Vorwort

Die Lehre von den Planeten, dem Sternenhimmel und den Zusammenhängen im Kosmos war schon immer eine äußerst faszinierende Naturwissenschaft, die zudem die älteste Wissenschaft überhaupt ist. Der Wunsch nach Information und Auseinandersetzung mit diesem ewig spannenden Thema schlummert in jedem von uns. Hierbei soll das vorliegende Kompendium und Nachschlagewerk eine lebenslange Hilfe sein.

Der Bedarf an amateurastronomischer Literatur hat seit vielen Jahren in dem Maße zugenommen, wie sich die instrumentellen Möglichkeiten für Sternfreunde erweitert haben. Die unglaublichen Möglichkeiten von Digitalkameras und elektronischer Bildverarbeitung sowie die vereinfachte Handhabung professioneller Methoden zur Photometrie und Spektroskopie lassen auch den Laien an der modernen Forschung teilhaben.

Nicht nur Alte Hasen, sondern auch solche, die es werden wollen, sind ebenso angesprochen wie alle diejenigen, die systematisch und mit wissenschaftlicher Akribie den Sternenhimmel beobachten möchten. Zahlreiche Übungsaufgaben ermöglichen es dem engagierten Wissensdurstigen, seine Kenntnisse zu überprüfen. Damit dieses Buch gleichzeitig auch als Nachschlagewerk dienen kann, enthält es ein sehr detailliertes Personenund Sachregister, aufgelockert durch schöne Zeichnungen und faszinierende Bilder.

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

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

Mein Dank gebührt allen kritischen Lesern, die mir durch ihre positive Meinung den mentalen Rückhalt für dieses Werk gaben und deren Anregungen deutliche Spuren im Buch hinterließen. Prämierte Astrophotographen aus aller Welt bereichern durch schöne und aussagekräftige Bilder atmosphärischer Erscheinungen, des Sonnensystems und von Deep-Sky-Objekten die Lektüre.



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

www.astronomie-buch.de

Kaltenkirchen, Oktober 2020 Erik Wischnewski



Der Autor

Dr. Erik Wischnewski studierte Astrophysik, war Sektionsund Sternwartenleiter sowie Vorstandsmitglied der Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg und Dozent an zahlreichen Volkshochschulen, Planetarien und Sternwarten.

Die Entwicklung des Buches

Das seit Jahren schon bestehende astronomische Interesse des Verfassers erhielt 1967 mit dem Eintritt in den Verein Hamburger Sternfreunde (heute Gesellschaft für volkstümliche Astronomie) sein erstes Fundament. Der Gesellschaft für volkstümliche Astronomie in Hamburg e.V. diente er von 1971 bis 1985 unter anderem als Leiter der Fachsektion Veränderliche und als Mitglied des Vorstandes. Er leitete die Repsold-Sternwarte im Planetarium und war Initiator der ersten Außensternwarte der GvA im Bassental bei 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 Jugendforscht sein astronomisches Engagement. Daran anschließend studierte der Autor von 1975 bis 1980 in Hamburg die Fächer Physik und Astronomie. Schließlich war er wissenschaftlicher Assistent an der Universitätssternwarte in Hamburg-Bergedorf.

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

Den VHS-Vorlesungen dienten anfänglich kleine DIN-A6-Karteikärtchen als Wissensbasis, auf denen jeweils ein astronomisches Thema wie z. B. Sonne, Mond oder Doppelsterne standen. Sie enthielten die wichtigsten Zahlen, die für eine Vorlesung benötigt wurden. Es ist leicht nachvollziehbar, dass es nicht lange dauerte, bis die Teilnehmer die Bitte äußerten, ihnen die Notizen als Kopie zur Verfügung zu stellen. Daraus entstand im Juli 1980 mit knapp 80 Seiten die erste Broschüre »Astronomie – Stichwortsammlung«.

Da die erste Edition von 50 Exemplaren trotz eines relativ hohen Kopierpreises sofort vergriffen war, wurde in dreijähriger Arbeit die zweite Edition von 341 Seiten Umfang mit dem Titel >Astronomie - Theorie und Praxis< erstellt. Nachdem auch diese 1983 erschienene Auflage von 300 Büchern vergriffen war, erschien 1993 ein zweibändiges Werk mit dem Titel ›Astronomie für die Praxis‹ im B.I.-Wissenschaftsverlag. Der Gesamtumfang der dritten Edition war jetzt auf 546 Seiten angewachsen. Nach einigen Jahren astronomischer 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.

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

	Umfang des Buches									
Auflage	Jahr	Satzspiegel	Bd.	Seiten	Abb.	Tab.	Gln.	Aufg.	Kästen	Register
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	3480
6	2013	205×137	1	1072	803	391	861	65	201	4680
7	2016	205×137	1	1152	907	440	923	67	231	5360
8	2018	205×137	2	1448	1204	498	1032	80	293	5870
9	2021	$205\!\times\!137$	3	1702	1437	560	1126	103	372	6217

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

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

Zu den neuen Themen gehören die UBV-Photometrie, insbesondere von Sternhaufen, und die damit in Zusammenhang stehende Q-Methode. Das Kapitel der Zustandsdiagramme wurde um das Farben-Helligkeitsund das Zwei-Farben-Diagramm erweitert. Ferner werden die interstellare Extinktion und das Objekt Eta Carinae ausführlich behandelt. Das Kapitel Quasare wurde in Aktive Galaxien umbenannt, entsprechend mit den neuesten Forschungsergebnissen gefüllt und zusammen mit dem Kapitel Galaxien neu strukturiert. Ferner wurden die Daten der Planeten und ihrer Monde vervollständigt und auf einen einheitlichen Stand gebracht. Das Kapitel über Kleinplaneten wurde erweitert, dem Thema Astrophotographie mit Digital- und CCD-Kamera mehr Raum gewidmet und hier insbesondere der Bestimmung der Helligkeit von Veränderlichen und Sternhaufen. Schließlich wurden Sternaufbaurechnungen vollständig überarbeitet.

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

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

> Thomas Rattei, Auszug aus interstellarum Heft 4/2006

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

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

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



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

Neu aufgenommen wurden die Kapitel:

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

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

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

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

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

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

Inhaltlich wurde aktualisiert, Maniküre betrieben und substanziell zugelegt: Gravitationswellen- und Radioastronomie sowie Speckle-Interferometrie wurden erweitert. Die Sonnenfleckenaktivität wurde durch eine umfangreiche historische Betrachtung bereichert. Es wird auf die Beobachtung von Mondfinsternissen eingegangen. Im Kapitel Doppelsterne wurde die Beschreibung der Bedeckungsveränderlichen erweitert und die Vermessung von Doppelsternen hinzugefügt. Bei den Veränderlichen wurden sämtliche Typenbeschreibungen vertieft, insbesondere die Supernovae. Beteigeuze wird detailliert be-

sprochen. 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
- Sonnenfleckenaktivität
- Mondfinsternisse
- Sternbedeckung
- Doppelsterne
- Supernovae

›Insgesamt ist der »neue Wischnewski« stilistisch sehr anfängerfreundlich und in verständlicher Form geschrieben, stellt aber gleichzeitig für fortgeschrittene Amateure und Profis ein einzigartiges Nachschlagewerk dar. Wie wohl kaum ein anderes deutschsprachiges 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 MATHMAGIC wurde basierend auf den damit verbundenen Möglichkeiten im Layout die Gestaltung des Buches vollständig den modernsten Gesichtspunkt der Lese- und Detailtypographie angepasst.

Inhaltlich wurden dem Buch die Kapitel

- Spektroskopie
- Gravitationswellenastronomie
- Supernovae

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

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

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

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

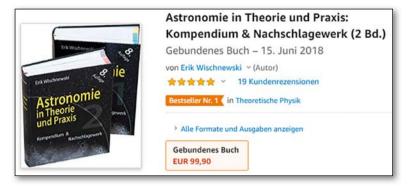
Achte Auflage | Erneut macht das Werk mit dieser Auflage inhaltlich und gestalterisch einen großen Sprung nach vorne. Drei neue Kapitel zu den Themen

- Polarimetrie
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Virtuelles Observatorium

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

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

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



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

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

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

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

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

Das Kompendium hatte während seiner vier Jahrzehnte immer den Anspruch gehabt, kurz und prägnant die Astronomie zu präsentieren. Das gelang offenbar auch hinreichend gut, wie Lesermeinungen einerseits und die Lebensdauer des Werks andererseits belegen. Das hatte aber auch zur Folge, dass das Buch beim Lesen etwas eckig wirkte. Mit der neuen Auflage wurden diese Ecken nun abgerundet. Allgemein verständlichere Einleitungen führen nun in die Themen besser ein und erleichtern somit auch Einsteigern das Lesen und Verstehen der astronomischen Materie.

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

- Sonne
- Doppelsterne
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Kosmologie

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

Dafür gibt es ein neues Kapitel:

Akkretion

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

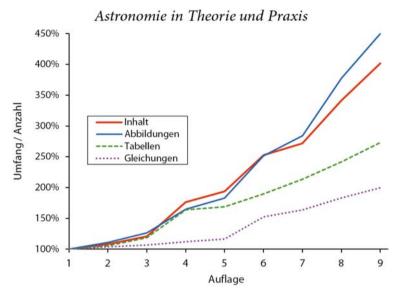
- Atmosphäre der Erde (Wetter)
- Super- und Hypernovae
- Astrophotographie (Smartphone)
- Radioastronomie
- Veränderliche (X Cygni)
- Galaxien

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

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

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

Zusammenfassend lässt sich die Entwicklung des Buches an der oben gezeigten Graphik ab-



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

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

Diesen Ausführungen mag der Leser entnehmen, welche bewegte Vergangenheit dieses Buch hinter sich hat und dass es zu jeder Zeit eines immer sein sollte: ein gern verwendetes Kompendium und Nachschlagewerk.

Schwerpunktmäßig werden folgende Gruppen von astronomisch Interessierten angesprochen:

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

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

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

IAU Minor Planet Circ. 79913

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

Zusammenfassung

Achtuna!

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

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. Mit dem QR-Code gelangt der Leser direkt auf den YouTube-Kanal.



www.YouTube.de/User/AstronomieTelevision

tabulae summae

Teil I **Beobachtungsinstrumente**

Beobachtungen mit bloßem Auge Motivation 35 Hilfsmittel 36 Smartphone 38 Sternkarten 41	35	Scheiner-Methode 130 Lüthen-Kahlhöfer-Methode 132 Stative 135 Tauschutz 137 Selbstbau 139 Zubehör 144 Kauftipps 145
2 Atmosphäre der Erde Aufbau 51	51	4 Astrophotographie 149
Atmosphärische Fenster 53 Warum der Himmel blau ist? 54 Extinktion 55 Refraktion 58 Szintillationsrauschen 59 Angaben zur Beobachtung 60 Wetter 63 Solar-terrestrische Beziehungen 69 Luftleuchten 70 Polarlichter 71 Nachtleuchtende Wolken 73 Haloerscheinungen 75 Grüner Strahl 79 Zodiakallicht 80 Dämmerung 82		Aufnahmeverfahren 150 Sternfeldaufnahmen 150 Fokalaufnahmen 153 Projektionsaufnahmen 156 Bildgröße 157 Belichtungszeit 158 Filter 162 Digitaltechnik 164 Kameraobjektiv 178 Aufnahmesoftware 180 Fokussierung 185 Hintergrund des Bildes 188 Nachbearbeitung am PC 202 Bildüberlagerung 202 Ebnen und Glätten 205 Kontrastverstärkung 210 Schärfung 212
3 Optische Teleskope Fernrohrtypen 86 Optische Abbildungsfehler 93 Objektive 97 Okulare 109 Zusatzoptiken 112 Vergrößerung 114 Blickfeld 117	85	Astrophotographie mit Smartphone 216 Lösungen für Probleme 228

Ausrichtung einer parallaktischen

Lichtstärke 117

Montierung 129

Auflösungsvermögen 120 Luftunruhe (Seeing) 124 Montierungen 125 Nachführfehler 128

5 Photometrie

Lichtelektrische Photometrie 230 Photographische Photometrie 230 Visuelle Schätzung 232 Schätzung mit künstl. Vergleichsquelle 234 Interpolationsmethode nach Pickering 235 Stufenschätzmethode nach Argelander 236 Digitalphotometrie 241 Datenformat und Sättigung 242 Punktspreizfunktion (PSF) 245 Polsequenz 246 Spektralphotometrie 246 Messmethoden 247 Umrechnungsfunktion 252 Extinktion 256 Genauigkeit 258 JPEG und Sättigung 262 Photometriesoftware 268 Aufgabenbereiche 278 Zusammenfassung und Ausblick 280

Spektroskopie

229

Spektrograph 281 Spaltlose Spektroskopie 289 Objektivgitter 297 Aufnahmen von Spektren 306 Kalibrierung 312 Spektrallinien 320 Energiesparlampe 323 Themengebiete 325 Spektralklassifikation 327 Vermessung der Linien 333 Äquivalentbreite 342 Spektrumsphotometrie 349 Jugend forscht 354



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.

281

Teil I **Beobachtungsinstrumente (Fortsetzung)**

7	Polarimetrie	357	10 Ultraviolett- und Infrarot-	
The	orie der Polarisation 357		astronomie	451
Beol	pachtung 363		UV-Satelliten 451	
	sverfahren 367		IR-Forschung 452	
Kon	neten 372		IR-Satelliten und -sonden 453	
	Sterne 373		IR-Bänder 453	
	f-Rayet-Sterne 376		IR für Amateure 453	
	nhaufen 380		Kühlung 455	
	exien 384			
	risation und Farben der Mineralien		11	
	m Mond 386		11 Röntgen- und Gamma-	
Soft	ware 392		astronomie	457
_			Satelliten 457	
8	Hochauflösende Astronomie	393	Röntgenteleskope 458	
•		373	Wolter-Teleskop 458	
	Steleskope 393		Gammadetektoren 459	
	ve Optik 395 ptive Optik 396		Tscherenkow-Teleskop 459	
	zip der Interferometrie 396		Fluoreszenz-Teleskop 460	
	iointerferometer 398			
	isches Interferometer 399		12 Gravitationswellen-	
•	ckle-Interferometrie 400		astronomie	463
	pler-Tomographie 410			403
- 1			Gravitationswellen 463	
Ω			Detektoren für Gravitationswellen 464	
9	Radioastronomie	411	Parameter eines Binärsystems 471 Gravitationswellenobjekte 475	
Radi	ioteleskope 411		Gravitationswellehobjekte 4/3	
	Long Base Interferometer 413			
LOF	AR 415			
Mee	rKAT 417			
Squa	are Kilometre Array 417			
	oachtungstechniken 420			
	ioquellen 421			
Phys	sik der Radiostrahlung 422			

Beteigeuze (a Orionis) 425

Astropeiler Stockert 439 Sat-TV-Radioteleskop 439

Radioastronomie für Amateure 428

Amateur-Radioteleskop > Spider 230 < 445

13 Virtuelles Observatorium

Einleitung 485 Data-Mining 486 Kataloge 487 Bedienung 496 Werkzeuge 525 Citizen-Science (Bürgerwissenschaft) 533 Zooniverse 534

$14\,$ Interdisziplinäre Zusammenarbeit

537

Überblick 537 ProAm-Kampagnen 539 Amateure unter sich 540 Einzelobjekte 542 Beifang in Deep-Sky-Bildern 548 Veränderliche in der Nähe bekannter Deep-Sky-Objekte 551 Delta-Scuti-Stern bei M 27 563 Veränderliche bei M 33 569 Bedeckungsveränderlicher bei NGC 4490 584 W-Ursae-Majoris-Stern bei NGC 4565 591



485

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

Teil II Astronomische Grundlagen

15 Strahlung und Helligkeit	603	18 Chronologie	657
Strahlungsintensität 603		Zeitmessung 657	
Strahlungsstrom 603		Gregorianischer Kalender 664	
Photometrische Systeme 604		Jahreslängen 665	
Auge 609		Monatslängen 665	
RGB-Systeme 611		Julianisches Datum 666	
Referenzfeld M 67 615		Osterformel 669	
Polsequenz 616			
Farbindex 617		10	
Bolometrische Korrektur 618		19 Teilchenphysik	67 1
Größenklassen 619		Elementarteilchen 671	
Helligkeit der Sonne 619		Wechselwirkung 674	
Weber-Fechner-Gesetz 620		Loop-Quantengravitation 678	
Entfernungsmodul 621		Vakuumfluktuation 680	
Helligkeiten der Planeten 621			
Farbskalen 624		20 Physik des Lichtes	683
16 Entfernungen im Weltall	627	Strahlungsgesetze 683 Welle-Teilchen-Dualismus 685	
Einheiten 627		Lichtgeschwindigkeit 687	
Methoden 628		Lichtablenkung 688	
Parallaxe 630		Lichtbrechung 689	
Leuchtkraftentfernung 634		Reflexion und Vergütung 693	
_		Spektrum 694	
17		Doppler-Effekt 701	
17 Koordinatensysteme	639	Zeeman-Effekt 703	
Himmelskoordinaten 639		Tscherenkow-Strahlung 703	
Umrechnung der Koordinaten 642		Poynting-Robertson-Effekt 703	
Präzession 644		Jarkowski-Effekt 704	
Umrechnung des Äquinoktiums 645		YORP-Effekt 704	
Referenzsystem 647			
Sichtbarkeit eines Gestirns 648			

Bestimmung des geographischen Ortes 648 Koordinatennetze der Himmelskörper 651

21 Magnetismus

Einleitung 707 Einheiten 708 Entstehung 709 Synchrotronstrahlung 710 Messung 712 Erdmagnetfeld 712 Van-Allen-Gürtel 714 Magnetische Stürme 715 Sonne 716

22 Akkretion 707

Einleitung 721 Protostern 722 Supernova 722 Mikroquasar 723 Quasar 723 Akkretionsscheibe 724 Gammaburster 729



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

721

Teil III **Unser Sonnensystem**

23 Sonne	733	Venus 827 Erde 833	
Überblick 733	733	Mars 834	
Innerer Aufbau 734		Jupiter 839	
Rotation und Magnetfeld 737		Saturn 848	
Oberfläche 738		Uranus 857	
Wilson-Effekt 742		Neptun 860	
Anwendungsbeispiel 747		reptair 500	
Atmosphäre 761		26	
Beobachtung 762		26 Zwerg- und Kleinplaneten	863
Photographie 765		Übersicht 863	
Sonnenflecken 768		Kommensurabilitäten 866	
Schwankungen der Sonnenflecken-		Erdnahe Objekte 867	
aktivität 771		Zwergplaneten 868	
Klassifizierung 774		Einzelobjekte 869	
Auswertemethoden 776		Interstellare Objekte 878	
Software SUNMAP 782		Beobachtung 880	
Sonnenfinsternisse 791		6	
		27	
24		27 Kometen	885
24 Erdmond	795	Einleitung 885	
Überblick 795		Kern und Staubkoma 885	
Formationen 796		Koma 887	
Libration 797		Schweif 887	
Sternbedeckung 797		Chemische Zusammensetzung 889	
Durchmesser eines Kraters 800		Bahnen 889	
Zeichnen von Mondkratern 801		Namensgebung 891	
Höhe eines Mondberges 806		Einzelobjekte 891	
Mondfinsternisse 809		Beobachtung 900	
Lunar Transient Phenomena 813			
Ebbe und Flut 814		28 Meteore und Meteorite	909
25		Begriffe 909	
25 Planeten und ihre Monde	817	Übersicht 910	
Einleitung 817		Meteorströme 911	
Definition eines Planeten 818		Historische Einschläge 912	
Übersicht 819		Beobachtung 915	
Temperatur 821		U	
Definition der Oberfläche bei			
Gasplaneten 822			
Innerer Aufbau 823			

Beobachtung 823 Merkur 824

29 Planeten- und Kometenbahnen

Kepler-Problem 919 Kepler'sche Gesetze 923 Librationspunkte 924 Hill-Sphäre 925 Bahnelemente und Koordinatensysteme 926 Bahnelemente der Planeten 928

30 Ephemeridenrechnung und Bahnbestimmung

Wahre Anomalie 929 Ephemeridenrechnung 933 Bahnbestimmung 938

31 Entstehung des Planetensystems

951

963

Historische Weltbilder 951 Entstehung der Planeten 952 Einzelphänomene 957

32 Exoplaneten und Astrobiologie

Braune Zwerge 963 Exoplaneten 965 Astrobiologie 980



919

929

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

Teil IV

Aufbau und Entwicklung der Sterne

1033

33 Aufbau der Sterne 993

Einleitung 993 Populationen 994 Masse 995 Radius 999 Dichte 1003 Temperatur 1003 Relationen 1007 Rotation 1009 Energieprozesse 1010 Konvektionszone 1016 Sternaufbaurechnungen 1018

34 Zustandsdiagramme

Hertzsprung-Russell-Diagramm 1033 Farben-Helligkeits-Diagramm 1037 Zwei-Farben-Diagramm 1041

35 Entstehung der Sterne 1045

Einleitung 1045 Kritische Masse 1045 Gasfinger 1049 Mikroturbulenz 1049 Magnetfelder 1049 Molekülwolken 1049 Bildung von Sternhaufen 1050 Drehimpulsproblem 1051 Entstehung eines Sterns mit einer Sonnenmasse 1053 Sternentstehungseffizienz 1054 Lada-Klassen 1054 IRDC 1055 TW Hydrae 1056 MN Lupi 1056 Rho Ophiuchi 1056 Epsilon Aurigae 1056

36 Entwicklung der Sterne 1061

Einleitung 1061 Hydrostatische Zeitskala 1062 Kelvin-Helmholtz-Zeitskala 1062 Nukleare Zeitskala 1062 Entartung 1063 Schönberg-Chandrasekhar-Grenze 1064 Kritische Masse 1065 Brenndauer bei massereichen Sternen 1066 Abzweigen von der Hauptreihe 1067 Thermische Stabilität 1067 Übergang zum Heliumbrennen 1068 Schalenbrennen um einen entarteten Kern 1069 Zweischalenbrennen 1071 Wiederbelebung Weißer Zwerge 1071 Pulsation der Sterne 1071 Einzelobjekte 1075 Entwicklung eines Binärsystems 1076 Endstadium 1078 Massenverlust 1081

37 Weiße Zwerge 1083

Einleitung 1083

Zustandsgrößen 1083 Stabilität 1088 Heliumblitz der zweiten Generation 1090 Spektralklassifikation 1091 Verschmelzung von zwei Weißen Zwergen 1092 Planetarischer Nebel 1093 ZZ-Ceti-Sterne 1093

38 Neutronensterne

1097

Entstehung 1097 Abschätzung des Magnetfeldes 1099 Abschätzung der Dichte 1099 Magnetare 1100 Thermische Röntgen-Neutronensterne 1101 Quasiperiodische Oszillatoren (QPO) 1102 Quarksterne 1104 RRATs 1105 Einzelobjekte 1105

39 Pulsare

1109

Physik der Pulsare 1109 Einzelobjekte 1114 Entfernungsbestimmung 1120

40 Schwarze Löcher

1121

Einleitung 1121 Modelle 1122 Schwarzschild-Radius 1122 Gravitationsradius 1123 Kerr-Loch 1124 Verschmelzung von Neutronensternen 1124 Exotische Alternativen 1125 Beobachtung 1126 Einzelobjekte 1126 Globale Betrachtung 1130 Hawking-Strahlung 1131 Primordiale Schwarze Löcher 1134 Intermediäre Schwarze Löcher 1135 Supermassereiche Schwarze Löcher 1135



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

Teil V **Unser Milchstraßensystem**

41 Milchstraße	1143	44 Planetarische Nebel	1193
Aufbau 1143		Allgemeines 1193	
Struktur 1144		Übersicht 1197	
Gaia 1146		Einzelobjekte 1197	
Sternströme und Hyperschnellläufer	1148		
Ausstoß von Wasserstoffwolken 1148		4 =	
Gasblasen 1149		45 Sternhaufen	1209
Galaktischer Kern 1149		Offene Sternhaufen 1209	
Begleiter 1150		Kugelsternhaufen 1218	
Kollisionen 1151		Entwicklung eines Sternhaufens 1223 Altersbestimmung 1224	
42 Interstellare Materie	1153	4.6	
Allgemeines 1153		46 Doppelsterne	1233
Lokale Blase 1154		Einleitung 1233	
Wasserstoffmoleküle H _{2 1155}		Visuelle Doppelsterne 1234	
Organische Moleküle 1156		Astrometrische Doppelsterne 1234	
Interstellare Extinktion 1156		Spektroskopische Doppelsterne 1234	
Farbexzess 1157		Photometrische Doppelsterne 1234	
Q-Methode 1158		Kataklysmische Systeme 1236	
Balmer-Dekrement 1159		Statistik 1237	
		Systemparameter 1238	
12		Radiusbestimmung 1239	
43 Galaktische Nebel	1163	Massenbestimmung 1240	
Allgemeines 1163		Massenaustausch bei Doppelsternen	1241
Radius von HII-Regionen 1164		Beobachtungsobjekte 1244	
Übersicht 1166		Einzelobjekte 1251	
Beobachtung 1166		Bestimmung von Abstand und Positio	ns-
Einzelobjekte 1167		winkel 1263	
Objekte für Teleobjektive 1186		Anwendungsbeispiele 1276	
Herbig-Haro-Objekte 1192		Ephemeridenrechnung 1286	

47 Veränderliche Sterne

Klassifikation 1289 Pulsationsveränderliche 1291 Eruptionsveränderliche 1302 Rotationsveränderliche 1304 Röntgenveränderliche 1304 Kataklysmische Veränderliche 1304 Novae 1314 Beobachtungsobjekte 1325 Auswahl der Vergleichssterne 1326 Lichtkurve 1332 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1344 Bestimmung von Minimum und Maximum 1349 Fehler bei der Minimums- und Maximumsbestimmung 1357

Systemparameter 1358 (B-R)-Diagramm 1358 Spezielle Objekte 1367 Gemeinschaftslichtkurve 1368 Veröffentlichung der Ergebnisse 1373

48 Super- und Hypernovae

Überblick 1379 Ursache 1380 Supernova Typ Ia 1382 Supernova Typ II 1383 Lichtkurven 1384 Lichtecho 1386 Hypernova 1387 Einzelobjekte 1390 Supernovaüberreste 1400



1289

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

1379

Teil VI **Extragalaktischer Kosmos**

49 Galaxien 51 Gravitationslinsen 1409 1475 Einleitung 1409 Einleitung 1475 Klassifikation 1410 Physik der Linsen 1475 Lichtzeitdifferenzen 1478 Bildung der Galaxien 1417 Entstehung der Spiralarme 1418 Kosmische Fäden 1480 Rotation 1420 Abell 1835 IR 1916 1480 Dunkle Materie 1422 Mikrolinseneffekt 1481 Zwerggalaxien 1425 Wechselwirkende Galaxien 1427 52 Kosmologie 1483 Starburstgalaxien 1431 Galaxienhaufen 1433 Einleitung 1483 Super(galaxien)haufen 1434 Hubble-Gesetz 1484 Massen 1436 Expansion 1486 Walls und Voids 1436 Raumkrümmung 1487 Einstein-Straus-Vakuolen 1436 Alter der Welt 1488 Beobachtungsobjekte 1437 Zeitlicher Verlauf der Expansion 1490 Objekte für Teleobjektive 1447 Entfernungsmaß 1491 Flächenhelligkeit 1450 Berechnung d. Entfernung 1496 Evolution des Universums 1502 Temperatur 1503 50 Aktive Galaxien 1459 Planck-Blase 1504 Einleitung 1459 Planck-Ära (Urschaum) 1505 Aktive Galaktische Kerne 1460 Symmetriebrechung 1.Art Leuchtkraft 1462 (X-Ära, GUT-Ära) 1506 Kosmische Fäden 1506 Eddington-Grenze 1463 Maximalmasse 1464 Inflation 1508 Entwicklung von Quasaren und AGN 1464 Symmetriebrechung 2.Art (Quark-Ära, Gluonen-Ära) 1510 Binäre Schwarze Löcher 1465 Quasare 1466 Symmetriebrechung 3.Art 1510 Hadronen-Ära 1511 Radiogalaxien 1468 Leptonen-Ära 1512 BL-Lacertae-Objekte 1468 Photonen-Ära 1513 Blasare 1469 Seyfert-Galaxien 1470 Materie-Ära 1513 N-Galaxien 1471 Quasare 1517 M87 - Zentralgalaxie des Virgohaufens 1471 Kosmische Hintergrundstrahlung 1517 Kosmologische Modelle 1519 Hierarchie im Weltraum 1530



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

Teil VII Anhang

A	Zeittafeln	1533	I	Glossar	1587
В	Raumsonden	1541	J	Parameter für DCRAW	1591
_	Energieressourcen der Erde gieprozesse 1547 weite der Vorkommen 1548	1547	Kreuz	Unterhaltsame Astronomie rätsel, um die Ecke gedacht 1593 worträtsel mit Bildern 1594 rätsel ›Jupiters Monde‹ 1596	1593
D	Polarimeter mit Wollaston- Prisma	1551	L	Lösungen der Aufgaben	1597
Konst Dime Optor Justie	tung 1551 ruktion 1551 nsionierung der Optik 1552 mechanik 1553 rung 1553 affung 1553		Bilder Quelle Litera	Literatur und Quellen- nachweis nachweis 1613 ennachweis 1617 tur 1630 icher 1632	1613
	Analoge Photographie tung 1559 ometrie 1560	1559	Fachz Sternl	eitschriften 1633 kataloge 1633 oftware 1634	
Linea Quad	Ausgleichsrechnung Iwert 1569 re Regression 1570 ratische Regression 1572 -Fit 1573	1569	Spezie Spezie Selbs	Kontaktadressen nomische Vereinigungen 1643 elle Kontakte für Beobachter 1645 elle Bezugsquellen für den stbau 1646 net 1647	1643
G	Kataloge	1575	Ο	Personenregister	1651
Н	Periodika	1579	P	Sachregister	1663



Das große Beamten-Wohnhaus liegt inmitten des idyllischen Teleskopparks.



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.

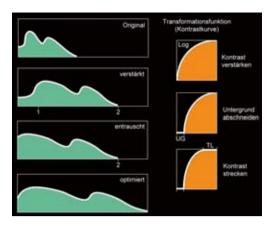


Abbildung 4.72 Funktionsweise der Kontrastverstärkung in drei Schritten.

Je heller der Hintergrund und je stärker das Rauschen im Originalbild ist, umso zurückhaltender muss man mit der Verstärkung umgehen. Das führt dann oft dazu, dass der obere Bereich der hellen Töne (ab Punkt 2) nicht ausgenutzt wird. Dies kann nun durch eine nachträgliche Streckung erfolgen.

Wird die lineare Kontrastkurve benutzt, so wird nur der Untergrund abgeschnitten und eine Streckung vorgenommen. Diese wirkt aber bereits wie eine Verstärkung, nur eben linear, das heißt, dunkle und helle Töne werden gleichermaßen verstärkt.

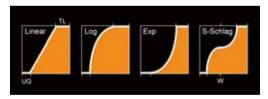


Abbildung 4.73 Transformationsfunktionen mit verschiedenen Charakteristiken.

Bei Sonne, Mond und Planeten kann es auch notwendig sein, den Kontrast zu reduzieren. Hier ist die exponentielle Kontrastkurve gefordert. Darüber hinaus bietet G10TTO auch noch die Gamma-Kurve, die bei Werten unter 1 wie Logarithmus verstärkt und bei Werten über 1 wie Exponential abschwächt.

Für eine S-förmige Kontrastkurve verwende man die sieben senkrechten Schieber. Die resultierende Kurve wird in dem Diagramm darüber angezeigt.

Kontrastverstärkung mit Fitswork

Zur Kontrastverstärkung und Helligkeitsanpassung gibt es in Fitswork viele Möglichkeiten. Eine Vorgehensweise ist wie folgt:

- · Wertebereich unten begrenzen (z. B. bei 5 000)
- · Wertebereich oben begrenzen (z. B. bei 60 000)
- Logarithmus oder Quadrat (oder Wurzel)
- · Dynamikbereich im Histogramm anpassen
- · Gamma (oder Histo) im Histogramm verän-

In einigen Fällen sind folgende Bearbeitungsschritte überzeugend:

- Farbkorrektur
- · Umgebung als Schwarzwert oder Grauwert (Himmelshintergrund)
- Pixel als Weißwert (hellster Stern)

Wertebereich in Fitswork

Der in der Aufnahme benutzte Wertebereich kann im Histogramm ermittelt werden. Im Gegensatz zum 8-Bit-Photo und 16-Bit-Photo, wo die Wertebereiche immer auf den Bereich von 0 bis 255 bzw. 65 535 beschränkt sind, kann der Bereich in Fitswork wegen seiner Fließkommaarithmetik ziemlich groß werden und nach unten sogar negativ.

Kontrastausgleich durch Ebenentechnik

Häufig haben Aufnahmen sowohl sehr helle als auch sehr dunkle Partien, die beide gleichermaßen detailreich dargestellt werden sollen. Das können zwei dicht beieinanderstehende Galaxien wie M81 und M82 sein, das kann der Orionnebel mit seinem hellen Zentrum oder der Halbmond mit seinem dunklen Terminator und hellem Rand sein.

