temperatur
 1058
 Ionisationsgrad 454
 Ionisationstemperatur 1058
 Ionosphäre 48, 66 f., 753
 iOptron SkyTracker 176
 Iota Leonis 1313
 Iota Orionis 1313
 IPTA. *Siehe* International Pulsar Timing
 Array
 IRAS (Satellit) 490, 1616
 IR-Bänder 491
 IRDC 1115
 IR-Forschung 489
 Iridium-Flares 853
 Iris 924
 Irisnebel 1225, 1230, 1248
 IRIS (Software) 416, 1722
 IRS 13 521, 1209
 IR-Satelliten 490
 IRSB 681
 ISIS (Software) 1722
 Isochronenmethode 1291
 Isonoe 887
 ISO (Norm) 150
 Isoplaniegebiet 432
 iso-Propylcyanid 1216
 ISO (Satellit) 490, 1616
 Isotopenmethode 1291
 Isotopenverhältnis 1292
 ISO-Wert 175
 ISR 13 518
 ISS Detector (Software) 33, 1716
 Italian Virtual Observatory 536
 Iteratives Gauß-Schärfen 210
 ITER-Fusionsreaktor 1622
 IUE (Satellit) 488, 1616
 IVOA. *Siehe* International Virtual
 Observatory Alliance
 Ixion 911, 913

J

J0313–1806 1540, 1559
 J1000+0221 1551
 J1819–1458 (RRAT) 1167
 J1911+00 (RRAT) 1167
 J10445+463718 1559
 J11416+525150 1559
 J16333+401209 1559
 Jahresbeginn 713
 Jahreslängen 713 f.
 Jahresringe der Bäume 66, 810
 Jährliche Aberration 993
 Jährliche Parallaxe 679
 Jährliche Präzession 694
 James Webb Space Telescope 490
 Jansky Very Large Array 436, 453

Janus 897 f.
 Japanese Virtual Observatory 536
 Jarkowski-Effekt 749
 Jarnsaxa 897
 Jeanssche Kriterium für Gravitations-
 instabilität 1105
 Jet 1457
 JET-Fusionsreaktor 1622
 Jetgalaxie 1486, 1510
 Jetgeschwindigkeiten 1542
 Jetquasar 449
 Jet-Stream (Wetter) 61
 Jodrell Bank 436
 Johnson-Cousins-System 651
 Johnson-System 491, 653
 Jovigraphische Koordinaten 700
 JPEG-Artifakte 240
 JPEG-Format 185, 240, 264
 Jugend forscht 288, 370, 819
 Jugend-forscht 325
 JUICE (Raumsonde) 1615
 Julianischer Kalender 713
 Julianisches Datum 602, 715
 Programm zur Berechnung 717
 Julianische Tageszählung 715
 Juliet 904
 Jungfrau 39
 Juno 908 f., 924
 Bahnelemente 982
 Juno-Impact-Modell 882
 Juno (Raumsonde) 882
 Jupiter 858, 882, 991
 Albedo 860
 Äquatorialband 888
 Äquatorialbänder 888
 Atmosphäre 860, 883
 Bahndaten 858
 Beobachtung 888
 Ereignisse der Jupitermonde 892
 Großer Roter Fleck 888
 Jupitermonde 890, 892
 Streifensystem 888
 Flächenhelligkeit 151
 Infrarotbeobachtung 490
 Innerer Aufbau 882
 Längengradssysteme 889
 Magnetfeld 860, 883
 Monde 860, 884, 887, 890, 892
 Oberfläche 883
 Physische Daten 859
 Ringsystem 884
 Streifensystem 888
 Windgeschwindigkeit 883
 Wolken 883
 JVL 436. *Siehe* Jansky Very Large
 Array
 JWST (Satellit) 490, 1616

K

Kabel 465
 Käfernebel 1263
 KAGRA 513
 Kairoer Kalender 716
 Kale 887
 Kalender 712–718
 Kalenderreform 713
 Kalibrierung 198, 239, 251, 320
 DADOS 321
 der Wellenlängenachse 320
 eines Spektrums 321–323
 StarAnalyser 322 f.
 Kalibrierung bei Doppelstern-
 messungen 1335
 Kaliforniennebel 1225, 1230, 1253, 1256
 Kallichore 887
 Kalliope 924
 Kallisto 885 f.
 Kaltfront 61
 Kalyke 887
 Kalziumfluorid 96, 735
 Kalziumkarbonat 916
 Kalziumtriplett 1061
 Kameraanschluss 174
 Kameraobjektiv 175
 Kamioka Gravitational Wave Detector
 510, 513
 Kannibalismus 1498
 Kanonische Masse 1197
 Kanten 725
 Kant-Laplace-Theorie 1006
 Kapella 303 f., 322, 331 f., 344, 699, 1369
 Kappa Bootis 1313
 Kappa-Mechanismus 1130, 1360
 Kappeln 1647
 Kari 898
 Karoo Array Telescope 441
 Karpaten (Mondgebirge) 840
 Kassiopeia 42
 Kastor 699, 1313, 1318
 KAT. *Siehe* Karoo Array Telescope
 Katadioptrische Systeme 81
 Kataklysmische Systeme 1303, 1370
 Kataklysmische Veränderliche 1674
 Kataloge 30, 1655
 Katastrophenhypothese 1006
 Katzenaugennebel 1261, 1263, 1269
 Katzenpfotennebel 1241
 Kauftipps 138
 Kaukasus (Mondgebirge) 222
 KBO. *Siehe* Kuiper Belt Objects
 Keck-Interferometer 418
 Keck Telescope 418
 Keeler-Lücke 895
 Kegelschnitt 973

Kegelstumpfmodell 780, 800
 Kellner 105
 Kelvin-Helmholtz-Zeitskala 1048 f.,
 1121 f., 1134, 1292, 1490
 Kepheus 42
 Kepler-11 1031, 1031–1043
 Kepler-62 1031
 Kepler-90 1031
 Kepler-186 1032, 1032–1043
 Kepler-Gleichung 984, 1352
 Kepler-Problem 972
 Kepler (Satellit) 1030, 1616
 Klassifizierung 1030
 Mission 1030
 Statistik 1030
 KEPLER (Satellit) 541, 545, 558
 Kepler'sche Gesetze 976
 1. (erstes) 976
 2. (zweites) 976
 3. (drittes) 977, 1307
 Keplers Supernova 1461
 Kern 774
 Kernfusion 1069
 Kernkollaps-Supernova 1448
 Kernkraft 720
 Kernradius 1090
 Kernschattenfinsternis 850 f.
 Kernschein 1115
 Kerr-Loch 1185, 1187, 1536
 Kerr-Newman-Loch 1185
 Keyhole Nebula 1049
 KIC 2583777 560
 KIC 9832227 1373
 Kiepenheuer-Skala, modifizierte 58,
 818
 Kilohertz-QPO 1165
 Kilonova 532, 1373
 Kinetische Temperatur 1058
 Kirkwoodlücken 911
 Kiviuq 897
 K-Korona 802
 Klassifikation 1355
 Galaxien 1481 f.
 Körper im Sonnensystem 857
 offene Sternhaufen 1277
 Veränderliche Sterne 1670–1674
 von Lichtbrücken 815
 von Sonnenflecken
 nach McIntosh 814
 nach Waldmeier 813
 Kleiner Hantelnebel 42, 1261, 1265
 Kleiner Hund 38
 Kleiner Skorpion 1278, 1280
 Kleiner Wagen 43
 Kleine Sonnensystem-Körper 857
 Kleinkörper 857
 Kleinplanet 17617 1264

Kleinplaneten 286, 908–930
 Einzelobjekte
 1992 QB1 911
 1993 FW 911
 1999 NC43 961
 2002 AW197 913
 2002 TC302 913
 2002 TX300 913
 2002 UX25 913
 2003 EL61 921
 2003 UB313 921
 2004 MN4 912
 2007 OR10 911
 2012 DA14 913
 2012 FZ23 909
 2015 RR245 913
 (6489) Golevka 749
 (54509) YORP 749
 Borisov 923
 Chiron 917
 Florence 917
 Orcus 913
 'Oumuamua 922
 Psyche 926
 Quaoar 921
 Sedna 921
 Sylvia 917
 Varuna 913
 Vesta 917, 925
 Kuiper-Gürtel 910
 Kleopatra 924
 KM2A 504
 Knicksäulenmontierung 121
 Kniemontierung 121
 Knoten 725
 Knoten, aufsteigender 981
 Koagulation 1007
 Koala 1456
 Kobalt-56 1452–1454
 Kobalt-57 1453
 Kodak KAF-3200ME 659
 Koeffizient M 999
 Kohle 1621
 Kohlenstoffbrennen 1070, 1124 f., 1141
 Kohlenstoff-Helium-Wolken 1369
 Kohlenstoffplanet 1182
 Kohlrausch-Knick 655
 Kokonnebel 1225, 1230, 1248
 Kokonstern 1113
 Kolibakterien 1040
 Kollaps 1125, 1451
 Kollapsar 1184
 Kollimator 292, 742
 Kollisionskurs der Milchstraße 1210
 Koma 83, 92, 933, 946
 spektrale 298–300

- Kometen 931–954
 Aufbau 932
 Bahnen 935
 Beobachtung 945
 Bestimmung der Helligkeit des Kopfes 946
 Bestimmung der Koordinaten 947
 Bestimmung der Schweifbreite 945
 Bestimmung der Schweiflänge 945
 Bestimmung d. Schweifrichtung 946
 Bestimmung des Durchmessers des Kopfes 945
 Bestimmung des Kondensationsgrades 946
 Bobrovnikoff-Methode 947
 Chemische Zusammensetzung 934
 Einzelobjekte 937
 1P/Halley 937 f., 951, 954, 1001, 1003
 2P/Encke 936
 9P/Tempel 939, 1617
 17P/Holmes 939
 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák 391
 55P/Tempel-Tuttle 1866 I 936, 959
 67P/Tschurjumow-Gerassimenko 939, 941, 1617
 81P/Wild 943
 96P/Machholz 943
 133P/Elst-Pizarro 936
 176P/Linear 936
 238P/Read 936
 Arend-Roland 1957 933
 Austin 953, 1002
 C/1995 O1 (Hale-Bopp) 936
 C/1995 Y1 936
 C/2012 S1 (ISON) 943, 1003
 C/2015 V2 (Johnson) 391
 C/2020 F3 (NEOWISE) 1003
 C/2022 E3 (ZTF) 391
 Hale-Bopp 936
 Hyakutake 936
 Kohler 990
 Shoemaker-Levy 1993 e 883, 932
 Envelope 938
 Gegenschweif 938
 Hauptgürtel-Kometen 936
 Helligkeit 946
 Kern 931
 Koma 933, 946
 Kometenfamilien 935
 Kopf 946
 Kuiper-Gürtel 935
 Lumineszenzfaktor 946
 Namensgebung 936
 Oortsche Kometenwolke 935
 Polarisation 390
 Schweif 933, 945
 Sidgwick-Methode 947
 Staubfontänen 937
 Staubkoma 931
 Kometenbahnen 935, 972–982
 Kometenfamilie 1013
 Kometenwolke 935
 Kommensurabilitäten 911
 Kommensurabilitätslücken 911
 Kondensationsgrad 946
 Konforme zyklische Kosmologie 1599
 Konjunktion 868, 880
 Konkordanzmodell 1593, 1596
 Konstanten 1724–1726
 Kontinuierliche Korona 802
 Kontinuumsnormiertes Spektrum 327
 Kontinuumsrauschen 362
 Kontinuumsvergleich 324
 Kontraktionskriterium 1104
 Kontrast 113
 Kontrastausgleich durch Ebenen-technik 207
 Kontrastbooster 154 f.
 Kontrastumfang SKA 446
 Kontrastverstärkung 206, 241
 Konusnebel 1225, 1236, 1239, 1253
 Konvektion 351, 1080
 Konvektionszellen 1164
 Konvektionszone 774, 801, 1074–1076, 1089
 Koordinaten 704
 Bestimmung 947–949
 Koordinaten, Bestimmung 947–949
 Koordinatennetz 700
 Bezeichnungen 700
 Koordinatensysteme 799
 Koordinierte Weltzeit 709
 Kopernikanisches Weltbild 1005
 Kopernikus (Mondkrater) 209, 839 f.
 Kopfecho 966
 Kopplungsstärke 722 f.
 Kore 887
 Kornephoros 699
 Körnigkeit 1638–1639
 Korona 802, 831
 AGN 1533
 Flächenhelligkeit 151
 Koronale Löcher 758
 Koronaler Massenauswurf 779
 Korrektionsplatte 83, 91
 Korrektur der Intensitätsachse 323
 Korrelationskoeffizient 247
 Kosmische Entfernungleiter 678 f.
 Kosmische Fäden 1506, 1554, 1576, 1580, 1594
 Kosmische Geschwindigkeiten 1612
 Kosmische Häufigkeit 1046, 1105
 Kosmische Hintergrundstrahlung 1591, 1595, 1599, 1616
 Kosmischen Fäden 1554
 Kosmischer Skalenfaktor 1572, 1577
 Kosmische Strahlung 727
 Kosmische Zensur 1187
 Kosmologie 1556–1602
 SKA 447
 Kosmologische Konstante 727, 1596, 1599
 Kosmologische Modelle 1592
 Kp-Index 758
 Krakatau 71
 Kraterdurchmesser 839 f.
 Krater (Mond) 834
 Kreativität 1043
 Krebs 38
 Krebsnebel 38, 449, 493, 493, 1473
 Polarisation 388
 Krebsnebel-Pulsar 1178
 Kreis 975, 980
 Kritische Dichte
 Universum 1561
 Kritische Masse 1104 f., 1124
 Kron-Cousins-System 651
 Kronglas 91, 94
 Kronographische Koordinaten 700
 Krückau-Wanderweg 1644
 Kruste 862
 Kruste von Neutronensternen 1162
 KS 1731–260 1165
 Kubische Funktion 1424
 Kugelgestaltsfehler 83, 91
 Kugelsternhaufen 686, 1285
 Beobachtungsobjekte 1288
 Kühlung 171, 491
 Kuiper Belt Objects 857, 919
 Kuiper-Gürtel 910, 922, 935, 1010, 1013 f.
 Künstlicher Stern 434
 Künstliche Vergleichsquelle 231
 Kuppelseeing 120
 Kurzflintglas 96, 735
 Kurzperiodische Veränderliche 604–613
 Kurz- und Mittelwellenantenne 463
 Kutter 83
 Kwee-van-Woerden-Methode 1413, 1417
 KY Cygni 1052
 KzF2 96

L

Labeyrie-Prozess 428
 Lada-Klassen 1114
 Ladungsdichte 721
 Laetitia 924
 Lagrange-Punkte. *Siehe* Librationspunkte
 Lagunennebel 1225, 1243 f.
 Lambda-CDM-Standardmodelle 1601
 Lambda Orionis 1313
 Landé-Faktor 359
 Landschaften bei 642 nm 1643
 Landschaften bei 807 nm 1642
 Landschaftsphotographie im Infraroten 1640–1648
 Länge des Perihels 981
 Längengrade 702
 Lange Wand (Mondformation) 221, 844
 Langkronglas 96
 Langrenus (Mondkrater) 843
 Langsame Novae 1382
 Langsames Szenario
 Supernovae 1449
 Laniakea-Superhaufen 1505
 Lanthankron 735
 Laomedeia 907
 Large Binocular Telescope 291, 417
 Large European Array for Pulsars 518
 Large High Altitude Air Shower Observatory 504
 Large Synoptic Survey Telescope 1611
 Larissa 907
 Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory 511
 Laser Interferometer Space Antenna 515
 Lassel-Ring 906
 Laufzeitentfernung 1565, 1571 f., 1575
 Lava 1023
 Lavaröhre 835
 LBT. *Siehe* Large Binocular Telescope
 LBV 1378. *Siehe* Leuchtkräftige blaue Veränderliche
 LCG 1445
 LEAP 518
 Lebensdauer 520, 1195
 Quasare 1538
 Lebenserwartung 1146, 1175
 Lebensphasen eines Sternes 1122
 Lebewesen 1043
 Leda 886
 LEDA. *Siehe* Lyon-Meudon Extragalactic Database
 Leier 40 f.
 Leitrohr 137
 Lense-Thirring-Effekt 1187

