

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**  
**Kompendium und Nachschlagewerk**  
**mit Formeln, Fakten, Hintergründen**  
Digitalausgabe 2024

***Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek:***

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://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 Wischnewski

EW

## 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.



Erik Wischnewski am großen Refraktor

# 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 Jugend-forscht sein astronomisches Engagement. Daran anschließend studierte der Autor von 1975 bis 1980 in Hamburg die Fächer Physik und Astronomie. Schließlich war er wissenschaftlicher Assistent an der Universitätssternwarte in Hamburg-Bergedorf.

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

Den VHS-Vorlesungen dienten anfänglich kleine DIN-A6-Karteikärtchen als 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 UV-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 Jarkowsky-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 Wischnewski 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

## 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



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

## 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 Gesamtseinheit 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 substanzial 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 anfängerfreundlich und in verständlicher Form geschrieben, stellt aber gleichzeitig für fortgeschritten 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 Wischnewskis Buch wird dem Anspruch, *Astronomie in Theorie und Praxis* zu vermitteln, beispielhaft gerecht. Zusammenhänge, Prinzipien und Methoden werden in einer Breite erläutert, die ich so noch nirgends vereint fand.‹

Dr. Uwe Pilz,

Auszug aus VdS-Journal Nr. 48, Heft I/2014

## 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 nachleuchtenden

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

## 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 Wischnewski (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 Übersichtskapitel 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 Landschaftsphotographie zum Tragen. Des weiteren spielt sie bei der Spektroskopie (Kalziumtriplett) und der Photometrie (I-Helligkeit) eine Rolle.

Das Kapitel Radioastronomie wurden in allen Bereichen überarbeitet und erweitert. Speziell wird auf technische Fragen zur Beobachtung der Radioechos von Meteoren 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 Kalziumtriplett 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 seriflose 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.

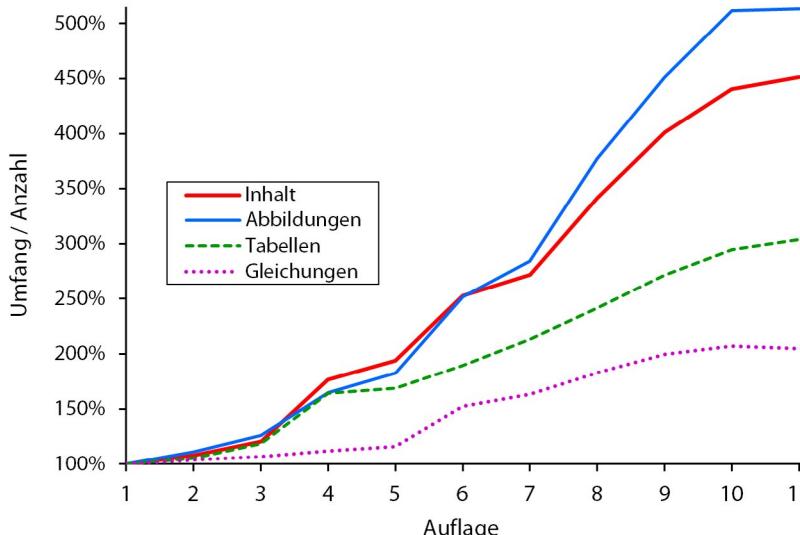
↗

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

<b>1</b>	<b>Beobachtungen mit bloßem Auge</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>Optische Teleskope</b>	<b>80</b>
	Motivation 29			Fernrohrtypen 81	
	Hilfsmittel 30			Remote-Teleskope 88	
	Smartphone 32			Optische Abbildungsfehler 90	
	Sternkarten 37			Objektive 93	
	Sternbilder 45			Okulare 104	
<b>2</b>	<b>Atmosphäre der Erde</b>	<b>47</b>		Zusatzoptiken 107	
	Aufbau 47			Vergrößerung 110	
	Atmosphärische Fenster 49			Blickfeld 112	
	Warum der Himmel blau ist? 50			Lichtstärke 112	
	Extinktion 50			Auflösungsvermögen 114	
	Refraktion 53			Luftunruhe (Seeing) 119	
	Szintillationsrauschen 54			Montierungen 120	
	Himmelshelligkeit 55			Nachführfehler 123	
	Angaben zur Beobachtung 57			Ausrichtung einer parallaktischen Montierung 124	
	Wetter 59			Scheiner-Methode 124	
	Solar-terrestrische Beziehungen 65			Lüthen-Kahlhöfer-Methode 126	
	Luftleuchten 66			Stative 129	
	Polarlichter 67			Tauschutz 130	
	Nachtleuchtende Wolken 69			Selbstbau 132	
	Haloerscheinungen 71			Zubehör 136	
	Grüner Strahl 75			Kauftipps 138	
	Zodiakallicht 76				
	Dämmerung 78				

## 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
- Ebnen 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

372



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.

<b>9 Radioastronomie</b>	<b>435</b>	<b>11 Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie</b>	<b>500</b>
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			
Amateurradioastronomie 457			
Antennen 459			
Kabel, Stecker, Buchsen 465			
Verbesserungen beim Antennenbau 466			
Software-defined Radio 467			
Beobachtungsprojekte 473			
Meteore 475			
Astropfeiler Stockert 478			
Sat-TV-Radioteleskop 478			
Amateur-Radioteleskop 'Spider 230' 484			
<b>10 Ultraviolett- und Infrarotastronomie</b>	<b>488</b>	<b>12 Gravitationswellenastronomie</b>	<b>507</b>
UV-Satelliten 488		Gravitationswellen 507	
IR-Forschung 489		Detektoren für Gravitationswellen 508	
IR-Satelliten und -sonden 490		Gravitationsstrahlung eines	
IR-Bänder 491		Binärsystems 520	
Kühlung 491		Gravitationswellenobjekte 524	
IR für Amateure 491			
1-μm-Amateurastronomie 492			
<b>13 Virtuelles Observatorium</b>	<b>535</b>		
Einleitung 535			
Data-Mining 536			
Kataloge 537			
Bedienung 546			
Werkzeuge 576			
Citizen-Science (Bürgerwissenschaft) 585			
Zooniverse 586			

- 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

<b>15 Strahlung und Helligkeit</b>	<b>648</b>	<b>16 Entfernungen im Weltall</b>	<b>676</b>
Strahlungsintensität	648	Einheiten	676
Strahlungsstrom	648	Methoden	677
Photometrische Systeme	649	Parallaxe	678
Auge	655	Dispersionsmaß	683
RGB-Systeme	656	Leuchtkraftentfernung	684
Referenzfeld M	667		
Referenzfeld M	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		
		<b>17 Koordinatensysteme</b>	<b>689</b>
		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

- Tscherenkov-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

## 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

<b>23 Sonne</b>	<b>773</b>	Innerer Aufbau 862 Beobachtung 862 Merkur 864 Venus 866 Erde 874 Mars 876 Jupiter 882 Saturn 894 Uranus 902 Neptun 906
<b>24 Erdmond</b>	<b>833</b>	Übersicht 908 Kommensurabilitäten 911 Erddnahe Objekte 912 Zwergplaneten 913 Einzelobjekte 914 Interstellare Objekte 922 Beobachtung 923
<b>25 Planeten und ihre Monde</b>	<b>856</b>	<b>26 Zwerg- und Kleinplaneten</b> 908 Übersicht 908 Kommensurabilitäten 911 Erddnahe Objekte 912 Zwergplaneten 913 Einzelobjekte 914 Interstellare Objekte 922 Beobachtung 923
<b>27 Kometen</b>		<b>27 Kometen</b> 931 Einleitung 931 Kern und Staubkoma 931 Koma 933 Schweif 933 Chemische Zusammensetzung 934 Bahnen 935 Namensgebung 936 Einzelobjekte 937 Beobachtung 945
<b>28 Meteore und Meteorite</b>		<b>28 Meteore und Meteorite</b> 955 Begriffe 955 Übersicht 956 Meteorströme 957 Historische Einschläge 960 Visuelle Beobachtung 964 Radiobeobachtungen 965

## **29** Planeten- und Kometenbahnen

972

Kepler-Problem 972

Kepler'sche Gesetze 976

Synodische Umlaufzeit 977

Librationspunkte 978

Hill-Sphäre 979

Bahnelemente und Koordinatensysteme 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