Einen Ausweg bieten Bildbearbeitungsprogramme wie z. В. Рнотоѕнор, die die Verarbeitung mehrere Bilder in Ebenen und deren Maskierung erlauben. Hierzu bearbeitet

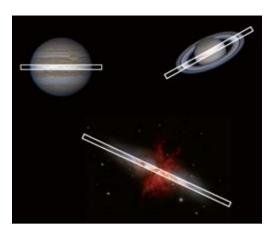


Abbildung 6.53 Lage und Position des Spaltes bei Jupiter, Saturn und Galaxien.

Flächenobjekte | Bei flächenhaften Objekten wie Planeten und Galaxien benötigt man auf jeden Fall einen Spaltspektrographen. Der Spalt wird senkrecht zur Rotationsachse ausgerichtet (\rightarrow Abbildung 6.53).

Beim Jupiter wird der Spalt parallel zu den Wolkenstreifen, beim Saturn längs des Ringes orientiert. Bei Galaxien, die ungefähr von der Kante aus zu sehen sein müssen, wird der Spalt parallel zur galaktischen Ebene positioniert. Bei der Starburst-Galaxie M 82 könnte auch eine Spaltrichtung längs der Eruptionen interessant sein. Zu den einfacheren Objekten gehört die relativ kompakte Sombrero-Galaxie M 104.

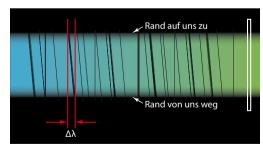


Abbildung 6.54 Bei rotierenden Flächenobjekten entstehen schräge Linien, deren Wellenlängendifferenz Δλ der Geschwindigkeitsdifferenz Δv entspricht. Die geraden Linien sind tellurischen Ursprungs.

Die Geschwindigkeitsdifferenz Δv ergibt sich wie folgt:

$$\Delta V = \frac{c \cdot \Delta \lambda}{\lambda} \,. \tag{6.30}$$

Um aus \Delta v die radiale Rotationsgeschwindigkeit v·sini zu erhalten, muss zwischen selbstleuchtenden und reflektierenden Objekten unterschieden werden

$$V_{\text{selbstl.}} \cdot \sin i = \left| \frac{\Delta V}{2} \right|.$$
 (6.31)

$$V_{\text{reflekt.}} \cdot \sin i = \left| \frac{\Delta V}{4} \right|. \tag{6.32}$$

Die zusätzliche Division durch 2 bei reflektierenden Körpern (z.B. Planeten) entsteht durch den Doppler-Effekt, den das einfallende Licht bereits beim Planeten erfährt.

Fixsterne | Punktförmige Objekte verraten ihre Rotation durch eine Verbreiterung der Spektrallinien. Bei schnell rotierenden Sternen überwiegt die Linienverbreiterung durch Rotation gegenüber der thermischen Verbreiterung.

Schnell rotierende Sterne						
Stern	Spektrum	V [mag]	v sin i	Δλ ₆₅₆₃		
a Leo	B7V	1.35	329 km/s	7.2 Å		
28 Tau	B8 IVe	5.05	329 km/s	7.2 Å		
γ Cas	B0 IVe	2.15	310 km/s	6.7 Å		
a Aql	A7V	0.77	242 km/s	5.3 Å		
a Oph	A5 III	2.08	219 km/s	4.8 Å		
π Aqr	B1IVe	4.57	215 km/s	4.7 Å		
δ Leo	A4V	2.56	181 km/s	3.9 Å		
δ Sco	BOIV	2.29	175 km/s	3.8 Å		
α Vir	B1V	0.98	159 km/s	3.5 Å		
ι Ori	O9III	2.75	130 km/s	2.8 Å		
a Lyr	A0V	0.03	20 km/s	0.45 Å		
Sonne	G2V		1.8 km/s	0.04 Å		

Tabelle 6.36 Auswahl leicht beobachtbarer schnell rotierender Sterne.

Die Linienbreite Δλ ergibt sich aus Gleichung (6.27) und gilt für Ha. y Cas ändert im Laufe von Jahrzehnten seine Helligkeit unregelmäßig zwischen 1.6 und 3.4 mag. α Lyr rotiert am Äquator mit 275 km/s, wir sehen aber fast genau auf den Pol

(→ Abschnitt Wega auf Seite 1006).

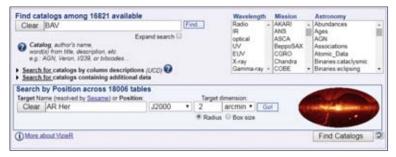


Abbildung 13.64 VizieR: Suche nach allen BAV-Katalogen, die AR Her enthalten.

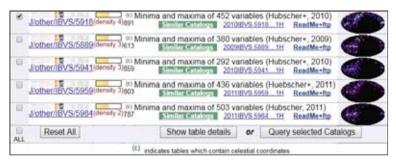


Abbildung 13.65 VizieR: Liste der BAV-Kataloge, die den Kriterien in Abbildung 13.64 entsprechen.

VizieR

Diese Plattform wird vom CDS unter vizier.u-strasbq.fr/viz-bin/VizieR

zur Verfügung gestellt und erlaubt nahezu beliebige Abfragen in allen dort registrierten astronomischen Katalogen. Das waren am 01.03.2018 genau 16928. Die Katalogsuche kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen:

- Eingabe eines Stichwortes, z. B. BAV
- Auswahl einer Wellenlängen, z. B. X-ray
- Auswahl einer Mission, z. B. Kepler
- Auswahl einer Objektart, z. B. QSOs
- Eingabe einer Position, z. B. AR Her¹

Hilfreich ist auch die Himmelskarte, die anzeigt, wo sich die Objekte des Kataloges befinden (\rightarrow Abbildung 13.66). Die Horizontale ist der galaktische Äquator.

Für das Beispiel markieren wir nur den ersten Katalog. Grundsätzlich können aber mehrere

ausgewählt werden und die Ergebnisse wären zum Schluss alle untereinander dargestellt, jeder Katalog aber für sich. Insofern genügt zur Veranschaulichung die Auswahl eines einzelnen Katalogs.

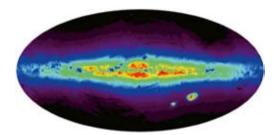


Abbildung 13.66 Himmelskarte, die anzeigt, wo sich die Objekte des Katalogs befinden. Die Grundlinie ist der galaktische Äguator. Geht man mit der Maus über eine bestimmte Position, so werden die galaktischen, äquatorialen und ekliptikalen Koordinaten angezeigt. Unterhalb der Milchstraße sind die Kleine und die Große Magellan-

sche Wolke zu erkennen.

Als Position kann sowohl Rektaszension und Deklination als auch eine ID eingegeben werden, deren Koordinaten dann ermittelt werden.

Außerhalb des Kegels fließt heißere Materie und damit die Energie, angetrieben durch den magnetischen Auftrieb und die Supergranulation, entlang des Kegelmantels nach oben. Es bildet sich um die Pore eine rudimentäre Penumbra. Gleichzeitig treten die Magnetfeldlinien aus der Oberfläche heraus (→ Abbildung 23.7).

Im weiteren Verlauf wird die Konvektion in der Tiefe gehemmt und damit auch der Energiefluss in den Kegel, der weiterhin kälter bleibt als die Umgebung. Die Energie muss weiterhin außen am Kegel vorbei fließen. Da die Spitze des Kegels bereits außerhalb der Photosphäre liegt, bleibt innerhalb der Sonne nur ein Kegelstumpf übrig. Der Sonnenfleck mit Umbra und Penumbra bildet sich vollständig aus (→ Abbildung 23.8).

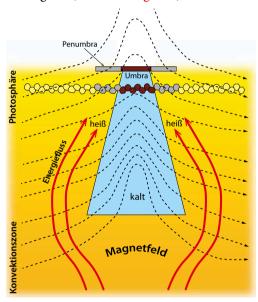


Abbildung 23.8 Im Endstadium haben sich Umbra und Penumbra gebildet. Die Magenfeldlinien ragen fast senkrecht aus der aktiven Region heraus. Es kann (muss aber nicht) zu Flares und Eruptionen kommen.

Zusammenfassung | Ein sich in der Tiefe (15000-25000 km) bildendes Magnetfeld verhindert den konvektiven Energietransport

in dem darüber liegenden Zylinder (AB). Dadurch beträgt die Temperatur nach Modellrechnungen in einer Tiefe von 5000 km im Kegel nur ≈14000 K im Gegensatz zur Umgebung mit ≈34000 K. Die Energie umfließt diesen Zylinder und verengt ihn nach oben hin, sodass ein Kegelstumpf (AC) entsteht.

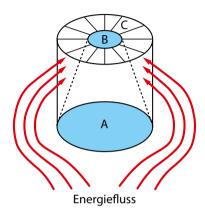


Abbildung 23.9 Kegelstumpfmodell zur Erklärung des Aufbaus eines Sonnenflecks.

Energiedefizit | Damit die Energiebilanz wieder stimmt, muss die dem Kegel entzogene Energie anderweitig ›verbraucht‹ werden. Die in der Nähe solcher Flecken befindlichen heißeren Fackeln strahlen 1-2 Größenordnungen zu wenig ab. Auch der deutlich effektivere Evershed-Effekt reicht nicht gänzlich aus. Die Wissenschaftler haben noch Forschungsbedarf.

Evershed-Effekt

Als Evershed-Effekt bezeichnet man die auswärts gerichtete Gasströmung innerhalb der Penumbra eines Sonnenflecks (engl. Evershed stream).

Die Geschwindigkeit nimmt von 1 km/s an der Innengrenze zur Umbra auf 2 km/s in der Mitte der Penumbra zu. Danach nimmt die Geschwindigkeit der Strömung wieder ab und verschwindet an der Außengrenze zur ungestörten Photosphäre (= 0 km/s). Die Strömung transportiert einen Großteil des Energiedefizits, dass durch den kalten Kegelstumpf verursacht wird.

Mindestmasse einer Gaswolke						
Temperatur	1 Atom/cm ³	100 Atome/cm ³	1000 Atome			
10 K	900	90	9	M₀		
20 K	2500	250	25	M_{\odot}		
50 K	10000	1 000	100	M⊙		
100 K	28 000	2 800	280	M⊚		

Tabelle 35.2 Mindestmasse für eine kontrahierende Gaswolke unter realen Bedingungen (gerundet und in Sonnenmassen angegeben).

Globul | Eine weitere Möglichkeit zur Sternentstehung besteht in heißen Emissionsnebeln. Diese enthalten einen heißen O-Stern, der den Nebel anregt und ihm eine Temperatur von etwa 10000 K gibt (→ Kapitel 43). Während der Ausdehnung des Nebels durchläuft die heiße Front die kalten Gase der Umgebung nicht immer gleichmäßig; es kommt verschiedenenorts zu Störungen. Die Front verbeult. Sie bekommt starke Einschnürungen von mehreren 100 M_☉, so genannte Elefantenrüssel, die sich allmählich völlig abschnüren können und zu so genannten Globulen werden (\rightarrow Abbildung 35.2). Die nunmehr vorhandenen Einschlüsse kalten Gases im heißen Gas werden sowohl durch den von außen wirkenden Gasdruck des heißen Gases als auch durch die eigene Gravitation zur Kontraktion veranlasst. In diesem Fall ergibt sich eine andere Gleichung für die kritische Masse M_{krit} des Globuls:

$$M_{\mathrm{krit}} = 1.2 \cdot \left(\frac{\Re \cdot T}{\mu}\right)^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{G^3 \cdot P_{\mathrm{U}}}},$$
 (35.7)

wobei P_U der Umgebungsdruck, T die Temperatur und µ das mittlere Molekulargewicht des Globuls ist. Statt des Umgebungsdruckes soll die Umgebungsdichte verwendet werden, die sich gemäß Gleichung (35.1) und $T_U =$ 10000 K (HII-Region) ergibt.

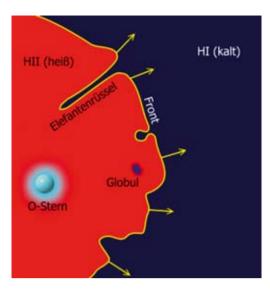


Abbildung 35.1 Emissionsnebel mit Elefantenrüssel und Globul.

Auch hier ergeben sich verschiedene kritische Massen für unterschiedliche Ansätze von u, wobei allerdings zwischen dem Globul und der Umgebung unterschieden werden muss. Für die Umgebung gilt, dass sie ionisiert und somit immer atomar ist.

Kritische Masse eines Globuls					
mittl. Mole	ekulargewichte	kritische Masse			
$\mu_U = 1$	$\mu = 1$ $\mu = 1.25$ $\mu = 1.63$ Page Bedingungen	513 M _☉			
$\mu_{U} = 1.25$	$\mu = 1.25$	367 M _☉			
$\mu_{U} = 1.25$	$\mu = 1.63$	216 M _☉			
realistische	Bedingungen	230 M _☉			

Tabelle 35.3 Kritische Masse für die Kontraktion eines Globuls bei verschiedenen Molekulargewichten und T=50 K und $\mu = 1 \text{ Atom/cm}^3$.

atomarer Wasserstoff μ=1.25 kosmische Häufigkeit μ=1.63 Molekülwolke

Mindestmasse eines Globuls | Die Tabelle 35.4 gibt die kritische Masse für einige Temperaturen des Globuls und Dichten des umgebenden Gasnebels an, wie sie sich aus Simulationsrechnungen unter Berücksichtigung realistischer Bedingungen errechnet.

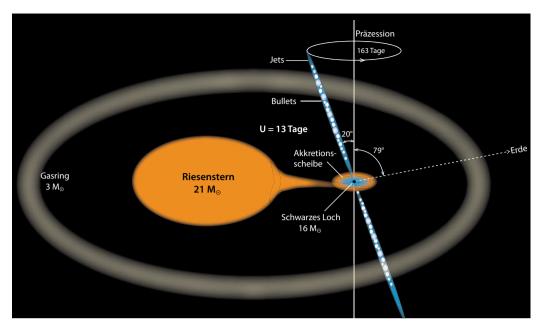


Abbildung 40.2 Schematisches Modell des Mikroquasars SS 433 (Falschfarbenskizze). Bezüglich der Massen des Systems herrscht noch große Unklarheit (siehe Tabelle).

Jet | Das Schwarze Loch besitzt zwei Jets, die Geschwindigkeiten bis zu 78 000 km/s (¼ c) aufweisen. Sie bewegen sich auf einem Präzessionskegel von 20° einmal in 162-164 Tagen um die Rotationsachse. Diese ist 79° zur Blickrichtung geneigt.

Bullets | Wahrscheinlich ist der Jet diskontinuierlich. Möglicherweise ist schon der Materiefluss vom Riesenstern zum Schwarzen Loch nicht kontinuierlich, sondern erfolgt schubweise. Diese Verdichtungen werden dann in einer Schussfolge von 50-1000 Sek. als Materiegeschosse, so genannte Bullets, mit 0.26c aus der Akkretionsscheibe herausgeschleudert. Die Bullets besitzen eine Masse von etwa $10^{16}-10^{18} \text{ kg} \approx 10^{-14}-10^{-12} \text{ M}_{\odot}$, sind 50 Mio. K heiß und erzeugen eine intensive Bremsstrahlung (Röntgenstrahlung).

Neutrinos | Im Übrigen ist SS 433 ein Kandidat für ultra-hochenergetische Neutrinos im Bereich von 1-100 TeV.

M 33 X-7

Diese Röntgenquelle in der Galaxie M33 weist die Besonderheit auf, dass die Masse des Schwarzen Lochs mit 15.7 M_☉ ungewöhnlich hoch ist.1 Nach theoretischen Berechnungen können bisher maximal 10 M_☉ erklärt werden. Es handelt sich um einen Doppelstern mit einer Umlaufzeit von 3.5 Tagen, deren Komponenten sich gegenseitig bedecken. Die Masse des Begleiters beträgt 70 M_☉.

Ursprünglich bestand das System aus zwei Sternen mit 100 M_O und 30 M_O. Die massereichere Komponente entwickelte sich schneller zum roten Riesen als der Begleiter. Nun strömte Materie vom Riesenstern zum masseärmeren Stern. Schließlich kollabierte der Riese zum Schwarzen Loch.

¹ Jennifer Morcone & Megan Watzke: NASA, Chandra News 07-112, 2007 Okt 17.

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

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



Folge 135: Radiusbestimmung bei Doppelsternen

Radiusbestimmung

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

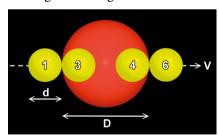


Abbildung 46.5 Bedeckung eines Doppelsterns.

In Abbildung 46.5 ist ein Doppelstern skizziert, dessen kleinere Komponente mit dem Durchmesser d genau in der Sichtlinie des Beobachters den größeren Stern mit dem Durchmesser D umläuft. Seine relative Bahngeschwindigkeit beträgt v und kann spektroskopisch bestimmt werden (→ Kapitel 6, Doppelsterne). Während der Bedeckung nimmt die Helligkeit des Gesamtsterns ab, was wir beobachten können. Die Messungen werden in einer Lichtkurve zusammengefasst (→ Kapitel 47, Lichtkurve), wie sie in Abbildung 46.6 skizziert ist. Die Kontaktzeiten sind in beiden Abbildungen gekennzeichnet.

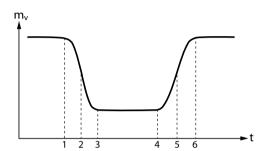


Abbildung 46.6 Lichtkurve eines Bedeckungsveränderlichen.

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

$$d = \Delta t \cdot v \,. \tag{46.1}$$

wobei üblicherweise für Δt der Mittelwert der beiden Zeitdifferenzen t₆-t₄ und t₃-t₁ verwendet wird.

Aus t₅-t₂ ergibt sich der Durchmesser des größeren Sterns:

$$D = (t_5 - t_2) \cdot V. \tag{46.2}$$

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

Krebsnebel

Der Krebsnebel (Crab Nebula, Krabbennebel) ist die Folge der Supernova aus dem Jahre 1054. Es handelt sich bei ihm um einen Pulsarwindnebel. Er ist eher als lichtschwach zu bezeichnen und nur bei wirklich dunklem Himmel und ab 15-20 cm Öffnung schön anzusehen. Photographisch allerdings ist der Krebsnebel ein dankbares Objekt (→ Abbildung 39.7).



Abbildung 48.17 Krebsnebel, aufgenommen mit 16"-Meade-ACF, Atik 460ex und Baader H_{α} :[OIII]:[SII] = 25:15:15 min (à 5 min) sowie WO FLT-110, Canon EOS 20Da in RGB = 105 min (à 5 min). Credit: Niels Christensen.



Abbildung 48.18 Krebsnebel, gezeichnet am 12-Zöller bei $V=79\times$ mit [OIII] und UHC-Filter. Credit: Daniel Spitzer.



Abbildung 48.19 Krebsnebel, gezeichnet am 18-Zöller bei $V = 120 \times$ und 205× mit [OIII]. Credit: Mathias Sawo.

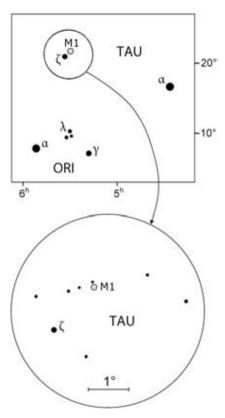


Abbildung 48.20 Aufsuchekarte für den Krebsnebel M1 im Stier.



Abbildung 48.21 Krebsnebel M1, aufgenommen mit 8"-Meade-ACF, 5" ED-Apo und Canon EOS 60Da bei ISO 3200. Belichtungszeit = 120 min (350 Bilder je 10-32 s).

Quasare

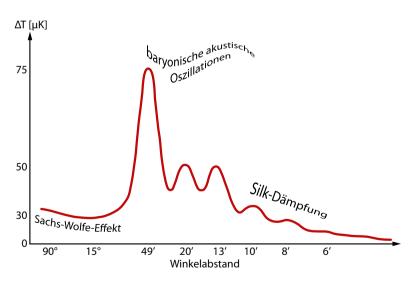
Die ältesten (entferntesten) beobachteten Galaxien besitzen eine Rotverschiebung bis z = 12. Das Maximum der Quasare liegt bei z = 2. Die Population bricht bei größeren Rotverschiebungen als z=2 recht schnell ab, sodass es scheint, als gäbe es keine Quasare aus einer früheren Epoche. Es gibt einige ältere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

Ferner leitet sich aus dieser Gleichung für z=2[12] die Temperatur von T=8[35] K ab. Unter der Annahme, dass die Masse des Universums damals genauso groß war wie heute, ergibt sich hieraus die mittlere Dichte. Bei einem Weltradius von nur 1/3 [1/13] des heutigen Wertes muss die Dichte das $3^3 = 27$ fache [13³ ≈ 2200 fache] des heutigen Wertes betragen haben.

Kosmische Hintergrundstrahlung

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

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



Winkelleistungsspektrum der Fluktuationen in der Temperatur Abbildung 52.15 der kosmischen Hintergrundstrahlung, verursacht durch den Sachs-Wolfe-Effekt, die baryonischen akustischen Schwingungen und die Silk-Dämpfung.

Personenregister

A

alle Zeichnungen von Sylvia Gerlach

Abbe, Ernst (1840-1904) 100, 109 Ahnert, Paul Oswald (1897-1989) 624, 808 Airy, George Biddell (1801-1892) 1587 Aitken, Robert Grant (1864-1951) 1245, 1578 Alfvén, Hannes Olof Gösta (1908-1995) 716 Allen, James Alfred Van (1914-2006) 69, 714 Altenhoff, Wilhelm J. 421 Anderson, G. 1578 Antoniadi, Eugène Michel (1870-1944) 62 Antoniadis, John 1118 Aravamudan, S. 1578 Arend, Sylvain Julien Victor (1902-1992) 887 Argelander, Friedrich Wilhelm August (1799-1875) 1534, 1575 Aristarch von Samos (um -310 bis -230) 627, 951, 1536 Aristoteles (-383 bis -321) 1536 Augustus, Kaiser (-62 bis 14) 667 Austin, Rodney R.D. 907

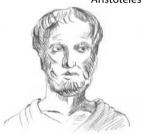


Abbildung O.1 Friedrich W. Argelander

B

Baade, Wilhelm Heinrich Walter (1893-1960) 632, 994, 1001, 1535 Babcock, Horace Welcome (1912-2003) 395 Bahtinov, Pavel 186 Baier, G. 408 Baillaud, René (1885-1977) 1578 Ballauer, Jay R. (*1968) 1613 Ball, Sir Robert Stawell (1840-1913) 1578 Balmer, Johann Jokob (1825-1898) 701 Bappu, Manali Kallat Vainu (1927–1982) 635 Barlow, Peter (1776-1862) 112, 114, 1538 Bartels, Julius (1899-1964) 715 Bath, Karl-Ludwig 104 Bayer, Johann (1572-1625) 1575 Becker, Wilhelm (1907-1996) 606 Bekenstein, Jacob David (*1947) 679, 1421 Belopolski, Aristarch Apollonowitsch (1854-1934) 1534 Benzenberg, Johann Friedrich (1777-1846) 910, 1536 Bergh, Sidney van den (*1929) 1166, 1576, 1578 Bertone, Gianfranco 1423 Bessel, Friedrich Wilhelm (1784-1846) 628, 630, 1534 Bethe, Hans Albrecht (1906-2005) 994, 1010, 1535 Binnewies, Stefan (*1960) 1613 Blandford, Roger David (*1949) 723, 727 Blazhko, Sergei Nikolajewitsch (1870-1956) 1293 Blome, Hans-Joachim 1523 Bobrovnikoff, Nicholas T. 905 Bode, Johann Elert (1747-1826) 890, 959, 1536 Boer, Wim de (*1948) 1421 Bojurova, Eva Stefanova 1363

Abbildung 0.2 Aristoteles



Boltzmann, Ludwig Eduard (1844–1906) 635, 734, 1000, 1004–1006, 1008, 1315, 1503 Bond, George Phillips (1825–1865) 149, 1537 f.

Bonneau, D. 1578

Bopp, Thomas (*1949) 891

Borgeest, Ulf 1478

Borissow, Gennadi Wladimirowitsch (*1962) 879

Bortle, John E. 61

Bose, Satyendranath (1894-1974) 464

Bos, Willem Hendrik van den (1896-1974) 1578

Bottke, William F. (*1966) 954

Boyle, Willard Sterling (1924-2011) 149

Brackett, Frederick Sumner (1896-1988) 700

Bradaschia, Filippo (*1977) 1613

Bradley, James (1693-1762) 645, 688, 1534, 1536

Brahe, Tycho (1546-1601) 919, 951, 1379, 1536

Brandes, Heinrich Wilhelm (1777-1834) 910, 1536

Breite, Michael (*1968) 1613

Brewster, Sir David (1781-1868) 361

Brocklehurst, M. 1159

Brownstein, Joel R. 1422

Bruno, Giordano (1548-1600) 1534

Budaj, Jan (*1965) 1060

Buil, Christian 291

Bunsen, Robert Wilhelm Eberhard (1811-1899) 286, 1538

Burnham, Sherburne Wesley (1838-1921) 1578



\mathbf{C}

Caesar, Gajus Julius (-99 bis -43) 664

Caldwell-Moore, Sir Patrick Alfred (1923-2012) 1576

Caldwell, Robert Reynolds 1526

Camichel 88

Cannon, Annie Jump (1863-1941) 1535, 1575

Capocci di Belmonte, Ernesto (1798-1864) 89

Carr, Bernard John (*1949) 1134

Carrington, Richard Christopher (1826-1875) 733, 738, 773, 1536

Carroll, Sean Michael (*1966) 1059

Casimir, Hendrik (1909-2000) 681

Cassegrain, Laurent (1629-1693) 88 f., 1538

Cassini, Giovanni Domenico (1625-1712) 627, 1537

Cauchy, Augustin Louis (1789-1857) 689, 1124

Chambliss, Carlson R. 1362

Chandrasekhar, Subrahmanya (1910-1995) 1061-1065, 1069, 1079, 1090, 1228 f., 1296, 1382, 1068

Chevalier, P. S. 1578

Childrey, Joshua (1623-1670) 81, 1536

Chrétien, Jacques (1879-1956) 88, 90, 94, 146, 1544

Christensen, Eric J. (*1977) 899

Christensen, Niels V. 1613

Clark, Alvan (1804-1887) 1578

Clark, Alvan Graham (1832-1897) 1578

Coffin, Dave 168

Cohen, Judith Gamora (*1946) 637

Compton, Arthur Holly (1892-1962) 686

Copeland, Ralph (1837-1905) 1578

Cousins, Alan William James (1903-2001) 606

Couteau, Paul (1923-2014) 1578

Crawford, David L. 607

Cronin, Leroy (*1973) 983

Cuzdi, Sandor 186

Czerny, Marianus (1896-1985) 285 f., 1538



Abbildung O.4Annie Cannon

D

Daguerre, Louis Jacques Mandé (1787-1851) 149 Dall, Horace 88, 90 Dalton, John (1766-1844) 771 Dangl, Gerhard 283 Danjon, André-Louis (1890-1967) 809 Davidson, Kris 1035 Davis, Donald R. 958 Dawes, William Rutter von (1799-1868) 121, 1578 Dawson, Bernhard Hildebrandt (1890-1960) 1578 deLalande, F. 1578 Dembowski, Ercole (1812-1881) 1578 Demokrit (um -460 bis -370) 1534 Derekas, Aliz (*1977) 1362 Djurković, Petar (1908-1981) 1578 Dobson, John Lowry (1915-2014) 135 Dolland, John (1706-1761) 100, 114, 1538 Donner, H. F. 1578 Doolittle, E. 1578 Doppler, Christian Andreas (1803-1853) 701 Downes, Ronald A. 637 Draper, Henry (1837-1882) 1535 f. Draper, John William (1811-1882) 149 Dreyer, Johan Ludvig Emil (1852-1926) 1576 Dubs, Martin 312 Duerbeck, Hilmar Willi (1948-2012) 637 Dunlop, James (1793-1848) 1578



Abbildung 0.5 Demokrit

E

Ebert, R. 1046, 1052 Eddington, Sir Arthur Stanley (1882-1944) 994, 1010, 1535 Edgecomb, D. W. 1578 Eggleton, Peter Philip 1059 Einstein, Albert (1879–1955) 463, 675, 685, 687 f., 734, 1013, 1436, 1462, 1478, 1486, 1509, 1524 f., 1535 El-Baz, Farouk (*1938) 913 Elst, Eric Walter (*1936) 890 Encke, Johann Franz (1791-1865) 891, 899 Engelmann, Friedrich Wilhelm Rudolf (1841-1888) 1578 Eratosthenes von Kyrene (-275 bis -193) 919, 1536 Erfle, Heinrich Valentin (1884-1923) 109 Espin, Thomas Henry Espinell Compton (1858-1934) 1578 Evenson. Kenneth Melvin (1932-2002) 688, 1535 Evershed, John (1864-1956) 741 Ewen, Harold Irving (1922-2015) 411, 1535

F

Faber, Sandra Moore (*1944) 637 Fabricius, David (1564-1617) 1295, 1534 Fabry, Maurice Paul Auguste Charles (1867-1945) 114, 1538 Faraday, Michael (1791-1867) 712 Fechner, Gustav Theodor (1801-1887) 620, 1534 Fekel, Francis C. 340 Feltz, Kent A. 1362 Fera, Bob und Janice 1614 Ferluga, Steno 1060



Abbildung 0.6 Albert Einstein

Finkbeiner, Douglas (*1971) 1149
Finsen, William Stephen (1905–1979) 1578
Fisher, J. Richard (*1943) 637
Fitch, Walter Stewart (1926–2013) 543
Fizeau, Armand Hippolyte Louis (1819–1896) 688
Flamsteed, John (1646–1719) 1379, 1575
Flandern, Thomas Charles Van (1940–2009) 957
Foucault, Jean Bernard Léon (1819–1868) 103, 688, 1534
Fouqué, Pascal 633
Fourier, Jean Baptiste Joseph (1768–1830) 400
Fox, Philip (1878–1944) 1578
Franks, William Sadler (1851–1935) 1578
Fraunhofer, Joseph von (1787–1826) 97, 286, 733, 1538
Freitag, Uwe (*1964) 1614
Friedmann, Alexander Alexandrowitsch (1888–1925) 1483, 1520, 1535

G

Gale, Walter Frederick (1865-1945) 1578 Galilei, Galileo (1564-1642) 89, 849, 1537 f. Galle, Johann Gottfried (1812-1910) 860, 1537 Gallo, J. 1578 Gaunt, John Arthut (1904-1944) 423 Gauß, Carl Friedrich (1777-1855) 669, 1570 Geissinger, Rolf (*1966) 1614 Gerasimenko, Svetlana Iwanowna (*1945) 895 Gerlach, Sylvia (*1964) 1614 Gieren, Wolfgang P. 633 Gilliss, James Melville (1811-1865) 1578 Gleißberg, Wolfgang (1903-1986) 771 Gomes, Rodney 1536 Graff, Kasimir Romuald (1878-1950) 624 f. Grant, Robert (1814-1892) 1578 Gregor XIII., Papst (1502-1585) 658, 664, 1533 Gregory, James (1638-1675) 88 f., 1538 Greisen, Kenneth Ingvard (1918-2007) 679 Grienberger, Christoph (1561-1636) 127, 1538 Grumiller, Daniel (*1973) 676 Gudehus, Donald H. 637 Gunn, James Edward (*1938) 1514 Guth, Alan Harvey (*1947) 676, 1483, 1535 Guthnick, Paul (1879-1947) 1538 Guy S. Perrin 1300

Η

Hachisu, Izumi (*1952) 1316
Hackmann, Jens (*1979) 1614
Hagen, Johann Georg (1847–1930) 624f.
Hale, Alan (*1958) 891
Hale, George Ellery (1868–1938) 733, 738, 1536
Hall, Asaph (1829–1907) 1537
Hall, Chester Moore (1703–1771) 100, 1538
Hall, Douglas S. (1940–2013) 1365
Halley, Edmond (1656–1742) 891
Hallstatt 771
Hanuschik, Reinhard W. 340
Harding, Karl Ludwig (1765–1834) 1537
Hargrave, Lawrence (1850–1915) 1578



Abbildung 0.7Galileo Galilei



Haro, Guillermo (1913-1988) 1192

Harrington, Robert Sutton (1942-1993) 957

Hartkopf, William I. 1245, 1263

Hartley, Malcolm 899

Hartmann, William Kenneth (*1939) 958

Hastings 75

Hathaway, David H. 774

Hawking, Stephen William (1942-2018) 679, 1131, 1133 f.

Hayashi, Chushiro (1920-2010) 1017, 1036, 1063, 1069

Heintz, Wulff-Dieter (1930-2006) 1578

Heisenberg, Werner Karl (1901-1976) 680, 1505, 1535

Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821-1894) 996, 999, 1062 f., 1076, 1225, 1420

Henvey, Louis George (1910-1970) 1018

Herbig, George Howard (*1920) 1192

Herschel, Friedrich Wilhelm (1738-1822) 114, 857 f., 1193, 1237, 1534, 1537, 1578

Herschel, Sir John Frederick William (1792-1871) 114, 1578

Hertzsprung, Ejnar (1873–1967) 1008, 1017, 1033 f., 1036, 1053, 1074, 1291, 1345, 1069, 1073

Herzberg (1904–1999) 71

Herzberger, Maximilian Leopold (1899-1982) 689

Heutz, Stefan (*1980) 1613

Hey, James Stanley (1909-2000) 411, 733, 910, 1535 f.