Leo. *Siehe* Löwe
 Leohaufen 1504
 Leoniden 957, 959
 Leo-Superhaufen 1505
 Leo-Triplett 39, 1486, 1510
 Leptonen 720, 1580, 1586
 Leptonen-Ära 1576, 1586
 Leuchtende Bögen 1552
 Leuchtfolie 195
 Leuchtkraft 1074, 1146
 Eddington-Grenze 1536
 Galaxien 1535
 Sonne 774
 Supernova 1452
 Leuchtkrafteffekt 351
 Leuchtkraftentfernung 684, 1566 f., 1571 f.
 Gravitationswellenobjekt 524
 Leuchtkräftige blaue Veränderliche 592, 1095, 1372, 1378
 Leuchtkräftige rote Novae 1373
 Leuchtkräftige Supernovae 1447
 Leuchtkraftklassen 1094
 Le-Verrier-Ring 906
 LHAASO 504
 LHIRESIII 296 f.
 L[Ha]RGB 156
 Liberté-Bogen 906
 Libration 836
 Librationspunkte 911, 978
 Libussa 924
 Lichtablenkung 734
 Lichtbrechung 735
 Lichtbrücke 76, 779
 Lichtecho 683, 1275, 1454, 1467
 Lichtelektrische Photometrie 228
 Lichtenknecker-Datenbank 643, 1442
 Lichtfarbe 1226
 Lichtgeschwindigkeit 727, 733, 1185, 1582. *Siehe* auch Überlichtgeschwindigkeit
 Lichtjahr 677
 Lichtkurve 617, 1401
 Supernovae 1452
 Lichtkurvenblatt 1443
 Lichtsäule 71 f.
 Lichtstärke 112
 Lichtverschmutzung 62
 Lichtwechselelemente 1401
 Lichtzeit 993
 Lichtzeitdifferenz 1552
 Lichtzeiteffekt 1427 f.
 Light Curve Generator 1445
 Light Travel Distance 1565
 LIGO 511
 LINEAR 541, 545
 Lineare Dispersion 321
 Lineare Expansion 1560

Lineare Regression 251, 1650
 Linearität 264
 Linienbreite 744
 korrigierte 351
 natürliche 744
 Linien-Korona 802
 Linienprofil 351
 Linienverbreiterung 350
 Linsenobjektiv 93
 Linsenteleskop 81
 Lippert-Astrograph 18
 LISA Pathfinder 515
 LISA (Satellit) 515, 1601, 1617
 LiveView-Modus 148, 167, 182
 L-Korona 802
 LMT 436
 LNB 479
 Löcher im All 1506
 Lofar 440, 443
 Logarithmische Skala 1096
 Logarithmisch-periodische Dipolantenne 462
 Logarithmus 1060 f.
 Loge 898
 Logitech QuickCam 164 f.
 Lokale Blase 1214
 Lokale Flocke 1214
 Lokale Gruppe 1497, 1504 f.
 Lokaler Superhaufen 1505
 Lomonossow-Effekt 873
 Lomonossow-Ring 873
 Loop-Quantengravitation 725 f.
 Loop-Quantenkosmologie 726
 Lorentz-Faktor 747
 Lorentz-Profil 350
 Losmandy 124
 Lösungen der Aufgaben 1677–1689
 Lösungen für Probleme in der Astrophotographie 225
 Lovell. *Siehe* Jodrell Bank
 Löwe 39
 Low Frequency Array 440
 Low-Key-Photographie 168
 Low-Mass-Modell 1118 f.
 Low Noise Block Converter 479
 LP357–186 1052
 LPDA. *Siehe* Logarithmisch-periodische Dipolantenne
 LQC. *Siehe* Loop-Quantenkosmologie
 LQ Comae Berenices 642
 LQG. *Siehe* Loop-Quantengravitation
 LTP 853
 Lücken. *Siehe* Kommensurabilitätslücken
 Lucky imaging 200, 1335
 Ludmilla 924
 Luftbiosphäre 1040
 Luftfeuchtigkeit 64

Luftleuchten 66
 Luftschauer 503
 Luftunruhe 58, 119, 298
 Lumineszenz 66
 Lumineszenzfaktor 946
 Luminosity Distance 1566
 Luna (Raumsonde) 1613
 Lunar Orbiter (Raumsonde) 1613
 Lunarpräzession 694
 Lunar Prospector (Raumsonde) 1613
 Lunar Transient Phenomena 853
 Lunisolarpräzession 694
 Lutetia 924
 Lüthen-Kahlhöfer-Methode 126
 LUVUOIR (Satellit) 1617
 LWIR 491f.
 LX200 (Meade) 123
 Lyman-Alpha-Wald 1588
 Lyman-Limit 746
 Lyman-Serie 745
 Lyman-Sprung 746
 Lynds' Catalogue of Bright Nebulae 1656
 Lynds' Catalogue of Dark Nebulae 1656
 Lynx-Superhaufen 1505
 Lyon-Meudon Extragalactic Database 1665
 Lyotest 98
 Lyra. *Siehe* Leier
 Lyriden 957
 Lysithea 886
 L-Zapfen 655

M

M 1 38, 449, 493, 1178, 1472f., 493
 M1-Pulsar 1178
 M2-9 1247
 M3 39, 1286
 M4 1115
 M5 1286, 1288
 M8 1225, 1243f.
 M10 1286, 1288
 M11 41, 1098–1100, 1278, 1281
 M12 1286, 1288
 M13 40, 223, 1286, 1288f.
 M15 1286, 1288
 M16 1111, 1225, 1243
 M17 1225, 1243, 1245
 M20 1225, 1242f.
 M22 40, 1243, 1286, 1288
 M27 41, 225, 495, 1245, 1261, 494, 1271
 Veränderliche in der Nähe 614
 M29 1245, 1250, 1278, 1281
 M31 44, 449, 1486, 1494, 1499, 1507f.,
 1519, 1537
 M32 1486, 1499, 1507
 M33 1486, 1500, 1504, 1509, 1519
 Veränderliche in der Nähe 620
 M33 X-7 1191
 M35 38, 1253f., 1278, 1280, 1284
 M36 44, 1278, 1280
 M37 44, 1278, 1280
 M38 44, 1278, 1280
 M39 1230, 1278, 1281
 M42 449, 451, 1225, 1232
 M42-Gewinde 174
 M43 1225
 M44 38, 266f., 1278, 1281, 1285
 M45 38, 265f., 1278, 1280, 1283
 M51 43, 1486, 1517
 M52 1230, 1250, 1277f., 1281
 M53 1286, 1289
 M57 41, 1261, 1272
 M60 39, 1486, 1515
 M61 39, 1486
 M64 39, 1486, 1515
 M65 39, 1486, 1510, 1512
 M66 39, 1486, 1510, 1512
 M67 38, 256, 1278, 1281
 M71 1286, 1288
 M76 42, 1261, 1265
 M78 1225, 1233, 1237
 M81 43, 1486, 1502, 1509
 M82 43, 1486, 1502f., 1509
 M87 39, 449, 1486, 1510, 1537, 1545,
 1547, 1550
 M88 39
 M92 1286, 1288f.
 M94 1486, 1515
 M95 39
 M96 39, 1486
 M97 43, 1261, 1267
 M99 39
 M100 39, 1486, 1510
 M101 43, 1486, 1517, 1519
 M103 42, 1230, 1278f.
 M104 39, 1486, 1501
 M105 39
 M106 1537, 1558
 M110 1486, 1507
 Mab 904
 Machholz1 943
 MACHO 542, 545
 Macronova. *Siehe* Kilonova
 MACS 0647-JD 1559
 MACS 1149-JD1 1559
 MACSJ0025.4–1222 1494
 Magellan (Raumsonde) 1614
 Magellansche Wolken 1210, 1486, 1521
 MAGIC 504, 727, 1179
 Maginus (Mondkrater) 165, 221
 Magma 862
 Magnesiumfluorid 735
 Magnesiumsulfat 916

Magnetare 1163, 1169
 SGR 1806–20 1169
 SGR J1550–5418 1169
 SWIFT J1955+2614 1169
 Magnetfeld 1036, 1147, 1160, 1164
 Erde 756, 876
 Erdmond 876
 galaktisches 450
 Jupiter 883
 Mars 880
 Merkur 864
 Neptun 906
 Pulsare 1175
 Saturn 894
 Sonne 774, 776f., 830
 Sternentstehung 1108
 Uranus 903
 Venus 868
 Magnetfelder 447
 Magnetische Ap-Sterne 752
 Magnetische Feldstärke 752
 Magnetische Flusssdichte 751
 Magnetische Monopole 1580, 1594
 Magnetischer Fluss 751
 Magnetische Sterne 751
 Magnetische Stürme 757
 Magnetosphäre der Erde 755
 Magnitudo 649
 Mai-Aquariiden. *Siehe* Eta-Aquariiden
 Major Atmospheric Gamma-Ray Imaging Cherenkov Telescope 504
 Makemake 857, 911, 913, 921
 Makroturbulenz 357
 Maksutov 83, 85
 Maksutov-Newton 83, 86
 Mantel 862
 Mare. *Siehe* Tiefebene (Mond)
 Mare Imbrium (Mond) 222, 837
 Mare Ingenii (Mond) 836
 Mare Nubium (Mond) 844
 Mare Tranquillitatis (Mond) 836
 Margaret 904
 Mariner (Raumsonde) 1613
 Marius Hills (Mond) 836
 Markab 699
 Markarian 501 727, 1543
 Mars 502, 858, 876, 977
 Albedo 860
 Atmosphäre 860, 879
 Bahndaten 858
 Beobachtung 880
 Boden 877
 Flächenhelligkeit 151
 Innerer Aufbau 877
 Magnetfeld 860, 880
 Marskarte 881
 Monde 860, 880
 Oberfläche 877

- Opposition 880
 Physische Daten 859
 Temperatur 877
 Windgeschwindigkeit 879
 Wolken 879, 881
 Mars2020 (Raumsonde). *Siehe* Perseverance
 Mars Express (Raumsonde) 878, 1614
 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 878, 1614
 Mars InSight (Raumsonde) 877, 879
 Mars Odyssey (Raumsonde) 502, 1614
 Mars Pathfinder (Raumsonde) 1614
 Mars (Raumsonde) 1614
 Mars Reconnaissance Orbiter (Raumsonde) 877, 1614
 Maser 451f.
 Massalia 924
 Masse 1145
 Eta Carinae 1049
 HD 93250 1048
 HD 97950 1048
 kritische 1124
 NGC 3603 A1 1048
 Pismis 24-1 1048
 Sterne 1047
 WR 20a 1048
 WR 102ka 1048
 Maßeinheiten 1725
 Masse-Leuchtkraft-Beziehung 1367
 Hauptreihensterne 1048, 1067
 rote Überriesen 1367
 Masse-Leuchtkraft-Verhältnis 1497
 Massen
 Galaxien 1506
 Massenaussterben 1036, 1039
 Massenaustausch bei Doppelsternen 1307
 Massenbestimmung 1047
 Doppelsterne 1306
 Massendichte 720
 Massenverlust 1142
 Beteigeuze 454
 Massenverlustrate 454, 1213, 1308
 Masse-Radius-Beziehung 1053
 Massereiche Sterne 1124
 Masterdark 188
 Masterflat 194
 Masuyama 105
 Materialfunktionen 1081
 Materie-Ära 1576, 1587
 Materieströmung 1117
 Materiewellen 733, 1578
 Maunder-Minimum 810
 Mäusegalaxien 1486, 1515
 Maximal-Kerr 1187
 Maximalmasse 1537
 Maximalwellenlänge 650
 MaxIm DL (Software) 272, 1717
 Maximumszeitpunkt 1412
 Maxwell-Boltzmann-Verteilung 350–352, 1071f.
 Maxwell-Teilung 895
 Maxwell-Verteilung. *Siehe* Maxwell-Boltzmann-Verteilung
 Maya-Kalender 1604
 Mayalls Objekt 1486
 McLaughlin (Marskrater) 878
 Meade LX200 ACF 91
 Medianfilter 201
 MeerKAT 441
 Megalite 887
 Megamaser 451
 Mehrbandfilter 156
 Mehrkörperproblem 979
 Melotte 1656
 Meniskuslinse 83
 Merkur 858, 864, 1011
 Albedo 860
 Atmosphäre 860, 864
 Bahndaten 858
 Beobachtung 864
 Innerer Aufbau 864
 Magnetfeld 860, 864
 Oberfläche 864
 Physische Daten 859
 Merkurdurchgang 865
 Merkurtransit. *Siehe* Merkurdurchgang
 Merkurvorübergänge 806
 Mesonen 720, 722, 1584
 Mesopause 48f.
 Mesosphäre 48
 Messenger (Raumsonde) 1614
 Messerschneidenmethode 98
 Messfehler 794, 1425
 Messmethoden 244
 Messokular 1331
 Messverfahren
 Polarisation 381
 Metallhäufigkeit 1060, 1483
 Metallstativ 129
 Meteore 955–971
 Radioastronomie 475
 Visuelle Beobachtung 964
 Meteoriten 955–971
 Meteor Logger (Software) 468
 Meteoroid 955
 Meteorströme 957
 Meter 676
 Methan-Bande 905
 Methanothermococcus okina-wensis 1040
 Methode von Lambert-Olbers 993
 Methone 897, 899
 Methylisocyanat 940
 Metis 886, 924
 Mexican-Hat-Filter 201
 MG 0414+055 1549
 MG 2016+112 1549
 MG 2016+267 1549
 Michelson-Interferometer 422, 508, 1053
 Michigan Infra-Red Combiner 433, 1118
 Mie-Streuung 51, 77
 Mikroben 1041
 Mikrobolometer 492
 Mikrofokussierer 183
 Mikrogravitationslinseneffekt 1021
 Mikrolinseneffekt 1555
 Mikrometerokular 109, 136
 Mikropulse 1179
 Mikroquasar 763f.
 Mikroturbulenz 1108
 Milchstraße , 1200–1212, 1499, 487
 Milky Way Project (Zooniverse) 587
 Millisekundenpulsare 1177
 Mimas 897f., 901
 Mindestdichte eines Schwarzen Loches 1186
 Mindestlebensdauer 1035
 Mindestmasse 1105
 Mindestwärmeleistung 1035
 Minerale 875
 Minilöcher. *Siehe* Primordiale Schwarze Löcher
 Minimale Vergrößerung 111
 Minimum Mass Model 1009
 Minimumszeitpunkt 1412
 Mintaka 1313
 Mintron 165
 Mira 38, 1052, 1135, 1393
 Mirach 699
 Miranda 904f.
 Mira-Sterne 1361
 MIRC. *Siehe* Michigan Infra-Red Combiner
 Mitbewegte Entfernung 1566, 1571f., 1575
 Mitgliedschaft in der BAV 1441
 Mittelalter-Minimum 810
 Mittelwert 1649
 Mittlere Anomalie 984, 998, 1352
 Mittlere Distanz 1035
 Mittlerer Fehler des Mittelwerts 1649
 Mittlerer Fehler einer Messung 1649
 Mizar 1313
 Mizar-Alkor 43
 Mneme 886
 MN Lupi 1117