<b>33 Aufbau der Sterne</b>	<b>1045</b>	Rho Ophiuchi 1115 MN Lupi 1117 Epsilon Aurigae 1117
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		
<b>34 Zustandsdiagramme</b>	<b>1092</b>	
Hertzsprung-Russell-Diagramm 1092		
Farben-Helligkeits-Diagramm 1096		
Zwei-Farben-Diagramm 1100		
<b>35 Entstehung der Sterne</b>	<b>1104</b>	
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		



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
- Planetaryischer Nebel 1157
- ZZ-Ceti-Sterne 1157

## 38 Neutronensterne

1160

- Entstehung 1160
- Magnetare 1163
- Thermische Röntgen-Neutronensterne 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 Neutronensternen 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

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

<b>49 Galaxien</b>	<b>1480</b>	<b>51 Gravitationslinsen</b>	<b>1548</b>
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			
Starburstgalaxien 1502			
Galaxienhaufen 1503			
Super(galaxien)haufen 1505			
Massen 1506			
Walls und Voids 1506			
Einstein-Straus-Vakuolen 1507			
Beobachtungsobjekte 1507			
Objekte für Teleobjektive 1519			
Flächenhelligkeit 1522			
<b>50 Aktive Galaxien</b>	<b>1531</b>	<b>52 Kosmologie</b>	<b>1556</b>
Einleitung 1531		Einleitung 1556	
Aktive Galaktische Kerne 1532		Hubble-Gesetz 1556	
Leuchtkraft 1535		Expansion 1560	
Eddington-Grenze 1536		Raumkrümmung 1560	
Maximalmasse 1537		Alter der Welt 1561	
Entwicklung von Quasaren 1537		Zeitlicher Verlauf der Expansion 1564	
Binäre Schwarze Löcher 1538		Entfernungsmaß 1565	
Quasare 1539		Berechnung der Entfernung 1569	
RadioGalaxien 1542		Evolution des Universums 1576	
BL-Lacertae-Objekte 1542		Temperatur 1577	
Blasare 1543		Planck-Blase 1578	
Seyfert-Galaxien 1543		Planck-Ära (Urschaum) 1579	
N-Galaxien 1544		Symmetriebrechung 1. Art	
M87 – Zentralgalaxie des		(X-Ära, GUT-Ära) 1580	
Virgohaufens 1545		Kosmische Fäden 1580	
		Inflation 1582	
		Symmetriebrechung 2. Art	
		(Quark-Ära, Gluonen-Ära) 1584	
		Symmetriebrechung 3. Art 1584	
		Hadronen-Ära 1585	
		Leptonen-Ära 1586	
		Photonen-Ära 1586	
		Materie-Ära 1587	
		Quasare 1590	
		Kosmische Hintergrundstrahlung 1591	
		Kosmologische Modelle 1592	
		Hierarchie im Weltraum 1602	

# Teil VII

## Anhang

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

# Teil I

# Beobachtungsinstrumente und -methoden



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

---

*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) eingezzeichnet 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.

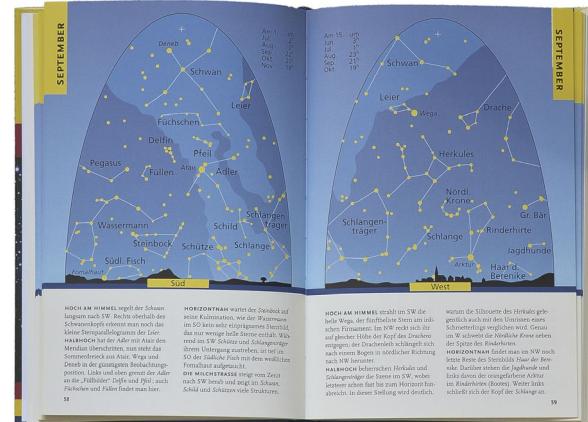


**Abbildung 1.1** Drehbare Sternkarte für Jedermann vom Kosmos-Verlag aus dem Jahre 1981, nachtleuchtend.

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 Kurzentschlossene‹* 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)

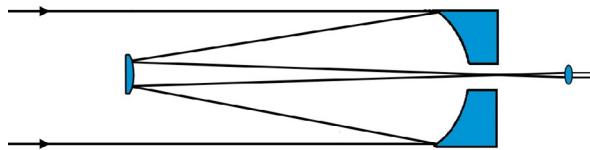
### Principal Galaxies Catalogue (PGC)

### 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 Flatterer korrigiert werden.

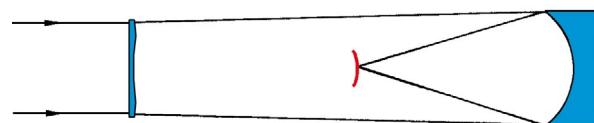
Beim Cassegrain nach *Dall-Kirkham* wird primär ein Ellipsoidspiegel und sekundär ein sphärischer Spiegel (Kugelspiegel) verwendet. Dieser Typ ist preiswerter herzustellen, hat dafür aber den Nachteil einer verbleibenden sphärischen Aberration, einer deutlichen Koma und einer erheblichen Bildfeldwölbung. Daher besitzen Dall-Kirkham-Teleskope meistens Öffnungsgrößen 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 Hauptspiegels<sup>1</sup> werden die drei wesentlichen Bildfehler Koma, Astigmatismus und sphärische Aberration (Kugelgestaltfehler) vollständig beseitigt. Es verbleibt nur eine Bildfeldwölbung, die durch eine konkav gewölbte Photoplatte<sup>2</sup> 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 Maksutov<sup>3</sup> eine dicke, sphärische Meniskuslinse verwendet. Diese beseitigt die sphärische Aberration und reduziert die Koma.

Es gibt reine *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 =  $2 \cdot$  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 Glassorten 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 mm =  $10^6$  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-



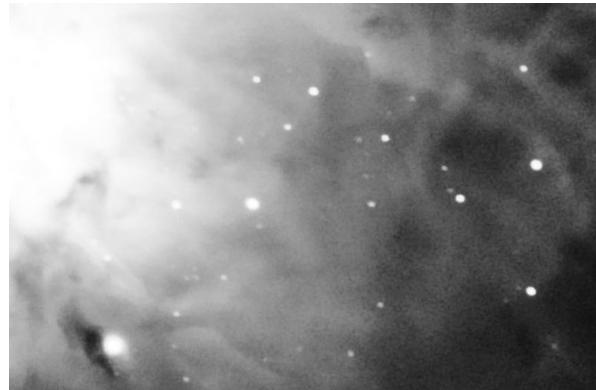
**Abbildung 4.20** Orionnebel mit Canon EOS 250D MC-mod. mit Astronomik UV/IR-Blockfilter Typ L-3.



**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.



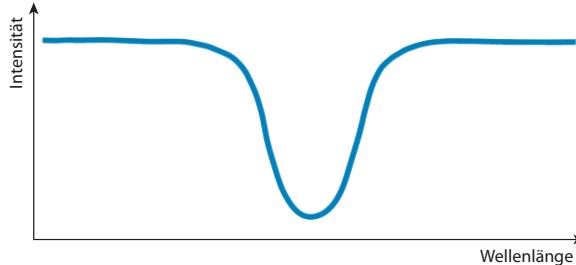
**Abbildung 4.100** Komponenten einer Konstruktion (Setup) zur Astrophotographie mit einem Smartphone durch ein Fernrohr.

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.

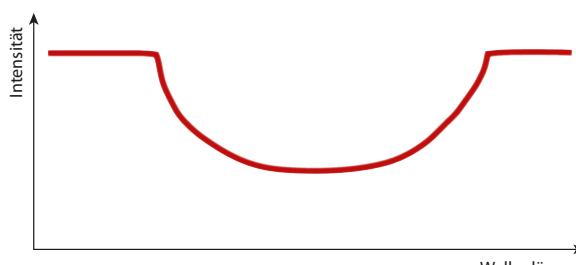
Die Halbwertsbreite  $\Delta\lambda$  einer Spektrallinie  $\lambda$  ergibt sich aus zu

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

wobei die Temperatur  $T$  in K anzugeben ist.