Higgs, Peter Ware (*1929) 674, 1510

Hilbrecht, Heinz (*1958) 1614

Hill, George William (1838-1914) 925

Hinz, Claudia (*1972) 1614

Hipparch von Nicäa (um -190 bis -120) 645, 1534, 1536

Hoard, Donald W. 1059

Holden, Edward Singleton (1846-1914) 1578

Holmes, Edwin (1838-1918) 894

Honda 899

Hooke, Robert (1635-1702) 89

Horton, Joseph W. 658, 1538

Hough, George Washington (1836-1909) 1578

Howe, Herbert Alonzo (1858-1926) 1578

Hubble, Edwin Powell (1889-1953) 1410, 1484, 1535

Hulse, Russell Alan (*1950) 463, 475 f.

Hulst, Hendrik Christoffel van de (1918-2000) 411, 1535

Humboldt, Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von (1769-1859) 1536

Humphreys, R.M. 1035

Hussey, William Joseph (1862-1926) 1578

Huygens, Christiaan (1629-1695) 110, 688, 1534, 1537

Hyakutake, Yūji (1950-2002) 891

I

Innes, Robert Thorbum Ayton (1861-1933) 1578 Israel, Werner (*1931) 1122

Jackson, Robert Earl (*1949) 637 Jacob, W. S. 1578 Jansky, Karl Guthe (1905-1950) 411, 421, 604, 1535 Jarkowski, Iwan Ossipowitsch (1844-1902) 704 Jeans, James Hopwood (1877-1946) 685, 952, 1052 Jessup, Morris Ketchum (1900-1959) 1578 Johnson, Harold Lester (1921-1980) 604 Jonas, Carsten 1615 Jonckheere, Robert (1888-1974) 1578



Abbilduna 0.9 Wilhelm Herschel



K

Kahlhöfer, Jürgen (*1948) 132 Kaler, James B. (*1938) 883 Kamp, Peter van de (1901-1995) 1303 Kantharia, Nimisha G. 637 Kant, Immanuel (1724-1804) 952, 1536 Kaplan, Joseph (1902-1991) 71 Kashlinsky, Alexander (*1957) 1435 Kato, Mariko 1316 Keller, Philipp 1615 Kellner, Carl (1826-1855) 109 Kelvin, Lord (William Thomson, 1824–1907) 996, 999, 1062 f., 1076, 1225, 1420 Kemmerer, Jürgen Werner (*1960) 1615 Kempf, Paul Friedrich Ferdinand (1856-1920) 624 f. Kepler, Johannes (1571-1630) 89, 919, 1379, 1536, 1538 Kerr, Roy Patrick (*1934) 1122 Kiepenheuer, Karl Otto (1910-1975) 779 Kirchhoff, Gustav Robert (1824-1887) 286, 1538 Kirkham, Allan 88, 90 Kloppenborg, Brian 1059 Knott, G. 1578 Koning, Nico 1406 Kopernikus, Nikolaus (1473-1543) 951, 1536 Kordylewski, Kazimierz (1903-1981) 1345 Korn, Robert 1245 Kowal, Charles Thomas (1940-2011) 873, 1537 Kracht, Dietrich (*1944) 1615 Kristan-Tollmann, Edith 914 Kron, Gerald Edward (*1913) 606 Kuiper, Gerrit Pieter (1905-1973) 865, 952, 1578 Kusmin, Wadim Alexejewitsch (*1937) 679 Küstner, Karl Friedrich (1856-1936) 1578

Kutta, Martin Wilhelm (1867-1944) 1022

Kutter, Anton (1903-1985) 86, 88, 92, 96

Kwee, Kiem Keng 1345



Abbildung O.11 Immanuel Kant



Abbildung 0.12Johannes Kepler

L

Labeyrie, Antoine Émile Henry (*1943) 395, 401, 409 Lada, Charles Johann 1052, 1054 Lagrange, Joseph-Louis de (1736-1813) 866, 924, 1237 Lambert, Johann Heinrich (1728-1777) 938 Landé, Alfred (1888-1976) 703, 712 Landolt, Arlo U. (*1935) 1042, 1094 Lane, Jonathan Homer (1819-1880) 994, 1534 Laplace, Pierre-Simon Marquis de (1749-1827) 952, 1536 Lazarus, Patrick 1119 Leahy, Denis 1406 Leavitt, Henrietta Swan (1868-1921) 628, 636, 1535 Lehmann, Holger 1363 Lehmann, Peter B. (*1936) 624 Lemaître, Georges (1894-1966) 1521 Lense, Josef (1890-1985) 1124 Leonard, F. C. 1578 Leung, K.C. 1301

Le Verrier, Urbain Jean Joseph (1811-1877) 860, 1537



Levy, David H. (*1948) 887 Lichtenberg, Heiner (*1937) 669 Lichtenknecker, Dieter (1933-1990) 105 Lin, Douglas N. C. (*1949) 879 Lipperhey, Hans (1570-1619) 89, 1538 Littrow, Otto von (1843-1864) 286, 1538 Liu, Y. C. 401, 405 Loewy, Maurice (1833-1907) 149, 1536 Lohmann, Adolf Wilhelm (*1926) 401, 405 Lomonossow, Michail Wassiljewitsch (1711-1765) 833 Lorentz, Hendrik Antoon (1853-1928) 333, 702 Ludwig, Marco (*1982) 1615 Lüthen, Hartwig (*1960) 132 Luyten, Willem Jacob (1899-1994) 1303 Lyman, Theodore (1874-1954) 701 Lynds, C. Roger (*1926) 402 Lyot, Bernard Ferdinand (1897-1952) 104, 1538

M

Machholz, Don Edward (*1952) 898 f. Maksutow, Dmitri Dmitrijewitsch (1896-1964) 88, 91 Mannoff, Rainer (*1963) 1615 Margot, Jean-Luc (*1969) 819 Marrison, Warren Alvin (1896-1980) 658, 1538 Maskelyne, Nevil (1732-1811) 742 Mason, Brian D. 1245, 1263 Maunder, Edward Walter (1851-1928) 771 Maury, Antonia Caetana de Paiva Pereira (1866-1952) 1534 Maxwell, James Clerk (1831-1879) 707, 1011, 1013 f. McAlister, Harold A. 1578 McKinnon, William Bill 870 McNamara, Delbert Harold (1923-2014) 1362 Melogh 958 Merting, Rene (*1969) 1615 Messier, Charles (1730-1817) 1534, 1576 Mészáros, Peter István (*1943) 723 Michelson, Albert Abraham (1852-1931) 286, 395, 397, 688, 1534 f., 1538 Middleditch, John 1393 Mie, Gustav (1868-1957) 55 Milburn, William (1896-1982) 1578 Milgrom, Mordehai (*1946) 1421 Mishima, Tokushichi (1893-1975) 286, 1538 Mittenzwey 110 Moffat, John W. (*1932) 1422 Moilanen, Jarmo Antti Eerik (*1968) 75 Moni-Bidin, Christian 1421 Montanari, Geminiano (1633-1687) 1534 Montenbruck, Oliver 902 Morgan, William Wilson (1906-1994) 604

Morley, Edward Williams (1838-1923) 395 Mrkos, Antonín (1918-1996) 899 Müller, Andreas (*1973) 1125 Muller, Frank (1862-1917) 1578

Muller, P. 1578

Müller, Karl Hermann Gustav (1851-1925) 624 f.



Abbildung 0.14 Charles Messier



Abbildung 0.15 Isaac Newton

N

Nagaoka, Hantarō (1865–1950) 286, 1538 Nagler, Al (*1935) 109 Neumann, Gerd (*1976) 200 Newcomb, Simon (1835–1909) 688 Newman, Ezra Ted (*1929) 1122 Newton, Sir Isaac (1643–1727) 89, 919, 921, 1011, 1478, 1538 Nicholsen, Seth Barnes (1891–1963) 1537 Nimtz, Günter (*1936) 688 Nordström, Gunnar (1881–1923) 1122 Nowikow, Igor Dmitrijewitsch (*1935) 1134

O

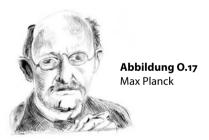
O'Keefe, John Aloysius (1916–2000) 704
Olbers, Heinrich Wilhelm Matthias (1758–1840) 872, 938, 1483, 1534, 1537
Oort, Jan Hendrik (1900–1992) 771, 878, 889
Oppenheimer, Julius Robert (1904–1967) 482, 1079
Osmer, Patrick S. 636
Osthoff, H. 624f.
Ouyed, Rachid 1406
Overhaus, Christian (*1970) 539, 1615



Abbildung 0.16 Heinrich W. Olbers

P

Paddack, Stephen J. 704 Pagel, Lienhard (*1947) 543, 980 Pagenkopp, Ralf Günther (*1954) 782 Pajdusakova 899 Papagiannis, Michael D. 913 Parry, William Edward (1790-1855) 75-77 Paschen, Louis Carl Heinrich Friedrich (1865-1947) 700 Payne, David G. 723, 728 Peebles, Philip James Edwin (*1935) 1423 Pellepoix, Antoine Darquier de (1718-1802) 1193 Penrose, Sir Roger (*1931) 1124, 1527 Penzias, Arnold Allan (*1933) 1483, 1535 Perlmutter, Saul (*1959) 1483, 1535 Pérot, Jean-Baptiste Alfred (1863-1925) 114, 1538 Perrine, Charles Dillon (1867-1951) 1575 Perry, J. J. M. 1578 Peterson, Bruce A. (1933-2006) 1514 Petzval, Josef Maximilian (1807-1891) 87, 101 Pezenas, Esprit (1692-1776) 81, 1536 Pfleger, Thomas 902 Pfund, August Herman (1879-1949) 700 Phillips, Mark M. (*1951) 637 Philolaos (-469 bis -398) 951, 1536 Piazzi, Guiseppe (1746-1826) 869, 1537, 1578 Pickering, Edward Charles (1846–1919) 1534 f., 1575 Pilz, Uwe (*1958) 1615 Pizarro, Guido 890 Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858-1947) 685, 1504, 1506 Plössl, Simon (1794-1868) 109 Pogson, Norman Robert (1829-1891) 873, 1534, 1537 Polchinski, Joseph Gerard (*1954) 1132 Pollmann, Ernst (*1943) 310, 542



Popper, Daniel Magnes (1913-1999) 1367 Pöpsel, Josef (*1963) 1613 Poynting, John Henry (1852-1914) 703 Pressmann 88 Priester, Wolfgang (1924–2005) 1523 Ptolemäus, Claudius (um 100 bis 175) 951, 1536 Ptolemäus III. (-283 bis -221) 667 Puiseux, Pierre Henri (1855-1928) 149, 1536 Purcell, Edward Mills (1912-1997) 411, 1535 Purkinje, Johann Evangelist (1787-1869) 610 Pythagoras von Samos (um -580 bis -495) 1536

Q

Quester, Wolfgang (*1938) 262, 604, 1397



Abbildung 0.18 John W. Rayleigh

R

Radsiewski, Wladimir W. 704 Ramsden, Jesse (1735-1800) 110 Ransburg, Wolfgang (*1964) 1616 Rayleigh, John William Scrutt, 3. Baron (1842-1919) 55, 121, 685 Reber, Grote (1911-2002) 411, 1535 Reese, Carsten (*1962) 1616 Rees, Martin John, Baron Rees of Ludlow (*1942) 723 Refsdal, Sjur (1935-2009) 1478 Reissner, Hans Jacob (1874-1967) 1122 Retzlaff, Klaus (*1962) 1420 Richards, Mercedes T. 1363 Richter, Jean (1630-1696) 627 Riess, Adam Guy (*1969) 1535 Ries, Wolfgang (*1968) 1613 Ritchey, George Willis (1864-1945) 88, 90, 94, 146, 1544 Rittenhouse, David (1732-1796) 114, 286, 1538 Robertson, Howard Percy (1903-1961) 703 Roche, Édouard Albert (1820–1883) 925 Roe, E. D. 1578 Roland, Georges 887 Rømer, Olaf Christensen (1644–1710) 114, 688, 1534, 1538 Ronchi, Vasco (1897-1988) 103 Rood, Herbert Jesse (*1937) 1433 Rosenberg, Hans (1879-1940) 1033 Rosse, Lord (William Parsons, 1800–1867) 1534



Abbildung 0.19 Sjur Refsdal

S

Sachs, Rainer Kurt (*1932) 1518 Sakurai, Yukio 1090 Samus, Nikolai N. (*1949) 1289

Ross, Frank Elmore (1874-1960) 971 Rossiter, Richard Alfred (1886–1867) 1578

Rümker, Christian Karl Ludwig (1788-1862) 1578 Runge, Carl David Tolmé (1856-1927) 1022 Russell, Henry Chamberlain (1836–1907) 1578

Rydberg, Johannes Robert (1854-1919) 701

Russell, Henry Norris (1877–1957) 1008, 1017, 1033 f., 1036, 1053, 1074, 1069, 1069, 1073

Roth, Günter D. (*1931) 791

Rutten, Harrie G. J. 88

Sandage, Allan Rex (1926-2010) 1485

Sanduleak, Nicholas (1933-1990) 1391

Sarkar, Subir (*1953) 1526

Sastry, Gummuluru Narasimha (*1937) 1433

Sawo, Mathias (*1981) 1616

Sazepin, Georgi Timofejewitsch (1917-2010) 679

Scaliger, Joseph Justus (1540-1609) 666

Scardia, Marco (*1948) 1578

Schaeberle, John Martin (1853-1924) 1578

Schaer, E. 87

Scharf, Caleb A. 983

Schedler, Johannes (*1953) 1616

Scheiner, Julius (1858-1913) 127, 130, 1538, 1578

Schertl, D. 408

Schiaparelli, Giovanni Virginio (1835-1910) 1578

Schmidt, Bernhard (1879-1935) 88 f., 1538

Schmidt, Brian Paul (*1967) 1535

Schmidt, J. F. J. 625

Schoch, Horst 1245

Schönberg, Mario (1914-1990) 1061 f.

Schönfeld, Eduard (1828-1891) 1575

Schreckling, Kurt 1616

Schroeder, Daniel J. 291

Schröter, Johann Hieronymus (1745-1816) 830

Schwabe, Samuel Heinrich (1789-1875) 733, 771

Schwarzschild, Karl (1873-1916) 1122

Schwenn, Oliver 1616

Seaton, Michael J. (1923-2007) 1158

Secchi, Pietro Angelo (1818-1878) 286, 733, 1534, 1536, 1578

See, Thomas Jefferson Jackson (1866-1962) 1578

Seldowitsch, Jakow Borissowitsch (1914-1987) 634, 1134

Sellmeier, Wolfgang von 689

Sellors, Richard Pickering (1869-1937) 1578

Sérsic, José Luis (1933-1993) 1450

Shakura, Nikolai Iwanowitsch (*1945) 723

Shapiro, Irwin Ira (*1929) 1479

Shapley, Harlow (1885-1972) 113 f., 1538

Shi-yang, Jiang 1362

Shoemaker, Eugene (1928-1997) 887

Sidgwick 905

Silk, Joseph Ivor (*1942) 1519

Sima Qian (um -145 bis -90) 1075

Sitarski, Grzegorz 929

Sitter, Willem de (1872-1934) 1525

Skey, Henry (1836-1914) 89

Smith, George Elwood (*1930) 149

Smyth, William Henry (1788-1865) 1578

Solanki, Sami Khan (*1958) 772

South, James (1785-1867) 1578

Southworth, George Clark (1890-1972) 411, 1535

Spitzer, Daniel (*1982) 1616

Spörer, Friederich Wilhelm Gustav (1822–1895) 771, 773

Stefan, Josef (1835-1893) 635, 685, 734, 1000, 1004, 1008, 1315, 1503

Steinheil, Hugo Adolf (1832-1893) 98, 112

Stokes, George Gabriel (1819-1903) 358

Stone, Ormond (1847-1933) 1578

Stothers, Richard B. (1939-2011) 1301

Straus, Ernst Gabor (1922-1983) 1436

Strehl, Karl (1864-1940) 124

Strömgren, Bengt Georg Daniel (1908–1987) 605–607, 1164



Abbildung O.20Karl Schwarzschild



Abbildung O.21 Bengt Strömgren

Struve, Friedrich Georg Wilhelm (1793-1864) 1245, 1578 Struve, Otto Wilhelm von (1819-1905) 1245, 1578 Suess, Hans E. (1909-1993) 771 Sufi, Abd al-Rahman al- (903-986) 1534 Sunjajew, Raschid Alijewitsch (*1943) 634, 723

T

Taki, Toshimi 1245, 1578 Tape, Walter 75 Taylor, Joseph Hooton (*1941) 463, 475 f. Tempel, Ernst Wilhelm Leberecht (1821-1889) 891, 894, 899, 911, 1545 Thirring, Hans (1888-1976) 1124 Thomé, John Macon (1843-1908) 1575 Thomson, Sir Joseph John (1856–1940) 373 Titius, Johann David (1729-1796) 890, 959, 1536 Tollmann, Alexander (1928-2007) 914 Tolman, Richard Chace (1881-1948) 482, 1079 Tombaugh, Clyde (1906-1997) 874, 1537 Townes, Charles Hard (*1915) 1300 Trumpler, Roberto Julius (1886-1956) 1210 Tscherenkow, Pawel Alexejewitsch (1904-1990) 703 Tschurjumow, Klim Iwanowitsch (*1937) 895 Tully, Richard Brent (*1943) 637, 1435 Turner, Arthur Francis (1906-1996) 285 f., 1538 Turner, David G. 607



Abbildung 0.22 Ernst W. Tempel

IJ

Ulbricht, Manfred (*1952) 1616

Tuttle, Horace Parnell (1837-1923) 891, 899

\mathbf{v}

Vaucouleurs, Gérard-Henri de (1918-1995) 1410, 1450 Vegard, Lars (1880-1963) 71 Véron-Cetty, Marie Paule 1460 Vikhlinin, Alexey 1433 Vogel, Hans Carl (1841-1907) 625 Vogel, Hermann Carl (1841-1907) 1534 Voigt, Woldemar (1850-1919) 333 Volkoff, George Michael (1914-2000) 482, 1079 Vollmann, Wolfgang (*1959) 1245 Vries, Hessel de 771



Waldmeier, Max (1912-2000) 774 Webb, Thomas William (1807-1885) 1578 Weber, Ernst Heinrich (1795-1878) 620, 1534 Weber, Markus (*1979) 1421 Wegener, Alfred Lothar (1880-1930) 75 Wehner, Pete 1578 Weigand, Mario (*1983) 1616 Weigelt, Gerd P. (*1947) 401, 405 Weigert, Alfred (1927-1992) 4, 600, 1140, 1229 Weizsäcker, Carl Friedrich Freiherr von (1912-2007) 952, 994, 1010, 1535 f.



Abbildung 0.23 Carl Friedrich von Weizsäcker

Wellmann, Peter (*1913) 1367 Wendker, Heinrich Johannes (1938-2008) 4, 421, 600, 1140 Wesselink, Adriaan Jan (1907-1995) 632, 1001 Westerhout, Gart (1927-2012) 411, 1535 Wien, Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz (1864-1928) 685 Wild, Paul (*1925) 897, 899 Wilson, Alexander (1714-1786) 733, 742 Wilson, Olin Chaddock (1909-1994) 543, 635 Wilson, P. R. 742 Wilson, R. H. 1578 Wilson, Robert E. 1060 Wilson, Robert Woodrow (*1936) 1483, 1535 Wiltshire, David L. 1525 Winifred Sawtell Cameron (*1918) 813 Winnecke, Friedrich August Theodor (1835-1897) 1578 Wirtanen, Carl Alvar (1910-1990) 899 Wischnewski, Barbara (*1953) 938 Woerden, Hugo van 1345 Wolfe, Arthur Michael (1939-2914) 1518 Wolf, Johann Rudolf (1816-1893) 715, 771, 774 Wolf, Maximilian Franz Joseph Cornelius (1863-1932) 149, 1536 Wolk, Scott J. 1058, 1060 Wollaston, William Hyde (1766-1828) 286, 1538 Wolter, Hans (1911-1978) 458, 460 Wood, Robert Williams (1868-1955) 89 Workman, Brian 1245 Woronzow-Weljaminow, Boris Alexandrowitsch (1904-1994) 1197 Wright, K.O. 1367

Y

Yukawa, Hideki (1907-1981) 672

\mathbf{Z}

Zeeman, Pieter (1865–1943) 342, 703, 712, 1534 Zeipel, Edvard Hugo von (1873–1959) 1007 Zhang, Yun 879 Znajek, Roman L. 723, 727 Zucchius, Nicolaus (1586–1670) 89, 1538



P Sachregister

Symbole	80 Ursae Majoris 1247 81P/Wild2 897	A
1E 0657-56 1424	85 Pegasi 1248, 1253	A13-Mittelung 778
1P/Halley 891	93 Leonis 1247	A 370 1478
2M1207 966	96P/Machholz1 898	A0620-00 1127
2P/Encke 891	100-m-Teleskop 421	AASC 500
3C48 422	118 Tauri 1247	AAVSO. Siehe American Association
3C58 1104	120°-Nebensonne 75	of Variable Star Observers
3C84 422	133P/Elst-Pizarro 890	AAVSO International Database 488,
3C144 422	176P/Linear 890	1377
3C 145 421 f.	238P/Read 890	AAVSO Photometric All-Sky Sur-
3C157 422	1992 QB1 864, 866	vey 1377
3C161 422	1993 FW 866	AAVSO Variable Atlas 1326
3C163 422	1995 TL8 864	Abbe-Zahl 690, 692
3C 273 422, 1466 f.	1996 TL66 864	Abell 39 1207
3C274 422	1999 NC43 914	Abell 194 1437
3C341 1406	2002 AW197 866, 869	Abell 1835 IR 1916 1480, 1486
3C348 422	2002 MS4 869	Abell-Katalog 1576
3C405 422	2002 OR10 869	Abendweite 648
3C461 422	2002 TC302 869	Aberration
3XMM J215022.4-055108 1135	2002 TX300 869	chromatische 93
3α-Prozess 1011	2002 UX25 869	Fixstern 938
4U 1608-52 1102	2002 XU93 864	jährliche 938
4U 1636-536 1102	2003 AZ84 869	Planeten 938
4U 1728-34 1102	2003 EL61 (Haumea) 877	sphärische 88, 94
9-12 Gem 1189	2003 UB313 (Eris) 877	tägliche 938
9P/Tempel1 894	2004 GV9 869	Abiogenese 984
10Be-Isotop 771	2004 JG6 867	Abklingverhalten 481
12 Lyncis 1248, 1280	2004 MN4 868	Abkürzungen 1499
14C-Isotop 771	2004 S1 R 850	Ableitung 1570
14 Orionis 1248	2004 YH32 864	Ablesefehler 1357
16 Vulpeculae 1248	2005 RN43 869	Absolute Helligkeit 604
17P/Holmes 894, 899	2005 UQ513 869	Absorptionslinien 321, 695, 700, 1311
21-cm-Wasserstofflinie	2006 HY51 864	Abstand 1275
Radioastronomie 438	2006 US289 (Wischnewski) 873	Abstand des Perihels (vom aufsteigen-
22°-Ring 75-77	2007 OR10 866, 877	den Knoten) 927, 944
23 Orionis 1247	2010 NV1 864	Abstandsmessung 629
26 Draconis 1248, 1255	2012 DA14 868	Abtastung 176
28 Tau 1308, 1310. Siehe Pleione	2012 FZ23 864	Abydos 897
30 Doradus 1178	2015 RR245 869	Acetamid 896
36 Andromedae 1248	α2 CVn-Sterne 1304	Aceton 896
46°-Ring 75-77	α-Aurigiden 911	Acetylen 966
52 Orionis 1248	Σ228 1248	Achilles-Gruppe 866
54 Leonis 1247	Σ460 1248	Achird 1277
55 Cancri 966	Σ749 1248	Achromasie 691
55P/Tempel-Tuttle 1866 I 891, 911	Σ1037 1248, 1258	Achromasiebedingung 691
61 Cygni 1247	Σ2390 1247	Achromat nach Fraunhofer 97
70 Ophiuchi 1248, 1256, 1271	Σ2466 1247	Achromat nach Steinheil 98
72 Pegasi 1248	Σ2483 1247	Active Galactic Nukleus 1460
79 Ursae Majoris 1247	**	ACVS 501
80 Tauri 1248, 1256		Adams-Ring 860

Adaptive Optik 396 ALMA. Siehe Atacama Large Millime-Anthe 851f. Adenin 982 Anti-Blooming 175 ter Array Adler 45 Almaaz 1056 Antiproton 1511 Adlernebel 1165, 1180 f., 1186 Almach 46, 48, 1247 Antoniadi-Skala 62 Adrastea 842 Almanach 37 Anwendungsbeispiel 747, 1276, 1339 Alpen (Mondgebirge) 805 AO 0235+164 1468 ADS. Siehe Aitken-Doppelstern-Katalog; Siehe Astrophysics Data System Alpental (Mond) 805 Aoede 843 Advanced Coma Free 88 Alpha Geminorum 1247, 1251 Äon 1527 Advanced LIGO 467, 470 Alpha Herculis 1247, 1271 APASS 1377 Advanced Ritchey-Chrétien 90, 146 Alpha Lyrae 1292. Siehe Wega Apenninen (Mondgebirge) 169, 807 Advanced VIRGO 466, 470 Alpha Orionis. Siehe Beteigeuze Apochromat 97 f. Aegaeon 852 Alpha Piscium 1248 Apochromatismus 100 Alpha Ursae Minoris 1278 Apochromat nach Petzval 101 Aegir 853 Aerosolgehalt der Luft 158 Alphonsus (Mondkrater) 813 Apohele 867 Affenkopfnebel 1165, 1175, 1188 Altair 45 Apollo (Raumsonde) 1542 Afokale Projektive 171 Alter des Universums 1488, 1497 Apollo-Typ 867 Afokales digitales Projektionssys-Alter eines Pulsars 1112 APPLAUSE 489, 495, 499 tem 171 Ältere Population I 995 Ap-Sterne 709, 1304 Alter-Null-Hauptreihe 1035 f. Afterglow 1106 Aql X-1 1102 Äquatorialbänder 844 AGASA-Experiment 679 Altersbestimmung 1224 Agent Neo (Zooniverse) 535 Farben-Helligkeits-Diagramm 1226 Äquatorialsystem 640 Agglomeration 954 Isochronenmethode 1224 Aquila. Siehe Adler Agilkia 896 f. Isotopenmethode 1224 Äquinoktium 645, 928 AGN-Galaxie (Aufbau) 1460 Weiße Zwerge 1225 Äquivalentbreite 326, 342 Ägyptischer Kalender 667 AL Trianguli 569 Äquivalentbrennweite 153, 157 Aluminiumbeschichtung 102, 139 Ahuna Mons (Ceres) 871 Arabia Terra (Mars) 836 AID 1377. Siehe AAVSO International Amalthea 842 Arago-Punkt 361 Database Amateur-Radioteleskop 440 Arago-Ring 860 Airglow. Siehe Luftleuchten; Ameisensäure 982 Arakelian Emission Line Objects 1576 Siehe Luftleuchten American Association of Variable Star Arbeitsvorschlag 64, 568, 590, 593 f., Aitken-Doppelstern-Katalog 1575 Observers 488, 495 f., 1290, 1327, 752, 758, 760, 950, 1276, 1279, 1357, Aitne 842 1501 Archaeen 987 Akkretion 1387 Aminoacetonitril 982 Planetenentstehung 954 Amor-Typ 868 Arche 842 Quasare 1463 Amplitude 472 Arches 1210 f. Analoge Photographie 1559-1568 Akkretionseffizienz 1463 Arecibo 412 Akkretionsscheibe 724, 726, 1313, 1461 Ananke 842 Arend-Roland 1957 887 Aktive galaktische Kerne 1460 f. And A 422 Areographische Koordinaten 651 Aktive Galaxien 1459-1474 Andromeda 48 Argelander'sche Stufenschätzme-Aktive Optik 395 Andromedagalaxie 48, 422, 1415, 1424, thode 232, 1340 Akustische Schwingungen 1518 1428, 1438, 1447 f. Argentine Virtual Observatory 486 Andromedanebel, Siehe Andromeda-Aladin 488, 524 Ariel 859 Albategnius (Mondkrater) 803, 808 ARIEL (Satellit) 1544 f. Andromeda Project (Zooniverse) 535 Albedo 821 Aries. Siehe Widder Angular Diameter Distance 1494 Albiorix 852 Arietiden 911 Albireo 336, 650, 1247, 1262, 1267, Annus Fictus 664 Aristarchus (Mondkrater) 802, 813 1271 f. Anomale X-Ray Pulsare 1102 Arjuna-Typ 867 ALccd 174 Anomalie Arkturus 650, 1000 Aldebaran 42, 650, 1000 exzentrische 930 Arkustangens 1275 Algol 46, 1325 mittlere 930, 944, 1286 Armenian Virtual Observatory 486 Algol-Paradoxon 1235 wahre 927, 929, 931, 944 Arp 148 1415 Arp 229 584 Algol-Sterne 1235 Anomalistischer Monat 665 Alhena 650 Anomalistisches Jahr 665 Arp 299 (Polarisation) 384 aLIGO. Siehe Advanced LIGO Anregungstemperatur 1005 Arp 316 1688 Alinda-Gruppe 867 Antares 44, 650, 1000, 1057 AR Scorpii 479, 547, 1087 Alkor 47, 1247 Antaresnebel 1057, 1186 arXiv 1585 Allgemeine Relativitätstheorie 677, Antennen 430 ASA 158 Antennencharakteristik 442 ASAS 489, 495, 500 Allied Vision Goldeye 454 Antennengalaxie 1429 ASAS-SN 503, 574 f., 577 Antennenkeule 419 ASASSN-15lh 1380



Abbildung P.1 Galaktischer Emissionsnebel NGC 2264 (Konusnebel), aufgenommen mit TEC 110/616 mm, FLI ML 16803-35 und Ha:[OIII]:[SII]:R:G:B = 500:440:120:5:5:5 min. Credit: Rolf Geissinger.