Modellrechnung Sternaufbau 1088
 Modernes Maximum 812
 Modifizierte Newton'sche Dynamik 1491
 Modifiziertes julianisches Datum 715
 Moilanenbogen 71
 Molekulargewicht 1123
 Molekülbildung 1215
 Molekülwolken 1105, 1108, 1115
 Monatslängen 714
 Mond 221
 Farben 410
 Polarisation 410f., 414
 Radiostrahlung 449
 MOND. *Siehe* Modifizierte Newton'sche Dynamik
 Mondbahn 837
 Mondberghöhen 846
 Monde
 Eris 921
 Haumea 921
 Jupiter 884
 Mars 880
 Neptun 907
 Pluto 919
 Quaoar 921
 Saturn 896
 Uranus 904
 Monde der Planeten 856–907
 Mond (Erdmond) 858, 876
 Albedo 860
 Atmosphäre 860
 Bahndaten 858
 Finsternisse 850
 Flächenhelligkeit 151
 Helligkeit 669
 Höhenbestimmung 846
 Kraterdurchmesser bestimmen 839
 Krater zeichnen 841
 Libration 836
 Magnetfeld 860
 Physische Daten 859
 Sternbedeckung 837
 Überblick 833
 Mondfinsternis 152, 850–852
 Flächenhelligkeit 151
 Mondgebirge
 Alpen 845
 Apenninen 164, 847
 Karpaten 840
 Mondhalo 74
 Mondkalender 713
 Mondknoten 694
 Mondkrater
 Aliacensis 149, 221
 Alphonsus 221
 Archimedes 222
 Aristillus 222

Arzachel 221
 Autolycus 222
 Birt 221
 Clavius 221
 Deslandres 221
 Eratosthenes 164
 Eratosthenes 222
 Kopernikus 209
 Maginus 165, 221
 Plato 222
 Ptolemäus 221
 Purbach 221
 Stüfler 149
 Thebit 221
 Tycho 165
 Walter 149, 221
 Werner 149, 221
 Mondkrater und -formationen
 Albategnius 849
 Alpental 845
 Catharina 841
 Clavius 846, 848
 Copernicus 839f.
 Cyrillus 841
 Eratosthenes 847
 Fauth 840
 Plato 845
 Regenbogenbucht. *Siehe* Sinus Iridium
 Sinus Iridum 837
 Theophilus 841
 Tycho 836
 Mondschildung 718
 Mondsichelnebel 1246
 Mondstation 836
 Monoceros. *Siehe* Einhorn
 Monochromator 292
 Monophosphan 1039f.
 Monozentrisches Okular 105
 Montierung 120f.
 azimutal 120
 EQ6-Montierung 124
 Losmandy 124
 Meade LX200 123
 parallaktisch 121
 Moon Zoo (Zooniverse) 587
 Moravian 170
 Moravian Instruments 180
 Morgenweite 697
 MORO 1426
 Morphologie 1226
 Morphologie-Dichte-Relation 1504
 Moxon-Antenne 461
 MRC 1138–262 1489
 MS0735.6+7421 1536
 MSH 11–61A 1468
 MS-T5 (Raumsonde) 1612
 M-Theorie 725

MTV 12V6HC-EX 165
 Multifrequenzanalyse 583
 Mundilfari 897
 MuniWin (Software) 272, 1722
 Photometrie 274
 Muon Hunter (Zooniverse) 587
 MWIR 491f.
 My Arae 1018
 My-Cephei-Sterne 1362
 My Cygni 1314
 My Draconis 1313
 Myonen 503, 720, 1580, 1584
 M-Zapfen 655

N

Nabla 1080, 1089
 Nachbearbeitung am PC 198
 Nachführfehler 123
 Nachführung 143, 175
 Nachgeführte Kamera 145
 Nachleuchten 1165, 1170
 Nacht 78
 Nachthimmellicht 66
 Nachtleuchtende Wolken 69f.
 Nadelgalaxie 641, 1486, 1509
 Näherungsverfahren nach Newton 1653
 Naiade 907
 NANOGrav. *Siehe* North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves
 Nanotracker 176
 Narrow Line Region 1534, 1543
 Narvi 897
 NASA/IPAC Extragalactic Database 1655, 1657, 1665
 Nasmyth 83f.
 Nasmyth-Cassegrain 84
 Natrium-22 1453
 Natrium-Doppellinie 310f., 327
 Natriumkarbonat 916
 Natriumschicht 434
 Nautische Dämmerung 78
 Navy Prototype Optical Interferometer 433, 1133
 Near Earth Asteroid 912
 Near Earth Comet 912
 Near Earth Object 912
 Nebelfilter 137, 191
 Nebelspektrum 1385
 Nebelveränderliche 1368
 Nebensonne 71f., 74
 Nebularhypothese 1006
 NED. *Siehe* NASA/IPAC Extragalactic Database
 Neigung der Rotationsachse 858

| | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| NEODYMIUM Mond- und Skyglow-Filter 137 | NGC 581 1278 | NGC 3623 1486 |
| Neonbrennen 1125 | NGC 598 1486 | NGC 3627 1486 |
| Neptun 858, 906, 1012 | NGC 650 1261, 1265 | NGC 3628 39, 1486, 1510 |
| Albedo 860 | NGC 651 1265 | NGC 3842 1536 f. |
| Atmosphäre 860, 906 | NGC 869 223, 1278, 1280 | NGC 4013 1486 |
| Bahndaten 858 | NGC 884 223, 1278, 1280 | NGC 4038/4039 1500, 1514 |
| Beobachtung 907 | NGC 891 1486, 1509 | NGC 4151 1544 |
| Innerer Aufbau 906 | NGC 896 1251 f. | NGC 4303 1486 |
| Magnetfeld 860, 906 | NGC 1260 1468 | NGC 4321 1486 |
| Monde 860, 907 | NGC 1275 449, 1486, 1544 | NGC 4395 1544 |
| Oberfläche 906 | NGC 1277 1536 f. | NGC 4485 635, 1499 |
| Physische Daten 859 | NGC 1342 1278, 1280 | NGC 4486 1486 |
| Ringsystem 906 | NGC 1432 1278 | NGC 4490 635, 1499 |
| Temperatur 906 | NGC 1499 1225, 1230, 1253, 1256 | NGC 4565 641, 1486, 1509 |
| Winde 906 | NGC 1569 1503 | NGC 4567/4568 39, 1486, 1498, 1515 |
| Neptun-Trojaner 911 | NGC 1579 1225, 1231 | NGC 4594 1486, 1501 |
| Nereide 907 | NGC 1600 1537 | NGC 4631 1486, 1509, 1515 |
| Neso 907 | NGC 1912 1278 | NGC 4647 1486, 1515 |
| Netzhaut 655 | NGC 1952 1178, 1472 | NGC 4649 1486, 1515 |
| Neubedampfung 97 | NGC 1960 1278 | NGC 4650A 1501 |
| Neutralino 725 | NGC 1976 1225 | NGC 4656 1486, 1509, 1515 |
| Neutrinoastronomie 500–506 | NGC 1982 1225 | NGC 4676 1486, 1515 |
| Neutrino-Observatorium 505 | NGC 2000-Katalog 1657 | NGC 4736 1486 |
| Neutrinos 720, 1572 | NGC 2022 1261, 1266 | NGC 4826 1486 |
| Neutrinostrahlung 1465 | NGC 2023 1225, 1234 | NGC 4889 1536 f. |
| Neutronen 720, 1586 | NGC 2024 1225, 1233 f. | NGC 5024 1286 |
| Neutronensterne 1125, 1140 f., 1160–1172 | NGC 2068 1225 f., 1237 | NGC 5128 449, 1500 |
| Dichte 1162 | NGC 2070 1225, 1521 | NGC 5139 1286 f. |
| Dreischalenmodell 1177 | NGC 2071 1225 f., 1233, 1237 | NGC 5194/5195 1486, 1517 |
| Entstehung 1160 | NGC 2099 1278 | NGC 5195 1517 |
| Magnetfeld 753, 1160, 1162 | NGC 2158 1254, 1278, 1284 | NGC 5272 1286 |
| Verschmelzung 1187 | NGC 2168 1278 | NGC 5457 1486 |
| Zweischalenmodell 1177 | NGC 2174 494, 1225, 1236, 1254 | NGC 5866 1486 |
| Neutrosphäre 48 | NGC 2175 1236, 1253 f. | NGC 5904 1286 |
| New General Catalogue 1656 | NGC 2237 449, 1225, 1236, 1238 | NGC 6027 1486 |
| New Gravitational Wave Observatory 515 | NGC 2238 1226, 1236, 1238 | NGC 6144 1115 |
| New Horizons (Raumsonde) 919 f., 1614, 1617 | NGC 2239 1226, 1236, 1238 | NGC 6205 1286 |
| New Horizons (Sonde) 918 | NGC 2244 1226, 1236, 1238, 1278, 1281 | NGC 6218 1286 |
| New Technology Telescope 420 | NGC 2246 1226, 1236, 1238 | NGC 6240 1501 |
| Newton 81, 83 | NGC 2261 395 | NGC 6254 1286 |
| Newton-Fokus 87 | NGC 2264 1225, 1239, 1253 | NGC 6302 1263 |
| N-Galaxien 1544 | NGC 2346 1261 | NGC 6334 1241 |
| NGC. <i>Siehe</i> New General Catalogue | NGC 2371 1261, 1266 | NGC 6341 1286 |
| NGC 104 1521 | NGC 2372 1261, 1266 | NGC 6514 1225, 1242 |
| NGC 188 1230, 1278 | NGC 2392 1261, 1266 | NGC 6523 1225, 1244 |
| NGC 205 1486 | NGC 2523 1486 | NGC 6530 1244 |
| NGC 221 1486 | NGC 2632 1278 | NGC 6543 1261, 1263, 1268 f. |
| NGC 224 1486 | NGC 2682 1278 | NGC 6611 1225 f., 1243 |
| NGC 246 1261 | NGC 2736 1476 | NGC 6618 1225 |
| NGC 253 1503 | NGC 2808 1286 | NGC 6656 1286 |
| NGC 281 1225, 1229 f., 1251, 1281 | NGC 2818 1142 | NGC 6705 1278 |
| NGC 292 1486, 1521 | NGC 3031 1486 | NGC 6720 1261, 1272 |
| NGC 362 1521 | NGC 3034 1486, 1502 | NGC 6791 1278 |
| NGC 457 42, 1251, 1278 f., 1281 | NGC 3132 1157 | NGC 6838 1286 |
| | NGC 3368 1486 | NGC 6853 1261, 1271 |
| | NGC 3372 1049, 1228 | NGC 6888 1225, 1246, 1250 |
| | NGC 3587 1261 | NGC 6910 1247 |
| | NGC 3603 A1 1048 | NGC 6913 1278 |

NGC 6946 1486
 NGC 6946-BH1 1141
 NGC 6960 1477
 NGC 6974 1472
 NGC 6979 1472
 NGC 6992 1472, 1477
 NGC 6995 1472, 1477
 NGC 7000 41, 1225, 498, 1247
 NGC 7009 1261, 1271
 NGC 7023 1225, 1230, 1248
 NGC 7027 449
 NGC 7078 1286
 NGC 7092 1278
 NGC 7129 1258
 NGC 7293 1261, 1273
 NGC 7317–7320 1486, 1517
 NGC 7331 1486
 NGC 7635 42, 1225, 1230, 1249 f., 1281
 NGC 7654 1278
 NGC 7662 1261, 1274
 NGC 7727 1541
 NGO. *Siehe* New Gravitational Wave Observatory
 NGR (Satellit) 1617
 Nichtfusor 1077
 Nichtrelativistische Entartung 1150
 Nickel-56 1452–1454
 Nickelhäufigkeit 1450
 Nipptide 854
 NIR 491
 NIR preflashing 162
 Nix 920
 Nizza-Modell 1009
 NML Cyg 1052, 1113
 NOAA 12670 786
 NOAA-Nummer 807
 Nobelpreis 525, 530, 731
 NOMAD-Katalog 1657
 Nooelec NESDR SMARt v4 467
 Nordamerikanenebel 41, 496 f., 1225, 498, 1245, 1247, 1250
 Nördliche Krone 40
 Nördlicher Trifidnebel 1225, 1231
 Nordlichter 67
 Nördlinger Ries 960
 Nordwinkel 821
 Normaarm 1202 f.
 Normalmaximum 1402 f.
 Normalvergrößerung 111
 North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves 518
 Notebook 173
 Nova Aquilae 1919 1153
 Nova Cassiopeiae 2021 340, 1222, 1392
 Nova Cygni 1975 1388
 Nova Cygni 1992 1388

Nova Delphini 2013 340, 363–365, 369, 1389
 Novae 686, 1371, 1380
 Novaereignis 1139
 Nova V339 Del. *Siehe* Nova Delphini 2013
 Nova V616 Mon 1189
 Nova V1405 Cas. *Siehe* Nova Cassiopeiae 2021
 NPOI 433
 NSV 14555 1274
 NSVS 542, 545, 563, 639
 NSVS 5029041 636, 1419–1423
 NTD 443
 NTP-Server 838
 NTT. *Siehe* New Technology Telescope
 Nukleare Zeitskala 1121
 Nuklearreaktionen 1069
 Nukleonen-Ära 1586
 Nukleosynthese 1069
 Nulling-Interferometer 1017
 Nullpunktkorrektur 250 f.
 Nutation 693 f.
 Nyquist-Shannon-Abtasttheorem 172
 Nysa 924

O

Obashev et al. 798
 Oberfläche
 Erde 875
 Jupiter 883
 Mars 877
 Merkur 864
 Neptun 906
 Saturn 894
 Uranus 903
 Venus 866
 Oberflächentemperatur 1056
 Oberon 904
 Oberton-Pulsierer 1133
 Objekte für Teleobjektive 1250, 1281, 1519
 Objektiv 93
 Achromat 94
 Apochromat 94
 Linsenobjektiv 93
 Spiegelobjektiv 97
 Vergütung 98
 Objektivfilter 803, 805
 Objektivgitter 305
 Abbildungsqualität 314
 Genauigkeit 313
 Objektivsysteme 140
 Observatoire Virtuel France 536
 Obsidian 1023
 Obstruktion 91
 Occator (Ceres) 916
 (O–C)-Diagramm 1426
 OCO. *Siehe* Oort'sche Kometenwolke
 Odd Radio Circle 456
 OE5JFL 473
 Off-Axis-Guider 124
 Offene Sternhaufen 1276
 Beobachtungsobjekte 1279
 Öffnungsfehler 83, 91
 Öffnungsverhältnis 110
 Öffnungswinkel 753
 Öffnungszahl 110
 optimale 172
 Offset 187
 OGLE 542, 545, 1555
 Ogle-2005-BLG-390 1021, 1555
 Ohara 97, 735
 OJ 287 518, 521, 526, 1542
 Ökosphäre 1035
 Okular 104
 Abbe 105
 Axiom 105
 Classic Ortho 107
 Erfle 105
 eudiascopisch 105
 Kellner 105
 monozentrisch 105
 Nagler 105
 Ortho 105
 orthoskopisch 105
 Panoptic 105
 Pentax XL/XW 105
 Plössl 105
 Steinheil 105
 Ultima 105
 Okularrevolver 136
 Okulartypen 106
 OL 217 1338 f.
 Oligarchisches Wachstum 1008
 Olivin 875, 917, 1215
 Olympus Mons 877
 OMC 543, 545, 565
 Omega Centauri 1286 f.
 Omega Leonis 1314
 Omeganebel 1225, 1243, 1245
 Omikron Cephei 1313, 1345
 ONC. *Siehe* Orion Nebula Cloud
 ONeMg Weißer Zwerg 1151
 OneWeb 1618
 Oort-Minimum 810
 Oort'sche Kometenwolke 922, 935
 Opal 877
 Opazität 1081
 OpenCamera (Software) 180, 1718
 OpenFringe (Software) 100
 Ophelia 904
 Opposition 880