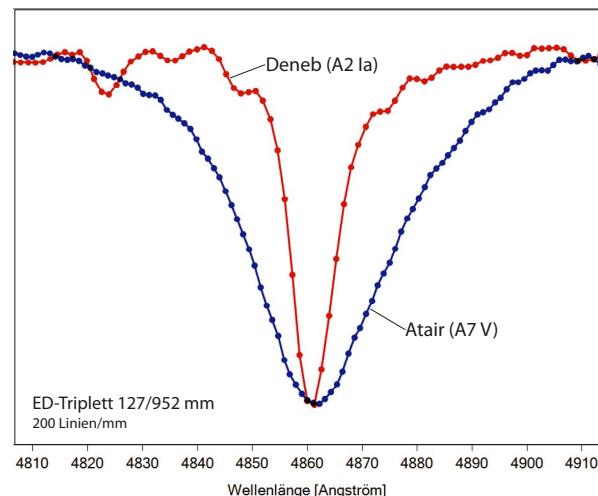
**Turbulenzerbreiterung** | Linienprofile, deren Ursache in der Turbulenz (Konvektion) zu sehen ist, zeigen im Prinzip dieselbe Form, jedoch sind die Flügel anders geformt, da die Turbulenzelemente sich nicht nach der Maxwell-Boltzmann-Verteilung orientieren.

**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 variiert<sup>1</sup>, vor allem der Balmer-Serie: je größer der Radius, desto schmäler 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 (A7 V) bei Verwendung des fast selben instrumentellen Aufbaus (>Setup<): Bei Atair beträgt der Gitterabstand  $d = 140$  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  $b_{\text{korr}}$  ergibt sich wie folgt:

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

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

<sup>1</sup> engl. *luminosity effect*

## Polarisationskamera

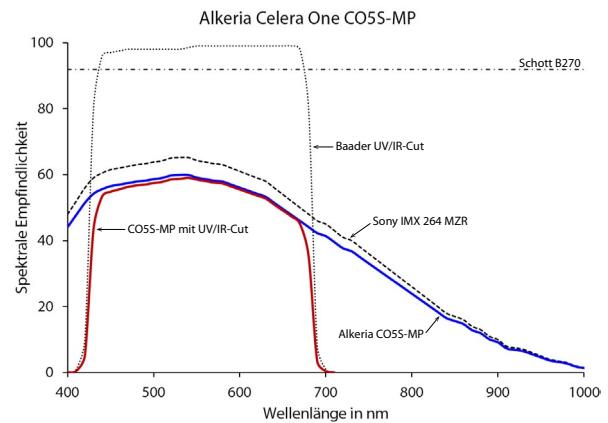
Sony hat einen speziellen Sensor für industrielle Anwendungen der Polarisation entwickelt, der sich bedingt auch für die Astronomie eignet. Es gibt einige Hersteller wie Alkeria, Baumer, Lucid und andere, die den Chip verbaut haben. Die Modelle unterscheiden sich vor allem in der Art der Stromversorgung, 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 Gravitationswellen-anlage **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).

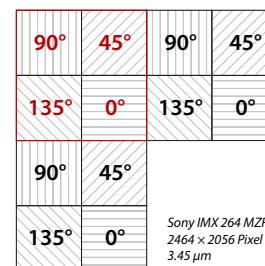


**Abbildung 7.5** Polarisationskamera *Alkeria Celera One CO5S-MP* mit USB3-Anschluss, über den auch die Stromversorgung läuft.

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



**Abbildung 7.6** 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.



*Sony IMX 264 MZR*  
2464 x 2056 Pixel  
3.45 µm

**Abbildung 7.7** Der Sony-Sensor IMX264 MZR mit vorgesetzten Polarisationsfiltern 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:

$$V = 10^{\text{Gain}/200} \quad (7.15)$$

## Horizontal- in Äquatorialsystem

Mit der Hilfsgröße  $M$  und der geographischen Breite  $\varphi$  lassen sich der Stundenwinkel  $T$  und die Deklination  $\delta$  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  $\alpha$  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  $\varphi$  des Beobachtungsortes lässt sich das Azimut  $A$  und die Zenitdistanz  $z$  aus der Rektaszension  $\alpha$  und der Deklination  $\delta$  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  $\epsilon$  lassen sich aus der ekliptikal Länge  $\lambda$  und der ekliptikal Breite  $\beta$  die Rektaszension  $\alpha$  und die Deklination  $\delta$  wie folgt berechnen:

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

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

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

Bei Gleichung (17.9) muss wegen der Mehrdeutigkeit des Tangens darauf geachtet werden, dass  $\alpha$  und  $\lambda$  im selben Quadranten liegen.

## Äquatorial- in Ekliptikalsystem

Mit der Hilfsgröße  $Q$  und der Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$  lassen sich aus der Rektaszension  $\alpha$  und der Deklination  $\delta$  die ekliptikale Länge  $\lambda$  und die ekliptikale Breite  $\beta$  wie folgt berechnen:

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

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

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

Bei Gleichung (17.12) muss wegen der Mehrdeutigkeit des Tangens darauf geachtet werden, dass  $\alpha$  und  $\lambda$  im selben Quadranten liegen.

### Äquatoriale Koordinaten von Mars

Aus den ekliptikal 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:  $\epsilon = 23.44^\circ$

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

$$\text{Rektaszension} \quad \alpha = 27.84^\circ = 1^h 51.4^m,$$

$$\text{Deklination} \quad \delta = 11.25^\circ = 11^\circ 15'.$$

### Aufgabe 17.1

Berechnen Sie die äquatorialen Koordinaten  $\alpha$  und  $\delta$  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  $50^\circ$  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.

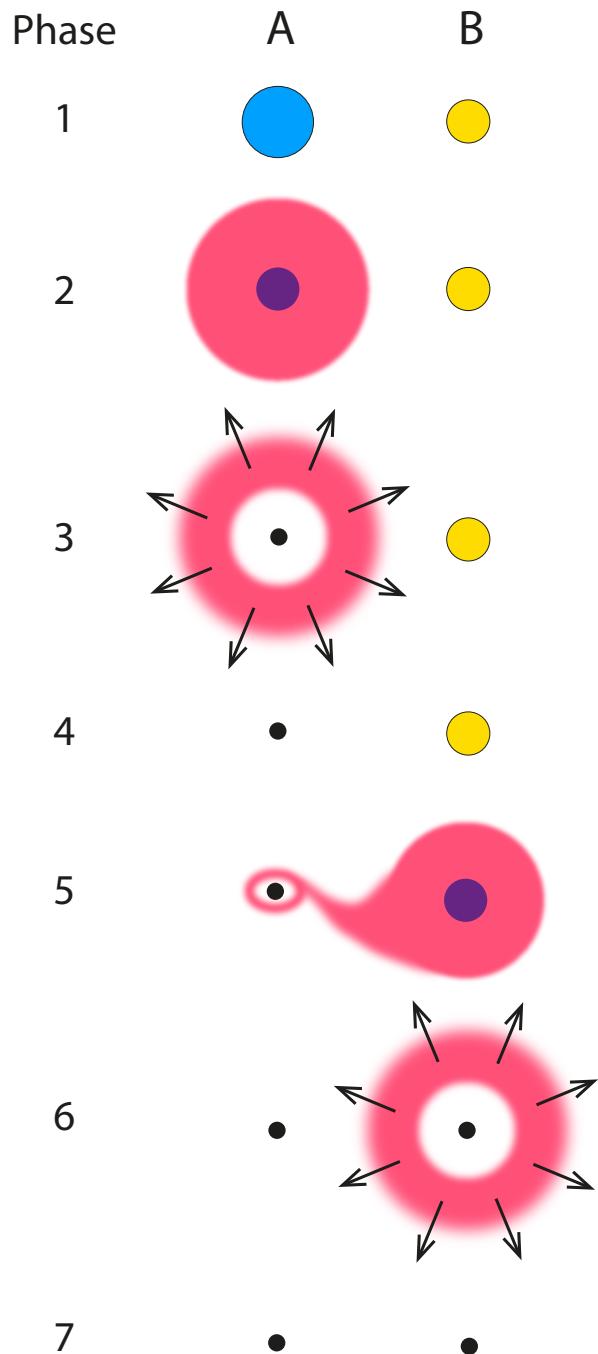
Bei einem engen Doppelstern liegt die Situation anders und je nach Massen und Abstand bilden sich unterschiedliche Varianten eines binärtypischen Entwicklungsweges heraus:

**Phase 1** | Beide Komponenten beginnen zeitgleich das zentrale Wasserstoffbrennen (H siehe He) und befindet sich im Hertzsprung-Russel-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 Heliumkern 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.