Asteroiden 863, 909 Asteroid Zoo (Zooniverse) 535 Astigmatismus 96, 289 Astra (Satellit) 439 AstroArt (Software) 268, 1639 Astrobiologie 980 Astro-E2 (Satellit) 457, 1545 Astrograph 92 AstroGrid, United Kingdom 486 Astrokamera 165, 173 Astrometrica (Software) 268, 1641 Astrometrische Doppelsterne 1234 Astronomische Dämmerung 82 Astronomische Einheit 627 Astronomische Vereinigungen 1643 Astronomy Rewind (Zooniverse) 535 Astron (Satellit) 451, 1544 Astropeiler Stockert 439 Astrophotographie Lösungen für Probleme 228 Astro Photography Tool (Software) 180, 1637 Astrophysics Data System 1584 Astro-Solar-Folie 763 Astrotrac 180 Asymmetrie Wilson-Effekt 756 Asymmetriefehler 95 Asymptotischer Riesenast 1071, 1069 AT2017gfo 483 ATA 417

Atacama Large Millimeter Array 973, 1055, 1529, 1540 Atair 45, 330, 650 Aten-Typ 867 Äthylalkohol 982 Äthylenglykol 982 ATIK 174 Atira-Typ 867 Atlas 850, 852 Atlas Coelestis 1575 Atlas of Peculiar Galaxies 1576 Atmosphäre 51-84, 396 Erde 834 Jupiter 839 Mars 836 Merkur 825

Neptun 860 Autokorrelation 403, 407 f. Barvcentric Coordinated Time 662 Saturn 849 Autonoe 842 Barycentric Dynamical Time 662 Titan 854 AutoStakkert! (Software) 1639 Baryonen 672 Uranus 857 aVIRGO, Siehe Advanced VIRGO Baryonische akustische Oszillatio-Venus 827 Axiom 109 nen 1518 Atmosphäre der Sonne 761 Axione 1423 Baryonische Materie 1499 Atmosphäre von Beteigeuze 425 AXP 1101 f. Baryzentrischen Koordinaten 939 Atmosphärische Einflüsse 261 Azimut 639 Baryzentrum 939 Atmosphärische Fenster 53 Azimutalmontierung 125 Basalt 872 Atmosphärische Schwächung 158 Azimutfehler 131 Bath-Interferometer 104 Atomuhr 660 Bauernregeln 66 BAV. Siehe Bundesdeutsche Arbeitsge-Atomzeit 660 Attraktor, großer 1435 meinschaft für Veränderliche Sterne B AudioHimmelsführungen (Soft-Bayerische Volkssternwarte München B1422+231 1476 e.V. 1644 ware) 38 B1608+656 1485 Aufbau der Atmosphäre der BD. Siehe Bonner Durchmusterung Baader Micro Guide 1264 f. Sonne 761 Beagle 2 (Raumsonde) 1543, 1545 Aufbau der Erdatmosphäre 51 f. Baade-Wesselink-Methode 632, 1001 Beagle 3 (Raumsonde) 1545 Aufbau eines Fernrohrs 85 Babcock's Stern 708 Bearbeitungsprozess von Bildern 201 Aufgabenbereiche in der Photomet-Babinet-Punkt 361 Bebhionn 852 Bacillus permians 987 rie 278 Bedeckungsveränderliche 1234, 1358 Back Side Illuminated 167 Bedeckungsveränderlicher 569, 572, Auflösungsvermögen 120 Backyard Worlds: Planet 9 (Zooni-DADOS 288 580, 585 verse) 535 Flächenobjekte 287 Bedeckungsveränderlicher bei Bahnbestimmung 880, 938 Gitter 287 NGC 4490 584 Bahn der Sonne 1143 Orientierungshilfe 288 Befort Wetzlar 102, 139 Prisma 287 Bahnelemente 926 Begleiter der Milchstraße 1150 Abstand des Perihels 944 Beifang in Deep-Sky-Bildern 548-596 spaltlose Spektroskopie 289 Aufsteigender Knoten 943 spektrales 286, 292, 302, 304 Belichtungsformel 158 Bahnneigung 944 Überprüfung 294 Belichtungsreihe 1562-1568 Doppelsterne 1286 Aufnahmesoftware 180 Belichtungszeit 158, 161 f., 175, 179 Mittlere Anomalie 944 Aufnahmeverfahren 150 Belinda 859 Periheldistanz 944 Bellatrix 650 Fokalaufnahmen 150 Periheldurchgang 945 Projektionsaufnahmen 150 Beobachtung Planeten 928 Sternfeldaufnahmen 150 Jupiter 843 Aufsteigender Knoten 927, 943 Wahre Anomalie 944 Kometen 900 Zwerg- und Kleinplaneten 928 Aufsuchekärtchen. Siehe Umgebungs-Mars 837 Bahnen der Planeten 819 karten Merkur 825 Bahnformparameter 926, 1286 Auge 609 Meteore 915 Bahngeschwindigkeit 820 Augenprüfer. Siehe Alkor Neptun 861 Bahnlageparameter 926, 1286 Augenpupille 116 Plantoiden 880 Bahnneigung 944 AU Mic 955 Saturn 856 Aurora australis 71 Doppelsterne 337 Uranus 859 Bahnstörungen 960 Aurora borealis 71 Venus 828 Bahnzeitparameter 926, 1286 Aurora-Oval 71 Beobachtung der Sonne 762 Bahtinov-Maske 186 Ausbreitungsgeschwindigkeit 687 Beobachtungsobjekte Bakterien 987, 990 Ausflockung 954 Doppelsterne 1244 Balmer-Dekrement 1159, 1325 Ausgleichsparabel 1572 Galaktische Nebel 1165, 1167 Balmer-Kontinuum 607 Ausgleichsrechnung 1351, 1569-1574 Galaxien 1415, 1437 Auslösekabel RS-60E3 172 Balmer-Limit 321 Kugelsternhaufen 1221 Balmer-Serie 321, 701 Ausrichtung 129 offene Sternhaufen 1212 Ausrichtungsfehler 128 Bärenhüter 43 f. Planetarische Nebel 1197 Bariumflint 690 Austauschteilchen 674 Polarisation 365, 367 Barlow-Linse 112 f., 144, 154 Austin 907 Veränderliche Sterne 551, 1325 Barnard 44 1057 Australian Virtual Observatory 486 Beobachtungsqualität 779 Barnard-Katalog 1576 Austrittspupille 114 Beobachtungstechnik in der Radioast-Barnards Loop 1171 Austrittsspalt 284 ronomie 420 Barndoor-Montierung 140-142 Auswerteverfahren BepiColombo (Raumsonde) 1543, 1545 Barringer-Krater 913 Bequeme Vergrößerung 117 Polarimetrie 370 Autoguiding 129, 173 Berechnung der Helligkeit 935

Berechnung der Koordinaten 933 Bildfeldderotator 128 Boltzmann-Formel 1005 Bergelmir 852 Bildfeldebnungslinse 95 Bond-Albedo 821 Berkeley Open Infrastructure for Net-Bildfeldrotation 130 Bonner Durchmusterung 1575 work Computing 533 Bildfeldwölbung 289 Bonn-Potsdam-Modell 1485, 1521 Bootes, Siehe Bärenhüter Berührungsbogen 75-78 Bildgröße 157 Borisov 879 Beschichtung 139 Bildkalibrierung 202 Beschichtungen von Spiegeln 1646 Bildruhe 779 Borkron 690 Beschleunigte Expansion 1486 Bildschärfe 779 Bose-Einstein-Kondensat 464 Bessel'sches Jahr 664 Bildschärfe bei der Beobachtung der Bosonen 672 Be-Sterne 340, **366**, 540, 1307 Sonne 779 intermediäre 672 Polarisation 373 Bildstapelung. Siehe Bildüberlagerung Braune Zwerge 963, 1065, 1144, 1423 Bestimmung der Bahnelemente 943 Bildüberlagerung 202 Brazilian Virtual Observatory 486 Bestimmung der interstellaren Rö-Bildung der Galaxien 1417 (B-R)-Diagramm 1242, 1358 tung 1161 Bildung von Sternhaufen 1050 Brechungsindex 689 f., 697 Bestimmung der Koordinaten 901 Bildverstärker 403 Breite der Penumbra 755 Bestimmung des Durchmessers 1240 Bildverzerrungen 96 Breitengrade 652 Bestimmung des geographischen Or-Bildwölbung 95 Brenndauer 1066 tes 648 Binäre Schwarze Löcher 1465, 1468 Brennweite 114 Bestimmung von Minimums- und binärgetriebene Hypernova 1388 f. optimale 175 f. Maximumszeitpunkten 1344, 1349 Binärpulsar 476 Brewster-Punkt 361 Fehlerabschätzung 1358 Binärsystem 471 Brewster-Winkel 361 Fehlerquellen 1357 Binokular 144 Bright-Star-Katalog 1575 Freie Hand 1344 Biomarker. Siehe Biosignatur BRITE 489, 495 Parallellinienmethode 1344 Biosignatur 986 Broad Line Region 1462, 1470 Pauspapiermethode 1345 Bipolare Jets 1055 Brown'sche Molekularbewegung 334, Polynom 1345 Bispectral analysis 406 1072 Bestla 853 BK7 102 Bulge 1417 Beta-Cephei-Sterne 1294 Blackeye-Galaxie 43, 1415, 1444 Bullets 723, 1129 BLAP. Siehe Blue large-amplitude pul-Beta Cygni 45, 1247 Bumerangnebel 1197 Beta Delphini 1248, 1253 Bump (RR-Lyrae-Sterne) 1293 Beta Lyrae 45, 329, 1247, 1325 Blasare 1469 Bundesdeutsche Arbeitsgemein-Beta-Lyrae-Sterne 580, 1235 Blasennebel 46, 1165, 1169, 1184 f., schaft für Veränderliche Sterne 592, Beta Monocerotis 1247 1187, 1214 1326 f., 1373, 1375, 1645 Beta Orionis 1247 Blauer Schneeball 1195, 1207 Bürgerliche Dämmerung 82 Blaurotkeil 624 Beta Persei (Algol) 1325 Bürgerwissenschaft 533 BU Tau. Siehe Pleione Beteigeuze 42, 307, 402, 425, 638, 643, Blausäure 966 B+W-Filter 824 646, 650, 1000, 1075, 1296, 1301, Blazare 1469 1325, 1399 Blazefunktion 315 BY-Draconis-Sterne 1258 Bethe-Weizsäcker-Zyklus 1010 Blazegitter 144, 282 Beugungsbild 120, 397 Blaze-Gitter-Spektroskop 113, 289 Beugungsgitter 282 Blazewellenlänge 298 Beugungsscheibchen 121 Blazhko-Effekt 278, 1293 Bezugsquellen für den Selbstbau 1646 C1 1169, 1211 C4 1165, 1169, 1184 Bianca 859 Blei-204-Isotop 1224 C6 1195 Blei-206-Isotop 1224 Biasframe 191 C9 1165, 1169, 1187 Bibcode. Siehe Bibliographischer Code Bleistiftnebel 1400, 1404 C11 46, 1165, 1169, 1184, 1214 Bibliographischer Code 1584 Blende 178 C13 46, 1169, 1187, 1211 f., 1214 Bienenwabenstruktur 1530 Blendenverfahren 248 C14 1211 Bierhefe 987 Blendenzahl 115 C 19 1165, 1169, 1185, 1200 Big Bang 1519 Blickfeld 117 C 20 45, 1165, 1183, 1186 Big Bounce 1519, 1523 Blick ins All 1644 BL-Lacertae-Objekte 1462, 1468 C 22 1195, 1207 Big Chill 1519 C23 1415, 1440 Big Crunch 1519 Blue large-amplitude pulsators 1296 Big Freeze 1519 C24 1415 Blütezeit von Obstbäumen 70 C27 1165, 1182 f., 1186 Big Rip 1519, 1526 Bobrovnikoff-Methode 905 C32 1415 Big Whimper 1519 BOINC. Siehe Berkeley Open Infras-Bikubische Interpolation 292, 1268 tructure for Network Computing C33 1400 C34 1400 Bildaddition. Siehe Bildüberlagerung Bolide 909 Bildernachweis 1613 Bolometrische Helligkeit 618 C38 1415, 1440 C39 1195 Bildfehler 101 Bolometrische Korrektur 618



Abbildung P.2 Supernovaüberrest NGC 6960 (Sturmvogel), aufgenommen mit 10" Newton f/3.7, Atik 383L+ und Ha:[OIII]:R:G:B = 70:60:20:20:20 min. *Credit: Carsten Reese*.

EOS 60D 171

C41 1211, 1216
C49 1165, 1177
C50 1211, 1214
C 55 1195, 1205
C63 1195, 1205 f.
C80 1219, 1221
C/1995 O1 891
C/1995 Y1 891
C/2012 S1 (ISON) 898
CaFK95 101
Calciumfluorid 100, 690
Caliban 859
Callirrhoe 843
Calypso 852, 854
Canadian Virtual Observatory 486
Cancer. Siehe Krebs
Canis Maior. Siehe Großer Hund
Canis Minor. Siehe Kleiner Hund
Canon EOS Utility 177, 183
Canon-Kameras 171
EOS 10D 171
EOS 20D 171
EOS 30D 171
EOS 40D 171, 611
EOS 50D 171

E00 00E 1/1
EOS 60Da 172, 612
EOS 80D 171
EOS 300D 171
EOS 450D 171
EOS 1000D 171
EOS 1100D 171
EOS 1200D 171
EOS 1300D 171
Canyon Diablo 913
Capella. Siehe Kapella
Cape Photographic Catalogue 1576
Carinanebel 997, 1167
Carina-Sagittarius-Arm 1145
Carme 843
Carpo 842
Carrington-Rotation 738
Cartes du Ciel (Planetariumssoft-
ware) 1634
Cas A 422, 446-448, 1104, 1400, 1406
Casimir-Druck 681
Casimir-Effekt 680 f.
Cassegrain 88, 91
Cassegrain-Fokus 93
Cassegrain nach Dall-Kirkham 90

Cassini (Raumsonde) 855, 1543
Cassinische Teilung 849
Cassiopeia. Siehe Kassiopeia
Castor. Siehe Kastor
Catalina Sky Survey 490, 495, 504
Catalina Surveys Periodic Variable
Star Catalog 1291
Catalogue of Galactic Planetary Ne-
bulae 1576
Catalogue of Markarian Galaxies 1576
Catharina (Mondkrater) 802
Cauchy-Horizont 1124
Cave-Nebel 1165, 1169, 1187
CC Andromaedae 543
CCC-Kosmologie 1527
CCD 165
CCD-Ausleseverfahren 166
CCD-Photometrie-Filter 613
CD. Siehe Córdoba Durchmusterung
CDM 1423
CDM-Standardmodelle 1529
Cen A 422, 1429, 1464
Centaurusarm 1145 f.
Centaurushaufen 1434
Centaurus-Pulsar 1117

Center for High Angular Resolution Collinder 470 1185 Danjon-Skala 810 Collinder-Katalog 1576 Daphnis 850, 852 Astronomy 409 Colorgramme (Software) 436 Cen X-1 422, 1429 Darkframe 191, 261 Cen X-3 1117 Comahaufen 1434 Polarimetrie 367 Coma-Superhaufen 1435 Cepheiden 1294 Smartphone 224 Comet Hunters (Zooniverse) 535 Cepheus. Siehe Kepheus Spektroskopie 309 Cerealia Facula 872 Comoving Distance 1492 Dark Universe Observatory 457 Ceres 818, 864, 869 f., 1543 Complementary metal-oxide-semi-DASCH 491, 495, 505 Bahnelemente 928 conductor 165 Datenformat 168, 242, 245 CERN 677 Compton-Effekt 686 Dauerformen 990 Cetus. Siehe Walfisch Copernicus (Satellit) 451, 457, 1544 f. Dauersporen 987 C-F-Achromat 97 Cordelia 859 David Dunlap Observatory Catalo-CFHQS J2329-0301 1486 Córdoba Durchmusterung 1575 gue 1576 Chaldene 842 Coronado 763 Dawn (Raumsonde) 870, 1543 Chandra (Satellit) 457, 894, 1544 DBK 21 AU04 171 COROT 490, 495 Chandrasekhar-Grenze 1090, 1382, CoRoT-1b 968 DBK 51 AU02 171 Cosmic Strings. Siehe Kosmische Fä-DCF-77-Signal 798 1526 Chaos 869 DCRAW 1591 CHARA-Array 409 Coudé-Fokus 93 DDO. Siehe Distant Detached Objects CHARA-Interferometer 1058 Coulomb-Kraft 675, 1012 Deadpixel 196 Charged-coupled device 165 Coulomb-Potential 1012 Debayering 176, 289 f. Charon 875 f., 923 Courage-Bogen 860 Debris-Scheibe 955 Cheko-See 913 CQ Cephei 377 Deep Impact (Raumsonde) 894, 1543, Chemische Zusammensetzung Cr 89 1188 f. Kometen 889 Crab-Nebula 1401 Deep-Sky-Bilder 548-596 CHEOPS (Satellit) 1544 f. Crayford-Auszug 187 DeepSkyCamera (Software) 184, 1638 Cherenkov Telescope Array 460 Crescent-Nebel 1165, 1182 f., 1186, 1685 Deep-Sky-Objekte 160 DeepSkyStacker (Software) 1639 Chicxulub-Krater 913 Cressida 859 Crux-Scutum-Arm 1145 f. Chilean Virtual Observatory 486 Defektstellen 1506 Chinese Virtual Observatory 486 CSDR. Siehe Catalina Surveys Periodic Definition der Oberfläche bei Gaspla-Chipempfindlichkeit 315 Variable Star Catalog neten 822 Chiron 864, 873 CSDR2 571, 574-576, 581 Definition der Sekunde 657 Chirp mass. Siehe Zirpmasse CSS. Siehe Catalina Sky Survey Definition der Zeit 659 Chlormethan 987 CTA 460 Definition eines Planeten 818 Chondrite 858 Cubewanos 864 Neudefinition 819 Christmas tree cluster 1177. Cubical-Quad-Antenne 430 Defokussierung 260 Siehe Weihnachtsbaum-Sternhaufen Cupid 859 Deimos 837 Curiosity (Raumsonde) 1543 Chromatische Aberration 93 Dekkan-Vulkanismus 914 Chromosphäre 428, 738, 762 Cuzdi-Maske. Siehe Bahtinov-Maske Deklination 640, 927 CID-42 1430, 1465 Cyanobakterien 986 Deklinationsachse 126 CID-947 1464 Cybele-Gruppe 867 Delay Line 399 CIE/DIN 453 Cyg A 422, 1464, 1468 Delphin 45 CIE-RGB 611 Cygnus 1561-1568. Siehe Schwan Delta Bootis 1247 Cirrus-Nebel 1400, 1404 Cygnusarm 1145 f. Delta Cephei 1325 Cygnus-Loop 1182, 1186, 1404 f. Lichtkurve 1336-1338 Cir X-1 1107 Citizen-Science 533 Cyg X-1 1127, 1304 Vergleichssterne 1331 CIZA J2242+53 422 Cyg X-2 1102 Delta-Cephei-Sterne 46, 636, 1074, Cl0024+17 1424 Cyg X-3 1107 CL2244-02 1478 Cyllene 843 Delta Ophiuchi 881 Clavius (Mondkrater) 806, 809 Cyrillus (Mondkrater) 802 Delta Orionis 1247 CME. Siehe Koronaler Massenauswurf Delta Sagittae 331 CMOS 165 Delta Scorpii 1308 CMOS-Verstärker 198 D Delta Scuti 1325 C-Mount 171 Delta-Scuti-Stern DADOS Spaltspektrograph 285, 313 CNO-Zyklus 1011, 1021 nahe M 27 563 Dall-Kirkham 88, 454 CO-0.4-0.22 1150 Delta-Scuti-Sterne 278, 563, 1292 Dalton-Minimum 771 COBE (Satellit) 1517, 1522, 1544 Wega 1007 Dämmerung 82 Cocoon Galaxy 584 Deneb 45, 294, 303, 644, 650, 1000 Cold Dark Matter 1423 Dämmerungszahl 118 Denebola 43, 650 Dämpfungsflügel 335 Collados et al. 757 Desdemona 859

Despina 861 DESY 677 Deutsche Montierung 126 De-Vaucouleurs-Profil 1450 f. De-Vaucouleurs-System 1410 Dialyt 98, 694 Diamantplanet 1119 Dichotomie 830 Dichte 1085 Sterne 1003, 1020 Universum 1487 Dichteparameter 1487, 1496, 1499 Dichtewellentheorie 1418 Dies Reductus 664 Differentialgleichungen 1019 Differentialrechnung 1570 Differentielle Photometrie 254 Diffuses Funkenspektrum 1319 Diffuses Streulicht 96 Digitales Okular 165, 168 Digitales Rauschen 188 Digitale Videokamera 165, 170 Digitalisierung 241 Digitalisierungsfehler 346 Digitalisierungstiefe 175 Digitalkamera 165 marktübliche 171 Digital Object Identifier 1586 Digitalphotometrie 241 Digital Photo Professional (Software) 188 Digitaltechnik 164 Dimethylsulfid 987 DIN 158 Dinosaurier 913 f. Dione 852, 854, 856 Dioretsa 864 Dipolantenne 417 Disk Detective (Zooniverse) 535 Diskoscheinwerfer 129 Dispersion 301, 689, 697 f., 1120 lineare 313 Dispersionsfehler 346 Dispersionsgleichung 698 Dispersionsparallaxe 634, 1120 Dispersionsverfahren 696 Distant Detached Objects 864 DMK 21 AU04 171 DMK 51 AU02 171 DNA 982 Dobson 136 Dobson-Teleskope 135 DOI. Siehe Digital Object Identifier Domänenwände 1507 Dom (Mond) 796 Donator 1088 Donatorstern 723 Doppelplanethypothese 958 Doppelquasare 1476 Doppelspalt 397

Doppelspaltversuch 397 Doppelsterne 123, 336, 1233-1288 astrometrische 1234 Bahnelemente 1286 Beobachtungsobjekte 1244 Bestimmung von Abstand und Positionswinkel 1263 Messung mit Baader Micro Guide 1264 Messung mit Fadenkreuzokular 1263 Photographisch 1268 Ephemeridenrechnung 1286 Massenaustausch 1241 Massenbestimmung 1240 photometrische 1234 Radiusbestimmung 1239 spektroskopische 337 f., 1234 Statistik 1237 visuelle 1234 Wahre Anomalie 1286 Doppelsternhaufen h+χ im Perseus 46, 151, 1213, 1215, 1228 Doppler-Effekt 334, 699, 701, 1310, Doppler-Imaging-Verfahren 410 Doppler-Kern 335 Doppler-Tomographie 410 Doppler-Verbreiterung 334 Dosen-Feed 433 Draconiden 911 Dragonfly 44 1425 Drake-Gleichung 981 Drakonitischer Monat 665 Drehbare Sternkarte 36 Drehimpuls 1051, 1411 Galaxien 1411 f. Dreh-Kipp-Montierung 125 Dreibeinstativ 135 Dreiecksgalaxie 569, 1428, 1433, 1438, Dreikörperproblem 925 Dreischalenmodell 1098, 1100, 1113, 1115 Drift 130 Druckverbreiterung 699 Druckwelle 1074, 1384 DSLR Focus 3.0 (Software) 180 DSLR-Kamera 155 Duale Fläche 678 Dualismus 685 Dumbbell-Nebel, Siehe Hantelnebel Dunkelbild. Siehe Darkframe Dunkelstrom 174 Dunkelwolken 1166 Dunkle Energie 676, 680, 1125, 1423, 1499, 1524-1526 Dunkle Galaxien 1418 Dunkle Infrarotwolken 1055 Dunkle Materie 464, 677, 1150, 1422, 1424, 1499, 1526, 1529

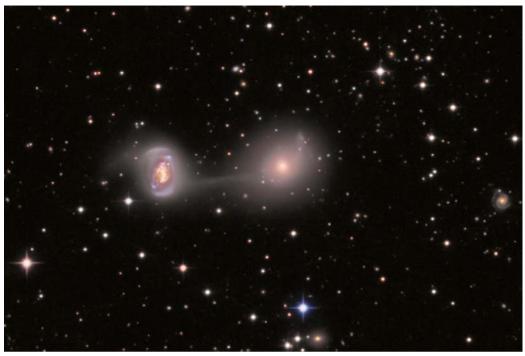
Dunkle Photonen 1423 Dunkle Strömung 1435 Dunkles Zeitalter 1513 DUO (Satellit) 457, 1544 f. Duplett 691 Duran 96, 102 Durchlässigkeit der Erdatmosphäre 54 Durchmesser 999 Mondkrater 800 Sonnenfleck 755 Umbra 754 Durchsicht 60 Polarimetrie 368 Dynamikbereich 241 Dynamische Parallaxe 632 Dynamische Zeit 661 Dynamo 1100 Dynamoeffekt 710, 837 Dysnomia 877

E

Earthgrazer 910 Ebbe und Flut 814 Ebenentechnik zum Kontrastausgleich 211 EBLM J0555-57 964 Ebnen 205 Échellegitter 283 Eddington-Grenze 1463 Eddington-Rate 1418, 1463 Edge-On-Galaxien 1440 ED-Glas 98, 100 ED-Halbapochromat 97, 692 Effektivtemperatur 1004, 1042 Effektivwellenlänge 605 Effelsberg 412, 420 Egalité 1-Bogen 860 Egalité 2-Bogen 860 EHT. Siehe Event Horizon Telescope Eigenbewegung 646 Eigenenergiefaktor 822 Einfanghypothese 958 Einflussfaktoren bei spaltloser Spektroskopie 289 Einheiten, magnetische 708 Einhorn 42 Einsatzgebiete 280 Einscheinern 127 Einschlaghypothese 958 Einstein-de-Sitter-Universum 1525 Einstein-Kreuz 1476 Einstein (Satellit) 457, 1544 Einstein-Straus-Vakuolen 1436 Einstein-Teleskop 467 Eintrittspupille 114 Einzelmessung eines Veränderlichen 278

Einzelobjekte	Energiesparlampe 323	Epsilon Bootis 1247
Magnetare und QPO 1105	Energietransport 1017, 1020	Epsilon Eridani 971 f.
Pulsare 1114	Englische Montierung 126	Epsilon Lyrae 45, 1247
Schwarze Löcher 1126	Englische Rahmenmontierung 127	EPTA. Siehe European Pulsar Timing
Supernovae 1390	Enif 650	Array
Eisenmeteorit 910	Entartetes Gas 1008, 1064, 1067, 1089	EQ6-Montierung 129
Eismantel 823	Entartung 1063	Eratosthenes (Mondkrater) 169, 807
Eiweiß 982	nichtrelativistische 1089	Erdatmosphäre 51–84
Ejektionstheorie 1419	relativistische 1089 f.	Erdbahnebene 927
Ekliptik 641	Entartungsdruck 1384	Erdbahn-Interferometer 415
Ekliptikalsystem 641	Entdeckung	Erdbahnkreuzer 867
Ekliptikebene 927	Exoplaneten 965	Erde 819, 833
E-Korona 762	Kleinplaneten 863	Albedo 821
Elara 842	Entfernung 627–638	Atmosphäre 821, 834
ELD-Glas 98	kosmologische	Atmosphärische Fenster 53
Elefantenrüssel 1047, 1052	Laufzeit- 1492	Bahn 819
Elefantenrüsselnebel 1048, 1165, 1184	Leuchtkraft- 1492	Erdatmosphäre 51-84
Elektromagnetische Wechselwir-	mitbewegte 1492	Extinktion 55
kung 1510	Winkeldurchmesser- 1494	Innerer Aufbau 833
Elektronen 672, 1506	Entfernungsbestimmung 1120	Magnetfeld 821, 834
Elektronengürtel 715	Pulsare 1120	Mond 834
Elektroschwache Wechselwir-	Entfernungsleiter 629	Physische Daten 820
kung 1510	Entfernungsmaß 1491, 1498	Refraktion 58
Elementarteilchen 671 f., 678	Entfernungsmodul 621, 633	Solar-terrestrische Beziehungen 6
eLISA (Satellit) 1544. <i>Siehe</i> Evolved	Entstehung	Wolken 834
LISA	Gammaburster 1103	Erdgas 1549
Ellipse 920, 922, 926	Hypernova 1387	Erdmagnetfeld 712, 762
Ellipsenbahn 930	kosmische Magnetfelder 709	Erdmagnetische Stürme 715
Elliptische Galaxien 1412	Nova 1314	Erdmond 795–816, 819, 958
Elliptisch gebremste Expansion 1486	Röntgenburster 1103	Erdnussnebel 1195, 1199
Elongationswinkel 829, 832	Spiralarme 1418	Erdöl 1549
ELT. Siehe Extremely Large Telescope	Sterne 1045–1060, 1063	Erdschattenbogen 83
EMBRACE 417	Supernova 1380	Ereignishorizont 1133
Emissions-Korona 762	Entstehung von Spektrallinien 699	Ereignisse der Jupitermonde 846
Emissionslinie 695	Entweichgeschwindigkeit 1541	Gegenseitige Ereignisse 847
Emissionslinien 321, 700, 1307, 1311	Sonne 734	Erfle-Okulare 109
Emissionsmaß 423	Entwicklung der Sterne 1061–1082	Ergoregion 1124
Emissionsnebel 1047, 1052, 1163–1192,	Entwicklung eines Sternhaufens 1223	Ergosphäre 1124
1166	Entwicklungszeitskala 1062, 1091	Erinome 843
Empfangsfläche 419	Entwicklung von Quasaren und	Eris 818, 864, 866, 869, 877
Empfangskeule 413, 442	AGN 1464	Dysnomia 877
Enceladus 852 f., 856	Enveloppe 893	Erriapus 852
Encke-Teilung 850	EOS Utility 177, 183	Eruptionen 736, 738, 763
Endstadium der Sterne 721–730	Epagomenen 667	Eruptionsveränderliche 1302
Energie 734	Ephemeridenrechnung 933	Eskimonebel 42, 1195, 1200
kinetische 921	Doppelsterne 1286	ESO 184–G82 1106
potentielle 921	Abstand 1287	Essigsäure 982
Energieabstrahlung der Sonne 734	Positionswinkel 1286	Eta-Aquariiden 893, 911
Energiedichte des Vakuums 1524	Wahre Anomalie 1286	Eta Carinae 986, 997 f., 1036, 1312
Energieerzeugungsrate 1009, 1012,	Programm in TurboPascal 937	Eta Cassiopeiae 1247, 1277
1021, 1030	Ephemeridensekunde 657	Etalon 114
Sonne 734	Ephemeridenzeit 660	Eta Lyrae 1247, 1271, 1273
Energieprozesse 1010, 1035, 1547	Epimetheus 851 f.	Eta-Lyrae-Region 1272 f.
3α-Prozess 1011	- ·	
CNO-Zyklus 1011	Epizykel 951 FPM 622	Eta Orionis 1248, 1252 Ethos (Okular) 109
Kohlenstoffbrennen 1011	EPM 633	
pp-Reaktion 1011	Epoche 928 Epochensprung 1360	Euanthe 842 Eudiaskopisches Okular 109
Sauerstoffbrennen 1011	Epsilon Arietis 1248	Eukelade 843
Siliziumbrennen 1011	•	Euklidische Metrik 1487
	Epsilon Aurigae 48, 1056 , 1325, 1367,	Euklidischer Raum 1487
Energieressourcen der Erde 1547–1550	1370	Lukiiuisciiti Kauili 140/

Eulennebel 47, 1195, 1200 f. Farbfehler 93 Feuerkugeln 909 Euporie 842 Farbfilter 144, 615 Feuerradgalaxie 47, 1415, 1446 f. Europa 841f. Farbindex 617, 1041 Feuerwand 1132 f. European Pulsar Timing Array 471 Farbkalibrierung 254 FFT-Frequenzfilter 209 European Space Agency 486 Polarimetrie 368 FG Sge 1208 European Virtual Observatory 486 Farbkorrektur 253 Filter 162, 246, 823 Eurydome 842 Farblängsfehler 94, 99, 692 H-alpha-Filter 163 EUVE (Satellit) 451, 1544 Farbquerfehler 94 HSO 164 Event Horizon Telescope 414 Farbskala 624 Kontrast-Booster 162 Evershed-Effekt 741 Farbtemperatur 1005 L[Ha]RGB 164 Evolution des Universums 1502 Far Ultraviolet Spectroscopic Explo-UHC-S 162 Evolved LISA 468. Siehe eLISA (Sa-UV/IR-Sperrfilter 162 Filtergläser 824 FAST 412 Excel 133, 250, 257, 349, 354, 667, 1245, Filter im IR-Bereich 454 Fast fourier transformation 209 1346, 1370 f. Faustregel für Vergrößerung 117 Filter in der Photometrie 562 Exnova-Spektrum 1320 Fauth (Mondkrater) 801 Filterrad 144 Exoplaneten 963-990 Fehlerabschätzung 346 Filterschublade 144 Beobachtung 979 Fehlerangaben 548 Finger Gottes 1405 Fehler bei der Minimums- und Maxi-FIR 453 Exoplanet Explorers (Zooniverse) 535 Exosat (Satellit) 457, 1544 FITS-Format 242 mumsbestimmung 1357 Exosphäre 52 Fehlerrechnung 1571 Fitsmag (Software) 268, 1641 Fehlerstatistik 1570 Expanding Photosphere Method 633 FITS-Viewer (Software) 488, 525 Expansion 341, 1486 FeII-Novae 296, 1315 Fitswork (Software) 204 f., 207, 213, zeitlicher Verlauf 1490 Feldstärke, magnetische 709 251, 268, 409, 1640 Explosionsveränderliche 1304 Feldstecherbeobachtungen 765 Addition von RAW-Dateien 204 Extinktion 256 Fenrir 853 Ebnen 205 Erdatmosphäre 55, 158 Ferdinand 859 FFT-Frequenzfilter 209 Extinktionsgleichung 55 Fermi-Blasen 1149 Glätten 205 Polarimetrie 368 Fermionen 672 Hintergrund ebnen 205 Extinktionskoeffizient 253, 255 Fermi (Satellit) 457, 1544 f. Iterative Gauß-Schärfung 215 Extremely Large Telescope 394 Fernbedienung RC-1 172 Kontrastverstärkung 211 Extreme Ultraviolet Explorer 451 Fernrohr 85-148 Luminanz 214 Photometrie 269 Exzentrische Anomalie 926, 930 Aufbau 85 Exzentrizität 920, 926 Fernrohr, Bauweise nach Rauschfilter 206 Advanced Coma Free 88 Schärfung 213 Advanced Ritchey-Chrétien 90 Wavelet Rauschfilter 206 F Cassegrain 88, 90 f. Zeilen gleich hell 206 Dall-Kirkham 88, 90 Fixsternaberration 938 Faber-Jackson-Beziehung 637 Gregory 88, 90 Fixsterne, helle 650 Fabry-Pérot-Etalon 114 Gregory-Maksutov 88, 91 FK5. Siehe Fundamentalkatalog Fabry-Pérot-Interferometer 114 Kepler 87 FK6. Siehe Fundamentalkatalog Fachzeitschriften 1633 Kutter 86, 88, 92 F-Korona 80, 762 Fackelgebiet 733 Flächenhelligkeit 61, 117, 159, 1166 Maksutov 88, 91 Fackeln 739, 766 Maksutov-Newton 88, 92 Galaxien 1450 Fadenkreuzokular 113, 144, 800 Nasmyth 88 Flächenquant 678 Fahrender Zug 1492 Newton 86, 88 f. Flachheitsproblem 1522 Faltrefraktor nach Schaer 87 Petzval 87, 101 Flammennebel 42, 1165, 1172 f., 1188 Fangspiegel 88, 121 Pressmann-Camichel 88, 90 Flare-Klassen 70 Faraday-Effekt 420, 712 Ritchey-Chrétien 88, 90 Flares 738 f. Faraday-Rotation 712 Flare-Sterne 1302 Rutten-Maksutov 88, 91 Farbalbedo Schaer 87 Flatdarkframe 199 Mond 386 Schmidt 88, 91 Flatfieldkamera 175 Farbauti 853 Schmidt-Cassegrain 88, 91 Flatfield-Leuchtfolie 200 Farben Schmidt-Newton 88, 91 Flatframe 197, 199, 201, 262 Mond 386 Fernrohrtypen 86 Polarimetrie 368 Planetarische Nebel 1194 Faltrefraktor 87 Smartphone 224 Vergleichssterne 262 Reflektor 88 Spektroskopie 309 Farben-Helligkeits-Diagramm 634, Refraktor 87 Flattener 95, 144, 154, 1231 1037 f., 1226 Schiefspiegler 92 Fliegende Schatten 792 Farbexzess 1157 Feuerball 1315 Flint 690



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

Flintglas 95, 97 Florence (Kleinplanet) 873 Fluchtgeschwindigkeit 820, 1122, 1541 Fluid, überkritisch 823 Fluoreszenz 726 Fluoreszenzteleskop 460 Fluorit 100 Fluoritglas 98 Fluorkron 101, 690 Flussdichte, magnetische 708 Flüssiges Wasser 981 Flusskalibrierung mit RSpec 316 Fluss, magnetischer 709 Focal Plane Array 419, 454 Fokalaufnahmen 150, 153, 766 Fokus 93, 262 Fokussiereinheit 187 Fokussierung 181, 185 Fomalhaut 968 Fönen 138 Förderliche Vergrößerung 116 Formaldehyd 982 Fornjot 853 Foucault-Test 103 Fourier-Analyse. Siehe Fourier-Reihe Fourier-Approximation. Siehe Fourier-Reihe Fourier-Reihe 1345 Fourier-Transformation 400, 403 f.