Oppositionshelligkeit 901
 Optical Gravitational Lensing
 Experiment 1555
 Optimale Brennweite 172
 Optische Abbildungsfehler 90
 Bildverzerrungen 92
 Bildwölbung 91
 Kugelgestaltsfehler 91
 Reflexionen 93
 Verzeichnung 92
 Optische Dichte. *Siehe* Optische Tiefe
 Optische Qualitätsprüfung.
 Siehe Qualitätsprüfung
 Optisches Interferometer 424
 Optische Tiefe 450 f., 782
 Orcus 911, 913
 Organische Moleküle 1216
 Ori A 449
 Orion 38
 Orionarm 1202
 Orioniden 938, 957
 Orion-Loop 1232, 1235
 Orionnebel 38, 448 f., 451, 1225, 1232,
 1253
 Filtervergleich 158
 Orion Nebula Cloud 1232
 Orionspektrum 1385
 Orionveränderliche 1368
 Orthosie 886
 Ortszeit 711
 OSIRIS 940 f.
 Oskar-Lühning-Teleskop 25
 Osram Duluxstar 335
 Osterformel 718
 Ostergrenze 718
 Osthoff'schen Skala 674
 'Oumuamua 922
 Oversampling 172
 Overwhelmingly Large Telescope 419
 OWL. *Siehe* Overwhelmingly Large
 Telescope
 Ozonschicht 49
 OΣ410 1314
 OΣ525 1314

P

P17-Mittelung 817
 P172+18 1559
 Paaliaq 897
 Paarerzeugung 1585
 Paarinstabilitäts-Supernova 1448
 Paarvernichtung 1585
 Pacman-Nebel 1225, 1229 f., 1251, 1281
 PAF 446
 Pallas 908 f., 913, 924
 Bahnelemente 982

Pallas-Familie 912
 Pallene 897
 Pan 895, 897
 Pandia 886
 Pandora 897
 Panoptic (Okular) 105
 PAPA-Detektor 425
 Parabel 973, 975, 980, 1424
 Parabelbahn 984
 Parabelnahe Bahnen 985
 Parabolantenne 464
 Parabolisch gebremste Expan-
 sion 1560
 Parabolspiegel 91, 443
 Parallaktische Montierung 121
 Parallaxe 678
 Dispersions- 683
 photometrische 682
 tägliche 993
 trigonometrische 678
 jährliche 679
 Reichweite 680
 säkulare 680
 tägliche 680
 Parallaxensekunde 677
 Parallaxenwinkel 680
 Parallaxe, topozentrische 836 f.
 Parallellinienmethode 1412, 1418
 Parkes 436
 Parkes Pulsar Timing Array 517 f.
 Parry-Bogen 71–73
 Parsec 677
 Paschen-Kontinuum 652
 Pasiphae 887
 Pasithee 887
 Patrochus-Gruppe 911
 Pauli-Prinzip 1451
 Pauspapiermethode 1413, 1418
 Pavo-Indus-Superhaufen 1505
 PC-Software 1715
 PC-Systemzeit 838
 P Cygni 340, 695, 1095, 1378
 Balmerdekrement 1221
 Spektrum 361
 P-Cygni-Profil 1171, 1377
 PEC. *Siehe* Periodic Error Correction
 Pegasus 44
 Pekuliare Sterne 1047
 Pelikannebel , 1225, 498, 1247, 1250
 Pencil Nebula 1476
 Penelope 924
 Pentax XL/XW (Okular) 105
 Penumbra 796 f., 818
 Breite 784, 795
 Per A 449
 Peranso (Software) 1417
 Perdita 904
 Periastron 1310, 1376

Periastrondrehung 526
 Periheldistanz 998
 Periheldrehung 714
 Periheldurchgang 999
 Period04 (Software) 581, 1722
 Periode 1132, 1175
 Periodenänderung 1308, 1426
 Perioden-Leuchtkraft-Beziehung 685
 Periodenverbesserung 619
 Periodic Error Correction 123
 Periodika 1659
 Perlmutterwolken 49
 Perlschnurphänomen 831
 Perowskit 875
 Perseiden 957, 959
 Perseus 42
 Perseusarm 1202 f.
 Perseushaufen 1504
 Perseus-Superhaufen 1505
 Perseverance (Raumsonde) 1615
 Personal Solar Telescope 803
 Petavius (Mondkrater) 843
 Petzval-Apochromat 82
 Pevatron 503
 Pfeil 41
 Pferdekopfnebel 38, 1225, 1233 f., 1253
 Pflege der Optik 120
 PG 1115+080 1549, 1553
 PG 1159-Sterne 1130, 1158
 PG1159-Sterne 1154
 PG1550+131 1303
 PGC. *Siehe* Principal Galaxies
 Catalogue
 PGC2248 1501
 PGC HyperLEDA 1656
 Phaedra 924
 Phaethon 909
 Phantom-Energie 1598 f., 1601
 Phasenarray 443
 Phasenarray-Einspeisung 446
 Phasengeschwindigkeit 733
 Phasensprung 1428
 Phasenwinkel 868
 PHA-Typ 912
 Phi-Cassiopeiae-Haufen 42, 1230,
 1278 f., 1281
 Philae (Raumsonde) 940, 1614, 1617
 Philophrosyne 886
 Phobos 880
 Phocaea-Gruppe 911
 Phoebe 897, 900
 Phoebe-Ring 895
 Phoenix (Raumsonde) 880, 1614
 Phosphatkron 735
 Phosphan. *Siehe* Monophosphan
 Photaron 97, 735
 Photodesintegration 1451
 Photoeffekt 732

- Photographie 805
 analog 1631–1639
 Photographische Photometrie 228
 photodigital 228
 photoelektrisch 228
 photometrisch 228
 photospektroskopisch 228
 photovisuell 228
 Photoionisation 66
 Photometrie 52, 227–288, 338, 1632–1639
 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1412
 Interpolationsmethode nach Pickering 232
 künstliche Vergleichsquelle 231
 lichtelektrisch 228
 Lichtkurve 1401
 mit Fitswork 273
 mit Muniwin 274
 (O–C)-Diagramm 1426
 photodigital 228
 photoelektrisch 228
 photographisch 228
 photometrisch 228
 photospektroskopisch 228
 photovisuell 228
 Smartphone 196
 Stufenschätzmethode nach Argelander 233f.
 Umrechnungsfunktion 229, 235
 Vergleichssterne 1394
 visuell 229
 Photometrie am Tage 268
 Photometriesoftware 271
 Photometrische Doppelsterne 1301
 Photometrische Parallaxe 682
 Photometrische Systeme 649
 Photonen 720, 722
 Photonen-Ära 1576, 1586
 Photonengas 1150
 Photoobjektiv 96
 Photosphäre 455, 778, 802, 1140
 Photostativ für Smartphone 213
 Physik der Radiostrahlung 450
 Phytoplankton 1039
 Pi Aquilae 1314
 Pi Bootis 1313
 Pi Cephei 1314
 Pickering'sche Interpolationsmethode 232, 947
 Pickerings Dreieck 1472
 Pickering-Skala (Luftqualität) 58
 Pierre-Auger-Observatoriums 502
 Pilar. *Siehe* Lichtsäule
 Pinwheel-Galaxie. *Siehe* Feuerradgalaxie
 Pioneer 11 895
 Pioneer (Raumsonde) 1613
 Pionen 720, 722, 1071
 virtuelle 720
 Pismis 24-1 1048
 Pixel-Binning 171
 Pixelgröße 169
 maximale 299
 Pixelvereinigung 171
 PixInsight (Software) 1720
 Planck-Ära 1576, 1579
 Planck-Blase 1578–1580
 Planck-Dichte 726, 1579
 Planck-Länge 725, 1578
 Planck-Masse 1578
 Planck (Satellit) 1591f., 1595, 1616f.
 Planck'sche Elementarlänge.
 Siehe Planck-Länge
 Planck'sche Strahlung 1577
 Planck-Temperatur 1579
 Planck-Zeit 725, 1579f.
 Planemo 858
 Planet
 Definition 1077
 Planet 9 (Zooniverse) 587
 Planet A (Raumsonde) 1612
 Planetarische Nebel 156, 1139, 1142, 1157, 1259–1275
 Einzelobjekte 1263
 Abell 39 1268
 Blauer Schnellball 1274
 Eskimonebel 1266
 Eulennebel 1267
 Katzenaugennebel 1268
 Ringnebel in der Leier 1272
 Ringnebel NGC 246 1264
 Saturnnebel 1271
 V838 Mon 1275
 Planetariumssoftware 31
 PlanetarySystemStacker (Software) 1718
 Planeten 856–907
 Albedo 860
 Bahnen 858
 Bahngeschwindigkeit 859
 Beobachtung 862
 Filter 863
 Vergrößerung 862
 Breitengrade 702
 Definition der Oberfläche bei Gasplaneten 862
 Eigenenergiefaktor 861
 Fluchtgeschwindigkeit 859
 Gravitationsbeschleunigung 860
 Himmelsrichtungen 701
 Innerer Aufbau 862
 Koordinaten 700, 704
 Längengrade 702
 Physische Daten 859
 Positionswinkel 702
 Rotationsachse 702, 858
 Temperatur 861
 Planetenaberration 993
 Planetenbahnen 972–982
 Planetenpräzession 694
 Planetenspektren 324
 Planetesimale 1007
 Planet Four (Zooniverse) 587
 Planet Hunters (Zooniverse) 587
 Planet Neun 1014
 Planetographische Koordinaten 700
 Planetoiden 858, 908, 955. *Siehe auch* Kleinplaneten; *Siehe auch* Zwergplaneten
 Bahnbestimmung 923
 Bahndaten 858
 Beobachtung 923
 Chiron 917
 Entdeckung 908
 Florence 917
 Griechen 911
 Hecuba-Lücke 911
 Helligkeitsbestimmung 925
 Hestia-Lücke 911
 Juno 908
 Kommensurabilitäten 911
 Kuiper Belt Objects 919
 Kuiper-Gürtel 910
 Orcus 911
 Pallas 908
 Plutoide 919
 Positionsbestimmung 923
 Quaoar 911, 921
 Sedna 911, 921
 Sternbedeckungen 926
 Trans-Neptun-Objekte 919
 Trojaner 911
 Übersicht 908
 Varuna 911
 Vesta 908
 Planetoidengürtel 1010, 1012
 Planet X 935, 1013
 PlaneWave IRDK 492
 Plasma-Epoche 1586
 Plasmafrequenz 450
 Plasmawolken der Sonne 65
 Plateau 1989N4R 906
 Platin 532, 1182, 1374
 Plato (Mondkrater) 222, 845, 853
 Platonisches Jahr 693
 PLATO (Raumsonde) 1616f.
 Plattenkonstanten 949
 Plattentektonik 1036
 Pleione 594, 1375f., 1393

- Plejaden 38, 265 f., 366, 1277 f., 1280, 1282 f., 1296, 1298, 1637–1639
Polarisation 403
Plerion 1472
Plössl-Okular 105
Plutinos 910, 912
Pluto 857 f., 909, 911, 913, 918 f., 1012
Atmosphäre 860
Bahndaten 858
Bahnelemente 982
Charon 919
Hydra 920
Monde 860, 919
Nix 920
Physische Daten 859
Sputnik Planum 918 f.
Tombaugh Regio 918
Plutoide 857, 919
P.M. Planetarium (Planetariums-
software) 31
Pogson-Methode 1412
Point spread function 243
Polarigramm 374
Polarimeter mit Wollaston-
Prisma 1623–1630
Polaris 1344
Polarisation 372–416, 1600
Einzelobjekte
41P/Tuttle-Giacobini-Kresák 391
Arap 299 409
C/2015V2 (Johnson) 391
C/2022E3 (ZTF) 391
CQ Cephei 399
Gamma Cassiopeiae 392
GP Cephei 400
Messier 81 405
Messier 82 406
Mond 411
WR 136 397
Galaxien 405
Himmelslicht 375, 382
Hintergrund subtrahieren 384
instrumentelle P. 382
interstellare P. 394, 401, 1216
Kometen 390
Mond 411
Quellen 372
Software 416
Theorie 372
Umgebungssterne 393
Wolf-Rayet-Sterne 397
Polarisationsdiagramm 397 f., 400 f.,
406–408
Polarisationsfilter 377
Polarisationsgrad
Definition 373
Polarisationskamera 377, 379
Polarisationskarte 402, 407
Polarisationsspektroskopie.
Siehe Spektropolarimetrie
Polarlicht 67
auf anderen Planeten 67
Uranus 903
Polarlichtlinien 66
Polarringgalaxie 1501
Polarstern 43, 664, 669, 693, 1133, 1344
Polaufnahme 144
Polaufnahme mit Smartphone 223
Polhöhenfehler 126
Pollux 38, 323, 345, 1065
Polregion 1635–1639
Polsequenz 253, 260, 664–666
Polsucher 124, 137
Polydeuces 897
Polymerfolie 803
Polynom 1413
Poppin' Galaxy (Zooniverse) 587
Populationen 1046
Population I 1046
Population II 1046
Population-II-Cepheiden 1361
Population III 1046
Poren 778
Porrima 39, 1324
Portia 904
Positionsbestimmung 923
Positionswinkel 702
Doppelsterne 1337
Planeten 702
Potentially hazardous asteroid 912
Potentielle Zeitskala 1121
Potsdamer Farbskala 674
Poynting-Robertson-Effekt 76, 748,
1008
pp-Reaktion 1070
PPTA 517. Siehe Parkes Pulsar Timing
Array
Praemaximum-Spektrum 1385
Praesepe 38, 266 f., 1277 f., 1281, 1284 f.
Prager Becken 960
Praxidike 886
Präzession 526, 693, 714
geodätische 694
Präzessionskonstanten 694
Preflashing 162
Preise 138, 155, 159
Astrokameras 170
Barlowlinse 108
Beschichtung 132
Objektive 93, 140
Okulare 106 f.
Pressmann-Camichel 83
Pre-white dwarfs 1154
Primärfokus 87
Primärhorn 448
Primärspiegel 83
Principal Galaxies Catalogue 1656 f.,
1665
Prisma 742 f.
ProAm-Kampagnen 591
Procyon 38
Profil von Spektrallinien 350
Progenitor 1462
Programmcode 1342
Ephemeriden 992
Julianisches Datum 716
Kosmologische Entfernungen 1573
Sternaufbau 1084–1086
Wahre Anomalie 985–987
Programmsterne der BAV 603
Projekt HoliCOW 1558
Projektionsaufnahmen 142, 148, 806
Projektionsschirm 137
Prokakis 798
Prokyon 344, 699
Prometheus 897
Propionaldehyd 940
Propylid 1007
Prospero 904
Protein 1035
Proteus 907
Protogalaxien 1576, 1579
Protonen 720, 1069–1071, 1586
Protonengürtel 757
Protonosphäre 48
Proton-Proton-Reaktion 1070, 1081
Protoplaneten 1007
Protostern 763
Protosterne 1114, 1117
Protuberanzen 776, 778, 802, 831
Flächenhelligkeit 151
Protuberanzenansatz 137, 802
Proxima Centauri 1023
Psamathe 907
Pseudokontinuum 360
PSF. Siehe Punktspreizfunktion
PSF-Verfahren 244 f., 247
PSR0737–3039 526
PSR0833–45 1179
PSR0943+10 1182
PSR0950+08 1179
PSR1257+12 1018, 1182
PSR1737–30 1182
PSR1913+16 518, 521, 524, 1182
PSRJ0348+0432 1182
PSRJ0901–4046 1183
PSRJ0952–0607 1183
PSRJ1653–0158 1183
PSRJ1719–1438 1182
PSRJ1748–2446ad 1177
PSRJ1913+1102 1182
PSR J1915+1606 524, 1182
PSRJ2144–3933 1183
Psyche 924, 926

Psyche (Raumsonde) 1615
 Ptolemäisches Weltbild 1005
 Ptolemäus (Mondkrater) 221
 Puck 904
 Pulsare 447, 473, 753 f., 1173–1183
 Alter 1176
 Altersverteilung 1176
 Durchmesser 1174
 Einzelobjekte 1178
 Centaurus-Pulsar 1181
 Herkules-Pulsar 1179
 Krebsnebel-Pulsar 1178
 PSR 1913+16 518, 521, 524
 Vela-Pulsar 1179
 Vulpecula-Pulsar 1181
 Lebenserwartung 1175
 Magnetfeld 754, 1175
 Magnetfeldverteilung 1176
 Millisekundenpulsare 1177
 Periode 1175
 Periodensprünge 1177
 Periodenverteilung 1176
 Rotationsenergie 1174
 Schalenmodelle 1177
 Strahlungsleistung 1177
 Pulsar Timing Array 517
 Pulsarwindnebel 1179, 1472
 Pulsation der Sterne 1130
 Pulsationsinstabilität 1126, 1131
 Pulsationsstreifen 1132, 1358
 Pulsationsveränderliche 1357 f., 1672
 Pumpmechanismus 452
 Punktecho 966
 Punktlosigkeit 92
 Punktspreizfunktion 243, 247, 602,
 615, 621, 623, 631, 636, 642
 Purbach (Mondkrater) 221
 Purkinje-Effekt 230
 Purkinje-Phänomen 655
 Purpurlicht 78
 Pushen 1638–1639
 Pyramidenstativ 129
 Pyrex 97