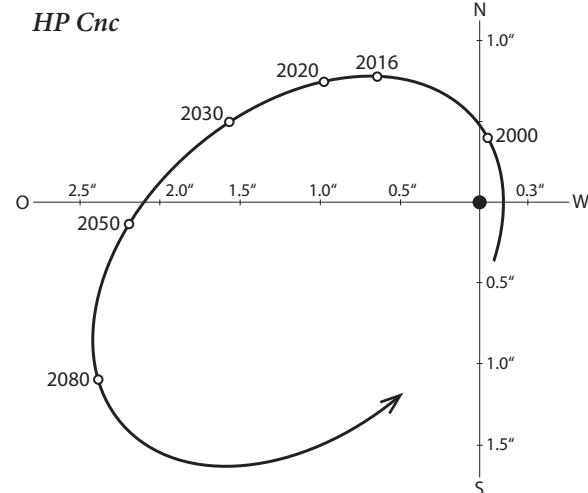
## HP Cancri

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.

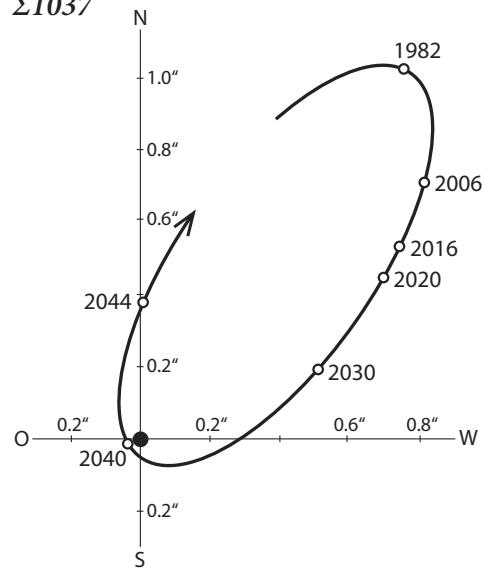
## $\Sigma 1037$ (Gemini)

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

Bahndaten $\Sigma 1037$	
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  $\Sigma 1037$ .

**$\Sigma 1037$**



**Abbildung 46.36** Bahn von  $\Sigma 1037$ .

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

So wird  $\Sigma 1037$  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  $\lambda$ . Da der neutrale Wasserstoff aber überall vorkommt, also alle  $z$ -Werte zwischen  $z_{\text{Obj}}$  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. Discrete HI-Wolken erzeugen diskrete Absorptionslinien und bilden den Lyman-Alpha-Wald.

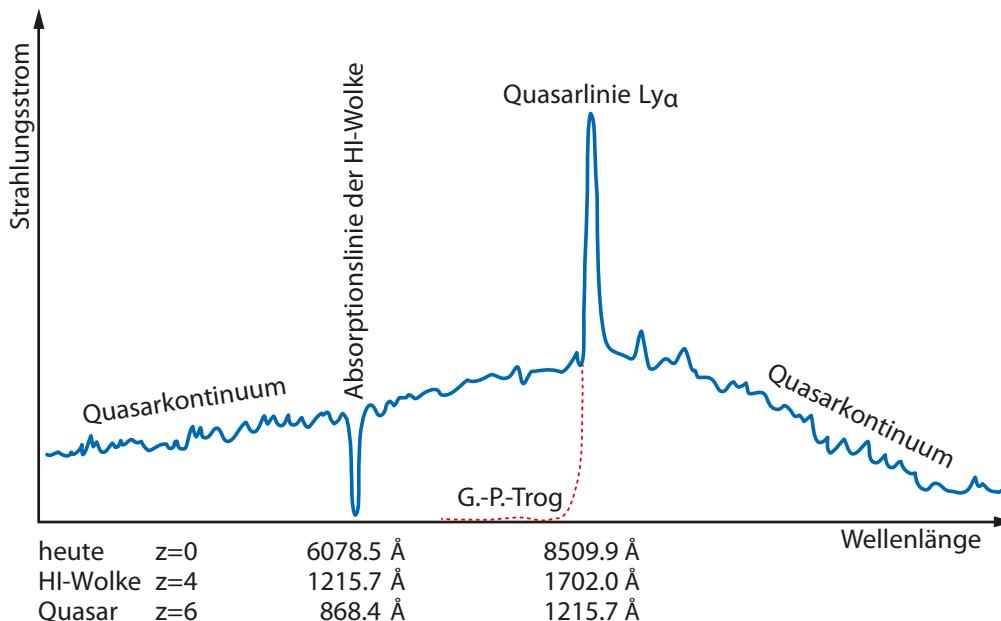


Folge 138:  
Gunn-Peterson-Trog

## 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 erhöhte 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 Entferungen solcher Wolken entsprechen.



**Abbildung 52.16** Absorption der Lyman- $\alpha$ -Linie durch den neutralen Wasserstoff im intergalaktischen Medium (HI-Wolke).

# P Personenregister

## A

- 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

alle Zeichnungen von Sylvia Gerlach



**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 Jokob (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  
 Borisow, 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  
 Brackett, 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

## C

- Caesar, Gaius 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.3**  
Ludwig Boltzmann



**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



**Abbildung P.5**  
 Demokrit

## 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.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) 93f., 294, 774, 1610  
Freitag, Uwe (\*1964) 1692f.  
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, 1609f.  
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) 82f., 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  
Heney, 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  
Hertzprung, 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

Innes, Robert Thorburn Ayton (1861–1933) 1659

Israel, Werner (1931–2022) 1186

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



**Abbildung P.11**

Immanuel Kant

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.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, Heinrich (\*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) 293f., 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

# M

- Machholz, Don Edward (\*1952) 944f.  
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, 1072f.  
McAlister, Harold A. 1659  
McKinnon, William Bill 916  
McNamara, Delbert Harold (1923–2014) 1430  
Melogh 1012



**Abbildung P.13**  
Henrietta Leavitt



**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, 1606f., 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

## 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  
 Nicholson, 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.15**  
 Isaac Newton



**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  
Piazzi, Giuseppe (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 Strutt, 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, 1093f., 1096, 1114, 1128, 1133, 1359, 1465, 1607  
 Rutten, Harrie G. J. 83  
 Rydberg, Johannes Robert (1854–1919) 747

## 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) 82f., 1610  
 Schmidt, Brian Paul (\*1967) 1607  
 Schmidt, J. F. J. 675  
 Schoch, Horst 1312  
 Schönberg, Mario (1914–1990) 1121f.  
 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.19**

Sjur Refsdal



**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) 108 f., 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 Aljewitsch (\*1943) 684, 765

## T

- Taki, Toshimi 1312, 1659  
 Tape, Walter 71  
 Taylor, Joseph Hooton (\*1941) 508, 525 f.  
 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  
 Tscherenkov, Pawel Alexejewitsch (1904–1990) 749  
 Tschurjumow, Klim Iwanowitsch (\*1937) 940  
 Tully, Richard Brent (\*1943) 688, 1506  
 Turner, Arthur Francis (1906–1996) 293 f., 1610  
 Turner, David G. 653  
 Tuttle, Horace Parnell (1837–1923) 937, 945



**Abbildung P.21**  
 Bengt Strömgren



**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, Gert (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  
Wischniewski, Barbara (\*1953) 994  
Wittek, Johannes (\*1968) 1694  
Woerden, Hugo van 1414  
Wolfe, Arthur Michael (1939–2914) 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

Zucchius, Nicolaus (1586–1670) 82, 1610



**Abbildung P.24**

Hideki Yukawa

# Q Sachregister

## Symbolen

1E 0657–56 1494  
1E 161348–5055 1183  
1P/Halley 937  
1-μm-Amateurastronomie 492  
2M1207 1018  
2P/Encke 936  
3C48 449  
3C58 1167  
3C84 449  
3C144 449  
3C145 448f.  
3C157 449  
3C161 449  
3C163 449  
3C273 449, 1540f.  
3C274 449  
3C279 1541  
3C341 1478  
3C348 449  
3C405 449  
3C461 449  
3XMM J215022-055108 1197  
3a-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°-Nebensonnen 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  
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 (Wischniewski) 917  
2007 OR10 911, 921  
2010 NV1 909  
2012 DA14 913  
2012 FZ23 909  
2015 RR245 913  
α2 CVn-Sterne 1370  
α-Aurigiden 957  
β-Tauriden 958  
γ Cas 341  
ζ-Perseiden 958  
Σ228 1314  
Σ460 1314