FPA 419 FPL53 101, 692 Frame-Dragging 1124 Frame-Interline-CCD 167 Frame-Transfer-CCD 166 Francisco 859 Fraternité-Bogen 860 Fraunhofer-Achromat 97 Fraunhofer-Korona 762 Fraunhofer-Linien 320 Freihand-Zeichnung 1350 Fresnel'sche Formel 694 Friedmann-Lemaître-Modell 1520. Friedmann-Modell 1508 Front Side Illuminated 167 Frühlingsbeginn 664 Frühlingsdreieck 43 Frühlingspunkt 640, 927 Fuchs 45 Fuchspelznebel 1177, 1189 Fuhrmann 48 Full-Frame-CCD 166 Full-Well-Kapazität 175 Full width at half maximum 246, 342 Fundamentalkatalog 1575 Funkfernbedienung Pixel TW-282 172 Funkuhr 798 Funkverkehr 715

FU Orionis 1054, 1302 FU-Orionis-Sterne 1302 FUSE (Satellit) 451, 1544 Fusionsreaktor 1550 Fusionszonen 1067 Fusor 964 FWHM. Siehe Full width at half maximum

G

Gabelmontierung 126 Gaia-Katalog 1575 f. Gaia (Satellit) 1146, 1544 f. Galactic Bar 1145 Galaktische Nebel 1163-1192 Galaktischer Kern 1149 Galaktisches System 641 Galatea 861 Galaxien 1409-1458 aktive 1459-1474 Beobachtungsobjekte Blackeye-Galaxie 1444 Dreiecksnebel 1438 Stephans Quintett 1446 Triangelnebel 1438 Bildung 1417 Blasare 1469

BL-Lacertae-Objekte 1468 Gauß'sche Gravitationskonstante 628 Gleitendes Mittel 777 Entstehung der Spiralarme 1418 Gliese 581 967 GCLF 636 Flächenhelligkeit 1450 GCVS. Siehe General Catalogue of Va-Gliese 876 967 Klassifikation 1410 riable Stars Global Millimeter VLBI Array 414 Polarisation 384 GDS 491, 495, 506 Globul 1047, 1052 Globular Cluster Luminosity Func-Gebäudeseeing 125 Quasare 1466 Radiogalaxien 1468 Gebremste Expansion 1486 tion 636 Sevfert- 1470 Gegendämmerung 82 Glossar 1587-1590 wechselwirkende 1427 Gegendämmerungsbogen 83 Gluonen 672, 674, 1510 Galaxienhaufen 1433 Gegenschein 80 Gluonen-Ära 1510 Galaxy Evolution Explorer 451 Gegenschweif 887 Glykolaldehyd 982 Gegensonnenbogen 75 GMT. Siehe Giant Magellan Telescope Galaxy Nurseries (Zooniverse) 535 Galaxy Zoo (Zooniverse) 535 f. Geisterkrater 796 GMVA. Siehe Global Millimeter VLBI The Hunt for Supernovae 536 Geisternebel 1157, 1166 Array Understanding Cosmic Mer-Gelber Fleck 610 Goethit 835 gers 536 Gem A 422 Gold 483, 1307 GALEX (Satellit) 451, 1076, 1395, 1544 Gemeinschaftslichtkurve 1368 Goldbeschichtung 454 Galileo (Raumsonde) 1543 Gemini. Siehe Zwillinge Goldener Henkel 796, 798 Gossamer-Ring 841 Galle-Ring 860 Geminiden 911 Gamma Andromedae 1247 Genauigkeit 258 f. GP Cephei 378 Gamma Arietis 1247 Digitalphotometrie 241 GPS-Zeit 661 Gammablitz 986, 1082, 1103, 1387 Photometrie 231 GP Vel 1107, 1304 Gammablitzdetektor 1103 General Catalogue of Variable GQ Lupi 967 Gammaburst. Siehe Gammablitz Stars 1289, 1575 Granat (Satellit) 457, 1544 Gammaburster 1103 GEO600 466 Grand Unified Theory 676, 1509 GRB 050904 1106 Geocentric Coordinated Time 662 Gran Telescopio Canarias 393 GRB 060614 1106 Geodynamo 712 Granulation 733, 738, 779 Graustufen 175 GRB 080319B 1106 Geographische Koordinaten 651 Geometrische Albedo 821 GRB 130427A 1106 Gravasterne 1125 GRB 980425 1106 Geometrische Lichtstärke 118 GRAVES 431 Gamma Cassiopeiae 329, 373, 1325 Geozentrische Koordinaten 939 Gravitation 674 f. Gamma-Cygni-Nebel 1184, 1186 f. German Astrophysical Virtual Obser-Gravitationsbeschleunigung 820 Gamma Delphini 1247 Gravitationsdruck 1045 vatory 486 Gammadetektor 459 Geschwindigkeiten, kosmische 1541 Gravitationsgesetz 921 Gammakurve 211 Geschwindigkeitsmessung 326 Gravitationskollaps-Supernova 1380 Gamma Leonis 123, 1247, 1268 Gesellschaft für volkstümliche Astro-Gravitationskonstante 628 Gamma-Ray-Burster 1102 f. nomie in Hamburg e.V. 1644 Gravitationslinsen 1475-1482 Gammaspektrometer 461 Gesichtsfeld 117 Gravitationslinseneffekt 1425 Gravitationsrotverschiebung 1492 Gammastrahlung 1124 Gesichtsfeld SKA 419 Gammastrahlungsausbruch 1101, 1105, Gewitterhäufigkeit 70 Gravitationsverdunkelung 1007 1124, 1525 Geysire 854f. Gravitationswellen 420, 463, 476, 478, Gamma Virginis 1248, 1257 Gezeitenkräfte 814, 898 676, 1124, 1387, 1507, 1525, 1527 Ganggenauigkeit 799 Gezeitenreibung 957 Gravitationswellendetektor 464, 466, Gangkorrektur 799 GG Tauri 972 470 Ganymed 841 f. Giant Magellan Telescope 394, 1529 Gravitationswellenobjekte 475, 480 Gravitationswellen-Rückstoß 1466 Gas Giotto (Raumsonde) 892, 1541 entartetes 1064, 1067, 1089 Giotto (Software) 210, 1637 Gravitationswellensender 473 ideales 1067, 1088 Webcam 182 Gravitationszeitskala 1062 relativistisch entartetes 1064 Gitter 697 f. Gravitino 677 Gasblasen der Milchstraße 1149 Gitterabstand 292 Graviton 675 Gasdruck 1045 Gitterfassung 298 Gravitonen 672 Gitterkonstante 698 Gasfinger 1049 Gravity Darkening 1007 Gashülle 823 Gitternetz 654 Gravity Spy (Zooniverse) 535 Gasnebel 1163 GRB. Siehe Gamma-Ray-Burster Gitterprisma 282 Gas und Staub 1144 Gitterrohr 136 GRB 050904 1106 Gaunt-Faktor 423 Glashow-Weinberg-Salam-Mo-GRB 060614 1106 Gauß-Fehler (Farbfehler) 94 dell 676 GRB 080319B 1106 Glätten 205 Gauß-Fit 1573 GRB 090423 1486 Gauß-Fit bei Doppelsternen 1271 Gleichstrommotor 127 GRB 130427A 1106 Gauß-Profil 333 Gleißberg-Zyklus 771 GRB 980425 1106

Green Bank 412 Hauptgürtelkometen 890 Η Green-Bank-Formel 981 Hauptheizschicht 52 Greenwich Mean Time 659 Hauptplanetoidengürtel 818 H1413+117 1476 Gregorianischer Kalender 664 Hauptreihe 1069 H1504+65 1006 Hauptreihenfitting 634 Gregory 88, 90 Habitale Zone 982 Gregory-Maksutov 88 Hauptreihenrelationen 1008, 1028 Hadronen 1511 Greip 852 Hauptreihenstadium 1063 Hadronen-Ära 1502, 1511 Grenzgröße 61, 118 Hauptspiegel 88 HADS. Siehe High Amplitude Delta Grenzhelligkeit bei Spektren 307 Hawking-Effekt 1131 Scuti Grenzmasse 1089 Hawking-Strahlung 679, 1131, 1133 Halbapochromat 100, 692 Griechen 866 Hayashi-Linie 1036, 1073 Halbleiterkacheln 417 Grism 282 HCM 6A 1486 Halbregelmäßige 1295 Grönlandeis 771 HD. Siehe Henry-Draper-Katalog Halbschattenfinsternis 809 Größe der Kreisblende 261 HD 5005 1168 Halbwertsbreite 413 Große Halbachse 926 HD10069 969 HALCA (Satellit) 414 Große Magellansche Wolke 1178 HD10180 969 Haldus 1056 Große Mauer 1436 HD 32068 1367 Hale-Bopp 891 Größenklassen 619 HD 40307 969 Hale-Zyklus 738 Großer Attraktor 1435, 1522 HD 87892 1095 half width at zero intensity 342 Großer Hund 42 HD 93250 996 Halimede 861 Großer Roter Fleck 843 HD93308 997 Halley Multicolor Camera 892 Großer Rückprall 1523 HD 97950 996 Halley'sche Komet 891f., 908 Großer Wagen 47 HD 122194 969 f. Hallstatt-Zyklus 771 Große Vereinheitlichte Theorie 676 HD 164492 1179 Halo Großteleskope 393 HD 172555 970 Andromedanebel 1424 GRS 1915+105 1106 HD 220733 1207 Galaxien 1412 Grüner Blitz. Siehe Grüner Strahl HDAP 491, 495 Haloerscheinungen der Sonne 75 f. Grüner Strahl 79 HDM 1423 Beobachtung 78 HDSDR. Siehe High Definition Soft-Gruppengeschwindigkeit 687 Formen 75 GSC. Siehe auch Guide Star Catalogue ware-Defined Radio Häufigkeit 78 GSC-Katalog 1575 f. HE0109-3518 1418 Photographie 78 GTC. Siehe Gran Telescopio Canarias HE1104-1805 1461 Halopopulation II 995 Guanin 982 Hecuba-Lücke 866 Haloverursacher 78 Guide (Planetariumssoftware) 37, 1634 Hegemone 843 Hamal 650 Heisenberg'sche Unschärferela-Guide Star Catalogue 1575 f. Hämatit 835 Guidingchip 129, 173 tion 680, 1506 Hamburger Quasar Durchmuste-Gürtelsterne 42 Heizung Taukappe 137 rung 1460 **GUT 676** Hejna und Solov'ev 760 Hamburger Robotisches Teleskop 31 GUT-Ära 1506 Helene 852, 854 Hamburger Sternwarte 4, 17, 102, 139, Heliakischer Aufgang 667 GvA. Siehe Gesellschaft für volkstüm-600, 995, 1140 liche Astronomie in Hamburg e.V. Helike 842 Händler 1649 GW 150914 480 Heliographische Breite 751 Handsteuergerät 128 Heliographische Koordinaten 651 GW 151226 480 f. Hantelnebel 45, 563, 1182, 1195, 1204 GW 170104 480 f. Helioseismologie 736 Hantelnebel, Kleiner. Siehe Kleiner Heliozentrischer Winkel 743 GW 170608 480 f. Hantelnebel GW 170814 480, 482 Heliozentrisches julianisches Harmonische Welle 687 GW 170817 480, 482 Datum 550 Harpalyke 842 GW 190412 483 Heliozentrische Zeit 267 HARPS-Spektrograph 966, 969, 971 Heliumblitz 1063, 1070 GW 190425 484 Hartmann-Blende 185 Heliumblitz der zweiten Genera-GW-Virginis-Sterne 1094 Harvard-Revised-Katalog 1575 GX 5-1 1102 tion 1090 Harvard-Spektralklassifikation 327 Heliumbrennen 1065 f., 1068, 1080 GX 339-4 1127 Hati 852 Gyromagnetischer Faktor 342 Helium flash. Siehe Heliumblitz HAT-P-11 970 GZK-Obergrenze 679 Heliumkerne 1064 Haufencepheiden 1292, 1294 Entstehung 1512 Häufigkeit 1290 Helium-Kryostat 455 Galaxien 1413 Heliumschalenbrennen 1067 Haulani (Ceres) 871 Helixnebel 1195, 1205 f. Haumea 818, 866, 869, 877 Helle Fixsterne 650 Helle Riesen 1035



Abbildung P.4 Galaktischer Emissionsnebel NGC7380, aufgenommen mit 12.5" Planewave f/8, FLI ML 16803-65 und H_a:[OIII]:[SII]:R:G:B = 600:460:540:5:5:5 min. *Credit: Rolf Geissinger.*

Helligkeit 603, 935 Planeten 621 Sonne 619 Helligkeitsangaben 550 Helligkeitsbestimmung 880 Helligkeitsgradient 199 Helligkeitsinhomogenität 96 Helligkeitsmessung 629 Helligkeitsprofil 243 Helligkeitsschätzung künstliche Vergleichsquelle 234 He/N-Novae 1315 Henry-Draper-Katalog 1575 Her A 422 Herbig-Haro-Objekte 1192 Herbstviereck 48

Herkules 44 Herkules-Pulsar 1116 Herkules-Superhaufen 1435 Hermippe 842 Herodotus (Mondkrater) 802 Herschelkeil 114 Herschelprisma 114 Herschel-Prisma 763 f. Herschel (Satellit) 453, 1544 Herse 842 Herstellungstoleranzen 289 f. Hertzsprung-Russell-Diagramm 1008, 1033 f. Her X-1 1116 Herzberg-Banden 71 Herznebel 1187 f.

Hestia-Lücke 866 f.
HET. Siehe Hobby-Eberly Telescope
HETE-2 (Satellit) 457, 1544
Heterosphäre 52, 827
Hexenbesen 1405
Hexenhand 1405
Hexennebel 1405
Higgs-Boson 675, 677
Higgs-Feld 674, 1510
Higgs-Mechanismus 675, 1510
High Accuracy Radial Velocity Planet
Searcher 966, 969, 971
High Amplitude Delta Scuti 1292
High Definition Software-Defined Radio 435
High Energy Stereoscopic System 459

High-Mass-Modell 1058 f. Hot Spots 1056, 1098 High mass X-ray binary 1107 HP Cancri 1248, 1258 HII-Regionen 1164 HR. Siehe Harvard-Revised-Katalog Iapetus 852, 855 f. Hilda-Gruppe 867 HR5171 A 1000 IC. Siehe Index Catalogue Hill-Radius 925 HSO 164 IC 10 1128 Hill-Sphäre 925 Hubble-Diagramm 1524 IC 434 1165, 1172 f. HILUX Beschichtung 139 Hubble-Entfernung 1499 IC 443 422, 1188 f., 1400, 1403 Himalia 842 Hubble-Farbpalette 164 IC 444 1188 f. Himmelsblau 54 Hubble-Gesetz 1484 IC 1318 1165, 1182, 1184, 1186 Himmelshelligkeit 60, 163 Hubble Key Project 1485 IC 1340 1400 nach Bortle 61 Hubble-Konstante 1484 IC 1396 1165, 1169, 1184 Himmelshintergrund 188, 196 Hubble-Parameter 1484 IC1396A 1048 Himmelskoordinaten 639 Hubble-Radius 1484 IC 1590 1168 Himmelskörper 818 Hubble's Hot Stars (Zooniverse) 535 IC 1805 1187 Himmelsnordpol 640, 649 Hubble's Konstante 1496 IC 1848 1187 Himmelsrichtung Hubble Space Telescope 451, 894, 1544 IC 2159 1189 Planeten 651 Hubble-Zeit 1484 IC4182 1485 Himmels-W. Siehe Cassiopeia Humphreys-Davidson-Grenze 1035 IC 4603 1056 f. Hintergrund 188 Hungaria-Gruppe 867 IC 4604 1057 Hungarian Virtual Observatory 486 Spektroskopie 309 IC 4703 1164 Hintergrund ebnen 205 HU Vel 1115 IC 5070 1165, 1183 Huvgens (Raumsonde) 854, 1543 Hintergrundrauschen 346 IC 5146 1165, 1169, 1185 Hintergrundstrahlung, kosmi-HWZI. Siehe half width at zero in-IceCube 460 sche 1503, 1505, 1522, 1527, 1544 Ice Hunters (Zooniverse) 535 HIP. Siehe Hipparcos-Katalog Hyaden 1210 f., 1213, 1215 f. ICRS. Siehe International Celestrial Hipparchus (Mondkrater) 803 Hyakutake 891 Reference System Hipparcos-Katalog 608, 1575, 1577 Hydra-Centaurus-Superhaufen 1435, Ideales Gas 1008, 1063, 1067, 1088 Hipparcos (Satellit) 631, 1300, 1544 Identifikation von Spektrallinien 333 Historische Ergebnisse der Speckle-Hydrostatisches Gleichgewicht 1008 IF-Bildregistrierung 409 Interferometrie 407 Hydrostatische Zeitskala 1062, 1074 IGRJ11014-6103 1396 Historische Weltbilder 951 Hygiea 864 Ijiraq 852 HLM 19 1271, 1273 Hyperbel 920, 922, 926 Index Catalogue 1576 HL Tau 76 1094 Hyperbelbahn 890, 930 Indiktion 666 HM Cancri 476 Hyperbolisch gebremste Expan-Indiumgalliumarsenid-Halbleiter 454 sion 1486 HMXB. Siehe High mass X-ray binary Infektionskrankheiten 70 HO 532 1248, 1259 Hyperbolspiegel 95 Inflation 1502, 1508 Hobby-Eberly Telescope 393 Hyperfeinstruktur 657 Informationsparadoxon 1133 Hochgeschwindigkeitswolke 1148 Hypergraph 88 Infralateralbogen 75 Hochland (Mond) 796 Hyperion 852, 855 Infrared Astronomical Satellite 453 Hockeyschlägergalaxie 1415, 1440 Hyperion-Okular 111 Infrared Space Observatory 453 Höhe 639 HyperLeda. Siehe PGC HyperLeda Infrared Surface Brightness Met-Holmes 894, 899 Hypernova 1036, 1081 f., 1102, 1104, hod 633 Hologramm 405 1106, 1381, 1387-1389 Infrarotastronomie für Amateure 453 Holosterne 1125 Dopplestern-getriebene 1106 Infrarotbereiche 453 mögliche 1106 Holzstativ 135 Infrarotstern 1053 f., 1107 Homogenitätsproblem 1522 Hyperonen 672, 1099 InGaAs-Sensor 454 Homologierelationen 1008 Hyperonengas 1099 Innerer Aufbau Homosphäre 52, 827 Hyperriesen 997, 1035, 1054, 1398 Erde 833 Homunculus-Nebel 997 f. Hyperschnellläufer 1148 Jupiter 839 Horizontalast 1070 Hypothesenrechnung 942 Mars 834 Horizontalast der Riesen 1069 Hyrrokkin 852 Merkur 824 Horizontalkreis 75 f. HZ Her 1116, 1304 Neptun 860 Horizontalsystem 639 Hα-Aufnahmen 766 Saturn 848 Hornantenne 417, 419 Hα-Beobachtung 763 Sonne 734f. Horneinspeisung 433 Ha-Filter 163 Uranus 857 Horologium-Reticulum-Superhau-Ha-Linienfilter 114 Venus 827 fen 1435 h+χ Persei 1211, 1213, 1228 InSight (Raumsonde) 1543 Hot Dark Matter 1423 Instrumental Response 315 Hotpixel 193 Instrumentensystem 252 Hotpixelspur 129 Integral berechnen 1497

Integral (Satellit) 457, 1544 Isotopenmethode 1224 Jupiter 819, 839, 936 Intelligenz 990 Isotopenverhältnis 1225 Albedo 821 Interferometer 409 ISO-Wert 179 Äquatorialband 844 Interferometrie 396, 1001 ISR 13 470 Äquatorialbänder 844 Atmosphäre 821, 839 Inter gravissimas 664, 1533 ISS Detector 41 ISS Detector (Software) 1636 Interline-Transfer-CCD 167 Bahndaten 819 Intermediäre Bosonen 672 Italian Virtual Observatory 486 Beobachtung 843 International Celestrial Reference Sys-Iteratives Gauß-Schärfen 214 Ereignisse der Jupitermonde 846 tem 647 ITER-Fusionsreaktor 1550 Großer Roter Fleck 843 Internationale Atomzeit 660 f. IUE (Satellit) 451, 1544 Jupitermonde 845, 847 IVOA. Siehe International Virtual Ob-Streifensystem 844 International Halley Watch 891 International LOFAR Telescope 415 servatory Alliance Flächenhelligkeit 159 International Meteor Organization Ixion 866, 869 Infrarotbeobachtung 453 (IMO) 916, 1645 Innerer Aufbau 839 International Occulation Timing Längengradsysteme 845 Association - European Section Magnetfeld 821, 840 Monde 821, 841, 843, 845, 847 (IOTA) 1645 International Pulsar Timing Ar-J1000+0221 1478 Oberfläche 839 J1819-1458 (RRAT) 1105 Physische Daten 820 ray 471 J1911+00 (RRAT) 1105 International Ultraviolet Explorer 451 Ringsystem 840 J10445+463718 1486 International Variable Star Index 1290 Streifensystem 844 J11416+525150 1486 International Virtual Observatory Al-Windgeschwindigkeit 839 J16333+401209 1486 liance 486 Wolken 839 Jahrbücher 1632, 1646 Internetzeitserver 881 JVLA 412. Siehe Jansky Very Large Jahresbeginn 664 Interpolationsmethode nach Picke-Jahreslängen 664f. JWST (Satellit) 453, 1544 ring 235 Interstellare Extinktion 1156 Jahresringe der Bäume 70, 771 Interstellare Materie 1153-1162 Jährliche Aberration 938 Jährliche Parallaxe 631 Interstellare Polarisation 360, 380 K Jährliche Präzession 644 Interstellare Verfärbung 1041 James Webb Space Telescope 453 Kabel 434 Io 841f. Jansky Very Large Array 412, 425 Käfernebel 1198 Iocaste 842 Janus 852 KAGRA 467 Ionenmeer 823 Ionenschweif 887 Japanese Virtual Observatory 486 Kale 842 Jarkowski-Effekt 704 Kalender 664-670 Ionisation-Anregungs-Tempera-Jarnsaxa 852 Kalenderreform 664 tur 1006 Kalibrierung 202, 242, 255 Jeanssche Kriterium für Gravitations-Ionisationsgrad 427 instabilität 1046 DADOS 313 Ionisationstemperatur 1005 Iet 1387 der Wellenlängenachse 312 Ionosphäre 52, 70 f., 710 JET-Fusionsreaktor 1550 eines Spektrums 313 f. iOptron SkyTracker 180 StarAnalyser 314 Iota Leonis 1247 Jetgalaxie 1415, 1440 Kalibrierung bei Doppelsternmessun-Jetgeschwindigkeiten 1468 Iota Orionis 1247 IPTA. Siehe International Pulsar Ti-Jetquasar 422 gen 1269 Jet-Stream (Wetter) 65 Kaliforniennebel 1165, 1169, 1187, 1191 ming Array IRAS (Satellit) 453, 1544 Jodrell Bank 412 Kallichore 843 Johnson-Kron-Cousins-System 606 Kallisto 841 f. IR-Bänder 453 Johnson-System 453, 608 Kaltfront 65 IRDC 1055 IR-Forschung 452 Journal für Astronomie 1643 Kalyke 843 Jovigraphische Koordinaten 651 Kalziumkarbonat 872 Iridium-Flares 813 Kameraobjektiv 178 Irisnebel 1165, 1169, 1184 JPEG-Artifakte 242 JPEG-Format 188, 242, 262 Kamioka Gravitational Wave Detec-Iris (Software) 392 Jugend forscht 354, 391, 781 tor 466 f. IRS 13 1150 Julianischer Kalender 664 Kannibalismus 1428 IR-Satelliten 453 Julianisches Datum 550, 666 Kanonische Masse 1134 IRSB 633 Programm zur Berechnung 668 Kanten 678 Isochronenmethode 1224 Julianische Tageszählung 666 Kant-Laplace-Theorie 952 Isonoe 842 ISO (Norm) 158 Juliet 859 Kapella 295 f., 314, 330, 650 Jungfrau 43 Kappa Bootis 1247 Isoplaniegebiet 407 iso-Propylcyanid 1156 Juno 863 f. Kappa-Mechanismus 1072, 1294 ISO (Satellit) 453, 1544 Bahnelemente 928 Kari 853

Karoo Array Telescope 417	Klassifizierung	Kollapsar 1121
Karpaten (Mondgebirge) 801	Körper im Sonnensystem 818	Kollimator 285, 697
Kassiopeia 46	Klassifizierung von Lichtbrücken 776	Kollisionskurs der Milchstraße 1151
Kastor 650, 1247, 1251	Klassifizierung von Sonnenflecken	Koma 88, 95, 887, 906
KAT. Siehe Karoo Array Telescope	nach McIntosh 775	spektrale 289, 291f.
Katadioptrische Systeme 86	nach Waldmeier 774	Kometen 885–908
Kataklysmische Systeme 1236, 1304	Kleiner Hantelnebel 46, 1195, 1199	Aufbau 886
Kataloge 36, 1575	Kleiner Hund 42	Bahnen 889
Katastrophenhypothese 952	Kleiner Skorpion 1211, 1213	Beobachtung 900
Katzenaugennebel 1195, 1197, 1202	Kleiner Wagen 47	Bestimmung der Helligkeit des
Kauftipps 145	Kleine Sonnensystem-Körper 818	Kopfes 905
KBO. Siehe Kuiper Belt Objects	Kleinkörper 818	Bestimmung der Koordina-
Keck-Interferometer 394	Kleinplanet 17617 1199	ten 901
Keck Telescope 394	Kleinplaneten 278, 863–884	Bestimmung der Schweif-
Keeler-Lücke 850	Einzelobjekte	breite 901
Kegelschnitt 920	1992 QB1 866	Bestimmung der Schweif-
Kegelstumpfmodell 740, 760	1993 FW 866	länge 900
Kellner 112	1999 NC43 914	Bestimmung der Schweifrich-
Kelvin-Helmholtz-Zeitskala 996, 999,	2002 AW 197 869	tung 901
1062 f., 1076, 1225, 1420	2002 TC302 869	Bestimmung des Durchmessers
Kepheus 46	2002 TX300 869	des Kopfes 900
KEPLER 491, 495, 508	2002 UX25 869	Bestimmung des Kondensations
Kepler-11 978, 978–990	2003 EL61 877	grades 906
Kepler-62 978	2003 UB313 877	Bobrovnikoff-Methode 905
Kepler-90 978 f.	2004 MN4 868	Chemische Zusammensetzung 889
Kepler-186 979, 979–990	2007 OR10 866	Einzelobjekte 891
Kepler-Gleichung 930, 1286	2012 DA14 868	1P/Halley 891 f., 904, 908, 947 f.
Kepler-Problem 919	2012 FZ23 864	2P/Encke 891
Kepler (Satellit) 976 f., 1544	2015 RR245 869	9P/Tempel 894, 1545
Klassifizierung 977	(6489) Golevka 705	17P/Holmes 894
Mission 976	(54509) YORP 705	41P/Tuttle-Giocobini-Kre-
Statistik 977	Borisov 879	sák 372
Kepler'sche Gesetze 923	Chiron 873	55P/Tempel-Tuttle 1866 I 891,
1. (erstes) 923	Florence 873	911
2. (zweites) 923	Orcus 869	67P/Tschurjumow-Gerasi-
3. (drittes) 924, 1241	Oumuamua 878	menko 895, 897
Keplers Supernova 1390	Quaoar 877	67P/Tschurjumow-Gerassi-
Kern 734	Sedna 878	menko 1545
Kernfusion 1010	Sylvia 873	81P/Wild 897
Kernkraft 672	Varuna 869	96P/Machholz 898
Kernradius 1030	Vesta 872	133P/Elst-Pizarro 890
Kernschattenfinsternis 809–812	Kuiper-Gürtel 865	176P/Linear 890
Kernschein 1055	Knicksäulenmontierung 126	238P/Read 890
Kerr-Loch 1122, 1124, 1463	Kniemontierung 126	Arend-Roland 1957 887
Kerr-Newman-Loch 1122	Knoten 678	Austin 907, 948
Keyhole Nebula 997	Knoten, aufsteigender 927	C/1995 O1 (Hale-Bopp) 891
KIC 2583777 509 KIC 9832227 1306	Koagulation 954 Kobalt-56 1384–1386	C/1995 Y1 891 C/2001 Q4 (NEAT) 888
Kiepenheuer-Skala, modifizierte 62,	Kobalt-57 1386	C/2001 Q4 (NEAT) 888 C/2012 S1 (ISON) 898, 948
	Kodak KAF-3200ME 613	C/2012S1 (13O1V) 898, 948 C/2015V2 (Johnson) 372
779 Kilohertz-QPO 1102	Koeffizient M 945	C/2013 V 2 (Johnson) 3/2 C/2020 F3 (NEOWISE) 949
Kilonova 483, 1306	Kohle 1549	Hale-Bopp 891
Kinetische Temperatur 1005	Kohlenstoffbrennen 1011, 1065–1067,	Hyakutake 891
Kirkwoodlücken 866	1080	Kohler 936
Kiviuq 852	Kohlenstoff-Helium-Wolken 1303	Shoemaker-Levy 1993e 839, 887
K-Korona 762	Kohlenstoffplanet 1119	Enveloppe 893
Klassifikation 1289	Kokonnebel 1165, 1169, 1185	Gegenschweif 893
Galaxien 1410	Kokonstern 1053	Hauptgürtel-Kometen 890
offene Sternhaufen 1210	Kolibakterien 987	Helligkeit 905
Klassifikation der Galaxien 1411	Kollaps 1066, 1384	Kern 885
Massifikation uci Galaxien 1411	Konaps 1000, 1304	Kelli 005



Abbildung P.5 Spiralgalaxie NGC 4536, aufgenommen mit 18" Newton f/3.7, SBIG ST-10XME, Astronomik Typ II.c, und L:R:G:B = 208:20:20:26 min. *Credit: Astro-Kooperation*.