Q

Q0023+171 1549
 Q0957+561 1549, 1552
 Q1145–071 1549
 Q1146+111 1549
 Q1146+111B 1554
 Q1635+267 1549
 Q2237+031 1549
 Q2345+007 1549
 QCDM-Modelle 1601
 QHY 169 f.
 Q-Methode 1219

QPO. *Siehe* Quasi-periodic oscillation
 QSO 0957+061 1553
 QTT 436
 Quadantenne 463
 Quadranten 957
 Quadratische Regression 252, 1652
 Quadrupolkörper 527
 Qualitätsprüfung 98
 Foucault-Test 98
 Lyot-Test 98
 Restchromasie 101
 RGB-Chromasie-Test 102
 Ronchi-Test 99
 Stern-Test 98
 Qualität von Sonnenbeobachtungen 818
 Quallennebel 449, 1253, 1472, 1475
 Quantenausbeute 171
 Quantenchromodynamik 724
 Quantenelektrodynamik 724, 1071
 Quantenfeldtheorien 724
 Quantenfluktuation 727
 Quantengravitation 724
 Quantenkondensat 1188
 Quantenmechanik 1071
 Quantenobjekte 725
 Quantenrauschen 509, 520
 Quantenschlaufengravitation 1601
 Quantenschleifengravitation 725
 Quantenstatistik 1586
 Quantentheorie 1071, 1195
 Quantenvakuum 1595
 Quantisierungsrauschen 185
 Quaoar 911, 913, 921
 Weywot 921
 Quark-Ära 1576, 1584
 Quark-Nova 1478
 Quarks 721 f., 1163, 1580
 Quarksterne 1167
 Quarzbeschichtung 97
 Quarzschicht 132
 Quarzversiegelung 132
 Quasar 764
 Quasare 1531, 1539, 1576, 1590
 Quasarpopularität 1579
 Quasi-periodic oscillation 1165
 Quellennachweis 1694
 Quintessenz 1598 f., 1601
 Quintuplet Cluster 1209

R

R13-Mitteilung 817
 R136 1240 f.
 R/1986 U2 903
 R/2003 U1 903
 R/2003 U2 903

Radarsender GRAVES 460
 Radialgeschwindigkeit 352, 1054
 Radioaktiver Zerfall 1036, 1453
 Radioastronomie 435–487
 Radioastronomie für Amateure 457
 RadioAstro (Satellit) 438
 Radiofenster 50
 Radiofrequenzbereich 436
 Radiogalaxien 1542
 Radio Galaxy Zoo (Zooniverse) 587
 Radiointerferometer 423, 436
 Radiokamera 443, 446
 Radiokarte 486
 Radiomessungen 452
 Radio Meteor Zoo (Zooniverse) 587
 Radio-Quasar-ICRS 697
 Radioquellen 448 f.
 Radioteleskope 435 f.
 Radioteleskop für Amateure 478, 484
 Radioteleskop »Spider 230« 484
 Radius 1068, 1145
 Bedeckungsveränderliche 1053
 Bestimmung des Durchmessers bei
 Bedeckungsveränderlichen 1306
 Interferometrie 1053
 Masse-Radius-Beziehung 1053
 Sternbedeckung 1053
 Sterne 1052
 Radiusbestimmung
 Doppelsterne 1305
 Rahmenmontierung 121
 Randstoßwelle 760
 Ranger (Raumsonde) 1613
 Rasierklinge 98, 292
 Ratan600 436
 Raumdehnung 1565
 Raumkrümmung 526, 1560, 1572
 Raumsonden 1612–1618
 Raumzeiten 1188
 Rauschen 185, 298, 300, 318
 Rauschfilter 201
 Rauschreduzierung bei DSLR 186
 Rauschunterdrückung 198
 RAW-Format 184, 240
 Rayleigh-Kriterium 116
 Rayleigh-Strehl-Kriterium 184
 Rayleigh-Streuung 50 f.
 RBI-Effekt. *Siehe* Residual Bulk Image
 R-Corona-Borealis-Sterne 1369
 RC-Wert 101 f.
 Reaktionszeit 722 f.
 Redshift (Planetariumssoftware) 31
 Reducer 108, 136, 146
 Referenzfeld
 M67 662
 Polsequenz 664
 Referenzspektrum 325

Referenzsterne 252, 615, 621, 623, 631, 634, 636, 642
Referenzsystem
Koordinaten 696
Reflektor 137
Cassegrain 85
Kutter 86
Newton 84
Ritchey-Chrétien 85
Schmidt-Cassegrain 86
Reflexion 738
Reflexionen 93
Reflexionsgitter 290
Reflexionsgrad 132
Reflexionsnebel 1226, 1298
Reflexionsvermögen 97
Refraktion 53
Refraktor 81, 137, 139
nach Kepler 81
nach Petzval 82
Regel von Dawes 116
Regenmeer. *Siehe* Mare Imbrium (Mond)
Regenmenge 66
RegiStar (Software) 1720
RegiStax (Software) 204, 1720
Regression
lineare 251
quadratische 252
Regulus 699
Reichweite 721f.
Reichweite der Vorkommen 1621
Reionisation 1579, 1589
Reisemontierung 176
Reissner-Nordström-Loch 1185
Reiterlein. *Siehe* Alkor
Rektaszension 690, 981
Relativistische Entartung 1150
Relativistisch entartete Materie 1140
Relativistisch entartetes Gas 1123
Relativitätstheorie 526, 1071, 1196
Relativzahlen 777, 816
Remote-Teleskope 88
Repsold-Meridiankreis 19
Residual Bulk Image 162
Residual Saturation Image 162
Reskalierung 1599
Resonanzgruppen 911
Restchromasie 96, 101
Retardierte Zeit 993
Rezeptoren 655
Rezeptorendichte 656
RGB-Chromasietest 102f.
RGB-Systeme 656
RGB-Trennung 244
Rhea 897, 901
Rheasilvia-Becken 917
Rho Cassiopeiae 1052, 1470

Rho Ophiuchi 1115
Rho-Ophiuchi-Nebel 1115, 1250
Richtungsmessung 678
Riemann'sche Metrik 1560
Riesen 1094
Riesenast
asymptotischer 1361
Riesenmolekülwolken 1215
Riesenstadium 1122, 1129
Rigel 38
Rille (Mond) 834
Rindlerkraft 724
Ringdown 530
Ringfamilie 1599
Ringgalaxie 1501
Ringgebirge (Mond) 834
Ringnebel 41, 1261
Ringsystem
Jupiter 884
Neptun 906
Saturn 895
Uranus 903
Ringsysteme 1012
Ringwall 846
Ringwoodit 875
Ritchey-Chrétien 83, 85
advanced 85, 91
R Monocerotis 395
Roche'sche Fläche 525
Roche'sche Grenze 943
Rocket Lab (Raumsonde) 1615
Rohdatenbild 186
Roma 924, 928
Ronchi-Okular 315
Ronchi-Test 99
Röntgenastronomie 500–506
Röntgenblitze 1164
Röntgenburster 1164, 1166
Röntgendoppelstern 1171
Röntgenpulse 1164, 1180
Röntgenteleskope 501
Röntgenveränderliche 1370, 1673
Rosalind 904
ROSAT 543, 545
Rosat (Satellit) 500, 525, 1616
Rosetta (Raumsonde) 939f., 1614, 1617
Rosettennebel 449, 1225, 1236, 1238, 1253, 1278, 1281
Ross 508 1024
Rotating Radio Transients 1167
Rotation 351, 355, 777, 1147, 1164, 1374
Galaxien 1490
Neutronensterne 1161
schnell rotierende Sterne 356
Sterne 1068
Rotationsachse 702, 858
Rotationseffekt 795
Rotationsenergie 1174

Rotationsgeschwindigkeit 777, 1059, 1162
Rotationslichtkurve 925
Rotationsprofil 350
Rotationsveränderliche 1325, 1370, 1671
Rotationsverbreiterung 351
ROTSE 638
Rötung 1217
Rotverschiebung 1559, 1565, 1579
Rotverschiebungsentfernung 1572
r-Prozess 1125
RRAT. *Siehe* Rotating Radio Transients
RRAT J1819–1458 1167
RR-Lyrae-Sterne 286, 634, 685, 1359
Typ RRab 1359
Typ RRC 1359
Typ RRd 1359
RSI-Effekt. *Siehe* Residual Saturation Image
RS-Klassifikation 1504
RSpec (Software) 320, 325, 1722
RTL-SDR.COM V.3 467
Rückläufige Monde 1012
Ruheenergie 722f.
Rupes Recta (Mond) 844
Russian Virtual Observatory 536
Rutten-Maksutov 83, 86
RV-Tauri-Sterne 1361
RW Aurigae 1368
RX Aurigae
Beobachtungen nach
Argelander 1398
Lichtkurve 1403
Vergleichssterne 1398
RX J185.35.3754 1167
Rydberg-Konstante 746
RZ Cassiopeiae
Beobachtungen nach
Argelander 1396
Massenausstöße 1432
Minimumsbestimmung 1414
Modell als Vierfachsternsystem 1431
(O–C)-Diagramm 1430
Vergleichssterne 1396

S

S5-HVS1 1207
S10 55
S/2000 J11 886
S/2003 J2 886
S/2003 J4 886
S/2003 J9 887
S/2003 J10 887
S/2003 J12 886
S/2003 J16 886

- S/2003 J18 886
 S/2003 J19 886
 S/2003 J23 887
 S/2003 J24 887
 S/2004 S3 896
 S/2004 S4 896
 S/2004 S7 898
 S/2004 S12 897
 S/2004 S13 897
 S/2004 S17 897
 S/2004 S21 898
 S/2004 S24 898
 S/2004 S28 898
 S/2004 S31 897
 S/2004 S36 898
 S/2004 S37 897
 S/2004 S39 898
 S/2006 S1 897
 S/2006 S3 898
 S/2007 S2 897
 S/2007 S3 897
 S/2009 S1 897
 S/2010 J1 887
 S/2010 J2 886
 S/2011 J1 886
 S/2011 J2 887
 S/2011 J3 886
 S/2016 J1 886
 S/2016 J3 886
 S/2016 J4 887
 S/2017 J1 887
 S/2017 J2 887
 S/2017 J3 886
 S/2017 J5 887
 S/2017 J7 886
 S/2017 J8 887
 S/2017 J9 886
 S/2018 J2 886
 S/2018 J4 886
 S/2019 S1 897
 S/2021 J1 886
 S/2021 J2 886
 S/2021 J3 886
 S/2021 J4 887
 S/2021 J5 886
 S/2021 J6 887
 S2428b 897
 S4716 1209
 S5613a2 898
 S8353a 898
 Sachs-Wolfe-Effekt 1591
 Sadr-Nebel 1247, 1250 f.
 SAFIR (Satellit) 1616 f.
 SagDEG 1209
 Sagitta. *Siehe* Pfeil
 Sagittarius. *Siehe* Schütze
 Sagittariusarm 1202 f.
 Sagittarius B2 1216
 Saha-Formel 1058
 Säkulare Aberration 1205
 Säkulare Parallaxe 680
 Säkularzahl 718
 Sakurais Objekt 1152, 1154
 Salacia 913
 Salvadorspiegel 23
 Sampling. *Siehe* Abtastung
 Sao 907
 SAO 20575 1249
 SAO 39966 1435
 SAO 106329 346
 SAO-Sternkatalog 1655
 Saraswati-Superhaufen 1505 f.
 Satelliten 500
 Satellitenkonstellationen 1618
 SAT-Empfangsanlage 480 f.
 Sättigung 240 f., 264
 Sättigungsladung 171
 Saturn 858, 894
 2004S1R 895
 Albedo 860
 Albedo des Ringsystems 896
 Alter der Ringe 896
 Atmosphäre 860, 894
 Bahndaten 858
 Beobachtung 901
 Dicke der Ringe 896
 Druck 894
 Flächenhelligkeit 151
 Innerer Aufbau 894
 Magnetfeld 860, 894
 Masse des Ringsystems 896
 Monde 860, 896, 898, 901
 Oberfläche 894
 Phoebe-Ring 895
 Physische Daten 859
 Ringsystem 895
 Ringteilungen 895
 Teilchengröße im Ring 896
 Temperatur 894
 Winde 894
 Wolken 894
 Saturnnebel 1261, 1271
 Sauerstoffbrennen 1070, 1125
 Säule 129
 SBIG 170
 SC-Anschluss 174
 Scattered Disc Objects 909
 Schaer-Refraktor 82
 Schäfermond 896
 Schalenbrennen um einen entarteten
 Kern 1128
 Schalenmodelle 1177
 Schalentheoreme 974
 Schallgeschwindigkeit 1591
 Schalttag 713
 Scharf-Cronin-Gleichung 1037
 Schärfung 208
 Schärfungsartefakte 212
 Schedir 699
 Scheibenpopulation II 1047
 Scheinbare Helligkeit 649
 Scheinbarer Horizont 1196
 Scheiner-Blende 182
 Scheiner-Methode 122, 124, 126
 Schiefe der Ekliptik 691, 980, 989
 Schiefspiegler 86, 92
 Schild 41
 Schlüssellochnebel 1049
 Schmetterlingsdiagramm 812
 Schmetterlingsnebel 1225, 1245, 1247,
 1250
 Schmidt-Cassegrain 83, 86
 Schmidt-Kamera 83
 Schmidt-Newton 83
 Schmidt-Platte 83
 Schmidt-Teleskop 85, 91 f.
 Schneckenfehler 123
 Schneckengetriebe 123
 Schneeball, Blauer. *Siehe* Blauer
 Schneeball
 Schneeflocken-Sternhaufen 1239
 Schnelle Novae 1382
 Schnelles Szenario
 Supernovae 1450
 Schnellläufer 1206
 Schockfront 1451
 Schönberg-Chandrasekhar-Grenze
 1121–1123, 1140, 1296, 1463
 Schott 97
 Schottfilter 863
 Schrittmotor 120, 122
 Schröter-Effekt 870
 Schrotrauschen 509, 520
 Schülen-Wilson-Effekt 782
 Schütze 40
 Schwabe-Zyklus 810
 Schwache Wechselwirkung 1584
 Schwan 41
 Schwanennebel 1225, 1243, 1245, 1250
 Schwankungen der Aktivität 810
 Schwarze Doppel-Löcher 1501.
 Siehe Binäre Schwarze Löcher
 Schwarze Löcher 1140, 1184–1198,
 1502
 binäre 1539
 Einzelobjekte 1189
 A0620-00 1189
 Cyg X-1 1190
 GX 339-4 1190
 M33 X-7 1191
 SS 433 1192
 V404 Cyg 1189
 intermediäre 1193, 1197
 massereiche. *Siehe* intermediäre

primordiale 1193, 1196
 supermassereiche 1193, 1198, 1536
 Schwarzer Körper 861, 1057f.
 Schwarzer Strahler 1057
 Schwarze Temperatur 1057
 Schwarze Witwe 1177
 Schwarzschild-Kriterium 1080
 Schwarzschild-Loch 1185
 Schwarzschild-Radius 1185, 1578
 Schwärzungskurve 1634–1639
 Schwebung 1360
 Schweif 933
 Schweifstern. *Siehe* Kometen
 Schwerebeschleunigung 860, 1060
 Sonne 774
 Schwerflint 735
 Schwerkraftabdunkelung 1059
 Schwerkron 735
 Schwertsterne 38
 Schwingungsdauer 1132
 Scientific Image Processing System
 180
 Sco X-1 1165
 SCR 1845-6357 1077
 Scutum. *Siehe* Schild
 Scutum-Centaurus-Arm 1203f.
 SD-Glas 94
 SDO. *Siehe* Scattered Disc Objects
 S Doradus 1095, 1378
 SDO-Satellit 789
 SDR. *Siehe* Software-defined Radio
 SDR Console (Software) 471
 SDR-Empfänger 467
 SDR# (Software) 471
 SDSS. *Siehe* Sloan Digital Sky Survey
 SDSS J1030+0524 1559
 SDSS J1044–0125 1559
 SDSS J1152+0248 1158
 SDSS J010448.46+153501.9 1077
 SEB 888
 SEB-Revival 888
 Sedimentation 1007
 Sedna 909, 911, 913, 921
 Sednoide 909, 922
 Seeing 58, 61, 119
 Seekuhnebel 1192
 See-Land-Windsystem 62
 Seelennebel 1251
 Segelyachten in Kappeln 1647
 SEI 584 1338, 1340
 Seismisches Rauschen 508, 520
 Seismologie 776
 Sekundäre Hauptreihe 1097
 Sekundärspiegel 83, 116
 Sekunde 706
 Selbstbau 132
 Selenographische Koordinaten 700
 Semiramis 924