Σ749 1314  
Σ1037 1314, 1325  
Σ2390 1313  
Σ2466 1313  
Σ2483 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 93f.  
 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 Goldeye 491  
 AllSky6 965  
 AllSky7 Fireball Network Europe 965  
 ALMA. *Siehe* Atacama Large Milli-  
 meter 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 1094f.  
 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, 545f., 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, 1507f., 1519  
 Andromedanebel. *Siehe* Andromeda-  
 galaxie  
 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, 983f., 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 93f.  
 Apochromatismus 96  
 Apochromat nach Petzval 82  
 Apohele 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, 644f.,  
 792, 798, 800, 1004, 1343, 1345, 1424,  
 1574  
 Archaeen 1040  
 Arche 887  
 Arches 1277f.  
 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 957f.  
 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, 625f., 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  
 AstroImageJ (Software) 1719  
 Astrokamera 159, 169f.  
 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  
 Astopeiler 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  
 ATI 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 Betelgeuze 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 47f.
- 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  
 Autolykus (Mondkrater) 222  
 Autone 887  
 AutoStakkert! (Software) 1719  
 aVIRGO. Siehe Advanced VIRGO  
 Axiom 105  
 Axione 1493  
 AXP 1164f.  
 Azimut 689  
 Azimutalmontierung 120  
 Azimutfehler 126

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 296f.  
 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 39f.  
 Bariumflint 735  
 Barlow-Linse 107f., 136, 146  
 Barnard 44 1115  
 Barnard-Katalog 1656  
 Barnards Loop 1232  
 Barndoorn-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, 153f., 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  
 Polarisierung 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  
 Berührungsbojen 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  
 Betelgeuze 38, 315, 345, 427, 452, 687, 693, 696, 699, 1052, 1134, 1362f., 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  
 Bildfelddrehrotator 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 1538f., 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, 1249f., 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  
 Blenderverfahren 244f.  
 Blendenzahl 110  
 Blickfeld 112  
 Blitzar 1168
- BL-Lacertae-Objekte 1534f., 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 1124f.  
 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, 1394f., 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, 1278f., 1281
- C14 1278  
 C19 1225, 1230, 1248, 1266  
 C20 41, 496f., 1225, 1247, 1250  
 C22 1261, 1274  
 C23 1486, 1509  
 C24 1486  
 C27 1225, 1245f., 1250  
 C32 1486  
 C33 1472  
 C34 1472  
 C38 1486, 1509  
 C39 1261  
 C41 1278, 1283  
 C49 1225, 1238  
 C50 , 1278, 498  
 C55 1261, 1271  
 C61 1514  
 C63 1261, 1273  
 C74 1157  
 C80 1286f.  
 C/1995 O1 936  
 C/1995 Y1 936  
 C/2012 S1 (ISON) 943  
 CaFK95 97  
 Calciumfluorid. *Siehe* Kalziumfluorid  
 Caliban 904  
 Callirhoe 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  
 Carme 887  
 Carpo 886  
 Carrington-Rotation 778  
 Cartes du Ciel (Planetariumssoftware) 31, 1715  
 Cas A 449, 485, 1167, 486f.  
 Casimir-Druck 728  
 Casimir-Effekt 727f.  
 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 Andromaeidae 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  
 CFHQS J2329-0301 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 919 f., 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-Sternhaufen  
 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  
 CIZAJ2242+53 450  
 CI0024+17 1494  
 CL2244-02 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  
 Comoving 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  
 Cyrus (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  
 Dämpfungsflügel 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  
     Neudeinition 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 Scorpis 1375  
 Delta-Scuti-Stern  
     nahe M27 614  
 Delta-Scuti-Sterne 286, 614, 1358  
     Wega 1059  
 Dembowska 924  
 Deneb 41, 302, 311, 333f., 693, 699, 1052  
 Denebola 39, 699  
 Desdemona 904  
 Deslandres (Mondkrater) 221  
 Despina 907  
 DESY 724  
 Deutsche Montierung 121  
 De-Vaucouleurs-Profil 1522f.  
 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 960f.  
 Dione 897, 899, 901  
 Dioretsa 909  
 Dipolantenne 443  
 Disk Detective (Zooniverse) 587  
 Diskoscheinwerfer 123  
 Dispersion 309, 683, 735, 741, 743  
     lineare 321  
 Dispersionfehler 363  
 Dispersionsgleichung 743  
 Dispersionssparallaxe 683  
 Dispersionstechniken 741  
 Distant Detached Objects 909  
 DL0SHF 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  
 Doppelpalt 421  
 Doppelpaltversuch 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 354f., 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 1033f.  
 Drakonitischer Monat 714  
 Drehbare Sternkarte 30  
 Drehimpuls 1110, 1482  
     Galaxien 1482, 1484  
     Neutronensterne 1160  
 Dreh-Kipp-Montierung 120  
 Dreibeinstativ 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  
Kohlausch-Knick 655  
Dunkelbild. *Siehe* Darkframe  
Dunkelstrom 171  
Dunkelwolken 1226  
Dunkle Energie 724, 727, 1188, 1493, 1572, 1596, 1598f.  
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, 1616f.  
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  
Ebnen 201  
Échellegger 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 696f., 1301, 1336, 1341  
Eigenenergiefaktor 861  
Einfanghypothese 1011  
Einflussfaktoren bei spaltloser Spektroskopie 298  
Einheiten, magnetische 751  
Einhorn 38  
Einsatzgebiete 287  
Einscheinern 122  
Einschlaghypothese 1011  
Einstein-de-Sitter-Universum 1597  
Einstein-Kreuz 1549  
Einstein Probe (Satellit) 500f., 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 Wechselwirkung 1584  
Elementarteilchen 719f., 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  
3a-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  
Hypernova 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  
 Fahrrender Zug 1567  
 Faltrefraktor nach Schaer 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  
 Farbexzess 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  
 Fernrohradaptation 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  
     Schiebospiegler 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 1655f.  
Gaia (Satellit) 1204, 1616f.  
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) 587f.  
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, 1250f.  
Gamma Delphini 1313  
Gammadetektor 502  
Gammakurve 207  
Gamma Leonis 118, 1313, 1335  
Gamma-Ray-Burster 1165f.  
Gammaspektrometer 502  
Gammastrahlung 1187  
Gammastrahlungsausbruch 1164, 1169, 1187, 1597  
Gamma Virginis 1314, 1324  
Gamow-Maximum (-Peak) 1073  
Ganggenauigkeit 838  
Gangkorrektur 838  
Ganymed 885f.  
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  
Gegensonnenbogen 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, 384f.  
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 899f.  
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 742f.  
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 722f.

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, 1598f.

Gravitationswellenastronomie 507–534

Gravitationswellendetektor 508, 510, 518f.

Gravitationswellenobjekte 524, 528

Gravitationswellen-Rückstoß 1539

Gravitationswellensender 521

Gravitionszeitskala 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 83f.

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

Großenklassen 669

Großer Attraktor 1505, 1595

Großer Hund 38

Großer Roter Fleck 888

Großer Rückprall 1595

Großer Wagen 43

Große Vereinheitlichte Theorie 724

Große Teleskope 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 1655f.

GSM. Siehe Global Spectral Model

GTC. Siehe Gran Telescopio Canarias

Guanin 1035

Guide (Planetariumssoftware) 31, 1715

Guide Star Catalogue 1655f.