Koma 887, 906 Kometenfamilien 890 Kopf 905 Kuiper-Gürtel 890 Lumineszenzfaktor 905 Namensgebung 891 Oortsche Kometenwolke 889 Polarisation 372 Schweif 887, 900 Sidgwick-Methode 905 Staubfontänen 893 Staubkoma 885 Kometenbahnen 889, 919-928 Kometenfamilie 959 Kometenwolke 889 Kommensurabilitäten 866 Kommensurabilitätslücken 866 Kondensationsgrad 906 Konforme zyklische Kosmologie 1527 Konjunktion 829, 837 Konkordanzmodell 1520, 1523 Kontaktadressen 1643-1650 Kontinuierliche Korona 762 Kontinuumsnormiertes Spektrum 320 Kontinuumsrauschen 346 Kontinuumsvergleich 315 Kontraktionskriterium 1045 Kontrast 118 Kontrastausgleich durch Ebenentechnik 211

Kontrastbooster 162 f. Kontrastumfang SKA 419 Kontrastverstärkung 210, 243 Konusnebel 1165, 1176 f., 1189, 1665 Konvektion 334, 1019 Konvektionszellen 1100 Konvektionszone 734, 761, 1016-1018, 1029 Koordinaten 654 Bestimmung 901-903 Koordinaten, Bestimmung 901-903 Koordinatennetz 651 Bezeichnungen 651 Koordinatensysteme 639-656, 926 Koordinierte Weltzeit 661 Kopernikanisches Weltbild 951 Kopernikus (Mondkrater) 212, 800 f., 804 Kopplungsstärke 674 f. Kore 843 Kornephoros 650 Körnigkeit 1566-1568 Korona 762, 792 AGN 1461 Flächenhelligkeit 159 Koronale Löcher 716 Koronaler Massenauswurf 739 Korrektionsplatte 88, 94 Korrektur der Intensitätsachse 315

Korrelationskoeffizient 250

Kosmische Entfernungsleiter 629 f. Kosmische Fäden 1435, 1480, 1502, 1506, 1522 Kosmische Geschwindigkeiten 1541 Kosmische Häufigkeit 994 f., 1046 Kosmische Hintergrundstrahlung 1517, 1522, 1527, 1544 Kosmischen Fäden 1480 Kosmischer Skalenfaktor 1499, 1503 Kosmische Strahlung 679 Kosmische Zensur 1124 Kosmologie 1483-1530 Kosmologische Konstante 679, 1524, Kosmologische Modelle 1519 Kp-Index 715 Krakatau 75 Kraterdurchmesser 800 f. Krater (Mond) 796 Kreativität 990 Krebs 42 Krebsnebel 42, 422, 1400 f. Polarisation 365 Krebsnebel-Pulsar 1114f. Kreis 922, 926 Kritische Dichte Universum 1487 Kritische Masse 1045 f., 1065 Kron-Cousins-System 606

Kronglas 95, 97

Kronographische Koordinaten 651 LEAP 471 Lineare Dispersion 313 Lineare Expansion 1486 Kruste 823 Lebensdauer 472, 1132 Kruste von Neutronensternen 1100 Lineare Regression 255, 1570 Quasare 1464 KS 1731-260 1102 Lebenserwartung 1086, 1111 Linearität 263 Lebensphasen eines Sternes 1063 Kubische Funktion 1357 Linienbreite 699 Kugelgestaltsfehler 88, 94 f. Lebewesen 990 korrigierte 335 Kugelsternhaufen 636, 1218 Leda 842 natürliche 699 Beobachtungsobjekte 1221 Leier 44f. Linien-Korona 762 Kühlung 174, 455 Leitrohr 144 Linienprofil 334 Kuiper Belt Objects 818, 875 Lense-Thirring-Effekt 1124 Linienverbreiterung 333 Leo. Siehe Löwe Kuiper-Gürtel 865, 878, 890, 956, Linsenobjektiv 97 960 f. Leohaufen 1434 Linsenteleskop 86 Künstlicher Stern 410 Leoniden 911 Lippert-Astrograph 23 Künstliche Vergleichsquelle 234 Leo-Superhaufen 1435 LISA Pathfinder 468 Kuppelseeing 125 Leo-Triplett 43, 1415, 1440 LISA (Satellit) 468, 1529, 1545 Kurzflintglas 98, 100 f., 690 Leptonen 672, 1506, 1512 Literatur 1630 Kurzperiodische Veränderliche 553-Leptonen-Ära 1502, 1512 LiveView-Modus 156, 171, 185 562 Leuchtende Bögen 1478 L-Korona 762 Kutter 86, 88 Leuchtfolie 199 f. LMT 412 Kwee-van-Woerden-Methode 1345, Leuchtkraft 1012, 1085 LNB 439 Eddington-Grenze 1463 Löcher im All 1436 KY Cygni 1000 Galaxien 1462 Lofar 415-417 KzF2 100 Sonne 734 Logarithmische Skala 1038 Supernova 1384 Logarithmisch-periodische Dipolan-Leuchtkrafteffekt 334 tenne 433 Leuchtkraftentfernung 634, 1492, L Loge 853 Logitech QuickCam 168 f. 1494, 1498 f. Labeyrie-Prozess 404 Gravitationswellenobjekt 475 Lokale Blase 1154 Lada-Klassen 1054 Leuchtkräftige blaue Veränderli-Lokale Flocke 1154 Ladungsdichte 673 che 1036, 1305, 1312 Lokale Gruppe 1426, 1433 f. Lagrange-Punkte. Siehe Librations-Leuchtkräftige rote Novae 1306 Lokaler Superhaufen 1434 punkte Leuchtkräftige Supernovae 1380 Lomonossow-Effekt 833 Lagunennebel 1165, 1180 f. Leuchtkraftklassen 1035 Lomonossow-Ring 833 Lambda-CDM-Standardmodelle 1529 Le-Verrier-Ring 860 Loop-Quantengravitation 678 f. Lambda Orionis 1247 L[Ha]RGB 164 Loop-Quantenkosmologie 679 Landé-Faktor 342 Liberté-Bogen 860 Lorentz-Faktor 702 Länge des Perihels 927 Libration 797 Lorentz-Profil 333 Längengrade 653 Librationspunkte 866, 924 Losmandy 129 Lange Wand (Mond) 804 Lichtbrechung 689 Lösungen der Aufgaben 1597-1612 Langkronglas 98, 101 Lichtbrücke 80, 739 Lösungen für Probleme in der Astro-Langrenus (Mondkrater) 803 Lichtecho 634, 1208, 1386, 1395 photographie 228 Langsame Novae 1316 Lichtelektrische Photometrie 230 Lovell. Siehe Jodrell Bank Langsames Szenario Lichtenknecker-Datenbank 592, 1374 Löwe 43 Supernovae 1382 Lichtfarbe 1166 Low Frequency Array 415 Laniakea-Superhaufen 1435 Lichtgeschwindigkeit 687 Low-Key-Photographie 172 Lanthankron 690 Lichtjahr 628 Low-Mass-Modell 1058 f. Laomedeia 861 Lichtkurve 566, 1332 Low Noise Block Converter 439 Large Binocular Telescope 284, 393 Supernovae 1384 LP 357-186 1000 Large European Array for Pulsars 471 Lichtkurvenblatt 1375 LPDA. Siehe Logarithmisch-periodi-Large Synoptic Survey Telescope 1540 Lichtsäule 75 f. sche Dipolantenne Larissa 861 Lichtstärke 117 LQC. Siehe Loop-Quantenkosmologie Laser Interferometer Gravitational Lichtverschmutzung 66 LQ Com 591 Wave Observatory 467 LQG. Siehe Loop-Quantengravitation Lichtwechselelemente 1333 Laser Interferometer Space An-LTP 813 Lichtzeit 938 tenna 468 Lichtzeitdifferenz 1478 Lücken. Siehe Kommensurabilitäts-Lassell-Ring 860 Lichtzeiteffekt 1359, 1361 Laufzeitentfernung 1492, 1498 f., 1501 Light Curve Generator 1377 Lucky imaging 205, 1268

Light Travel Distance 1492

LIGO 467

LINEAR 492, 495

LBT. Siehe Large Binocular Telescope

LBV 1312

LCG 1377

Luftbiosphäre 988

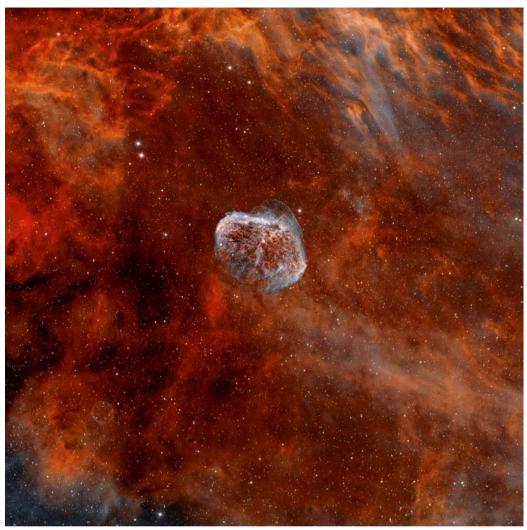
Luftfeuchtigkeit 68

Luftleuchten 70

Luftschauer 459	M 38 48, 1211, 1213	Mars 837
Luftunruhe 62, 124, 289	M 39 1169, 1211, 1214	Merkur 825
Lumineszenz 70	M 42 422 f., 1165, 1171	Neptun 860
Lumineszenzfaktor 905	M 43 1165	Pulsare 1111
Luminosity Distance 1492	M 44 42, 265 f., 1211, 1214, 1218	Saturn 849
Luna (Raumsonde) 1542	M 45 42, 264 f., 1211, 1213, 1216	Sonne 734, 736 f., 791
Lunar Orbiter (Raumsonde) 1542	M 51 47, 1415, 1446	Sternentstehung 1049
Lunarpräzession 644	M 52 1169, 1187, 1210 f., 1214	Uranus 857
Lunar Prospector (Raumsonde) 1542	M 53 1219, 1222	Venus 828
Lunar Transient Phenomena 813	M 57 45, 1195, 1203	Magnetfelder 420
Lunisolarpräzession 644	M 60 43, 1415, 1444	Magnetische Ap-Sterne 709
Lüthen-Kahlhöfer-Methode 132	M61 43, 1415	Magnetische Feldstärke 709
LWIR 453 f.	M 64 43, 1415, 1444	Magnetische Flussdichte 708
LX200 (Meade) 128	M 65 43, 1415, 1440, 1442	Magnetische Monopole 1506, 1521
Lyman-Alpha-Wald 1514	M 66 43, 1415, 1440, 1442	Magnetischer Fluss 709
Lyman-Limit 701	M 67 42, 258, 1211, 1214	Magnetische Sterne 708
Lyman-Serie 701	M71 1219, 1221	Magnetische Stürme 715
Lyman-Sprung 701	M 76 46, 1195, 1199	Magnitudo 604
Lynds' Catalogue of Bright Nebu-	M 78 1165, 1172, 1175	Mai-Aquariiden. Siehe Eta-Aquariiden
lae 1576	M81 47, 1415, 1432, 1439	Major Atmospheric Gamma-Ray Ima-
Lynds' Catalogue of Dark Nebu-	M 82 47, 1415, 1431 f., 143 9	ging Cherenkov Telescope 459
lae 1576	M 87 43, 422, 1415, 1440, 1464, 1471 -	Makemake 818, 866, 869, 877
Lynx-Superhaufen 1435	1473, 1477	Makroturbulenz 340
Lyottest 104	M88 43	Maksutov 88, 91
Lyra. Siehe Leier	M 92 1219, 1222	Maksutov-Newton 88, 92
Lyriden 911	M 94 1415, 1444	Mantel 823
Lysithea 842	M 95 43	Mare. Siehe Tiefebene (Mond)
L-Zapfen 609	M 96 43, 1415	Mare Imbrium 798
L Zapien 609	M97 47, 1195, 1200 f.	Mare Nubium (Mond) 804
	M 99 43	Margaret 859
3.6		Mariner (Raumsonde) 1542
M	M 100 43, 1415, 1440	
	M 101 47, 1415, 1446 f.	Markab 650
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f.	Markab 650 Markarian 501 680, 1469
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f.	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039–1041, 1211, 1214	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039–1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039–1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 10025.4-1222 1424	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f.	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f.	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. <i>Siehe</i> Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4–1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039–1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f.	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039–1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 10025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4—1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4—1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f.
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perse-
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438,	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4—1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1438	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR J1550-5418 1105	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raum-
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1438 M33 1415, 1428, 1438, 1447	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1169-JD1 1486 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR 1850-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1438 M33 1415, 1428, 1438, 1447 Veränderliche in der Nähe 569	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 Mab 859 Machholz1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR J1550-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105 Magnetfeld 983, 1087, 1097, 1100	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543 Mars Odyssey (Raumsonde) 461, 1543
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1438 M33 1415, 1428, 1433, 1438, 1447 Veränderliche in der Nähe 569 M33 X-7 1129	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR J1550-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105 Magnetfeld 983, 1087, 1097, 1100 Erde 713, 834	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543 Mars Odyssey (Raumsonde) 461, 1543 Mars Pathfinder (Raumsonde) 1543
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1433, 1438, 1447 Veränderliche in der Nähe 569 M33 X-7 1129 M35 42, 1188 f., 1211, 1213, 1217	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR J1550-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105 Magnetfeld 983, 1087, 1097, 1100 Erde 713, 834 Erdmond 834	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543 Mars Odyssey (Raumsonde) 461, 1543 Mars Pathfinder (Raumsonde) 1543 Mars (Raumsonde) 1543
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1438 M33 1415, 1428, 1438 M33 1415, 1428, 1433, 1438, 1447 Veränderliche in der Nähe 569 M33 X-7 1129 M35 42, 1188 f., 1211, 1213, 1217 M36 48, 1211, 1213	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR 1550-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105 Magnetfeld 983, 1087, 1097, 1100 Erde 713, 834 Erdmond 834 galaktisches 422	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543 Mars Odyssey (Raumsonde) 461, 1543 Mars Pathfinder (Raumsonde) 1543 Mars (Raumsonde) 1543 Mars Reconnaissance Orbiter (Raumsonde)
M1 42, 422, 1114, 1400 f., 1469 M1-Pulsar 1114 M2-9 1184 M3 43, 1219 M4 1057 M5 1219, 1222 M8 1165, 1180 f. M10 1219, 1221 M11 45, 1039-1041, 1211, 1214 M12 1219, 1221 M13 44, 1219, 1222 M15 1219, 1222 M16 1052, 1165, 1180 f. M17 1165, 1180 f. M20 1165, 1179 f. M22 44, 1180, 1219, 1222 M27 45, 1182, 1195, 1204 Veränderliche in der Nähe 563 M29 1182, 1186, 1211, 1214 M31 48, 422, 1415, 1424, 1428, 1438, 1447 f., 1464 M32 1415, 1428, 1433, 1438, 1447 Veränderliche in der Nähe 569 M33 X-7 1129 M35 42, 1188 f., 1211, 1213, 1217	M 101 47, 1415, 1446 f. M 103 46, 1169, 1211 f. M 104 43, 1415, 1430 M 105 43 M 106 1464, 1485 M 110 1415, 1438 M ab 859 Machholz 1 898 MACHO 492, 495 Macronova. Siehe Kilonova MACS 0647-JD 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS 1149-JD1 1486 MACS J0025.4-1222 1424 Magellan (Raumsonde) 1543 Magellansche Wolken 1150, 1415, 1449 MAGIC 459, 680, 1115 Maginus (Mondkrater) 169 Magma 823 Magnesiumfluorid 690 Magnesiumsulfat 872 Magnetare 1100, 1105 SGR 1806-20 1105 SGR J1550-5418 1105 SWIFT J1955+2614 1105 Magnetfeld 983, 1087, 1097, 1100 Erde 713, 834 Erdmond 834	Markab 650 Markarian 501 680, 1469 Mars 461, 819, 834, 924 Albedo 821 Atmosphäre 821, 836 Bahndaten 819 Beobachtung 837 Boden 835 Flächenhelligkeit 159 Innerer Aufbau 834 Magnetfeld 821, 837 Marskarte 838 Monde 821, 837 Oberfläche 835 Opposition 838 Physische Daten 820 Temperatur 835 Windgeschwindigkeit 837 Wolken 837 f. Mars2020 (Raumsonde). Siehe Perseverance Mars Express (Raumsonde) 836, 1543 Mars Global Surveyor (Raumsonde) 836, 1543 Mars Odyssey (Raumsonde) 461, 1543 Mars Pathfinder (Raumsonde) 1543 Mars (Raumsonde) 1543

Maser 424	Mehrkörperproblem 925	Mimas 852 f., 856
Masse 1084	Melotte 1576	Mindestdichte eines Schwarzen Lo-
Eta Carinae 997	Meniskuslinse 88	ches 1123
HD 93250 996	Merkur 819, 824, 957	Mindestlebensdauer 982
HD 97950 996	Albedo 821	Mindestmasse 1047
kritische 1065	Atmosphäre 821, 825	Mindestwärmeleistung 982
Masse-Leuchtkraft-Beziehung für	Bahndaten 819	Minilöcher. Siehe Primordiale
Hauptreihensterne 996	Beobachtung 825	Schwarze Löcher
Masse-Leuchtkraft-Beziehung für	Innerer Aufbau 824	Minimale Vergrößerung 116
rote Überriesen 1301	Magnetfeld 821, 825	Minimum Mass Model 956
Massenbestimmung 996, 1240	Oberfläche 824	Minimumszeitpunkt 1344
NGC 3603 A1 997	Physische Daten 820	Mintaka 1247
Pismis 24-1 996	Merkurdurchgang 825	Mira 42, 1000, 1076, 1076
Sterne 995	Merkurtransit. Siehe Merkurdurch-	Mirach 650
WR 20a 997	gang	Miranda 858 f.
WR 102ka 997	Merkurvorübergänge 767	Mira-Sterne 1295
Masse-Leuchtkraft-Beziehung 996,	Mesonen 672, 674, 1510	MIRC. Siehe Michigan Infra-Red
1008, 1301	Mesopause 52 f.	Combiner
Masse-Leuchtkraft-Verhältnis 1426	Mesosphäre 52	Mitbewegte Entfernung 1492, 1498 f.,
Massen	Messenger (Raumsonde) 1543	1501
Galaxien 1436	Messerschneidenmethode 103	Mitgliedschaft in der BAV 1373
Massenaussterben 986	Messfehler 755, 1357	Mittelalter-Minimum 771
Massenaustausch bei Doppelster-	Messmethoden 247 f.	Mittelwert 1569
nen 1241	Messokular 1264 f.	Mittlere Anomalie 930, 944, 1286
Massenbestimmung	Metallhäufigkeit 1412	Mittlere Distanz 982
Doppelsterne 1240	Metallstativ 135	Mittlerer Fehler des Mittelwerts 1569
Massendichte 672	Meteore 909-918, 1645	Mittlerer Fehler einer Messung 1569
Massenverlust 1081	Radioastronomie 438	Mizar 1247
Beteigeuze 427	Meteoriten 909-918	Mizar-Alkor 47
Massenverlustrate 427, 1153, 1242	Meteor Logger (Software) 436	Mneme 842
Masse-Radius-Beziehung 1000	Meteoroid 909	MN Lupi 1056
Massereiche Sterne 1066	Meteorströme 911	Modellrechnung Sternaufbau 1027
Masterdark 192	Meter 627	Modernes Maximum 771, 773
Masterflat 199	Methanothermococcus okinawen-	Modifizierte Newton'sche Dyna-
Masuyama 111	sis 987	mik 1421
Materialfunktionen 1020	Methode von Lambert-Olbers 938	Modifiziertes julianisches Datum 667
Materie-Ära 1502, 1513	Methone 851 f.	Moilanenbogen 75
Materieströmung 1056	Methylisocyanat 896	Molekulargewicht 1064
Materiewellen 687, 1504	Metis 842	Molekülbildung 1155
Maunder-Minimum 771	Mexican-Hat-Filter 205	Molekülwolken 1046, 1049, 1055 f.
Mäusegalaxien 1415, 1444	MG 0414+055 1476	Monatslängen 665
Maximal-Kerr 1124	MG2016+112 1476	Mond
Maximalmasse 1464	MG2016+267 1476	Farben 386
Maximalwellenlänge 605	Michelson-Interferometer 397, 464,	Polarisation 386, 388, 390
MaxIm DL (Software) 268, 1637	1001	Radiostrahlung 422
Maximumszeitpunkt 1344	Michigan Infra-Red Combiner 409,	MOND. Siehe Modifizierte New-
Maxwell-Boltzmann-Verteilung 333-	1058	ton'sche Dynamik
335, 1013 f.	Mie-Streuung 55, 81	Mondbahn 797
Maxwell-Teilung 850	Mikroben 988	Mondberghöhen 806
Maxwell-Verteilung. Siehe Maxwell-	Mikrobolometer 454	Monde
Boltzmann-Verteilung	Mikrofokussierer 186	Eris 877
Maya-Kalender 1533	Mikrogravitationslinseneffekt 968	Haumea 877
Mayalls Objekt 1415	Mikrolinseneffekt 1481	Jupiter 841
McLaughlin (Marskrater) 835	Mikrometerokular 113, 144	Mars 837
Meade LX200 ACF 94	Mikropulse 1116	Neptun 861
Medianfilter 205	Mikroquasar 723	Pluto 875
MeerKAT 417	Mikroturbulenz 1049	Quaoar 877
Megaclite 843	Milchstraße 448, 1143–1152, 1428, 1464	Saturn 851
Megamaser 424	Milky Way Project (Zooniverse) 535	Uranus 858
Mehrfachsternsysteme 1237	Millisekundenpulsare 1114	

Mond (Erdmond) 819, 834 MS-T5 (Raumsonde) 1541 Neigung der Rotationsachse 819 Albedo 821 NEODYMIUM Mond- und Skyglow-M-Theorie 677 Atmosphäre 821 MTV 12V6HC-EX 171 Filter 144 Bahndaten 819 MTV 62V6HP-EX 171 Neonbrennen 1066 Finsternisse 809 Multifrequenzanalyse 532 Neptun 819, 860, 959 Flächenhelligkeit 159 Mundilfari 852 Albedo 821 Helligkeit 619 MuniWin 1641 Atmosphäre 821, 860 Höhenbestimmung 806 MuniWin (Software) 268 Bahndaten 819 Kraterdurchmesser bestimmen 800 Photometrie 270 Beobachtung 861 Krater zeichnen 801 Muon Hunter (Zooniverse) 535 Innerer Aufbau 860 Libration 797 MWIR 453 f. Magnetfeld 821, 860 Monde 821, 861 Magnetfeld 821 My Arae 966 Physische Daten 820 My Cephei 1325 Oberfläche 860 Sternbedeckung 797 My-Cephei-Sterne 1296 Physische Daten 820 Überblick 795 My Cygni 1248 Ringsystem 860 Mondfinsternis 159, 809, 811 My Draconis 1247 Temperatur 860 Flächenhelligkeit 159 Myonen 672, 1506, 1510 Winde 861 Mondhalo 78 M-Zapfen 609 Neptun-Trojaner 866 Mondkalender 664 Nereide 861 Mondknoten 645 Neso 861 Mondkrater und -formationen N Netzhaut 609 Albategnius 808 Neubedampfung 102 Nabla 1020, 1029 Alpen 805 Neutralino 677 Nachbearbeitung am PC 202 Alpental 805 Neutrinos 672, 1499 Nachführfehler 128 Apenninen 807 Neutrinostrahlung 1393 Nachführung 151, 179 Catharina 802 Neutronen 672, 1512 Clavius 806, 809 Nachgeführte Kamera 153 Neutronensterne 1066, 1080, 1079 Nachleuchten 1103, 1106 Copernicus 800 f. Dichte 1099 Nacht 82 Dreischalenmodell 1113 Cyrillus 802 Nachthimmellicht 70 Eratosthenes 807 Entstehung 1097 Nachtleuchtende Wolken 73 f. Fauth 801 Magnetfeld 710, 1097, 1099 Nadelgalaxie 590, 1415, 1440 Karpaten 801 Verschmelzung 1124 Näherungsverfahren nach New-Zweischalenmodell 1113 Plato 805 Regenbogenbucht. Siehe Sinus Iriton 1574 Neutrosphäre 52 Naiade 861 dium New General Catalogue 1576 Sinus Iridum 798 NANOGrav. Siehe North American New Gravitational Wave Observa-Nanohertz Observatory for Gravita-Theophilus 802 tory 468 tional Waves Tycho 797 New Horizons (Raumsonde) 875 f., Nanotracker 180 Mondschaltung 669 1543, 1545 Narrow Line Region 1462, 1470 Mondsichelnebel 1182 New Horizons (Sonde) 874 Monoceros. Siehe Einhorn Narvi 852 New Technology Telescope 395 NASA/IPAC Extragalactic Data-Monochromator 284 Newton 86, 88 Monophosphan 987 f. base 1575, 1577 Newton-Fokus 93 Nasmyth 88, 90 N-Galaxien 1471 Monozentrisches Okular 112 Nasmyth-Cassegrain 89 Montierung 125 f. NGC. Siehe New General Catalogue Natrium-22 1386 azimutal 125 NGC 104 1449 Natrium-Doppellinie 303, 320 EQ6-Montierung 129 NGC 188 1169, 1211 Natriumkarbonat 872 Losmandy 129 NGC 205 1415 Natriumschicht 410 Meade LX200 128 NGC 221 1415 Nautische Dämmerung 82 parallaktisch 126 NGC 224 1415 Navy Prototype Optical Interferome-Moon Zoo (Zooniverse) 535 NGC 246 1195 ter 409, 1075 Moravian 174 NGC 253 1433 Near Earth Asteroid 867 Moravian Instruments 183 NGC 281 1165, 1168 f., 1187, 1214 Near Earth Comet 867 Morgenweite 648 NGC 292 1415, 1449 Near Earth Object 867 MORO 1358 NGC 362 1449 Nebelfilter 144, 197 Morphologie 1166 NGC 457 46, 1187, 1211 f., 1214 Morphologie-Dichte-Relation 1433 Nebelspektrum 1319 NGC 581 1211 Nebelveränderliche 1302 MRC 1138-262 1418 NGC 598 1415 Nebensonne 75 f., 78 MS 0735.6+7421 1464 NGC 650 1195, 1199 Nebularhypothese 952 MSH11-61A 1396 NGC 651 1199



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

NGC 660 1692, 1697	NGC 1960 1211	NGC 2238 1164, 1176 f.
NGC 869 1211, 1213	NGC 1976 1165	NGC 2239 1164, 1176 f.
NGC 884 1211, 1213	NGC 1982 1165	NGC 2244 1164, 1176 f., 1211, 1214
NGC 891 1415, 1440	NGC 2000-Katalog 1577	NGC 2246 1164, 1176 f.
NGC 896 1187 f.	NGC 2022 1195, 1199	NGC 2264 1165, 1177, 1189, 1665
NGC 1260 1396	NGC 2023 1165, 1173	NGC 2346 1195
NGC 1275 422, 1415, 1471	NGC 2024 1165, 1172 f.	NGC 2371 1195, 1199
NGC 1277 1464	NGC 2068 1164 f., 1175	NGC 2372 1195, 1199
NGC 1342 1211, 1213	NGC 2070 1165, 1449	NGC 2392 1195, 1200
NGC 1432 1211	NGC 2071 1164 f., 1172, 1175	NGC 2523 1415
NGC 1499 1165, 1169, 1187, 1191	NGC 2099 1211	NGC 2632 1211
NGC 1569 1433	NGC 2158 1189, 1211, 1217	NGC 2682 1211
NGC 1579 1165, 1170	NGC 2168 1211	NGC 2736 1404
NGC 1600 1464	NGC 2174 1165, 1175, 1189	NGC 2808 1219
NGC 1912 1211	NGC 2175 1175, 1188 f.	NGC 3031 1415
NGC 1952 1114, 1400	NGC 2237 422, 1165, 1176 f.	NGC 3034 1415, 1431

NGC 3368 1415	NGC 6853 1195, 1204	Nova V616 Mon 1127
NGC 3372 997, 1167	NGC 6888 1165, 1182 f., 1186, 1685	NPOI 409
NGC 3587 1195	NGC 6910 1184	NSV 14555 1207
NGC 3603 A1 997	NGC 6913 1211	NSVS 492, 495, 513, 588
NGC 3623 1415	NGC 6946 1415	NSVS 5029041 585, 1352-1356
NGC 3627 1415	NGC 6946-BH1 1081	NTD 418
NGC 3628 43, 1415, 1440	NGC 6960 1405, 1668	NTP-Server 799
NGC 3842 1464	NGC 6974 1400	NTT. Siehe New Technology Telescope
NGC4013 1415	NGC 6979 1400	Nukleare Zeitskala 1062
NGC4038/4039 1429	NGC 6992 1400, 1405	Nuklearreaktionen 1010
NGC4151 1471	NGC 6995 1400, 1405	Nukleonen-Ära 1512
NGC 4303 1415	NGC 7000 45, 1165, 1183	Nukleosynthese 1010
NGC 4303 1415 NGC 4321 1415	NGC 7000 45, 1105, 1105 NGC 7009 1195, 1205	Nullpunktkorrektur 253, 255
	NGC7023 1165, 1169, 1184	Nutation 644f.
NGC 4495 584 1407	NGC 7027 422	Nyquist-Shannon-Abtasttheorem 175
NGC 4485 584, 1427	•	Nyquist-Shannon-Abtastineorem 175
NGC 4486 1415	NGC 7078 1219	
NGC 4490 584, 1427	NGC 7092 1211	0
NGC 4536 1680	NGC7129 1192	0
NGC 4565 590, 1415, 1440	NGC 7293 1195, 1205 f.	
NGC 4567/4568 43, 1415, 1427, 1444	NGC 7317-7320 1415, 1446	Obashev et al. 758
NGC 4594 1415, 1430	NGC7331 1415	Oberfläche
NGC 4631 1415, 1440, 1444	NGC7380 1676	Erde 834
NGC 4647 1415, 1444	NGC 7635 46, 1165, 1169, 1184 f., 1187,	Jupiter 839
NGC 4649 1415, 1444	1214	Mars 835
NGC 4650A 1431	NGC7654 1211	Merkur 824
NGC 4656 1415, 1440, 1444	NGC 7662 1195, 1207	Neptun 860
NGC 4676 1415, 1444	NGO. Siehe New Gravitational Wave	Saturn 848
NGC4736 1415	Observatory	Uranus 857
NGC4826 1415	Nichtfusor 964	Venus 827
NGC4889 1464	Nichtrelativistische Entartung 1089	Oberflächentemperatur 1004
NGC 5024 1219	Nickel-56 1384–1386	Oberon 859
NGC 5128 422, 1429	Nickelhäufigkeit 1383	Oberton-Pulsierer 1075
NGC5120 422,1429 NGC5139 1219–1221	Nipptide 814	Objekte für Teleobjektive 1186, 1214,
NGC 5139 1219-1221 NGC 5194/5195 1415, 1446	NIR 453	1447
		Objektiv 97
NGC 5116 1672	NIR preflashing 167	Achromat 97
NGC 5216 1673	Nix 876	Apochromat 98
NGC 5218 1673	Nizza-Modell 956	Linsenobjektiv 97
NGC 5272 1219	NML Cyg 1000, 1054	
NGC 5457 1415	NOAA 12670 747	Spiegelobjektiv 101
NGC 5866 1415	NOAA-Nummer 768	Vergütung 102
NGC 5904 1219	NOMAD-Katalog 1577	Objektivfilter 763, 766
NGC 6027 1415	Nooelec NESDR SMArt v4 435	Objektivgitter 297
NGC 6144 1057	Nordamerikanebel 45, 1165, 1182 f.,	Abbildungsqualität 306
NGC 6205 1219	1186	Genauigkeit 305
NGC 6218 1219	Nördliche Krone 44	Objektivsysteme 147
NGC 6240 1430	Nördlicher Trifidnebel 1165, 1170	Observatoire Virtuel France 486
NGC 6254 1219	Nordlichter 71	Obsidian 970
NGC 6302 1198	Nördlinger Ries 912	Obstruktion 94
NGC 6341 1219	Nordwinkel 783	Occator (Ceres) 871 f.
NGC 6514 1165, 1179	Normaarm 1145 f.	(O-C)-Diagramm 1358
NGC 6523 1165, 1180	Normalmaximum 1334 f.	OCO. Siehe Oort'sche Kometenwolke
NGC 6530 1180 f.	Normalvergrößerung 116	Off-Axis-Guider 129
NGC 6543 1195, 1197, 1200–1202	North American Nanohertz Observa-	Offene Sternhaufen 1209
NGC 6611 1164 f., 1181	tory for Gravitational Waves 471	Beobachtungsobjekte 1212
	•	Öffnungsfehler 88, 94
NGC 6618 1165	Notebook 177	Öffnungsverhältnis 115
NGC 6705	Nova Cygni 1975 1321	Öffnungswinkel 711
NGC 6705 1211	Nova Cygni 1992 1322	
NGC 6720 1195, 1203	Nova Delphini 2013 1322	Öffnungszahl 114 f.
NGC 6791 1211	Novae 637, 1304, 1314	optimale 175 f.
NGC 6838 1219	Novaereignis 1078	Offset 190

OGLE 493, 495, 1481	Organisationen 1648	Parallaxe 630
Ogle-2005-BLG-390 968, 1481	Organische Moleküle 1156	Dispersions- 1120
Ohara 101, 690	Ori A 422	photometrische 633
OJ 287 470, 473, 477, 1468	Orion 42	tägliche 939
Ökosphäre 982	Orionarm 1146	trigonometrische 630
Okular 109	Orioniden 893, 911	jährliche 631
Abbe 109	Orion-Loop 1171, 1174	Reichweite 631
Axiom 109	Orionnebel 42, 421–423, 1165, 1171,	säkulare 631
Classic Ortho 111	1188	tägliche 631
Erfle 109	Orion Nebula Cloud 1171	Parallaxensekunde 628
eudiascopisch 109	Orionspektrum 1319	Parallaxenwinkel 631
Kellner 112	Orionveränderliche 1302	Parallaxe, topozentrische 797
monozentrisch 112	Orthosie 842	Parallellinienmethode 1344, 1350
Nagler 109	Ortszeit 662	Parkes 412
Ortho 109	OSIRIS 895, 897	Parkes Pulsar Timing Array 469, 471
orthoskopisch 112	Oskar-Lühning-Teleskop 29	Parry-Bogen 75-77
Panoptic 109	Osram Duluxstar 323	Parsec 628
Pentax XL/XW 109	Osterformel 669	Paschen-Kontinuum 607
Plössl 109	Ostergrenze 669	Pasiphae 843
Steinheil 112	Österreichische Gesellschaft für	Pasithee 842
Ultima 109	Astronomie und Astrophysik	Patrochus-Gruppe 866
Okularrevolver 144	(ÖGA2) 1644	Pauli-Prinzip 1384
Okulartypen 110	Österreichischer Astronomischer Ver-	Pauspapiermethode 1345, 1350
OL 217 1271 f.	ein (ÖAV) 1644	Pavo-Indus-Superhaufen 1435
Oligarchisches Wachstum 954	Osthoff'schen Skala 624	PC-Programm 1499
Olivin 872, 1155	Oumuamua 878	PC-Software 1634
Olympus Mons 835	Oversampling 176	PC-Systemzeit 799
OMC 493, 495, 514	Overwhelmingly Large Telescope 395	P Cygni 329, 646, 1036, 1312 , 1325
Omega Centauri 1219–1221	OWL. Siehe Overwhelmingly Large	Balmerdekrement 1160
Omega Leonis 1248	Telescope	Spektrum 345
Omeganebel 1165, 1180 f.	Ozonschicht 53	P-Cygni-Profil 1107, 1310
Omikron Cephei 1247, 1279	ΟΣ410 1248	PEC. Siehe Periodic Error Correction
Omikron Ceti (Mira) 1325	ΟΣ525 1248	Pegasus 48
ONC. Siehe Orion Nebula Cloud	02323 1240	Pekuliare Sterne 995
OneWeb 1546		Pelikannebel 1165, 1183, 1186
Oort-Minimum 771	P	Pencil Nebula 1404
Oort'sche Kometenwolke 878, 889	r	Pentax XL/XW (Okular) 109
Opal 835	P17-Mittelung 778	Penumbra 757, 779
Opazität 1020	Paaliaq 852	Breite 744, 755 f.
OpenCamera (Software) 183	Paarerzeugung 1511	Per A 422
OpenFringe (Software) 105	Paarinstabilitäts-Supernova 1381	Peranso 1349
Ophelia 859	Paarvernichtung 1511	Perdita 859
Opposition 837 f.	Pacman-Nebel 1165, 1168 f., 1187, 1214	Periastron 1244, 1310
Opposition 83/1. Oppositionshelligkeit 856	PAF 419	Periheldistanz 944
Optical Gravitational Lensing Experi-	Pallas 863 f., 869	Periheldrehung 478, 665
ment 1481	Bahnelemente 928	Periheldurchgang 945
Optimale Brennweite 175	Pallas-Familie 867	Period04 (Software) 530
1 ,,,	Pallene 852	
Optische Abbildungsfehler 93	Pan 850, 852	Periode 1074, 1111
Bildverzerrungen 96	Pandora 852	Periodenanderung 1242, 1359
Bildwölbung 95	Panoptic (Okular) 109	Perioden-Leuchtkraft-Beziehung 636
Kugelgestaltsfehler 94	PAPA-Detektor 400	Periodenverbesserung 568
Reflexionen 96	Parabel 920, 922, 926, 1355	Periodic Error Correction 128
Verzeichnung 96		Periodika 1579
Optische Dichte. Siehe Optische Tiefe	Parabelpaha Bahnan	Perlmuttwolken 53
Optische Qualitätsprüfung. Siehe Qua-	Parabelantanna 422	Perlschnurphänomen 792
litätsprüfung	Parabolantenne 433	Perseiden 911
Optisches Interferometer 399	Parabolisch gebremste Expan-	Perseus 46
Optische Tiefe 423, 742	sion 1486	Perseusarm 1145 f.
Orcus 866, 869	Parabolspiegel 95, 418	Perseushaufen 1434

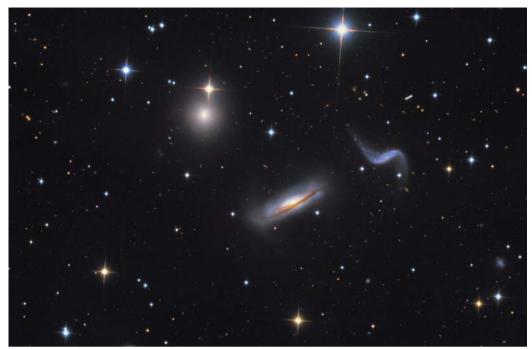


Abbildung P.7 Wechselwirkende Galaxien Arp 316 mit Spur des Kleinplaneten (727) Nipponia, aufgenommen mit 18" Newton f/4.5, SBIG ST-10XME und Astrononik Typ II.c, L:R:G:B = 274:40:50:80 min. *Credit: Astro-Kooperation*.