Serienmessung eines Veränderlichen
 286
 Serpentin 917
 Setebos 904
 Sextantiden 958
 Seyfert-Galaxien 1532, 1534, 1543
 Seyfert-Kerne 1543f.
 Seyfert-Krankheit 1543
 Seyferts Sextett 1486
 SGR. *Siehe* Soft Gamma Repeater
 SGR 1806–20 1169
 Sgr A 1200, 1209
 Sgr A* 1208
 SGR J1550–5418 1169
 SGR J1935+2154 1168
 Sh 2-247 1254
 Sh 2-248 1472
 Sh 2-249 1253f.
 Shapiro-Effekt 1553
 Shapley-Linse 108
 Shapley-Superhaufen 1505
 Sharpless 2-240 1472, 1474
 Sharpless' Catalogue of HII Regions
 1656
 Sheliak 342
 Shift-and-Add-Methode 427
 SHJ 289 1338, 1340
 Shock breakout 1451
 Siamesische Zwillinge 39, 1486,
 1498f., 1515
 Siarnaq 897
 Sibirische Trapp 1036
 Sichelnebel 1246
 SID. *Siehe* Sudden Ionospheric
 Disturbance
 Siderischer Monat 714
 Siderischer Tag 707
 Siderisches Jahr 714
 Siderische Umlaufzeit 978
 Sidgwick-Methode 947
 Siebengestirn 1637–1639
 Sigma Coronae Borealis 1313
 Sigma Orionis 1313
 Sigma Scorpii 1115
 Signalgeschwindigkeit 733
 Signalumsetzer 479
 Silikatmineral 1215
 Siliziumbrennen 1070, 1125
 Silk-Dämpfung 1592
 SIMBAD 537, 570, 1665
 Simeis 147 1472, 1474
 Sinope 887
 Sintflut 961
 Sinus Iridum 837
 Sinuswelle 733
 SIPS. *Siehe* Scientific Image
 Processing System
 SIPS (Software) 1721

Sirius 38, 669, 1052
 Siriusperiode 716
 Sirrah 44, 699
 Sk–69°202 1462
 SKA 436, 441
 SKA-high 446
 Skalenfaktor 788
 kosmischer 1577
 SKA-low 443
 SKA-mid 443
 SKAO 441
 Skathi 897
 SkEye (Planetariumssoftware) 31
 SKIYMET 476
 Skoll 897
 Skorpion 40
 Skrymir 898
 SkyChart. *Siehe* Cartes du Ciel
 Skygazer's Almanach for Windows
 (Software) 1716
 Skylight 835
 Sky Map (Planetariumssoftware) 31,
 34
 Sky Map (Software) 1717
 Sky Quality Meter 57
 SkyView Lite (Software) 1717
 SkyView (Planetariumssoftware) 31,
 36
 SLD-Glas 94
 Sloan Digital Sky Survey 588, 653,
 1532
 Sloan-System 653
 SMACS 0723-73 1551
 SMACS-z16a 1559
 SMACS-z16b 1559
 Smartphone 32, 166, 212
 Befestigung 213
 Dark- und Flatframe 220
 Deep-Sky-Motive 222
 Fokussierung 217
 Grenzgröße 216
 Photometrie 218
 Rauschen 217
 Spektrum 220
 Vergleich mit DSLR 216
 Welches Okular? 215
 Smart-Teleskope 87
 Smear-Effekt 161
 Smithsonian Astrophys. Observatory
 1655
 S Mon 1239
 SN 1054 1446, 1473
 SN 1572 1446, 1461
 SN 1604 1446, 1461
 SN 1680 449, 1167, 1446, 1478
 SN 1937c 1558
 SN 1987A 1446, 1461, 1469
 SN 1998bw 1170

SN2003fg 1598
 SN2006gy 1167, 1468
 SN2007bi 1468
 SN2008iz 1502
 SN2011fe 1469
 SN2015L 1447
 SN2016aps 1470
 SNLS–04D2dc 1467
 Soft Gamma Repeater 1164f.
 Software-defined Radio 467
 Soho (Raumsonde) 1614, 1617
 Solar Influences Data Analysis Center (S.I.D.C.) 808
 Solarisation 1635–1639
 Solarkonstante 774
 SolarMax 60 803
 SolarMax 90 803
 Solar Orbiter (Raumsonde) 1614, 1617
 Solarpräzession 694
 Solar Spectrum 803
 Solarspektrum 324
 Solar Stormwatch (Zooniverse) 587
 Solar-terrestrische Beziehungen 65
 Solarzellen-Kraftwerke 1620
 Solov'ev 799
 Sombrerogalaxie 1486, 1501
 Sombrero-Galaxie 39
 Sommerdreieck 41
 Sommerdreieck mit Smartphone 224
 Sonne 773–832, 1072
 Atmosphäre 801
 Aufbau 774
 Beobachtung 802
 Beobachtungsqualität 818
 Chromosphäre 801
 Dalton-Minimum 810
 Energie 774
 Eruption 65
 Eruptionen 806
 Evershed-Effekt 782
 Fackeln 779
 Finsternisse 830
 Flächenhelligkeit 151
 Flare 65
 Flare-Klassen 779
 Flares 779
 Fleckenzyklus 812
 Fliegende Schatten 831
 Granulation 778
 H-alpha-Beobachtung 803
 Helioseismologie 776
 Helligkeit 669
 Innerer Aufbau 774
 Kegelstumpfmolell 780
 Kenngrößen 773f.
 Kern 774
 Klassifizierung der Flecken 813

Korona 802
 Koronale Löcher 758
 Koronaler Massenauswurf 779
 Lichtbrücken 779
 Magnetfeld 758, 777, 830
 Maunder-Minimum 810
 Merkurvorübergänge 806
 Mittelalter-Minimum 810
 Modellrechnung 776
 NOAA 12670 786
 Oort-Minimum 810
 Perlschnurphänomen 831
 Photographie 805f.
 Photosphäre 802
 Physische Daten 859
 Plasmawolken 65
 Poren 778
 Protuberanz 65
 Protuberanzen 802
 Radioastronomie 473
 Radiostrahlung 449
 Relativzahl 777
 Rotation 777
 Schmetterlingsdiagramm 812
 Solar-terrestrische Beziehungen 65
 Sonnenflecken 779, 803
 Sonnenfleckenrelativzahl 808
 Sonnenwind 65
 Spikules 779
 Spörer-Minimum 810
 Spörer's Gesetz 812
 Supergranulation 778
 Surges 778f.
 Tachocline 775
 Temperatur 774
 Überblick 773
 Venusvorübergänge 806
 Wilson-Effekt 782
 Wolf-Minimum 810
 Sonneberger Plattenarchiv 543, 545
 Sonnenbeobachtung 109, 137
 Sonnenbogen 71
 Sonneneruptionen 806
 Sonnenfackeln 778
 Sonnenfinsternisse 806, 830
 Sonnenflares 779
 Sonnenfleck 759
 Durchmesser 795
 Tiefe 784
 Sonnenfleck 12670 788, 790
 Sonnenflecken 773, 778f., 806
 Achsenneigung einer Gruppe 826
 Ausdehnung 825
 Eigenbewegung 824
 Fläche einer Gruppe 809, 827
 Lebensdauer einer Gruppe 809
 Merkmale einer Gruppe 809

Position 823
 Relativzahl 808
 Sonnenfleckenaktivität 777, 811f., 947
 Sonnenfleckenbeobachtung 807
 Sonnenfleckenrelativzahl 66, 808
 Solar-terrestrische Beziehungen 66
 Sonnenfleckenzyklus 773, 812
 Sonnenfolie 137
 Sonnenkorona
 Polarisation 388
 Sonnenprojektionsschirm 803
 Sonnenschaltung 718
 Sonnensystem
 Polarisation 388
 Sonnentag 707
 Sonnenwind 65
 Sony IMX571 160
 S Ori 68 858
 S Ori 70 858
 Sothisperiode 716
 South African Astroinformatics
 Alliance 536
 Southern African Large Telescope 418
 Southern-Superhaufen 1505
 Space Telescope Science Institute 536
 Space Very Long Baseline Interferometry 438
 Space Warps (Zooniverse) 587
 SpaceX 1618
 Spalt 292
 Spaltbreite 292
 Spaltspektrograph 293
 Spaltungshypothese 1011
 Spanish Virtual Observatory 536
 Speckle-Bild 426
 Speckle-Holographie 432
 Speckle-Interferometrie 425, 433, 1053
 Speckle-Masking-Methode 431
 Speckle-Polarimetrie 375
 SpecRaVE (Software) 353
 SpectrumLab (Software) 468
 Spektralatlas 370f.
 Spektralbereich 160, 171
 Spektralbereiche 317
 Spektrale Auflösung 300, 312
 Spektrale Koma 298–300
 Spektrale Zerlegung des Lichtes 742
 Spektralindex 452
 Spektralklassifikation 339, 1077, 1155
 Spektrallinie
 Doppelpeak 357
 V/R-Verhältnis 357
 Spektraltyp der Sonne 774
 Spektraltypen 667
 Spektrograph 109, 289
 Spektrographeneinfluss 324

- Spektrometer 289
 Spektropolarimetrie 376
 Spektroskop 109, 289
 Spektroskopie 109, 289–371
 Exoplaneten 1023
 spaltlos prefokal 297
 Spektroskopische Doppelsterne 354 f., 1301
 Spektrum 740
 aufnehmen 314
 Nova 1385
 Spektrumsphotometrie 365
 Spektrumsveränderliche 1370
 Spektrum Uranus 905
 Spezialokulare 109
 Sphärische Aberration 83, 91
 Spica 699
 Spider 230 484
 Spiegelbeschichtung 132
 Spiegelobjektiv 97
 Spiegelreflexkamera 147, 159
 Spiegelrückschlag 147
 Spiegelschleifen 132
 Spiegelteleskop 81
 Auflösungsvermögen 116
 Spiegelvorauslösung 147
 Spikules 778 f.
 Spinare 1161
 Spindelgalaxie 1509
 Spinnennetzgalaxie 1489
 Spin-Netzwerk 726
 Spin-Quantenzahl 726
 Spin-Schaum der Raumzeit 726
 Spiralarme
 Entstehung 1489
 Spiralarm-Population I 1047
 Spiralgalaxie
 Ansicht 1483
 Spiralstruktur der Milchstraße 1203
 Spirit (Marssonde) 877
 Spitzer (Satellit) 490 f., 939, 1616
 Sponde 887
 Spörer-Minimum 810
 Spörer's Gesetz 812
 Sporulation 1041
 Springtide 854
 s-Prozess 1125
 Spurecho 966
 Sputnik-Ebene 918
 Sputnik Planum 919
 Square Kilometre Array 436, 441
 SS 433 1192
 S-Schlag 207
 SS-Cygni-Sterne 1371
 SSS17a 532
 Stäbchen 655
 Stabilität 1149
 Stacking. *Siehe* Bildüberlagerung
 Spektralaufnahmen 318
 Standardkerze 1450
 Standardmodell nach Friedmann 1593
 Standardscheibe 765, 1533
 Star Analyser 296 f., 301, 322 f., 360, 1390 f.
 Starburstgalaxie M 82 43, 1486, 1502 f., 1509, 1515
 Starburstgalaxien 1502
 Star Date: M83 (Zooniverse) 587
 Stark-Effekt 744
 Starke Wechselwirkung 720, 1584
 Starlight XPress 170
 Starlink 1618
 Star Walk (Planetariumssoftware) 31
 Stativ 129
 Staub 373
 Staubflecken 196
 Staubfontänen 937
 Staubkoma 931
 Staubnebel 1226
 Staubselektion (Zodiakallicht) 76
 Staubtorus 1533 f.
 Staubwolken 1105
 Steady-State-Theorie 1592
 Stecker und Buchsen 465
 Stefan-Boltzmann-Gesetz 684, 1067
 Stein 2051B 1552
 Steinheil-Okular 105
 Steinige Tunguska 960
 Steinmeteorit 956
 Stellarium (Planetariumssoftware) 31, 1715
 Stelle Doppie 1311
 Stephano 904
 Stephans Quintett 1486, 1497, 1517
 Stereo (Raumsonde) 1614, 1617
 Sternassoziation 1232
 Sternaufbaurechnung
 Programm in C# 1084
 Sternaufbaurechnungen 1079
 Sternbeben 1165
 Sternbedeckung 703, 837
 streifende 838
 von oder durch Planeten 839
 Sternbedeckungen 926
 Sternbilder 45
 Adler 41
 Andromeda 44, 1316
 Bärenhüter 39 f., 1288, 1317
 Cassiopeia 42, 1396, 1470
 Cepheus 42, 1399
 Delphin 41, 1288, 1315
 Einhorn 38, 1236
 Füchsen 41, 1271, 1315, 1395
 Fuhrmann 44, 1280, 1399
 Großer Hund 38
 Großer Wagen 43, 1315
 Herkules 40, 1288, 1315
 Jungfrau 39, 1317
 Kleiner Hund 38
 Kleiner Wagen 43, 666
 Krebs 38, 1316
 Leier 41, 1272, 1315
 Löwe 39, 1317
 Luchs 1400
 Nördliche Krone 40
 Orion 38, 1233, 1236, 1315
 Pegasus 44, 1288, 1316
 Perseus 42
 Pfeil 41, 1315
 Schild 41, 1243, 1281
 Schlange 1243, 1288
 Schlangenträger 1288
 Schütze 40, 1243, 1288
 Schwan 41, 1245, 1281, 1316, 1476
 Skorpion 40
 Stier 38, 1316
 Walfisch 38, 1264
 Wassermann 1271
 Widder 38, 1316
 Zwillinge 38, 1236, 1280, 1316
 Sternbilder mit Smartphone 222
 Sterne
 Aufbau 1045–1091
 Dichte 1056, 1081
 Energieerzeugungsrate 1067, 1074, 1081, 1090
 Energieprozesse 1069
 Entstehung 1104–1119
 Entwicklung 1120–1143
 massearme Sterne 1127
 massereiche Sterne 1127
 Hauptreihenrelationen 1067, 1089
 Kappa-Mechanismus 1130
 Kern 1074
 Kernradius 1090
 Konvektionszone 1074–1076, 1089
 Leuchtkraft 1074
 Masse 1047
 massereiche 1124
 Pulsation 1130
 Radius 1052
 Relationen 1066
 Rotation 1068
 Temperatur 1056
 Sternentstehung
 Galaxien 1483
 Sternentstehungseffizienz 1114
 Sternfeldaufnahmen 143
 Sternhaufen 265, 287, 1276–1299
 Altersbestimmung 1291
 Beobachtungsobjekte 1279, 1288