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  
 Halimed 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  
 Haufencepheid 1359, 1361  
 Häufigkeit 1356
  - Galaxien 1484
 Haulani (Ceres) 915f.  
 Haumea 857, 911, 913, 921  
 Hauptgürtelkometen 936  
 Hauptheizschicht 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  
 HCM6A 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  
 HDSDR. *Siehe* High Definition Software-Defined Radio  
 HE0109-3518 1489  
 HE 1104-1805 1533  
 Heavens Above Pro (Planetariumssoftware) 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  
 Hertzsprung-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 1118f.  
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  
Himmelshelligkeit 55, 155  
nach Bortle 57  
Himmelshintergrund 184, 191  
Himmelskoordinaten 689  
Himmelskörper 857  
Himmelsnordpol 699f.  
Himmelsrichtung  
Planeten 701  
Himmels-W. *Siehe* Cassiopeia  
Hintergrund 184  
Spektroskopie 317  
Hintergrund ebnen 201  
Hintergrundrauschen 362  
Hintergrundstrahlung, kosmische 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 Cancri 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  
Holsterne 1188  
Holzstativ 129  
Homogenitätsproblem 1594  
Homologierelationen 1067  
Homosphäre 48, 867  
Homunculus-Nebel 1049f.  
Honor 8 166  
Horizontalast 1129  
Horizontalast der Riesen 1127

Horizontalkreis 71f.  
Horizontalsystem 689  
Hornantenne 443, 446  
Horneinspeisung 464  
Horologium-Reticulum-Superhaufen 1505  
Horus 716  
Hot Dark Matter 1493  
Hotpixel 189  
Hotpixelspur 123  
Hot Spots 1117, 1161  
HP Cancri 1314, 1325  
HR. *Siehe* Harvard-Revised-Katalog  
HR 5171 A 1052  
HSO 156  
Hubble-Diagramm 1596  
Hubble-Entfernung 1572  
Hubble-Farbalette 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 1277f., 1280, 1282f.  
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 Expansion 1560  
Hyperbolospiegel 91  
Hyperfeinstruktur 706  
Hypergraph 83  
Hyperion 897, 900  
Hyperion-Okular 107  
HyperLEDA. *Siehe* PGC HyperLEDA  
Hypernova 1095, 1141, 1143, 1165f., 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  
Ha-Aufnahmen 806  
Ha-Beobachtung 803  
Ha-Filter 155  
Ha-Linienfilter 109  
h+ $\chi$  Persei 1278, 1280, 1295

---

I

Iapetus 897, 900f.  
IC. *Siehe* Index Catalogue  
IC 434 1225, 1233f.  
IC 443 449, 1253f., 1472, 1475  
IC 444 1253f.  
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 Nonhydrostatic Model  
Icosahedral Nonhydrostatic Model 59  
ICRS. *Siehe* International Celestial Reference System  
Ideales Gas 1067, 1122, 1126, 1149  
Identifikation von Spektrallinien 350  
IF-Bildregistrierung 434  
IGRJ11014–6103 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

- I**  
 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 774f.  
     Uranus 902  
     Venus 866  
 InSight (Raumsonde) 1614  
 Instrumental Response 324  
 Instrumentensystem 249  
 Integral berechnen 1570  
 Integral (Satellit) 500, 1616  
 Intelligenz 1043  
 Interdisziplinäre Zusammenarbeit 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 708f.  
 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 Polarisation 394, 401, 1216  
 Interstellare Verfärbung 1100  
 Io 884, 886  
 locaste 886  
 Ionenmeer 862  
 Ionschweif 933
- Ionisation-Anregungs-Temperatur 1058  
 Ionisationsgrad 454  
 Ionisationstemperatur 1058  
 Ionosphäre 48, 66f., 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+5225150 1559  
 J16333+401209 1559  
 Jahresbeginn 713  
 Jahreslängen 713f.  
 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 897f.  
 Japanese Virtual Observatory 536  
 Jarkowski-Effekt 749  
 Jarnsaxa 897  
 Jeanssche Kriterium für Gravitationsinstabilität 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 908f., 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  
 JVLA 436. Siehe Jansky Very Large Array  
 JWST (Satellit) 490, 1616

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 322f.  
 Kalibrierung bei Doppelstern-  
     messungen 1335  
 Kaliforniennebel 1225, 1230, 1253, 1256  
 Kallichore 887  
 Kalliope 924  
 Kallisto 885f.  
 Kaltfront 61  
 Kalyke 887  
 Kalziumfluorid 96, 735  
 Kalziumkarbonat 916  
 Kalziumtriplett 1061  
 Kameraanschluss 174  
 Kameroobjektiv 175  
 Kamioka Gravitational Wave Detector  
     510, 513  
 Kannibalismus 1498  
 Kanonische Masse 1197  
 Kanten 725  
 Kant-Laplace-Theorie 1006  
 Kapella 303f., 322, 331f., 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  
 Kataadioptrische Systeme 81  
 Kataklysmische Systeme 1303, 1370  
 Kataklysmische Veränderliche 1674  
 Kataloge 30, 1655  
 Katastrophenhypothese 1006  
 Katzenaugennebel 1261, 1263, 1269  
 Katzenpottennebel 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 1048f.,  
     1121f., 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 850f.  
 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 1481f.  
     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  
         'Outumuamua 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, 1124f., 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	Lumineszenzfaktor 946	Kosmische Fäden 1506, 1554, 1576, 1580, 1594
Aufbau 932	Namensgebung 936	Kosmische Geschwindigkeiten 1612
Bahnen 935	Oortsche Kometenwolke 935	Kosmische Häufigkeit 1046, 1105
Beobachtung 945	Polarisation 390	Kosmische Hintergrundstrahlung 1591, 1595, 1599, 1616
Bestimmung der Helligkeit des Kopfes 946	Schweif 933, 945	Kosmischen Fäden 1554
Bestimmung der Koordinaten 947	Sidgwick-Methode 947	Kosmischer Skalenfaktor 1572, 1577
Bestimmung der Schweifbreite 945	Staubfontänen 937	Kosmische Strahlung 727
Bestimmung der Schweiflänge 945	Staubkoma 931	Kosmische Zensur 1187
Bestimmung d. Schweifrichtung 946	Kometenbahnen 935, 972–982	Kosmologie 1556–1602
Bestimmung des Durchmessers des Kopfes 945	Kometenfamilie 1013	SKA 447
Bestimmung des Kondensationsgrades 946	Kometenwolke 935	Kosmologische Konstante 727, 1596, 1599
Bobrovnikoff-Methode 947	Kommensurabilitäten 911	Kosmologische Modelle 1592
Chemische Zusammensetzung 934	Kommensurabilitätslücken 911	Kp-Index 758
Einzelobjekte 937	Kondensationsgrad 946	Krakatau 71
1P/Halley 937f., 951, 954, 1001, 1003	Konforme zyklische Kosmologie 1599	Kraterdurchmesser 839f.
2P/Encke 936	Konjunktion 868, 880	Krater (Mond) 834
9P/Tempel 939, 1617	Konkordanzmodell 1593, 1596	Kreativität 1043
17P/Holmes 939	Konstanten 1724–1726	Krebs 38
41P/Tuttle-Giacobini-Kresák 391	Kontinuierliche Korona 802	Krebsnebel 38, 449, 493, 493, 1473
55P/Tempel-Tuttle 1866I 936, 959	Kontinuumsnormiertes Spektrum 327	Polarisation 388
67P/Tschurjumow-Gerassimenko 939, 941, 1617	Kontinuumsrauschen 362	Krebsnebel-Pulsar 1178
81P/Wild 943	Kontinuumsvergleich 324	Kreis 975, 980
96P/Machholz 943	Kontraktionskriterium 1104	Kritische Dichte
133P/Elst-Pizarro 936	Kontrast 113	Universum 1561
176P/Linear 936	Kontrastausgleich durch Ebenen	Kritische Masse 1104f., 1124
238P/Read 936	technik 207	Kron-Cousins-System 651
Arend-Roland 1957 933	Kontrastbooster 154f.	Kronglas 91, 94
Austin 953, 1002	Kontrastumfang SKA 446	Kronographische Koordinaten 700
C/1995 O1 (Hale-Bopp) 936	Kontrastverstärkung 206, 241	Krückau-Wanderweg 1644
C/1995 Y1 936	Konusnebel 1225, 1236, 1239, 1253	Kruste 862
C/2012 S1 (ISON) 943, 1003	Konvektion 351, 1080	Kruste von Neutronensternen 1162
C/2015 V2 (Johnson) 391	Konvektionszellen 1164	KS 1731–260 1165
C/2020 F3 (NEOWISE) 1003	Konvektionszone 774, 801, 1074–1076, 1089	Kubische Funktion 1424
C/2022 E3 (ZTF) 391	Koordinaten 704	Kugelgestaltsfehler 83, 91
Hale-Bopp 936	Bestimmung 947–949	Kugelsternhaufen 686, 1285
Hyakutake 936	Koordinaten, Bestimmung 947–949	Beobachtungsobjekte 1288
Kohler 990	Koordinatenennetz 700	Kühlung 171, 491
Shoemaker-Levy 1993e 883, 932	Bezeichnungen 700	Kuiper Belt Objects 857, 919
Enveloppe 938	Koordinatenysteme 979	Kuiper-Gürtel 910, 922, 935, 1010, 1013f.
Gegenschweif 938	Koordinierte Weltzeit 709	Künstlicher Stern 434
Hauptgürtel-Kometen 936	Kopernikanisches Weltbild 1005	Künstliche Vergleichsquelle 231
Helligkeit 946	Kopernikus (Mondkrater) 209, 839f.	Kuppelseeing 120
Kern 931	Kopfecho 966	Kurzflintglas 96, 735
Koma 933, 946	Kopplungsstärke 722f.	Kurzperiodische Veränderliche 604–613
Kometenfamilien 935	Kore 887	Kurz- und Mittelwellenantenne 463
Kopf 946	Kornephoros 699	Kutter 83
Kuiper-Gürtel 935	Körnigkeit 1638–1639	Kwee-van-Woerden-Methode 1413, 1417