Perseverance (Raumsonde) 1543 Personal Solar Telescope 763 Petavius (Mondkrater) 803 Petzval-Apochromat 101 Pfeil 45 Pferdekopfnebel 42, 1165, 1172 f., 1188 Pflege der Optik 125 PG 1115+080 1476, 1479 PG 1159-Sterne 1094 PG 1159-Typ 1071 PG 1550+131 1236 PGC. Siehe Principal Galaxies Catalogue PGC 2248 1431 PGC HyperLeda 1576 Phaethon 864 Phantom-Energie 1526, 1529 Phasenarray 417 Phasenarray-Einspeisung 419 Phasengeschwindigkeit 687 Phasensprung 1361 Phasenwinkel 829 PHA-Typ 868 Phi-Cassiopeiae-Haufen 46, 1169, 1211 f., 1214 Philae (Raumsonde) 897, 1543, 1545 Phobos 837 Phocaea-Gruppe 867

Perseus-Superhaufen 1435

Phoebe 852, 855 Phoebe-Ring 850 Phoenix (Raumsonde) 837, 1543 Phospatkron 690 Phosphan. Siehe Monophosphan Photaron 101, 690 Photodesintegration 1383 Photoeffekt 686 Photographie 765 analog 1559-1568 Photographische Photometrie 230 photodigital 230 photoelektrisch 230 photometrisch 230 photospektroskopisch 231 photovisuell 230 Photoionisation 70 Photometrie 56, 326, 1560–1568 Bestimmung von Minimums- und Maximumszeitpunkten 1344 Interpolationsmethode nach Pickering 235 künstliche Vergleichsquelle 234 lichtelektrisch 230 Lichtkurve 1332 mit Fitswork 269 mit Muniwin 270 (O-C)-Diagramm 1358 photodigital 230

photoelektrisch 230 photographisch 230 photometrisch 230 photospektroskopisch 231 photovisuell 230 Smartphone 200 Stufenschätzmethode nach Argelander 236 Umrechnungsfunktion 231, 237 Vergleichssterne 1326 visuell 232 Photometriesoftware 268 Photometrische Doppelsterne 1234 Photometrische Parallaxe 633 Photometrische Systeme 604 Photonen 672, 674 Photonen-Ära 1502, 1513 Photonengas 1089 Photoobjektiv 100 Photosphäre 427, 738, 762, 1079 Physik der Radiostrahlung 422 Phytoplankton 987 Pi Aquilae 1248 Pi Bootis 1247 Pi Cephei 1248 Pickering'sche Interpolationsmethode 235, 905 Pickerings Dreieck 1400 Pickering-Skala (Luftqualität) 62

Pierre-Auger-Observatoriums 460	Positionswinkel 652	Plössl-Okular 109
Pilar. Siehe Lichtsäule	Rotationsachse 652, 819	Plutinos 865, 867
Pinwheel-Galaxie. Siehe Feuerrad-	Temperatur 821 f.	Pluto 818 f., 864, 866, 869, 874 f., 959
galaxie	Planetenaberration 938	Atmosphäre 821
Pioneer 11 849	Planetenbahnen 919-928	Bahndaten 819
Pioneer (Raumsonde) 1542	Planetenpräzession 644	Bahnelemente 928
Pionen 672, 1013	Planetenspektren 316	Charon 875
virtuelle 672	Planetesimale 953	Hydra 876
Pismis 24-1 996	Planet Four (Zooniverse) 535	Monde 821, 875
Pixel-Binning 175	Planet Hunters (Zooniverse) 535	Nix 876
Pixelgröße 174	Planet Neun 960	Physische Daten 820
maximale 290	Planetographische Koordinaten 651	Sputnik Planum 874 f.
Pixelvereinigung 175	Planetoiden 819, 863, 909. Siehe	Tombaugh Regio 874
Planck-Ara 1502, 1505	auch Kleinplaneten; Siehe	Plutoide 818, 875
Planck-Blase 1504–1506	auch Zwergplaneten	Pogson-Methode 1344
Planck-Dichte 679, 1505	Bahnbestimmung 880	Point spread function 245
Planck-Länge 677, 1505	Bahndaten 819	Polarigramm 359
Planck-Masse 1504	Beobachtung 880	Polarimeter mit Wollaston-
Planck (Satellit) 1518 f., 1522, 1544 f.	Chiron 873	Prisma 1551–1558
Planck'sche Elementarlänge.	Entdeckung 863	Polaris 1278
Siehe Planck-Länge	Florence	Polarisation 357-392, 1528
Planck'sche Strahlung 1503	873	Einzelobjekte
Planck-Temperatur 1505	Griechen 866	41P/Tuttle-Giocobini-Kre-
Planck-Zeit 677, 1505 f.	Hecuba-Lücke 866	sák 372
Planemo 819	Helligkeitsbestimmung 880	Arp 299 384
Planet	Hestia-Lücke 866	C/2015V2 (Johnson) 372
Definition 964	Juno 863	CQ Cephei 377
Planet 9 (Zooniverse) 535	Kommensurabilitäten 866	Gamma Cassiopeiae 373
Planet A (Raumsonde) 1541	Kuiper Belt Objects 875	GP Cephei 378
Planetarische Nebel 164, 1078, 1093,	Kuiper-Gürtel 865	Messier 81 384
1081	Orcus 866	Messier 82 385
Einzelobjekte 1197	Pallas 863	Mond 388
Abell 39 1207	Plutoide 875	WR 136 376
Blauer Schnellball 1207	Positionsbestimmung 880	Galaxien 384
Eskimonebel 1200	Quaoar 866, 877	Himmelslicht 361, 369
Eulennebel 1200	Sedna 866, 878	Hintergrund subtrahieren 370
Katzenaugennebel 1200	Sternbedeckungen 880	instrumentelle P. 369
Ringnebel in der Leier 1203	Trans-Neptun-Objekte 875	interstellare P. 360, 380
Ringnebel NGC 246 1198	Trojaner 866	Kometen 372
Saturnnebel 1205	Ubersicht 863	Mond 388
V838 Mon 1207	Varuna 866	Quellen 357
Planetariumssoftware 37	Vesta 863	Software 392
Planeten 817–862	Planet V. Soc. 250	Theorie 357
Albedo 821	Planet X 890, 959	Umgebungssterne 374
Bahnen 819	PlaneWave IRDK 454	Wolf-Rayet-Sterne 376
Bahngeschwindigkeit 820	Plasma-Epoche 1513	Polarisationsfilter 363
Beobachtung 823	Plasmafrequenz 423 Plasmawolken der Sonne 69	Polarisationsgrad Definition 358
Filter 823 Vergrößerung 823	Plateau 1989N4R 860	Polarisationswinkel 360
Breitengrade 652	Platin 483, 1119, 1307	Polarlicht
Definition der Oberfläche bei Gas-	Plato (Mondkrater) 805, 813	Uranus 858
planeten 822	Platonisches Jahr 644	Polarlichter 71
Eigenenergiefaktor 822	PLATO (Satellit) 1544	auf anderen Planeten 71
Fluchtgeschwindigkeit 820	Plattenkonstanten 903	Polarlichtlinien 71
Gravitationsbeschleunigung 820	Plattentektonik 983	Polarringgalaxie 1431
Himmelsrichtungen 651	Pleione 542, 1308 , 1310 , 1325	Polarstern 47, 616, 619, 644, 1075, 1278
Innerer Aufbau 823	Plejaden 42, 264 f., 350, 1210 f., 1213,	Polaufnahme 152
Koordinaten 651, 654	1215 f., 1228, 1231, 1565–1568	Polhöhenfehler 131
Längengrade 653	Polarisation 381	Pollux 42
Physische Daten 820	Plerion 1400	Polregion 1563–1568
11170100110 1701011 020	11011011 1400	1 011051011 1303 1300

Polsequenz 246, 258, 616 Prokvon 650 Periode 1111 Polsucher 129, 144 Prometheus 852 Periodensprünge 1113 Periodenverteilung 1112 Polydeuces 852 Propionaldehyd 896 Polymerfolie 763 Proplyd 953 Rotationsenergie 1110 Schalenmodelle 1113 Polynom 1345 Prospero 859 Poppin' Galaxy (Zooniverse) 535 Strahlungsleistung 1113 Protein 982 Populationen 994 Proteus 861 Pulsar Timing Array 469 Population I 994 Protogalaxien 1417, 1502, 1505 Pulsarwindnebel 1115, 1400 Population II 994 Protonen 672, 1011-1014, 1512 Pulsation der Sterne 1071 Population-II-Cepheiden 1294 Protonengürtel 715 Pulsationsinstabilität 1067, 1073 Population III 994 Protonosphäre 52 Pulsationsstreifen, 1073 Poren 738 f. Proton-Proton-Reaktion 1011, 1021 Pulsationsveränderliche 1291 Porrima 43, 1257 Protoplaneten 953 Pumpmechanismus 424 Portia 859 Protosterne 1054, 1056 Punktlosigkeit 96 Positionsbestimmung 880 Protuberanzen 736, 738, 762, 792 Punktspreizfunktion 245, 251, 550, Positionswinkel 652 Flächenhelligkeit 159 564, 570, 573, 580, 585, 591 Doppelsterne 1270 Protuberanzenansatz 145, 762 Purkinie-Effekt 233 Planeten 652 Proxima Centauri 971 Purkinje-Phänomen 610 Purpurlicht 82 Polarisationsfilter 360 Psamathe 861 Pseudokontinuum 344 Pushen 1566-1568 Potentially hazardous asteroid 868 Potentielle Zeitskala 1062 PSF. Siehe Punktspreizfunktion Pyramidenstativ 135 Potsdamer Farbskala 624 PSF-Verfahren 248, 251 Pyrex 102 Poynting-Robertson-Effekt 81, 703, PSR 0737-3039 477 PSR 0833-45 1115 pp-Reaktion 1011 PSR 0943+10 1118 0 PPTA 469. Siehe Parkes Pulsar Ti-PSR 0950+08 1116 Q 0023+171 1476 PSR 1257+12 966, 1118 ming Array Q 0957+561 1476, 1479 Praemaximum-Spektrum 1319 PSR 1737-30 1118 Q1145-071 1476 Praesepe 42, 265 f., 1210 f., 1214, 1217 f. PSR 1913+16 470, 473, 475, 1119 Q1146+111 1476 Prager Becken 913 PSRJ1719-1438 1119 Praxidike 842 Q1146+111B 1480 PSRJ1748-2446ad 1114 Q 1635+267 1476 Präzession 478, 644, 665 PSRJ1913+1102 1119 Q 2237+031 1476 geodätische 644 PSR J2144-3933 1118 Präzessionskonstanten 644 Ptolemäisches Weltbild 951 Q 2345+007 1476 QCDM-Modelle 1529 Preflashing 167 Puck 859 Preise 147, 163, 165 Pulsare 634, 711, 1109-1120 QHY 173 Q-Methode 1158 Astrokameras 174 Alter 1112 QPO. Siehe Quasi-periodic oscillation Barlowlinse 112 Altersverteilung 1113 QSO 0957+061 1479 Beschichtung 139 Durchmesser 1110 QTT 412 Objektive 97, 147 Einzelobjekte 1114 Quadrantiden 911 Okulare 110 f. Centaurus-Pulsar 1117 Quadratische Regression 255, 1572 Pressmann-Camichel 88 Herkules-Pulsar 1116 Primärfokus 93 Krebsnebel-Pulsar 1114 Quadrupolkörper 478 Primärhorn 420 Qualitätsprüfung 102 PSR 0833-45 1115 Foucault-Test 103 Primärspiegel 88 PSR 0943+10 1118 Lvot-Test 104 Principal Galaxies Catalogue 1576 f. PSR 0950+08 1116 Restchromasie 105 Prisma 697 f. PSR 1257+12 1118 RGB-Chromasie-Test 107 ProAm-Kampagnen 539 PSR 1737-30 1118 Ronchi-Test 103 Procyon 42 PSR 1913+16 470, 473, 475, 1119 Profil von Spektrallinien 333 Stern-Test 103 PSRJ1719-1438 1119 Qualität von Sonnenbeobachtun-Progenitor 1391 PSR J1748-2446ad 1114 Programmcode 1276 gen 780 PSRJ1913+1102 1119 Quallennebel 422, 1188, 1400, 1403 Ephemeriden 937 PSR J2144-3933 1118 Quantenausbeute 174 Julianisches Datum 667 Vela-Pulsar 1115 Quantenchromodynamik 676 Sternaufbau 1025 f. Vulpecula-Pulsar 1117 Quantenelektrodynamik 676, 1013 Wahre Anomalie 931-933 Entfernungsbestimmung 1120 Quantenfeldtheorien 676 f. Programmsterne der BAV 551 Lebenserwartung 1111 Quantenfluktuation 680 Projektionsaufnahmen 150, 156, 767 Magnetfeld 711, 1111 Projektionsschirm 145 Magnetfeldverteilung 1112 Quantengravitation 677 Quantenkondensat 1125 Prokakis 758 Millisekundenpulsare 1114

Ouantenmechanik 1013 Radiusbestimmung Reionisation 1505, 1515 Quantenobjekte 678 Doppelsterne 1239 Reisemontierung 180 Quantenrauschen 465, 470 Rahmenmontierung 127 Reissner-Nordström-Loch 1122 Quantenschlaufengravitation 1528 Ranger (Raumsonde) 1542 Reiterlein, Siehe Alkor Quantenschleifengravitation 677 Rasierklinge 103, 284 Rektaszension 640, 927 Quantenstatistik 1511 Ratan600 412 Relativistische Entartung 1089 f. Quantentheorie 1013, 1132 Rätsel. Siehe Unterhaltsame Astro-Relativistisch entartete Materie 1079 Quantenvakuum 1522 nomie Relativistisch entartetes Gas 1064 Quantisierungsrauschen 188 Raumdehnung 1492 Relativitätstheorie 478, 1013, 1133 Relativzahlen 737, 777 Quaoar 866, 869, 877 Raumkrümmung 478, 1487, 1499 Raumsonden 1541-1546 Repsold-Meridiankreis 25 Weywot 877 Quark-Ära 1502, 1510 Raumzeiten 1125 Residual Bulk Image 167 Quark-Nova 1406 Rauschen 188, 289, 292, 310 Residual Saturation Image 167 Quarks 673 f., 1100, 1506 Rauschfilter 206 Reskalierung 1527 Quarksterne 1104 Rauschreduzierung bei DSLR 189 Resonanzgruppen 867 Quarzbeschichtung 102 Rauschunterdrückung 202 Restchromasie 100, 105 Ouarzschicht 139 RAW-Format 188, 242 Retardierte Zeit 938 Quarzversiegelung 139 Rayleigh-Kriterium 121 Rezeptoren 609 Rayleigh-Strehl-Kriterium 187 Quasare 1459, 1466, 1502, 1517 Rezeptorendichte 610 Quasarpopularität 1505 Rayleigh-Streuung 54f. RGB-Chromasietest 107 Quasi-periodic oscillation 1102 RBI-Effekt. Siehe Residual Bulk Image RGB-Systeme 611 Quellennachweis 1617 R-Corona-Borealis-Sterne 1303 RGB-Trennung 247 Quintessenz 1526, 1529 RC-Wert 105 f. Rhea 852, 856 Quintuplet Cluster 1149 Reaktionszeit 674 f. Rheasilvia-Becken 873 Redshift (Planetariumssoftware) 37 Rho Cassiopeiae 1000, 1398 Rho Ophiuchi 1056 Reducer 113, 144, 154 Referenzfeld Rho-Ophiuchi-Nebel 1057, 1186 R M67 615 Richtungsmessung 629 R13-Mitteilung 778 Polsequenz 616 Riemann'sche Metrik 1487 R136 1178 Referenzspektrum 316 Riesen 1035 R/1986 U2 858 Referenzsterne 564, 570, 573, 580, 583, Riesenast R/2003 U1 858 asymptotischer 1295 585, 591 R/2003 U2 858 Referenzsystem Riesenmolekülwolken 1155 Radarsender GRAVES 431 Koordinaten 647 Riesenstadium 1063, 1070 Radialgeschwindigkeit 335, 1001 Reflektor 145 Rigel 42 Radioaktiver Zerfall 1385 f. Rille (Mond) 796 Cassegrain 90 Radioastronomie für Amateure 428 Rindlerkraft 676 Kutter 92 RadioAstro (Satellit) 415 Newton 89 Ringfamilie 1527 Radiofenster 54 Ritchey-Chrétien 90 Ringgalaxie 1431 Radiofrequenzbereich 412 Schmidt-Cassegrain 91 Ringgebirge (Mond) 796 Radiogalaxien 1468 Reflexion 693 Ringnebel 45, 1195 Radio Galaxy Zoo (Zooniverse) 535 Ringsystem Reflexionen 96 Radiointerferometer 398, 412 Reflexionsgitter 282 Jupiter 840 Radiokamera 418 f. Reflexionsgrad 139 Neptun 860 Radiokarte 447 Reflexionsnebel 1166, 1231 Saturn 849 Radiomessungen 426 Reflexionsvermögen 102 Uranus 858 Radio Meteor Zoo (Zooniverse) 535 Refraktion 58 Ringsysteme 958 Radio-Quasar-ICRS 647 Refraktor 87, 145 f. Ringwall 806 Radioquellen 421 f. nach Kepler 87 Ritchey-Chrétien 88, 90 Radioteleskope 411 f. nach Petzval 87, 101 advanced 90, 94 Radioteleskop für Amateure 439, 445 Regel von Dawes 121 Roche'sche Fläche 477 Radioteleskop > Spider 230 < 445 Regenmeer. Siehe Mare Imbrium Roche'sche Grenze 898 Radius 1009, 1084 Regenmenge 70 Rohdatenbild 190 Bedeckungsveränderliche 1000 Roma 881 RegiStax 208, 1640 Bestimmung des Durchmessers bei Regression Ronchi-Okular 307 Bedeckungsveränderlichen 1240 lineare 255 Ronchi-Test 103 Interferometrie 1001 quadratische 255 Röntgenblitze 1101 Masse-Radius-Beziehung 1000 Regulus 650 Röntgenburster 1101, 1103 Sternbedeckung 1000 Reichweite 673 f. Röntgendoppelstern 1107 Sterne 999 Reichweite der Vorkommen 1548 Röntgenpulsare 1101, 1116



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

RR-Lyrae-Stern 583

Röntgenteleskope 458 Röntgenveränderliche 1304 Rosalind 859 ROSAT 493, 495 Rosat (Satellit) 457, 476, 1544 Rosetta (Raumsonde) 894 f., 1543, 1545 Rosettennebel 422, 1165, 1176 f., 1189, 1211, 1214 Rotating Radio Transients 1105 Rotation 334, 338, 737, 1087, 1100, 1308 Galaxien 1420 schnell rotierende Sterne 339 Sterne 1009 Rotationsachse 652, 819 Rotationseffekt 755 Rotationsenergie 1110 Rotationsgeschwindigkeit 737, 1007, 1099 Rotationsprofil 334 Rotationsveränderliche 1258, 1304 Rotationsverbreiterung 334 ROTSE 587 Rötung 1157 Rotverschiebung 1485, 1491, 1505 Rotverschiebungsentfernung 1499 r-Prozess 1066 RRAT. Siehe Rotating Radio Transients RR Lyrae 1325

RR-Lyrae-Sterne 278, 636, 1292 Typ RRab 1293 Typ RRc 1293 Typ RRd 1293 RSI-Effekt. Siehe Residual Saturation Image RS-Klassifikation 1433 RSpec 312, 1642 RTL-SDR.COM V.3 434 Rückläufige Monde 958 Ruheenergie 674 f. Rupes Recta (Mond) 804 Russian Virtual Observatory 486 Rutten-Maksutov 88, 91 RV-Tauri-Sterne 1295 RW Aurigae 1302 RX Aurigae 1325 Beobachtungen nach Argelander 1331 Lichtkurve 1335 Vergleichssterne 1330 RXJ185.35.3754 1104 Rydberg-Konstante 701 RZ Cassiopeiae 1325 Beobachtungen nach Argelander 1328 Massenausstöße 1365

Minimumsbestimmung 1346 Modell als Vierfachsternsystem 1363 (O-C)-Diagramm 1362 Vergleichssterne 1328

S

S10 6o S/2000 J11 842 S/2003 J2 843 S/2003 J3 842 S/2003 J4 843 S/2003 J5 843 S/2003 J9 842 S/2003 J10 843 S/2003 J12 842 S/2003 J15 842 S/2003 J16 842 S/2003 J18 842 S/2003 J19 842 S/2003 J23 843 S/2004 S3 851 S/2004 S7 853 S/2004 S12 852 S/2004 S13 852 S/2004 S17 852 S/2006 S1 852 SBIG 174 Einzelobiekte 1126 Scattered Disc Obejcts 864 A0620-00 1127 S/2006 S3 853 Schaer-Refraktor 87 Cvg X-1 1127 S/2007 S2 852 S/2007 S3 852 Schäfermond 851 GX 339-4 1127 Schalenbrennen um einen entarteten M33 X-7 1129 S/2009 S1 852 Kern 1060 SS 433 1128 Sachs-Wolfe-Effekt 1518 Sadr-Nebel 1184, 1186 f. Schalenmodelle 1113 V404 Cyg 1126 Schalentheoreme 921 intermediäre 1130, 1135 Safir (Satellit) 1544 SAFIR (Satellit) 1545 Schallgeschwindigkeit 1518 massereiche. Siehe intermediäre SagDEG 1150 Schalttag 664 primordiale 1130, 1134 Sagitta. Siehe Pfeil Scharf-Cronin-Gleichung 984 supermassereiche 1130, 1135, 1463 Schwarzer Körper 822, 1005 f. Sagittarius. Siehe Schütze Schärfung 212 Sagittariusarm 1145 f. Schärfungsartefakte 216 Schwarzer Strahler 1005 Sagittarius B2 1156 Schedir 650 Schwarze Temperatur 1005 Schwarzschild-Kriterium 1019 f. Saha-Formel 1005 Scheibenpopulation II 995 Säkulare Parallaxe 631 Scheinbare Helligkeit 604 Schwarzschild-Loch 1122 Säkularzahl 669 Scheinbarer Horizont 1133 Schwarzschild-Radius 1122, 1504 Sakurais Objekt 1090 Scheiner-Blende 186 Schwärzungskurve 1562-1568 Scheiner-Methode 127, 130 f. Schwebung 1293 Salacia 869 Schiefe der Ekliptik 641, 927, 935 Schweif 887 Salvadorspiegel 31 Sampling. Siehe Abtastung Schiefspiegler 92, 96 Schweifstern. Siehe Kometen Schweizerische Astronomische Gesell-Sao 861 Schild 45 SAO 20575 1184 Schlüssellochnebel 997 schaft (SAG) 1644 SAO 39966 1367 Schmetterlingsdiagramm 773 Schwerebeschleunigung 820 SAO 106329 331 Schmetterlingsnebel 1165, 1182, 1184, Sonne 734 SAO-Sternkatalog 1326, 1575 Schwerflint 690 Saraswati-Superhaufen 1435 Schmidt-Cassegrain 88, 91 Schwerkraftabdunkelung 1007 Satelliten 457 Schmidt-Kamera 88 Schwerkron 690 Satellitenkonstellationen 1546 Schmidt-Newton 88 Schwertsterne 42 SAT-Empfangsanlage 441f. Schmidt-Platte 88 Schwingungsdauer 1074 Sättigung 242 f., 262 Schmidt-Teleskop 91, 95 Scientific Image Processing Sys-Sättigungsladung 175 Schneckenfehler 128 tem 183 Saturn 819, 848 Schneckengetriebe 128 Sco X-1 1102 2004S1R 850 Schneeball, Blauer. Siehe Blauer SCR 1845-6357 964 Albedo 821 Schneeball Scutum. Siehe Schild Albedo des Ringsystems 850 Schneeflocken-Sternhaufen 1177 Scutum-Centaurus-Arm 1145 f. Alter der Ringe 850 Schnelle Novae 1316 SD-Glas 98 Atmosphäre 821, 849 Schnelles Szenario SDO. Siehe Scattered Disc Obejcts Bahndaten 819 Supernovae 1382 S Doradus 1036, 1312 Beobachtung 856 Schnellläufer 1148 SDO-Satellit 748 Dicke der Ringe 851 Schockfront 1384 SDR. Siehe Software-defined radio Druck 849 Schönberg-Chandrasekhar-SDR Console (Software) 436 Flächenhelligkeit 159 Grenze 1062-1065, 1079, 1228 SDR-Empfänger 434 Innerer Aufbau 848 Schott 102 SDR# (Software) 435 Magnetfeld 821, 849 Schottfilter 823 SDSS. Siehe Sloan Digital Sky Survey Masse des Ringsystems 850 Schrittmotor 126 f. SDSS J010448.46+153501.9 964 Monde 821, 851, 853, 856 Schröter-Effekt 830 SEB 844 SEB-Revival 844 Oberfläche 848 Schrotrauschen 465, 470 Schülen-Wilson-Effekt 742 Phoebe-Ring 850 Sedimentation 954 Physische Daten 820 Sedna 864, 866, 869, 878 Schütze 44 Ringsystem 849 Schwabe-Zyklus 771 Sednoide 864, 878 Ringteilungen 850 Schwache Wechselwirkung 1510 Seeing 62, 124 Teilchengröße im Ring 850 Schwan 45 Seekuhnebel 1128 Temperatur 849 Schwanennebel 1165, 1180 f., 1186 Seelennebel 1187 Winde 849 Schwankungen der Aktivität 771 SEI 584 1271, 1273 Seismisches Rauschen 465, 470 Wolken 849 Schwarze Doppel-Löcher 1430. Saturnnebel 1195, 1205 Siehe Binäre Schwarze Löcher Seismologie 736 Sauerstoffbrennen 1011, 1066 f. Schwarze Löcher , 1121-1136, 1079 Sekundärspiegel 88, 121 Säule 135 binäre 1465 Sekunde 657

Selbstbau 139, 1646 SKA-low 417 Solarpräzession 644 Selenographische Koordinaten 651 Solar Spectrum 763 SKA-mid 417 Serienmessung eines Veränderli-Skathi 852 Solarspektrum 316 chen 278 SkEve (Planetariumssoftware) 37 Solar Stormwatch (Zooniverse) 535 Serpentin 872 Skoll 852 Solar-terrestrische Beziehungen 69 Setebos 859 Skorpion 44 Solarzellen-Kraftwerke 1548 Seyfert-Galaxien 1460, 1462, 1470 Sky Catalogue 2000 1326 Solovev 760 Seyfert-Kerne 1470 f. SkyChart. Siehe Cartes du Ciel Sombrerogalaxie 1415, 1430 Sevfert-Krankheit 1470 Skygazer's Almanach for Windows Sombrero-Galaxie 43 Sommerdreieck 45 Seyferts Sextett 1415 (Software) 1635 SGR. Siehe Soft Gamma Repeater Sky Map (Planetariumssoftware) 37, Sonne 1014 SGR 1806-20 1105 Atmosphäre 761 Sky Map (Software) 1636 Sgr A 1144 Aufbau 734 Beobachtung 762 Sgr A* 1149 Sky Quality Meter 61 SGR J1550-5418 1105 SkyView Lite (Software) 1636 Beobachtungsqualität 779 Sh 2-247 1189 SkyView (Planetariumssoftware) 37, Chromosphäre 761 Dalton-Minimum 771 Sh 2-248 1400 40 Sh 2-249 1188 f. SLD-Glas 98 Energie 734 Shapiro-Effekt 1479 Sloan 608 Eruptionen 69, 767 Shapley-Linse 113 Sloan Digital Sky Survey 536, 608, Evershed-Effekt 741 Shapley-Superhaufen 1435 Fackeln 739 Sharpless 2-240 1400, 1402 Smartphone 38, 169, 216 Finsternisse 791 Sharpless' Catalogue of HII Regi-Befestigung 217 Flächenhelligkeit 159 Dark- und Flatframe 224 Fleckenzyklus 774 ons 1576 Shift-and-Add-Methode 402 Deep-Sky-Motive 224 Fliegende Schatten 792 SHI 289 1271, 1273 Fokussierung 221 Granulation 738 Grenzgröße 220 H-alpha-Beobachtung 763 Shock breakout 1384 Photometrie 223 Siamesische Zwillinge 43, 1415, 1427 f., Helioseismologie 736 1444 Rauschen 222 Helligkeit 619 Innerer Aufbau 734 Siarnag 852 Spektrum 224 Vergleich mit DSLR 220 Sichelnebel 1182 Kegelstumpfmodell 740 Siderischer Monat 665 Welches Okular? 219 Kenngrößen 733 f. Siderischer Tag 658 Smear-Effekt 168 Kern 734 Siderisches Jahr 665 Smithsonian Astrophys. Observa-Klassifizierung der Flecken 774 Sidgwick-Methode 905 Korona 762 tory 1575 Siebengestirn 1565-1568 S Mon 1178 Koronale Löcher 716 Sigma Coronae Borealis 1247 SN 1054 1379, 1401 Koronaler Massenauswurf 739 Sigma Orionis 1247 SN 1572 1379, 1390 Lichtbrücken 739 Sigma Scorpii 1057 SN 1604 1379, 1390 Magnetfeld 737, 791 Signalgeschwindigkeit 687 Maunder-Minimum 771 SN 1680 422, 1104, 1379, 1406 Signalumsetzer 439 Merkurvorübergänge 767 SN 1937c 1485 Silikatmineral 1155 SN 1987A 1379, 1390, 1397 M-Gebiete 69 Siliziumbrennen 1011, 1066 f. SN 1998bw 1106 Mittelalter-Minimum 771 Modellrechnung 736 Silk-Dämpfung 1519 SN 2003fg 1526 SIMBAD 488, 519, 1585 SN 2006gy 1104, 1396 NOAA 12670 747 Simeis 147 1400, 1402 SN 2007bi 1396 Oort-Minimum 771 Perlschnurphänomen 792 Sinope 843 SN 2008iz 1433 Photographie 765, 767 Sintflut 914 SN 2011fe 1397 f. Sinus Iridum 798 SN 2015L 1380 Photosphäre 762 Sinuswelle 687 SNLS-04D2dc 1395 Physische Daten 820 SIPS. Siehe Scientific Image Proces-Soft Gamma Repeater 1101 f. Plasmawolken 69 f. sing System Software-defined radio 434 Poren 738 f. Sirius 42, 619, 1000 Soho (Raumsonde) 1543 f. Protuberanzen 762 Siriusperiode 667 Solar Influences Data Analysis Center Radioastronomie 437 Sirrah 48, 650 (S.I.D.C.) 769, 1646 Radiostrahlung 422 Sk-69°202 1391 Solarisation 1563-1568 Relativzahl 737 SKA 412, 417 Solarkonstante 734 Rotation 737 Schmetterlingsdiagramm 773 SKA-high 419 SolarMax 60 763 Skalenfaktor 749 SolarMax 90 763 Solar-terrestrische Beziehungen 69 kosmischer 1503 Solar Orbiter (Raumsonde) 1543 Sonnenflecken 739, 763