- Bildung 1109
 Entwicklung 1290
 Kugelsternhaufen 1285
 offene 1276
 Polarisation 403
 Sternhaufen mit Smartphone 223
 Sternkarte 30, 37
 drehbare 30
 Sternscheibchen 298
 Sternscheibenrekonstruktion 427
 Sternschnuppen 955
 Sternschnuppen mit Smartphone 223
 Sternströme 1206
 Sterntag 707f.
 Stern-Test 98
 Sternwind 1374, 1378
 Sternzeit 691, 698f.
 Sternzeituhr 698
 STF 1037 1325
 Stickstoff-Kryostat 491
 Stier 38
 Stockert. *Siehe* Astroteiler Stockert
 Stokes-Parameter 373
 Stokes-Polarigramm 374
 Stokes-Vektor 374
 Stoppuhr 838
 Stoßfront 1489
 Stoßverbreiterung 744
 Stoßwelle 1490
 Strahlenschutz 1038
 Strahlensystem (Mond) 848
 Strahlteiler 377, 380
 Strahlung 1572
 Strahlungsausbrüche
 Beteigeuze 453
 Strahlungsdämpfung 744
 Strahlungsintensität 648
 Strahlungskegel 753, 1457
 Strahlungskosmos 1582, 1586
 Strahlungsleistung 520, 1177
 Strahlungssphäre 453
 Strahlungsstrom 448f., 648
 Strahlungstemperatur 1057
 Strahlungstransport 1080
 Strahlung und Helligkeit 648–675
 Stratosphäre 49
 Strehl-Wert. *Siehe* Strehl-Zahl
 Strehl-Zahl 117
 Streifende Sternbedeckungen 838
 Streifensystem 888
 Streulicht 93
 Strichspuraufnahme 144
 Strings 1581
 Stringtheorien 725
 Strömgren-Radius 1224
 Strömgren-Sphäre 1224
 Strömgren-System 651
 Strömungsgeschwindigkeiten 1544
 Struktur der Milchstraße 1202
 STScI. *Siehe* Space Telescope Science Institute
 Stufenschätzmethode nach Argander 233f., 1408
 Stüfler (Mondkrater) 149
 Stundenachse 122
 Stundenwinkel 690
 Sturmvogel 1477
 Subaru Telescope 418
 Submillimeterbereich 491
 Submillimeterteleskope 1115
 Substitutionsregel 1651
 Sucher 137
 Sudden Ionospheric Disturbance 463, 474
 Südliche Durchmusterung 1655, 1657
 Suess-Zyklus 812
 Sumita 97, 735
 SunMap (Software) 820, 1723
 Sunspotter (Zooniverse) 587
 Sunyaev-Zeldovich-Effekt 683
 Super-Chandrasekhar Weißer Zwerg 1151
 Super-Eddington-Akkretion 1536
 Supergalaktisches System 691
 Supergalaxienhaufen. *Siehe* Superhaufen
 Supergranulation 778
 Superhaufen 1505
 Supermassereiche Schwarze Löcher 1536
 Eddington-Grenze 1536
 Maximalmasse 1537
 Supernovae 763, 1143, 1370, 1446–1478, 1567, 1598
 Einzelobjekte
 SN 1054 1473
 SN 1572 1461
 SN 1604 1461
 SN 1680 1478
 SN 1987a 1469
 SN 2006gy 1468
 SN 2007bi 1468
 SN 2008iz 1502
 SN 2011fe 1469
 SN 2015L 1447
 SN Refsdal 1553
 Kosmologie 1564
 Langames Szenario 1449
 leuchtkräftige 1447
 Schnelles Szenario 1450
 thermonukleare 1450
 Typ Ia 1449
 Typ II 1450
 Typ IIb 1449
 Typ IIn 1449
 Supernovaexplosion 1139
 Supernova Hunters (Zooniverse) 587
 Supernova-Prozess 1451
 Supernova Refsdal 1553
 Supernova Remnants. *Siehe* Supernovaüberreste
 Supernova Sighting (Zooniverse) 587
 Supernova Typ Ia (Standardkerze) 686
 Supernova Typ II 682
 Supernovaüberreste 1472
 Superpartner 725
 Super-Plössl (Okular) 105
 Superstarke Wechselwirkung 1580
 Superstrings 725
 Superstringtheorie 725
 Supersymmetrie 725
 SuperWASP 543, 568, 618, 622, 625f., 629f., 632f., 643
 Superwind 1502
 Supralateralbogen 71
 Surges 778f.
 Surtur 898
 Surveyer (Raumsonde) 1613
 Survey-Typen 1670
 SUSY 725
 SUSY-WIMP 725, 1493
 Suttungr 897
 SU-Ursae-Majoris-Sterne 1371
 Suzaku (Satellit) 500, 1616f.
 SV Vulpeculae
 Beobachtungen nach Argander 1397
 Beobachtungen nach Pickering 1395
 Lichtkurve 1401
 Vergleichssterne 1395
 SWASP 545
 Swift J0243.6+6124 751
 Swift J1955+2614 1169
 Swift (Satellit) 500, 1170, 1616
 SWIR 491
 SX-Phoenicis-Sterne 1358
 Sycorax 904
 Sylvia 917, 924
 Symbiotische Sterne 1380
 Symbole 1724–1726
 Symmetriebrechung
 1. Art 1576, 1580
 2. Art 1576, 1584
 3. Art 1576, 1584
 Synchronmotor 122
 Synchrotronstrahlung 753, 1546
 Synodischer Monat 714
 Synodische Umlaufzeit 977
 Systemparameter 1426
 S-Zapfen 655
 Szintillationsrauschen 54, 393
 Polarimetrie 382

Szintillatoren 504
SZ Lyncis 583, 1358
Maximumsbestimmung 1414–1416
(O–C)-Diagramm 1429
Vergleichssterne 1400

T

T2-Adapter 168
T2-Anschluss 174
Tachocline 775
Tagbogen 697
Tageslängen 707
Tageszeit-Meteorströme 958
Tägliche Aberration 993
Tägliche Parallaxe 680, 993
Tal (Mond) 834
TAMA300 510
Tangentenfehler 134
Tapes Bögen 71
TAP VizieR 572
Tarantelnebel 1225, 1240 f.
Tarqeq 897
Tavros 897
Tau A 449, 485 f.
Taukappenheizung 130
Taukappenseeing 119
Tau Leonis 1313
Tauonen 720, 1580, 1584
Taupunkt 64
Taupunkttemperatur 64
Taurus 1637–1639. *Siehe* Stier
Taurus Telescopes 132
Tauschutz 130
Taygete 887
Technische Zivilisation 1037 f.
Teilchenstrahlung 1142
Teilchenwind 1171
Teildispersion 735
Tektit 1023
Teleobjektiv 175, 266
Telesat 1618
Teleskop. *Siehe* Fernrohr
Teleskope 80–140
Teleskop-Service Ransburg 132
Teleso 897, 899
TeleVue Ethos (Okular) 105
TeleVue Panoptic (Okular) 105
Tellurische Absorptionsbanden 329
Tempel 1 939
Tempel-Tuttle 1866 I 936
Temperatur 1146, 1194
Anregungs- 1058
effektive 1056
Erdmond 876
Farb- 1057
H1504+65 1058
Ionisation-Anregungs- 1058

Ionisations- 1058
Jupiter 883
kinetische 1058
Mars 877
Neptun 906
Planeten 861
Saturn 894
schwarze 1057
Sonne 774
Spektroskopie 350
Sterne 1056
Strahlungs- 1057
Universum 1577
Uranus 903
Venus 867
Wega 1059
Wien'sche 1058
Temps Atomique International 708
Tensor-Vektor-Skalar-Gravitations-
theorie 1491
Terra. *Siehe* Hochland (Mond)
Terrasolarpräzession 694
Terrestrial Dynamical Time 710
Terrestrial Time 710
Terzan 5 1286
TESS (Satellit) 1616 f.
Tethys 897, 899, 901
Thalassa 907
Thebe 886
Thebit (Mondkrater) 221
The Bright Star Catalogue 699
Theia 1011
The Imaging Source 165
Thelxinoe 886
Themisto 886
Theophilus (Mondkrater) 841
Theory Of Everything 724
Thermisches Rauschen 509, 520
Thermische Stabilität 1126
Thermische Verbreiterung 351
Thermische Zeitskala 1121
Thermonuklearer Runaway 1381 f.
Thermonukleare Supernova 1448
Thermosphäre 48
TheSkyX (Planetariumssoftware) 31,
1716
Theta Orionis 1313
Thiazzi 898
Thirty Meter Telescope 419
Thorium 1036
Thorium-232-Isotop 1292
Thorlabs-Transmissionsgitter 306
Thousand Oaks Optical 803
Thrymr 898
Thyone 886
Thyra 924
Tianwen-1 (Raumsonde) 1614
Tide. *Siehe* Gezeitenkräfte

Tiefe
Umbra 792 f.
Tiefebene (Mond) 834
TIFF-Format 185, 240
Timer-Funkfernbedienung Pixel
TW-282 168
TiO-Banden 315, 339
Titan 897, 899, 901
Titan-44-Isotop 1453
Titania 904
Titius-Bode'sche Abstandsregel 908,
935, 1013
Titius-Bode'sche Reihe. *Siehe* Titius-
Bode'sche Abstandsregel
T-Korona 802
TMB Super-Monozentrisches
Okular 105
TMT. *Siehe* Thirty Meter Telescope
TNO. *Siehe* Trans-Neptun-Objekte
Tödliche Strahlung aus dem Welt-
all 1038
Tolman-Oppenheimer-Volkoff-
Grenze 532, 1140, 1182
Tololo-Klassifikation 330, 1386
Tombaugh Region 918
TOPCAT (Software) 537, 578
TopocentricCorrection (Software) 353
Topozentrische Koordinaten 993
Topozentrische Parallaxe 836
TOV. *Siehe* Tolman-Oppenheimer-
Volkoff-Grenze
Tracing Paper Method 1413
Transformationsfunktion
Spektroskopie 325
Transformationsgleichung 250 f.
Transformationskoeffizient 250
Transmissionsgitter 290
Transneptune. *Siehe* Trans-Neptun-
Objekte
Trans-Neptun-Objekte 857, 910, 919
Transparency. *Siehe* Durchsicht
Transpluto 935, 1013
Transsibirienexpress 960
Trapez 38
Trapping 162
TRAPPIST-1 1027
Trapp, sibirische 1036
Trendlinie 1424
TrES-3b 1032 f.
Triangelnebel. *Siehe* Dreiecksgalaxie
Trichromasiebedingungen 738
Trifidnebel 1225, 1242 f.
Trigonometrische Parallaxe 678
Trinculo 904
Triple Correlation Imaging 431
Triplequasar 1549
Triplett 738
Triton 907, 1009, 1012

Trojaner 911
 Tropischer Monat 714
 Tropisches Jahr 713f.
 Tropopause 862, 883, 894
 Troposphäre 49
 Trumpler 1656
 Tschebarkulsee 961
 Tscheljabinsk-Meteor 961
 Tscherenkow-Strahlung 503, 748
 Tscherenkow-Teleskop 503, 727, 1179
 Tschurjumow-Gerassimenko 939, 941, 944
 Tsih 341
 Tsunami 961
 T Tauri 1368
 T-Tauri-Sterne 1019, 1113f., 1117, 1368
 Tubusseing 119
 Tully-Fisher-Beziehung 687
 Tunguska-Krater 960
 Tunneleffekt 1073
 Turbopause 867
 Turbulenz 351
 Turbulenzelemente 426
 Turbulenzgröße 426
 Turbulenzschicht 426
 Turbulenztheorie 1006
 Turbulenzverbreiterung 351
 TW Hydrae 1018
 Twotinos 910, 912
 TX Trianguli 633
 TYC. *Siehe* Tycho-Katalog
 TYC 2141-2359-1 614
 Tycho-Katalog 653, 1655, 1657
 Tycho (Mondkrater) 165, 836, 848
 Typen veränderlicher Sterne
 DSCT 614
 EB/SD 631
 EW 623
 RRC 634
 UGSS 633

U

Übergangstyp IIb (Supernova) 1449
 Übergreifen der Hörner 872
 Überkritisches Fluid 862
 Überlappung der Ordnungen 291
 Überlaufschutz 171
 Überlichtgeschwindigkeit 734, 1541, 1546, 1583
 Überriesen 1094, 1143
 UBV-Photometrie 1297
 UBVRI-System 649
 UVB-System 1217
 UCAC 656. *Siehe* USNO CCD Astro-graph Catalogue
 UCAC2-Katalog 1657
 UCAC4 603-004156 623

UCAC4 604-004351 634
 UCAC-Katalog 656
 UDFj-39546284 1559
 UDFy-38135539 1559
 UGR-System 651
 UHC-S Nebelfilter 154f., 191
 UHTC-Vergütung 91
 Uhuru (Satellit) 500, 1616
 Ukrainian Virtual Observatory 536
 ULAS J1120+0641 1559
 ULAS J1342+0928 1559
 UL-Glas 94
 Ultima (Okular) 105
 Ultraviolettastronomie 488–499
 UM673 1549
 Umbra 818
 Durchmesser 794
 Tiefe 784, 792f.
 Umbriel 904
 Umgebungskarte 398
 Umgebungskarten 1395
 AL Trianguli 621
 CQ Cephei 399
 Cygnus 1245
 Delta Cephei 1399
 Doppelsterne 1315f.
 Epsilon Aurigae 1435
 galaktische Nebel 1233, 1236, 1243, 1245
 Galaxien 1508, 1510–1513, 1518
 GP Cephei 400, 406, 408
 Kugelsternhaufen 1280f., 1288
 LQ Comae Berenices 642
 M1 1473
 M27 (Hantelnebel) 1271
 M57 (Ringnebel in der Leier) 1272
 NGC246 (Ringnebel im Walfisch) 1264
 NGC7009 (Saturnnebel) 1271
 NSVS 5029041 636
 offene Sternhaufen 1280f.
 Orion 1233
 planetarische Nebel 1264, 1271f.
 Rho Cassiopeiae 1470
 R Monocerotis 396
 RX Aurigae 1399
 RZ Cassiopeiae 1396
 Simeis 147 1474
 SV Vulpeculae 1395
 SZ Lyncis 1400
 TX Trianguli 634
 TYC 2141-2359-1 616
 V Trianguli 631
 X Cygni 1407
 Umgebungssterne 392, 396, 398–400, 406, 408
 Umgebungssternen
 Gamma Cassiopeiae 393

Umlaufzeit
 siderische 978
 synodische 977
 Umpolung des Erdmagnetfeldes 755
 Umrechnung der Koordinaten 691
 Äquatorial- in Ekliptikalsystem 692
 Äquatorial- in Horizontalsystem 692
 Ekliptikal- in Äquatorialsystem 692
 Horizontal- in Äquatorialsystem 692
 Umrechnung des Äquinoktiums 694
 Umrechnungsdiagramm 396, 399, 401
 Umrechnungsfunktion 249, 1635–1639
 Photometrie 229, 235
 Umschriebener Halo 71, 74
 Undersampling 172
 Unitas 924
 United States Naval Observatory 1655
 Universal Time 708
 Universum
 Evolution 1576
 Unregelmäßige 1362
 Unschärferelation. *Siehe* Heisenberg'sche Unschärferelation
 Unterbenennung 71
 Unterriesen 1094
 Untersonne 71
 Untersonnenbogen 71
 Unterzwerge 1094
 Uran 1036, 1374, 1621
 Uran-235-Isotop 1291
 Uran-238-Isotop 1292
 Uranometria Nova 1655
 Uranus 858, 902, 1012
 Albedo 860
 Atmosphäre 860, 903
 Bahndaten 858
 Beobachtung 905
 Innerer Aufbau 902
 Magnetfeld 860, 903
 Monde 860, 904
 Oberfläche 903
 Physische Daten 859
 Ringsystem 903
 Temperatur 903
 Winde 903
 Wolken 903
 Urknall 1592
 Urknallmodell, inflationäres 1594
 Ursa Maior. *Siehe* Großer Wagen
 Ursa Major II 1504
 Ursa Minor. *Siehe* Kleiner Wagen
 Urschaum 1576, 1579
 Ursiden 957