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  
 Laomedea 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  
 Lassell-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 Extra-galactic 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  
 LP 357–186 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

**M**

- 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  
 Meteor 955–971  
     Radioastronomie 475  
     Visuelle Beobachtung 964  
 Meteoriten 955–971  
 Meteor Logger (Software) 468  
 Meteoroid 955  
 Meteorströme 957  
 Meter 676  
 Methan-Bande 905  
 Methanothermococcus okinawensis 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  
 Mindestwärmefestigkeit 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  
 Mondschaltung 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  
 MS 0735.6+7421 1536  
 MSH 11–61A 1468  
 MS-T5 (Raumsonde) 1612  
 M-Theorie 725  
 MTV12V6HC-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  
 Myonens 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-	NGC 581	1278	NGC 3623	1486
Filter	137	NGC 598	1486	NGC 3627	1486
Neonbrennen	1125	NGC 650	1261, 1265	NGC 3628	39, 1486, 1510
Neptun	858, 906, 1012	NGC 651	1265	NGC 3842	1536f.
Albedo	860	NGC 869	223, 1278, 1280	NGC 4013	1486
Atmosphäre	860, 906	NGC 884	223, 1278, 1280	NGC 4038/4039	1500, 1514
Bahndaten	858	NGC 891	1486, 1509	NGC 4151	1544
Beobachtung	907	NGC 896	1251f.	NGC 4303	1486
Innerer Aufbau	906	NGC 1260	1468	NGC 4321	1486
Magnetfeld	860, 906	NGC 1275	449, 1486, 1544	NGC 4395	1544
Monde	860, 907	NGC 1277	1536f.	NGC 4485	635, 1499
Oberfläche	906	NGC 1342	1278, 1280	NGC 4486	1486
Physische Daten	859	NGC 1432	1278	NGC 4490	635, 1499
Ringsystem	906	NGC 1499	1225, 1230, 1253, 1256	NGC 4565	641, 1486, 1509
Temperatur	906	NGC 1569	1503	NGC 4567/4568	39, 1486, 1498, 1515
Winde	906	NGC 1579	1225, 1231	NGC 4594	1486, 1501
Neptun-Trojaner	911	NGC 1600	1537	NGC 4631	1486, 1509, 1515
Nereide	907	NGC 1912	1278	NGC 4647	1486, 1515
Neso	907	NGC 1952	1178, 1472	NGC 4649	1486, 1515
Netzhaut	655	NGC 1960	1278	NGC 4650A	1501
Neubedämpfung	97	NGC 1976	1225	NGC 4656	1486, 1509, 1515
Neutralino	725	NGC 1982	1225	NGC 4676	1486, 1515
Neutrinoastronomie	500–506	NGC 2000-Katalog	1657	NGC 4736	1486
Neutrino-Observatorium	505	NGC 2022	1261, 1266	NGC 4826	1486
Neutrinos	720, 1572	NGC 2023	1225, 1234	NGC 4889	1536f.
Neutrinostrahlung	1465	NGC 2024	1225, 1233f.	NGC 5024	1286
Neutronen	720, 1586	NGC 2068	1225f., 1237	NGC 5128	449, 1500
Neutronensterne	1125, 1140f., 1160–	NGC 2070	1225, 1521	NGC 5139	1286f.
1172		NGC 2071	1225f., 1233, 1237	NGC 5194/5195	1486, 1517
Dichte	1162	NGC 2099	1278	NGC 5195	1517
Dreischalenmodell	1177	NGC 2158	1254, 1278, 1284	NGC 5272	1286
Entstehung	1160	NGC 2168	1278	NGC 5457	1486
Magnetfeld	753, 1160, 1162	NGC 2174	494, 1225, 1236, 1254	NGC 5866	1486
Verschmelzung	1187	NGC 2175	1236, 1253f.	NGC 5904	1286
Zweischalenmodell	1177	NGC 2237	449, 1225, 1236, 1238	NGC 6027	1486
Neutrosphäre	48	NGC 2238	1226, 1236, 1238	NGC 6144	1115
New General Catalogue	1656	NGC 2239	1226, 1236, 1238	NGC 6205	1286
New Gravitational Wave Observatory	515	NGC 2244	1226, 1236, 1238, 1278, 1281	NGC 6218	1286
New Horizons (Raumsonde)	919f., 1614, 1617	NGC 2246	1226, 1236, 1238	NGC 6240	1501
New Horizons (Sonde)	918	NGC 2261	395	NGC 6254	1286
New Technology Telescope	420	NGC 2264	1225, 1239, 1253	NGC 6302	1263
Newton	81, 83	NGC 2346	1261	NGC 6334	1241
Newton-Fokus	87	NGC 2371	1261, 1266	NGC 6341	1286
N-Galaxien	1544	NGC 2372	1261, 1266	NGC 6514	1225, 1242
NGC. Siehe	New General Catalogue	NGC 2392	1261, 1266	NGC 6523	1225, 1244
NGC 104	1521	NGC 2523	1486	NGC 6530	1244
NGC 188	1230, 1278	NGC 2632	1278	NGC 6543	1261, 1263, 1268f.
NGC 205	1486	NGC 2682	1278	NGC 6611	1225f., 1243
NGC 221	1486	NGC 2736	1476	NGC 6618	1225
NGC 224	1486	NGC 2808	1286	NGC 6656	1286
NGC 246	1261	NGC 2818	1142	NGC 6705	1278
NGC 253	1503	NGC 3031	1486	NGC 6720	1261, 1272
NGC 281	1225, 1229f., 1251, 1281	NGC 3034	1486, 1502	NGC 6791	1278
NGC 292	1486, 1521	NGC 3132	1157	NGC 6838	1286
NGC 362	1521	NGC 3368	1486	NGC 6853	1261, 1271
NGC 457	42, 1251, 1278f., 1281	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  
Nordamerikanebel 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  
OESJFL 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  
Omkron 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 450f., 782  
 Orcus 911, 913  
 Organische Moleküle 1216  
 Ori A 449  
 Orion 38  
 Orionarm 1202  
 Orioniden 938, 957  
 Orion-Loop 1232, 1235  
 Orionnebel 38, 448f., 451, 1225, 1232, 1253  
     Filtervergleich 158  
 Orion Nebula Cloud 1232  
 Orionspektrum 1385  
 Orionveränderliche 1368  
 Orthosie 886  
 Ortszeit 711  
 OSIRIS 940f.  
 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 908f., 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 Expansion 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 836f.  
 Parallellinienmethode 1412, 1418  
 Parkes 436  
 Parkes Pulsar Timing Array 517f.  
 Parry-Bogen 71–73  
 Parsec 677  
 Paschen-Kontinuum 652  
 Pasiphae 887  
 Pasithee 887  
 Patroclus-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 796f., 818  
     Breite 784, 795  
 Per A 449  
 Perando (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  
 Perlmuttwolken 49  
 Perlschnurphänomen 831  
 Perowskit 875  
 Perseiden 957, 959  
 Perseus 42  
 Perseusarm 1202f.  
 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, 1233f., 1253  
 Pflege der Optik 120  
 PG 1115+080 1549, 1553  
 PG 1159-Sterne 1130, 1158  
 PG 1159-Sterne 1154  
 PG 1550+131 1303  
 PGC. *Siehe* Principal Galaxies Catalogue  
 PGC 2248 1501  
 PGC HyperLEDA 1656  
 Phaedra 924  
 Phaethon 909  
 Phantom-Energie 1598f., 1601  
 Phasenarray 443  
 Phasenarray-Einspeisung 446  
 Phasengeschwindigkeit 733  
 Phasensprung 1428  
 Phasenwinkel 868  
 PHA-Typ 912  
 Phi-Cassiopeiae-Haufen 42, 1230, 1278f., 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 Feuerrad-galaxie  
 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, 265f., 366, 1277f., 1280, 1282f., 1296, 1298, 1637–1639  
 Polarisation 403  
 Plerion 1472  
 Plössl-Okular 105  
 Plutinos 910, 912  
 Pluto 857f., 909, 911, 913, 918f., 1012  
   Atmosphäre 860  
   Bahndaten 858  
   Bahnelemente 982  
   Charon 919  
   Hydra 920  
   Monde 860, 919  
   Nix 920  
   Physische Daten 859  
   Sputnik Planum 918f.  
   Tombaugh Regio 918  
 Plutoide 857, 919  
 P.M. Planetarium (Planetariumssoftware) 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  
 Arp 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 397f., 400f., 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, 266f., 1277f., 1281, 1284f.  
 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 106f.  
 Pressmann-Camichel 83  
 Pre-white dwarfs 1154  
 Primärfokus 87  
 Primärhorn 448  
 Primärspiegel 83  
 Principal Galaxies Catalogue 1656f., 1665  
 Prisma 742f.  
 ProAm-Kampagnen 591  
 Procyon 38  
 Profil von Spektrallinien 350  
 Progenitor 1462  
 Programmcode 1342  
   Ephemeriden 992  
   Julianisches Datum 716  
   Kosmologische Entfernung 1573  
   Sternaufbau 1084–1086  
   Wahre Anomalie 985–987  
 Programmsterne der BAV 603  
 Projekt H0LiCOW 1558  
 Projektionsaufnahmen 142, 148, 806  
 Projektionsschirm 137  
 Prokakis 798  
 Prokyon 344, 699  
 Prometheus 897  
 Propionaldehyd 940  
 Proplyd 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  
 Protsterne 1114, 1117  
 Protuberanzen 776, 778, 802, 831  
   Flächenhelligkeit 151  
 Protuberanzenansatz 137, 802  
 Proxima Centauri 1023  
 Psamathe 907  
 Pseudokontinuum 360  
 PSF. Siehe Punktspreizfunktion  
 PSF-Verfahren 244f., 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, 753f., 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 1357f., 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 169f.  
Q-Methode 1219

QPO. Siehe Quasi-periodic oscillation  
QSO 0957+061 1553  
QT 436  
Quadantenne 463  
Quadrantiden 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 721f., 1163, 1580  
Quarksterne 1167  
Quarzbeschichtung 97  
Quarzschiefer 132  
Quarzversiegelung 132  
Quasar 764  
Quasare 1531, 1539, 1576, 1590  
Quasarpopularität 1579  
Quasi-periodic oscillation 1165  
Quellennachweis 1694  
Quintessenz 1598f., 1601  
Quintuplet Cluster 1209

---

## R

R13-Mitteilung 817  
R136 1240f.  
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 448f.  
Radioteleskope 435f.  
Radioteleskop für Amateure 478, 484  
Radioteleskop Spider 230<sup>c</sup> 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 50f.  
RBI-Effekt. Siehe Residual Bulk Image  
R-Corona-Borealis-Sterne 1369  
RC-Wert 101f.  
Reaktionszeit 722f.  
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  
 Röntgenpulsars 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  
 RXJ185.35.3754 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, 1250f.  
 SAFIR (Satellit) 1616f.  
 SagDEG 1209  
 Sagitta. Siehe Pfeil  
 Sagittarius. Siehe Schütze  
 Sagittariusarm 1202f.  
 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 1505f.  
 Satelliten 500  
 Satellitenkonstellationen 1618  
 SAT-Empfangsanlage 480f.  
 Sättigung 240f., 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 Obejcts 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, 91f.  
 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  
 Schrottrauschen 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  
 Schweißstern. *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  
 SGRJ1550–5418 1169  
 SGRJ1935+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  
 SKYMET 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

- SN 2003fg 1598  
 SN 2006gy 1167, 1468  
 SN 2007bi 1468  
 SN 2008iz 1502  
 SN 2011fe 1469  
 SN 2015L 1447  
 SN 2016aps 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  
 Sombrero-Galaxie 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  
     Fleckencyklus 812  
     Fliegende Schatten 831  
     Granulation 778  
     H-alpha-Beobachtung 803  
     Helioseismologie 776  
     Helligkeit 669  
     Innerer Aufbau 774  
     Kegelstumpfmodell 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  
     Sonnenfleckaktivität 777, 811f., 947  
     Sonnenfleckenbeobachtung 807  
     Sonnenfleckenrelativzahl 66, 808  
         Solar-terrestrische Beziehungen 66  
     Sonnenfleckencyklus 773, 812  
     Sonnenfolie 137  
     Sonnenkorona  
         Polarisation 388  
     Sonnenprojektionsschirm 803  
     Sonnenschaltung 718  
     Sonnensystem  
         Polarisation 388  
     Sonntag 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  
     Spektrographeinfluss 324

Spektrometer 289  
 Spektropolarimetrie 376  
 Spektroskop 109, 289  
 Spektroskopie 109, 289–371  
     Exoplaneten 1023  
     spaltlos prefokal 297  
 Spektroskopische Doppelsterne  
     354f., 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 778f.  
 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) 490f., 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 296f., 301, 322f., 360,  
     1390f.  
 Starburstgalaxie M82 43, 1486, 1502f.,  
     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 1533f.  
 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 39f., 1288, 1317  
     Cassiopeia 42, 1396, 1470  
     Cepheus 42, 1399  
     Delphin 41, 1288, 1315  
     Einhorn 38, 1236  
     Füchschen 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  
         massarme 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* Astropiler 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 Argelander 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* Supergalaxienhaufen  
 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  
     Langsames Szenario 1449  
     leuchtkräftige 1447  
     Schnelles Szenario 1450  
     thermonukleare 1450  
     Typ Ia 1449  
     Typ II 1450  
     Typ I Ib 1449  
     Typ I 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 Argelander 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, 1240f.  
TarqeQ 897  
Tavros 897  
Tau A 449, 485f.  
Taukappenheizung 130  
Taukappenseeing 119  
Tau Leonis 1313  
Tauonnen 720, 1580, 1584  
Taupunkt 64  
Taupunkttemperatur 64  
Taurus 1637–1639. *Siehe* Stier  
Taurus Telescopes 132  
Tauschutz 130  
Taygete 887  
Technische Zivilisation 1037f.  
Teilchenstrahlung 1142  
Teilchenwind 1171  
Teildispersion 735  
Tektit 1023  
Teleobjektiv 175, 266  
Telesat 1618  
Teleskop. *Siehe* Fernrohr  
Teleskope 80–140  
Teleskop-Service Ransburg 132  
TeleskoP 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) 1616f.  
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 1381f.  
Thermonukleare Supernova 1448  
Thermosphäre 48  
TheSkyX (Planetariumssoftware) 31,  
1716  
Theta Orionis 1313  
Thiazi 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 792f.  
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 250f.  
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 1032f.  
Triangelnebel. *Siehe* Dreiecksgalaxie  
Trichromasiebedingungen 738  
Trifidnebel 1225, 1242f.  
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-Meteore 961  
Tscherenkov-Strahlung 503, 748  
Tscherenkov-Teleskop 503, 727, 1179  
Tschurjumow-Gerasimienko 939,  
941, 944  
Tsih 341  
Tsunami 961  
T Tauri 1368  
T-Tauri-Sterne 1019, 1113f., 1117, 1368  
Tubusseeing 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 Hydreae 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  
UBV-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  
Ultraviolettastromie 488-499  
UM 673 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  
M 1 1473  
M 27 (Hantelnebel) 1271  
M 57 (Ringnebel in der Leier) 1272  
NGC 246 (Ringnebel im Walfisch)  
1264  
NGC 7009 (Saturnnebel) 1271  
NSV 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 Heisen-  
berg'sche Unschärferelation  
Unternebensonnen 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  
Bahn-elemente 982  
VFTS 102 1469  
VHF/UHF-Antenne 462  
V Hydrea 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  
Walisch 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  
Wasserstoffschenbrennen 1125f.  
Wasserstoffschenquelle 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  
Weißeck 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  
Winterschlafszenario 1371  
Wintersechseck 38  
Wirkungsgrad, elektrischer 1619  
Wirkungsquerschnitt 721  
Wischnewski (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 1598f.

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 1165f.

X-Ray Flash 1164–1166

XRF 1164f.

X-Teilchen 720

XTEJ1739–285 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 76f.  
Zoomokular 136  
Zooniverse 586  
    Projekte 587  
Z-Teilchen. Siehe Z-Bosonen  
ZTF18abvkwl 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