USB Frame Grabber 165
 USNO. *Siehe* United States Naval Observatory
 USNO CCD Astrograph Catalogue 1655
 USNO-Katalog 1657
 US Virtual Observatory Alliance 536
 UV-Ceti-Sterne 1368
 UV-Flares 1467
 UV/IR-Sperrfilter 154
 UV-Quanten 1224
 UV-Satelliten 488

V

V404 Cyg 1189
 V411 Tau 1158
 V605 Aquilae 1152f.
 V616 Mon 1189
 V777-Herculis-Sterne 1158
 V779 Cen 1181
 V861 Sco 1190
 V1357 Cyg 1370
 V1405 Cas. *Siehe* Nova Cassiopeiae 2021
 V1500 Cyg 1388
 V1676 Cyg 341
 V2711 Cygni 597
 V4334 Sagittarii 1152
 V4334 Sgr 1154
 Vakuum-Blase 1188
 Vakuumenergie 1572
 Vakuumfluktuation 727f., 1193
 Vakuumpolarisation 1194
 Vakuum, unechtes 1581
 Valetudo 886
 Van-Allen-Gürtel 65, 756f.
 Van der Bergh Catalogue 1656f.
 Varda 913
 Variable Star Index 538, 1445, 1665
 Varuna 911, 913
 VB-Cable (Software) 468
 vdB. *Siehe* Van der Bergh Catalogue;
Siehe van der Bergh Catalogue
 vdB-Objekte 1226
 vdB 75 1254, 1475
 VdS. *Siehe* Vereinigung der Sternfreunde e.V.
 Vega (Raumsonde) 937, 1612, 1614
 Vegard-Kaplan-Banden 66
 Veil Nebula 1472, 1476
 Vela-Pulsar 1179
 Vela X 1179
 Vela X-1 1171, 1179, 1370
 Vela X-2 1179
 Vendelinus (Mondkrater) 843
 Venera (Raumsonde) 1613

Venus 151, 858, 866
 Albedo 860
 Atmosphäre 860, 867
 Bahndaten 858
 Bedeckung durch den Mond 872
 Beobachtung 868
 Dichotomie 869
 Helligkeit 669, 870
 Heterosphäre 867
 Höhe der Atmosphäre 871
 Homosphäre 867
 Infrarotbeobachtung 489
 Innerer Aufbau 866
 Magnetfeld 860, 868
 Oberfläche 866
 Phosphan 1040
 Physische Daten 859
 Schröter-Effekt 870
 Temperatur 867
 Turbopause 867
 Übergreifen der Hörner 872
 Vorübergänge vor der Sonne 873
 Vulkanismus 866
 Windgeschwindigkeit 867
 Wolken 867
 Venusband 79
 Venusbedeckung durch den Mond 872
 Venus Express (Raumsonde) 1614
 Venusgürtel 79
 Venusphasen 868–871
 Venustransit 873
 Venusvorübergänge 806
 Veränderliche 286
 Veränderliche bei M33 620
 Veränderlichensuche mit Muniwin 284
 Veränderliche Sterne 1355–1445
 Häufigkeit 1356
 Klassifikation 1355
 Verbotene Linien 741, 1260
 Verfärbung, interstellare 1100
 Vergleichshorn 448
 Vergleichsquelle künstliche 231
 Vergleichssterne 229–234, 392f., 595, 1394, 1407. *Siehe auch* Referenzsterne
 Vergrößerung 110, 862
 Vergütung 98, 139, 738
 VERITAS 504
 Vermessung eines Sternhaufens 287
 Vermessung von Spektrallinien 327
 Veröffentlichung der Ergebnisse 1441
 Véron 1532
 Véron-Katalog 1532
 Verschiebungsgesetz, Wien'sches 1577

Verschmelzung 1537
 Verschmelzung von Galaxien 1538
 Verschmelzung von zwei Weißen Zwergen 1156
 Verstärkerleuchten 163
 Very Energetic Radiation Imaging Telescope Array System 504
 Very Large Telescope 418
 Very Large Telescope Interferometer 418, 424, 454
 Very late thermal pulse 1152
 Very Long Base Array 436
 Very Long Base Interferometer 435, 437
 Verzeichnung (Optik) 92
 Vesta 908f., 913, 917, 924f., 1614
 Bahnelemente 982
 VFTS 102 1469
 VHF/UHF-Antenne 462
 V Hydrae 1142
 Victoria 924
 Vierfachteleskop SKA 446
 Vierfarben-Isophoten 786
 Vignettierung 93, 196
 Viking (Raumsonde) 1613
 Vinalia Faculae 916
 Vir A 449
 Virgo. *Siehe* Jungfrau
 VIRGO 510
 Virgohaufen 39, 1504, 1545, 1547, 1595
 VIRGOHI 21 1494
 Virgo-Superhaufen 1505
 Virialsatz 974, 1121
 Virionen 1040
 Virtual Observatory India 536
 Virtuelles Observatorium 535–588
 Visual Spec (Software) 320, 1723
 Visuelle Doppelsterne 1301
 Visuelle Schätzung 229
 Defokussierung 231
 Distanz 231
 Extinktion 230
 Farbe 230
 Intervall 231
 Körperhaltung 231
 Position 230
 Umfeld 231
 Vito Technology 34
 VizieR 537, 571
 VLA. *Siehe* Jansky Very Large Array
 VLBA 436
 VLBI. *Siehe* Very Long Base Interferometer
 VLT. *Siehe* Very Large Telescope
 VLTI. *Siehe* Very Large Telescope Interferometer
 Voids & Walls 1493, 1506, 1602
 Voigt-Profil 350

Vollapochromat 93
 Volumenquant 725
 Von-Zeipel-Theorem 1059
 Vorgehensweise in der Photometrie 254
 Vorgehensweise zur Spektralklassifikation 347f.
 Vorhauptreihenstern 1113, 1117f.
 Vorsortierung 200, 202
 Vortex Planetarium 31
 Vorübergänge vor der Sonne
 Merkur 865
 Venus 873
 Vorwärtsstreuung (Zodiakallicht) 77
 Voyager (Raumsonde) 884, 895, 1613
 VSHOT (Software) 1445
 VSTAR (Software) 1445
 VSX 1445. *Siehe* Variable Star Index;
Siehe International Variable Star Index
 V Trianguli 631, 1417
 Vulkanismus 866, 900
 Vulpecula-Pulsar 1181
 VV Cephei 1052f., 1378
 VX Sag 1052
 VY CMa 1052

W

W50 1192
 Wadsleyit 875, 877
 Wagenradgalaxie 1501
 Wahre Anomalie 980f., 983f., 998, 1352
 Programm in TurboPascal 986
 Wahrscheinlichkeitsfunktionen 1071
 Walfisch 38
 Walgalaxie 1486, 1509, 1515
 Wallebene (Mond) 834
 Walls 1506
 Walter-Hohmann-Sternwarte 84
 Walter (Mondkrater) 149, 221
 Wandeljahre, ägyptische 716
 Wanderjahre. *Siehe* Wandeljahre, ägyptische
 Wärmeausdehnungskoeffizient 92, 97
 Warmfront 61
 Washington Double Stars Catalogue 1311, 1655, 1657
 WASP-39 1026
 WASP-107 1026
 Wasser 1043, 1621
 Wasser-Ammoniak-Ozean 862, 894
 Wassergeysire 899
 Wasserstoff
 neutraler 447

Wasserstoffbrennen 1124f., 1140
 zentrales 1125f.
 Wasserstoffmoleküle 722, 1215
 Wasserstoffperoxyd 1117
 Wasserstoffschalenbrennen 1125f.
 Wasserstoffschalenquelle 1121
 Wasserstoffspektrum 744
 Wasserstoffwolken 1207
 WATEC 910HX-RC 165
 Water Cherenkov Detector Array 504
 Wavelet Rauschfilter 203
 W-Bosonen 720, 722, 1584
 WCDA 504
 WD J0551+4135 1156
 WDS. *Siehe* Washington Double Stars Catalogue
 WDS J04325+1732 1026
 Weakly Interacting Massive Particle 725
 Webcam 159, 164, 200
 Weber-Fechner-Gleichung 670
 WebObs 1445
 Wechselwirkende Galaxien 1497
 Wechselwirkung 722
 elektromagnetische 722, 724, 1584
 elektroschwache 1584
 schwache 722, 724, 1584
 starke 720, 722, 724, 1584
 superstarke 722, 1580
 Wega 41, 322, 343, 669, 693, 699, 1059, 1358
 Weihnachtsbaum-Sternhaufen 1239
 Weißbild 193f., 263
 Weiße Zwerge 1094, 1138, 1140, 1144–1159, 1292
 Heliumblitz der zweiten Generation 1152
 Verschmelzung 1156
 Wiederbelebung 1130
 Weißlichtbeobachtung 803
 Weitwinkelokular 105
 Welle, harmonische 733
 Wellenfronten 421
 Welle-Teilchen-Dualismus 732
 Weltalter 1561, 1575
 Weltbilder 1005
 Weltenergiebedarf 1620
 Weltformel 724
 Weltraum-Interferometer 515
 Weltzeit 708f.
 Wendepunkte 1420
 Werner (Mondkrater) 149, 221
 Westbrook-Nebel 763
 Westerbork 436
 Westerlund 1 1277f.
 Wetter 59
 Bauernregeln 62
 Dynamik und Winde 61

Jet-Stream 61
 Lichtverschmutzung 62
 Warm- und Kaltfronten 61
 Wetterdienste im Internet 60
 Wettermodelle 59
 Zuverlässigkeit der Vorhersage 60
 Wetterdienste im Internet
 Clearoutside.com 60
 Meteoblue.com 60
 VentuSky.com 60
 Wetterdienst.de 60
 Windy.com 60
 Weywot 921
 WFCTA 504
 WFS. *Siehe* Wilhelm-Förster-Sternwarte e.V.
 WGS84 928
 Whirlpool-Galaxie 43, 1486, 1517
 WHL0137-LS (Earendel) 1559
 Widder 38
 Widderpunkt 689
 Wide-Field Infrared Survey Explorer 490
 Wide Field-of-view Cherenkov Telescope Array 504
 Wiederbelebung eines Quasars 1538
 Wien'sches Verschiebungsgesetz 1058, 1577
 Wild 2 943
 Willman 1 1209
 Wilson-Bappu-Effekt 685
 Wilson-Effekt 782
 WIMP 725
 Windgeschwindigkeit
 Jupiter 883
 Mars 879
 Neptun 906
 Saturn 894
 Titan 899
 Uranus 903
 Venus 867
 WinJUPOS (Software) 1723
 Winkeldispersion 289
 Winkeldurchmesserentfernung 1567, 1571f.
 Winkelleistungsspektrum 1590
 Winterschlafsszenario 1371
 Wintersechseck 38
 Wirkungsgrad, elektrischer 1619
 Wirkungsquerschnitt 721
 Wischnowski (Kleinplanet) 917
 WISE (Satellit) 490, 1616
 WMAP (Satellit) 1591, 1595, 1616f.
 WOH G64 1052
 Wolf-Minimum 810
 Wolf-Rayet-Sterne 331, 390, 397, 592, 1048, 1095, 1171
 Polarisation 397

Wolken
 Erde 875
 Jupiter 883
 Mars 879, 881
 Saturn 894
 Titan 900
 Uranus 903
 Venus 867
 Wollaston-Prisma 1623–1630
 Wolterteleskop 1616
 Wolter-Teleskop 500–502
 World Geodetic System 928
 w-Parameter 1598 f.
 WR 20a 1048
 WR 102ka 1048
 WR 104 1303
 WR 133 341
 WR 136 397
 WR 153 400
 Wratten-Filter 863
 WSRT 436
 W-Teilchen. *Siehe* W-Bosonen
 W-Ursae-Majoris-Sterne 623, 627, 1303
 bei NGC 4565 642
 W-Virginis-Sterne 685, 1133, 1360
 www.insightobservatory.com 88
 www.itelescope.net 88
 www.roboscopes.com 88
 www.sierra-remote.com 88
 www.skygems-observatories.com 89
 WxAstroCapture (Software) 928, 1718

X

X-Ära 1576, 1580
 X-Bosonen 722, 724, 1580, 1584
 X Cygni 1407–1409, 1411
 Xi Bootis 1313, 1338
 Xi Ursae Majoris 1314, 1321
 X-Kraft 724
 X-Match 574
 XMM-Newton (Satellit) 500, 1616
 X-Ray Burster 1165 f.
 X-Ray Flash 1164–1166
 XRF 1164 f.
 X-Teilchen 720
 XTE J1739–285 1169

Y

Yarkovsky-O’Keefe-Radzievskii-
 Paddack-Effekt 749
 Yed Prior 928
 Ymir 898
 YORP-Effekt 749
 Yukatan 961

Yukawa-Kraft 720
 YY Geminorum 1318
 YY Orionis 1113, 1368

Z

Zadig (Software) 468
 Zahlensystem 198
 Zahlensysteme 184
 Z-Andromedae-Sterne 1380
 Zapfen 655
 Z-Bosonen 720, 722, 1584
 Z-Camelopardalis-Sterne 1371
 Z Chamaeleontis 525
 Zeeman-Effekt 358, 747, 755
 Zeichnen von Mondkratern 841
 Zeichnungen
 Gasnebel 1226, 1263
 Zeilen gleich hell 201
 Zeitangaben 267, 602
 Zeitdehnung 526
 Zeitgleichung 711
 Zeitmessung 678, 706, 838
 Zeitreferenz 267
 Zeitserver 710, 838
 Zeitskala
 Entwicklungs- 1121
 Gravitations- 1121
 hydrostatische 1121, 1126, 1133
 Kelvin-Helmholtz- 1121
 nukleare 1121
 potentielle 1121
 thermische 1121
 Zeitskalen 1121
 Zeittafeln 1604–1611
 Zenitextinktion 51
 Zenithal Hourly Rate 964
 Zenitprisma 108, 136
 Zentraltemperatur 1056
 Zentralwellenlänge 650
 Zentrifugalbeschleunigung 860
 Zentrifugalkraft 1186
 Zeptosekunde 722
 Zero-and-Add-Methode 427
 Zerodur 92, 97
 Zeta Aquarii 1313
 Zeta Aurigae 1435
 Zeta Bootis 1314, 1326
 Zeta Cancri 1314, 1322
 Zeta Coronae Borealis 1313
 Zeta Herculis 1314, 1321
 Zeta Lyrae 1313
 Zeta Orionis 1313
 Zeta Ursae Majoris 1313
 ZHR 964
 Zirkumzenitalbogen 71–74

Zirpmasse 522
 Zitterscheibchen 119
 Zodiakallicht 76 f.
 Zoomokular 136
 Zooniverse 586
 Projekte 587
 Z-Teilchen. *Siehe* Z-Bosonen
 ZTF18abvkwla 1456
 ZTF J1539+5027 1156
 ZTF J2243+5242 1156
 Zubehör 136
 Zusatzoptiken 107
 Zustandsdiagramme 1092
 Zustandsgleichungen 1144
 Zwei-Farben-Diagramm 1100, 1219
 Zweikörperproblem 972, 974
 Zweikörperproblem, hierarchisches
 1319
 Zweikörper-Zentralkräfte-Problem.
Siehe Zweikörperproblem
 Zweischalenbrennen 1129
 Zweischalenmodell 1161, 1177
 Zwergcepheiden 1360
 Zwerggalaxien 1495
 Zwergnovae 633, 1371
 Zwergplaneten 857, 913, 908–930
 Ceres 913
 Eris 911, 913, 921
 Haumea 913, 921
 Kandidaten 913
 Makemake 911, 913
 Pluto 911, 913, 918
 Zwillinge 38
 Zwischenalterhaufen 1277
 Zwischenalter-Sternhaufen 1284
 Zwischenpopulation II 1047
 ZWoptical 170
 ZZ Cet 1158
 ZZ-Ceti-Sterne 1157