Sonnenfleckenrelativzahl 769	Spalt 284	Spiralarm-Population I 995
Sonnenwind 69	Spaltbreite 284	Spiralgalaxie
Spikules 739	Spaltspektrograph 285	Ansicht 1413
Spörer-Minimum 771	Spaltungshypothese 958	Spiralgalaxien 1417
Spörer's Gesetz 773	Spanish Virtual Observatory 486	Spiralstruktur der Milchstraße 1145
Supergranulation 738	Speckle-Bild 401	Spirit (Marssonde) 835
Surges 738 f.	Speckle-Holographie 407	Spitzer (Satellit) 453, 455, 894, 1544
Tachocline 735	Speckle-Interferometrie 400, 409,	Sponde 843
	•	-
Temperatur 734	1001 Smoothe Masking Mathada 1066	Spörer-Minimum 771
Überblick 733	Speckle-Masking-Methode 406 f.	Spörer's Gesetz 773
Venusvorübergänge 767	SpecRaVE (Software) 336	Sporulation 989
Wilson-Effekt 742	SpectrumLab (Software) 436	Springtide 814
Wolf-Minimum 771	Spektralatlas 354 f.	s-Prozess 1066
Sonneberger Plattenarchiv 494 f.	Spektrale Auflösung 292, 304	Sputnik-Ebene 874
Sonnenbeobachtung 114, 145	Spektrale Koma 289, 291 f.	Sputnik Planum 875
Sonnenbogen 75	Spektrale Zerlegung des Lichtes 697	Square Kilometre Array 412, 417
Sonneneruptionen 767	Spektralindex 425	SS 433 1128
Sonnenfackeln 738	Spektralklassifikation 327, 963, 1091	S-Schlag 211
Sonnenfinsternisse 767, 791	Spektrallinie	SS-Cygni-Sterne 1304
Sonnenflares 70	Doppelpeak 340	SSS17a 483
Sonnenfleck 716	V/R-Verhältnis 340	Stäbchen 609 f.
Durchmesser 755	Spektralphotometrie 246	Stabilität 1088
Tiefe 744	Spektraltyp der Sonne 734	Stacking. Siehe Bildüberlagerung
Sonnenfleck 12670 749 f.	Spektraltypen 617	Spektralaufnahmen 310
Sonnenflecken 733, 738 f., 767	Spektrograph 113, 281	Standardkerze 1383
Achsenneigung einer Gruppe 787	Spektrographeinfluss 315	Standardmodell nach Friedmann 1520
Ausdehnung 787	Spektrometer 281	Standardscheibe 1461
Eigenbewegung 786	Spektroskop 113, 281	Star Analyser 289, 293, 314, 343, 1323 f.
Fläche einer Gruppe 770, 788	Spektroskopie 113	Starburstgalaxie M 82 47, 1415, 1431 f.,
Lebensdauer einer Gruppe 770	Exoplaneten 970	1439, 1444
Merkmale einer Gruppe 769	spaltlos prefokal 289	Starburstgalaxien 1431
Position 785	Spektroskopische Doppelsterne 337 f.,	Star Date: M83 (Zooniverse) 535
Relativzahl 769	1234	Stark-Effekt 700
Sonnenfleckenaktivität 737, 772 f., 905	Spektrum 694	Starke Wechselwirkung 672, 1510
Sonnenfleckenbeobachtung 768	aufnehmen 306	Starlight XPress 174
Sonnenfleckenrelativzahl 70, 769	Nova 1319	Starlink 1546
Solar-terrestrische Beziehungen 70	Spektrumsphotometrie 349	Star Walk (Planetariumssoftware) 37
Sonnenfleckenzyklus 733, 774	Spektrumsveränderliche 1304	Stativ 135
Sonnenfolie 145	Spezialokulare 113	Staub 358
Sonnenkorona	Sphärische Aberration 88, 94	Staubflecken 200
Polarisation 365	. -	Staubfontänen 893
	Spica 650	Staubkoma 885
Sonnenprojektionsschirm 763	Spider 230 445	_
Sonnenschaltung 669	Spiegelbeschichtung 139	Staubnebel 1166
Sonnensystem	Spiegelobjektiv 101	Staubtorus 1461 f.
Polarisation 365	Spiegelreflexkamera 155, 165	Staubwolken 1046
Sonnentag 658	Spiegelrückschlag 155	Steady-State-Theorie 1519
Sonnenwind 69	Spiegelschleifen 139	Stecker und Buchsen 434
S Ori 68 819	Spiegelteleskop 86	Stefan-Boltzmann-Gesetz 635, 1008
S Ori 70 819	Auflösungsvermögen 121	Stein 2051B 1478
Sothisperiode 667	Spiegelvorauslösung 155	Steinheil-Okular 112
South African Astroinformatics Alli-	Spikules 738 f.	Steinige Tunguska 913
ance 486	Spinare 1099	Steinmeteorit 910
Southern African Large Telescope 394	Spindelgalaxie 1440	Stellarium (Planetariumssoft-
Southern-Superhaufen 1435	Spinnennetzgalaxie 1418	ware) 1634
Space Telescope Science Institute 486	Spin-Netzwerk 678 f.	Stelle Doppie 1245
Space Very Long Baseline Interfero-	Spin-Quantenzahl 678	Stephano 859
metry 414	Spin-Schaum der Raumzeit 678	Stephans Quintett 1415, 1429, 1446
	-	Stereo (Raumsonde) 1543, 1545
Space Warps (Zooniverse) 535	Spiralarme	Stereo (Raumsonde) 1543, 1545 Sternassoziation 1171
SpaceX 1546	Entstehung 1418	Sternassoziation 1171

Sternaufbaurechnung Leuchtkraft 1012 Strehl-Zahl 124 Programm in C# 1024 Streifende Sternbedeckungen 799 Masse 995 Sternaufbaurechnungen 1018 massereiche 1066 Streifensystem 844 Sternbeben 1103 Pulsation 1071 Streulicht 96 Sternbedeckung 653, 797 Radius 999 Strichspuraufnahme 152 streifende 799 Relationen 1007 Strings 1507 von oder durch Planeten 800 Rotation 1009 schleifenbildende 1507 Sternbedeckungen 880, 1645 Temperatur 1003 Stringtheorien 677 Sternbilder 49 Sternentstehung Strömgren-Radius 1164 Adler 45 Galaxien 1412 Strömgren-Sphäre 1164 Andromeda 48, 1250 Sternentstehungseffizienz 1054 Strömungsgeschwindigkeiten 1471 Bärenhüter 43 f., 1222, 1250 Sternfeldaufnahmen 150 Struktur der Milchstraße 1144 Cassiopeia 46, 1328, 1398 f. Sternhaufen 264, 279, 1209-1232 STScI. Siehe Space Telescope Science Cepheus 46, 1332 Altersbestimmung 1224 Institute Stufenschätzmethode nach Argelan-Delphin 45, 1222, 1249 Beobachtungsobjekte 1212, 1221 Einhorn 42, 1176 Bildung 1050 der 236 Füchschen 45, 1204, 1249, 1327 Entwicklung 1223 Stufenschätzung nach Argelan-Fuhrmann 48, 1213, 1331 Kugelsternhaufen 1218 der 1340 offene 1209 Stundenachse 127 Großer Hund 42 Polarisation 380 Stundenwinkel 640 Großer Wagen 47, 1249 Herkules 44, 1222, 1249 Sternkarte 36, 41 Sturmvogel 1405, 1668 Subaru Telescope 394 Jungfrau 43, 1250 drehbare 36 Kleiner Hund 42 Sternkataloge 1633 Submillimeterbereich 453 Kleiner Wagen 47, 616 Sternkieker 1644 Submillimeterteleskope 1055 Krebs 42, 1250 Sternscheibchen 290 Substitutionsregel 1571 Sternscheibenrekonstruktion 402 Leier 45, 1203, 1249 Sucher 144 Sternschnuppen 909 Südliche Durchmusterung 1575, 1577 Löwe 43, 1250 Sternströme 1148 Suess-Zyklus 771 Luchs 1332 Nördliche Krone 44 Sterntag 658 f. Sumita 101, 690 Orion 42, 1172, 1176, 1249 Stern-Test 103 SunMap (Software) 782 Pegasus 48, 1222, 1250 Sternwind 1307, 1311 Sunspotter (Zooniverse) 535 Perseus 46 Sternzeit 640 f., 649 Sunyaev-Zeldovich-Effekt 634 Pfeil 45, 1249 Super-Eddington-Akkretion 1463 Sternzeituhr 649 Schild 45, 1180, 1214 STF 1037 1258 Supergalaktisches System 641 Schlange 1180, 1222 Stickstoff-Kryostat 455 Supergalaxienhaufen. Siehe Superhaufen Schlangenträger 1221 Stier 42 Schütze 44, 1180, 1222 Stockert. Siehe Astropeiler Stockert Supergranulation 738 Schwan 45, 1182, 1214, 1250, 1404 Stokes-Parameter 358 Superhaufen 1434 Skorpion 44 Stokes-Parameter-Polarigramm 359 Supermassereiche Schwarze Lö-Stier 42, 1249 Stokes-Vektor 359 cher 1463 Walfisch 42, 1198 Stoppuhr 799 Eddington-Grenze 1463 Wassermann 1205 Stoßfront 1419 Maximalmasse 1464 Stoßverbreiterung 699 Widder 42, 1249 Supernovae 1082, 1304, 1379-1406, Zwillinge 42, 1176, 1213, 1250 Stoßwelle 1419 1494, 1526 Strahlenschutz 986 Sterne Einzelobjekte Aufbau 993-1032 Strahlensystem (Mond) 808 SN 1054 1401 Dichte 1003, 1020 Strahlung 603, 1499 SN 1572 1390 Endstadium 721-730 Strahlungsausbrüche SN 1604 1390 Energieerzeugungsrate 1009, 1012, Beteigeuze 425 SN 1680 1406 Strahlungsdämpfung 699 1021, 1030 SN 1987a 1397 Energieprozesse 1010 Strahlungsintensität 603 SN 2006gy 1396 Strahlungskegel 711, 1387 Entstehung 1045-1060 SN 2007bi 1396 Entwicklung 1061-1082 Strahlungskosmos 1508, 1513 SN 2008iz 1433 massearme Sterne 1069 Strahlungsleistung 472, 1113 SN 2011fe 1397 massereiche Sterne 1068 Strahlungssphäre 426 SN 2015L 1380 Strahlungsstrom 421 f., 603 Hauptreihenrelationen 1008, 1029 SN Refsdal 1479 Kappa-Mechanismus 1072 Strahlungstemperatur 1005 Kosmologie 1491 Kern 1012 Strahlungstransport 1019 Langsames Szenario 1382 Kernradius 1030 Stratosphäre 53 leuchtkräftige 1380 Konvektionszone 1016–1018, 1029 Strehl-Wert. Siehe Strehl-Zahl Schnelles Szenario 1382



Abbildung P.9 Planetarischer Nebel NGC 7008, aufgenommen mit 14" Ritchey Chrétien Cassegrain f/8, Apogee Alta U16M, Astrodon LRGB = 280:160:160:140 min (à 20 min). Credit: Bob und Janice Fera.

thermonukleare 1382 Typ Ia 1382 Typ II 1383 Typ IIb 1381 Typ IIn 1382 Supernovaexplosion 1078 Supernova Hunters (Zooniverse) 535 Supernova-Prozess 1383 Supernova Refsdal 1479 Supernova Remnants. Siehe Supernovaüberreste Supernova Sighting (Zooniverse) 535 Supernova Typ Ia (Standardkerze) 637 Supernova Typ II 633 Supernovaüberreste 1400 Superpartner 677 Super-Plössl (Okular) 111 Superstarke Wechselwirkung 1506 Superstrings 677 Superstringtheorie 677 Supersymmetrie 677 SuperWASP 494, 516, 567, 571, 574 f., 578 f., 581 f., 592 Superwind 1432 Supralateralbogen 75

Surges 738 f. Surtur 853 Surveyer (Raumsonde) 1542 SUSY 677 SUSY-WIMP 677, 1423 Suttungr 852 SU-Ursae-Majoris-Sterne 1304 Suzaku (Satellit) 457, 1544 f. SV Vulpeculae 1325 Beobachtungen nach Argelander 1329 Beobachtungen nach Pickering 1327 Lichtkurve 1333 Vergleichssterne 1327 SWASP 495 Swift 1106 SWIFT J1955+2614 1105 Swift (Satellit) 457, 1544 SWIR 453 SX-Phoenicis-Sterne 1292 Sycorax 859 Sylvia (Kleinplanet) 873 Symbiotische Sterne 1314

Symmetriebrechung 1. Art 1502, 1506 2. Art 1502, 1510 3. Art 1502, 1510 Synchronmotor 127 Synchrotronstrahlung 710, 1472 Synodischer Monat 665 Systemparameter 1358 S-Zapfen 609 Szintillationsrauschen 59 Polarimetrie 369 SZ Lyncis 532, 1292, 1325 Maximumsbestimmung 1346, 1348 (O-C)-Diagramm 1362 Vergleichssterne 1332

T

T2-Adapter 172 Tachocline 735 Tagbogen 648 Tageslängen 658 Tägliche Aberration 938 Tägliche Parallaxe 631, 939

Terrestrial Dynamical Time 662 Tal (Mond) 796 Topozentrische Parallaxe 797 TAMA300 466 Terrestrial Time 662 TOV. Siehe Tolman-Oppenheimer-Terzan 5 1219 Tangentenfehler 141 Volkoff-Grenze Tapes Bögen 75 TESS (Satellit) 1544 f. Tracing Paper Method 1345 TAP VizieR 521 Transformationsfunktion Tethys 852, 854, 856 Spektroskopie 316 Tarantelnebel 1165, 1178 Thalassa 861 Targeq 852 Thebe 842 Transformationsgleichung 253, 255 Tarvos 852 The Bright Star Catalogue 650 Transformationskoeffizient 253 Tau A 422, 446 f. Theia 958 Transmissionsgitter 282 Taukappenheizung 137 The Imaging Source 171 Transneptune. Siehe Trans-Neptun-Taukappenseeing 125 Thelxinoe 842 Objekte Tau Leonis 1247 Themisto 842 Trans-Neptun-Objekte 818, 865, 875 Tauonen 672, 1506, 1510 Theophilus (Mondkrater) 802 Transparency 60 Taupunkt 68 Theory Of Everything 677 Transpluto 890, 959 Taupunkttemperatur 68 Thermisches Rauschen 465, 470 Transsibirienexpress 913 Taurus 1565-1568. Siehe Stier Thermische Stabilität 1067 f. Trapez 42 Tauschutz 137 Thermische Verbreiterung 334 Trapping 167 Taygete 843 Thermische Zeitskala 1062 TRAPPIST-1 973 Thermonuklearer Runaway 1315 f. Treffpunkte 1648 Technische Zivilisation 984 f. Teilchenstrahlung 1081 Thermonukleare Supernova 1380 Trendlinie 1355, 1357 Teilchenwind 1107 Thermosphäre 52 TrES-3b 980 TheSky (Planetariumssoftware) 1635 Triangelnebel. Siehe Dreiecksgalaxie Teildispersion 690 Tektit 970 Theta Orionis 1247 Trichromasiebedingungen 693 Teleobjektiv 178, 265 Thirty Meter Telescope 394 Trifidnebel 1165, 1179 f. Telesat 1546 Thorium Trigonometrische Parallaxe 630 Teleskop. Siehe Fernrohr Thorium-232-Isotop 1225 Trinculo 859 Telesto 852, 854 Thorlabs-Transmissionsgitter 298 Triple Correlation Imaging 406 TeleVue Ethos (Okular) 109 Thousand Oaks Optical 763 Triplequasar 1476 Thrymr 853 Triplett 693 TeleVue Panoptic (Okular) 109 Triton 861, 956, 959 Tempel 1 894 Thyone 842 Tide. Siehe Gezeitenkräfte Tempel-Tuttle 1866 I 891 Trojaner 866 Temperatur 1085, 1132 Tiefe Tropischer Monat 665 Tropisches Jahr 664f. Anregungs- 1005 Umbra 752 f. effektive 1004 Tiefebene (Mond) 796 Tropopause 822, 839, 849 Erdmond 834 TIFF-Format 188, 242 Troposphäre 53 Farb- 1005 Timer-Funkfernbedienung Pixel TW-Trumpler 1576 H1504+65 1006 282 172 Tschebarkulsee 914 Ionisation-Anregungs- 1006 TiO-Banden 307, 327 Tscheljabinsk-Meteor 914 Ionisations- 1005 Titan 852, 854, 856 Tscherenkow-Strahlung 459, 703 Titan-44-Isotop 1386 Jupiter 839 Tscherenkow-Teleskop 459, 680, 1115 kinetische 1005 Titan Dragonfly (Raumsonde) 1543 Tschurjumow-Gerassimenko 895, Mars 835 Titania 858 f. 897, 899 Titius-Bode'sche Abstandsregel 863, Neptun 860 Tsunami 914 Planeten 821f. T Tauri 1302 890, 959 Titius-Bode'sche Reihe. Siehe Titius-T-Tauri-Sterne 967, 1053-1056, 1302 Saturn 849 Tubusseeing 124 schwarze 1005 Bode'sche Abstandsregel Sonne 734 T-Korona 762 Tully-Fisher-Beziehung 637 Spektroskopie 333 TMB Super-Monozentrisches Oku-Tunguska-Krater 913 Sterne 1003 lar 112 Tunneleffekt 1015 TMT. Siehe Thirty Meter Telescope Turbopause 827 Strahlungs- 1005 Universum 1503 TNO. Siehe Trans-Neptun-Objekte Turbulenz 334 Tödliche Strahlung aus dem Welt-Turbulenzelemente 401 Uranus 857 Venus 827 Turbulenzgröße 402 all 985 Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Wega 1006 Turbulenzschicht 402 Wien'sche 1005 Grenze 482, 1079 Turbulenztheorie 952 Turbulenzverbreiterung 334 Temps Atomique International 660 Tololo-Klassifikation 322, 1320 f. Tensor-Vektor-Skalar-Gravitations-Tombaugh Region 874 TW Hydrae 966, 1056 theorie 1421 TOPCAT (Software) 488, 527 Twotinos 865, 867 Terra. Siehe Hochland (Mond) TX Trianguli 582 TopocentricCorrection (Software) 336 Terrasolarpräzession 645 Topozentrische Koordinaten 939 TYC. Siehe Tycho-Katalog

TYC 2141-2359-1 563	offene Sternhaufen 1213 f.	USB Frame Grabber 170
Tycho-Katalog 550, 608, 1575, 1577	Orion 1172	USNO. Siehe United States Naval Ob-
Tycho (Mondkrater) 169, 797, 808	planetarische Nebel 1198, 1203–1205	servatory
Typen veränderlicher Sterne 552	Rho Cassiopeiae 1399	USNO CCD Astrograph Catalo-
DSCT 563	RX Aurigae 1331	gue 1575
EB/SD 580	RZ Cassiopeiae 1328	USNO-Katalog 1577
EW 572	Simeis 147 1402	US Virtual Observatory Alliance 486
RRC 583	SV Vulpeculae 1327	UV-Ceti-Sterne 1303
UGSS 582	SZ Lyncis 1332	UV-Flares 1395
	X Cygni 1339	UV/IR-Sperrfilter 162
	Umrechnung der Koordinaten 642	UV-Quanten 1164
U	Äquatorial- in Ekliptikalsystem 642 Äquatorial- in Horizontalsys-	UV-Satelliten 451
Übergangstyp IIb (Supernova) 1381	tem 642	
Übergreifen der Hörner 832	Ekliptikal- in Äquatorialsystem 642	$\overline{\mathbf{v}}$
Überkritisches Fluid 823	Horizontal- in Äquatorialsys-	V
Überlappung der Ordnungen 283	tem 642	V339 Del 1322
Überlaufschutz 175	Umrechnung des Äquinoktiums 645	V404 Cyg 1126
Überlichtgeschwindigkeit 688	Umrechnungsfunktion 252, 1563–1568	V411 Tau 1094
Überriesen 1035, 1082	Photometrie 231, 237	V616 Mon 1127
UBV-Photometrie 1230	Umschriebener Halo 75, 78	V777-Herculis-Sterne 1094
UBVRI-System 604	Undersampling 176	V779 Cen 1117
UBV-System 1157	United States Naval Observatory 1575	V861 Sco 1127
UCAC. Siehe USNO CCD Astrograph	Universal Time 659	V1357 Cyg 1304
Catalogue	Universum	V1500 Cyg 1321
UCAC2-Katalog 1577	Evolution 1502	V2711 Cygni 545
UCAC4 603-004156 572	Unregelmäßige 1296	V4334 Sgr 1090
UCAC4 604-004351 583	Unschärferelation. Siehe Heisen-	Vakuum-Blase 1125
UCAC-Katalog 611	berg'sche Unschärferelation	Vakuumenergie 1499
UDFj-39546284 1486	Unterhaltsame Astronomie 1593–1596	Vakuumfluktuation 680 f., 1131
U-Geminorum-Sterne 1304	Unternebensonne 75	Vakuumpolarisation 1131
UGR-System 606	Unterriesen 1035	Vakuum, unechtes 1508
UHC-S Nebelfilter 162 f., 197	Untersonne 75	Van-Allen-Gürtel 69 f., 714 f.
UHTC-Vergütung 94	Untersonnenbogen 75	Van der Bergh Catalogue 1576 f.
Uhuru (Satellit) 457, 1544	Unterzwerge 1035	Varda 869
Ukrainian Virtual Observatory 486	Uran 1307, 1549	Variable Star Index 488, 1377, 1585
UL-Glas 98	Uran-235-Isotop 1224	Varuna 866, 869
Ultima (Okular) 109	Uran-238-Isotop 1225	VB-Cable (Software) 436
UM 673 1476	Uranometria Nova 1575	vdB. Siehe Van der Bergh Catalogue;
Umbra 779	Uranus 819, 857, 959	Siehe van der Bergh Catalogue
Durchmesser 754	Albedo 821	vdB-Objekte 1166
Tiefe 744, 752 f.	Atmosphäre 821, 857	Geisternebel (vdB 141) 1157
Umbriel 859	Bahndaten 819	vdB 75 1189, 1403
Umgebungskarte 565, 570, 580, 583,	Beobachtung 859	VdS. Siehe Vereinigung der Stern-
585, 591	Innerer Aufbau 857	freunde e.V.
Umgebungskarten 1327	Magnetfeld 821, 857	VdS-Materialzentrale 1646
Cygnus 1182	Monde 821, 858 f.	Vega (Raumsonde) 892, 1541, 1543
Delta Cephei 1332	Oberfläche 857	Vegard-Kaplan-Banden 71
Doppelsterne 1249 Epsilon Aurigae 1367	Physische Daten 820	Vela Pulcar 1115
	Ringsystem 858	Vela-Pulsar 1115
galaktische Nebel 1172, 1176, 1180, 1182	Temperatur 857	Vela X 1115 Vela X-1 1107, 1115, 1304
	Winde 857	Vela X-2 1115, 1304 Vela X-2 1115
Galaxien 1439–1443, 1447 Kugelsternhaufen 1213 f., 1221 f.	Wolken 857	Vendelinus (Mondkrater) 803
M 1 1401	Urknall 1519	Venera (Raumsonde) 1542
M 27 (Hantelnebel) 1204	Urknallmodell, inflationäres 1522 Ursa Maior. <i>Siehe</i> Großer Wagen	Venus 159, 819, 827
M 57 (Ringnebel in der Leier) 1203	C	Albedo 821
NGC 246 (Ringnebel im Wal-	Ursa Major II 1434 Ursa Minor. <i>Siehe</i> Kleiner Wagen	Atmosphäre 821, 827
fisch) 1198	Urschaum 1502, 1505	Bahndaten 819
NGC 7009 (Saturnnebel) 1205	Ursiden ou	Bedeckung durch den Mond 832

Beobachtung 828 Very Large Telescope Interferome-Vorübergänge vor der Sonne Dichotomie 830 Merkur 825 ter 394, 399, 427 Helligkeit 619, 831 Very late thermal pulse 1090 Venus 832 Heterosphäre 827 Very Long Base Array 412 Voyager (Raumsonde) 840, 849, 1542 VSHOT 1377 Very Long Base Interferometer 411, Höhe der Atmosphäre 832 Homosphäre 827 VSTAR 1377 413 Infrarotbeobachtung 452 Verzeichnung 96 VSX 1377. Siehe Variable Star Index; Innerer Aufbau 827 Vesta 863 f., 869, 872, 1543 Siehe International Variable Star Magnetfeld 821, 828 Bahnelemente 928 VFTS 102 1397 Oberfläche 827 V Trianguli 580, 1349 Phosphan 988 VHF/UHF-Antenne 432 Vulkanismus 827, 855 Physische Daten 820 Vierfachteleskop SKA 419 Vulpecula-Pulsar 1117 Schröter-Effekt 830 Vierfarben-Isophoten 745 VV Cephei 1000, 1312 Temperatur 827 Vignettierung 96, 200 VX Sag 1000 Turbopause 827 Viking (Raumsonde) 1542 VY CMa 1000 Übergreifen der Hörner 832 Vinalia Faculae 872 Vorübergänge vor der Sonne 832 Vir A 422 Vulkanismus 827 Virgo. Siehe Jungfrau W VIRGO 466 Windgeschwindigkeit 827 W50 1128 Wolken 828 Virgohaufen 43, 1434, 1471, 1473, 1522 Wagenradgalaxie 1431 Venusband 83 VIRGOHI 21 1424 Wahre Anomalie 926 f., 929-931, 944, Venusbedeckung durch den Virgo-Superhaufen 1435 Mond 832 Virialsatz 921, 1062 Programm in TurboPascal 931 Venus Express (Raumsonde) 1543 Virionen 987 Wahrscheinlichkeitsfunktionen 1013 Venusgürtel 83 Virtual Observatory India 486 Walfisch 42 Venusphasen 828-831 Virtuelles Observatorium 485-536 Walgalaxie 1415, 1440, 1444 Venustransit 832 Visual Spec 312, 1642 Wallebene (Mond) 796 Venusvorübergänge 767 Visuelle Doppelsterne 1234 Walls 1436 Veränderliche 278 Visuelle Schätzung 232 Walter-Hohmann-Sternwarte 90 Veränderliche bei M 33 569 Defokussierung 233 Wandeljahre, ägyptische 667 Veränderlichensuche mit Muni-Distanz 233 Wanderjahre. Siehe Wandeljahre, win 276 Extinktion 232 ägyptische Veränderliche Sterne 1289-1378 Farbe 233 Häufigkeit 1290 Intervall 233 Wärmeausdehnungskoeffizient 96, Klassifikation 1289 Körperhaltung 233 Typen (GCVS-Kürzel) 1326 Warmfront 65 Position 232 Washington Double Stars Catalo-Verbotene Linien 696, 1196 Umfeld 234 gue 1245, 1575, 1577 Vereine 1648 VizieR 488, 520 Wasser 990, 1549 Vereinigung der Sternfreunde VLA. Siehe Jansky Very Large Array Wasser-Ammoniak-Ozean 823, 848 e.V. 1643 VLBA 412 Wassergevsire 854 Verfärbung, interstellare 1041 VLBI. Siehe Very Long Base Interfe-Wasserstoffbrennen 1065 f., 1079 Vergleichshorn 420 Vergleichsauelle VLT. Siehe Very Large Telescope zentrales 1067 f. Wasserstoffmoleküle 1155 künstliche 234 VLTI. Siehe Very Large Telescope Wasserstoffperoxid 1056 Vergleichssterne 1326, 1339 Interferometer Wasserstoffschalenbrennen 1067 f. Vergrößerung 114, 823 Voids 1423, 1436 Wasserstoffschalenquelle 1062 Vergütung 102, 146, 693 Voids & Walls 1530 Wasserstoffspektrum 699 Vermessung eines Sternhaufens 279 Voigt-Profil 333 Wasserstoffwolken 1148 Vermessung von Spektrallinien 320 Vollapochromat 97 WATEC 910HX-RC 171 Veröffentlichung der Ergebnisse 1373 Volumenquant 678 Wavelet Rauschfilter 206 Véron 1460 Von-Zeipel-Theorem 1007 W-Bosonen 672, 674, 1510 Véron-Katalog 1460 Vorgehensweise in der Photomet-WDJ0551+4135 1092 Verschiebungsgesetz, Wien'sches 1503 rie 257 WDS. Siehe Washington Double Stars Vorgehensweise zur Spektralklassifi-Verschmelzung 1464 Catalogue Verschmelzung von Galaxien 1465 kation 331 f. WDS J04325+1732 972 Vorhauptreihenstern 1054, 1056, 1058 Verschmelzung von zwei Weißen Weakly Interacting Massive Par-Zwergen 1092 Vortex Planetarium 37 ticle 677 Very Large Telescope 394

Webcam 165, 168, 205	Wilson-Bappu-Effekt 635	
Weber-Fechner-Gleichung 620	Wilson-Effekt 742	X
		21
WebObs 1377	WIMP 677	X-Ära 1502, 1506
Wechselwirkende Galaxien 1427	Windgeschwindigkeit	X-Bosonen 674, 677, 1506, 1510
Wechselwirkung 674	Jupiter 839	X Cygni 1325, 1339-1343
elektromagnetische 674, 676, 1510	Mars 837	Xi Bootis 1247, 1271
elektroschwache 1510	Neptun 861	Xi Ursae Majoris 1248, 1254
schwache 674, 676, 1510	Saturn 849	X-Kraft 677
starke 672, 674, 676, 1510	Titan 854	
superstarke 674, 1506	Uranus 857	X-Match 523
Wega 45, 313 f., 330, 619, 644, 650,	Venus 827	XMM-Newton (Satellit) 457, 1544
10 06, 1292	Winkeldispersion 281	X-Ray Burster 1102 f.
Weihnachtsbaum-Sternhaufen 1177	Winkeldurchmesserentfernung 1494,	X-Ray Flash 1101–1103
Weißbild 197-199, 262	1498 f.	XRF 1101 f.
Weiße Zwerge 1035, 1079, 1083–1096,	Winkelleistungsspektrum 1517	X-Teilchen 672
1089, 1079	Winterschlafszenario 1305	XTEJ1739-285 1105
Heliumblitz der zweiten Genera-	Wintersechseck 42	
tion 1090	Wirkungsgrad, elektrischer 1547	
-		Y
Verschmelzung 1092	Wirkungsquerschnitt 673	•
Wiederbelebung 1071	Wischnewski (Kleinplanet) 873	Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Pad-
Weißlichtbeobachtung 763	WISE (Satellit) 453, 1544	dack-Effekt 704
Weitwinkelokular 109	WMAP (Satellit) 1518, 1522, 1544 f.	Yed Prior 881
Welle, harmonische 687	WOH G64 1000	Ymir 853
Wellenfronten 396	Wolf-Minimum 771	YORP-Effekt 704
Welle-Teilchen-Dualismus 685	Wolf-Rayet-Sterne, 367 , 376, 540, 997,	Yukatan 914
Weltalter 1488, 1501	1036, 323	Yukawa-Kraft 672
Weltbilder 951	Polarisation 376	YY Geminorum 1251
Weltenergiebedarf 1548	Wolken	YY Orionis 1054, 1302
Weltformel 677	Erde 834	11 Offorms 1054, 1302
Weltraum-Interferometer 468	Jupiter 839	
Weltzeit 659 f.	Mars 837 f.	7
Wendepunkte 1352	Saturn 849	Z
Westbrook-Nebel 722	Titan 854	7 1: (0 0)
Westerbork 412	Uranus 857	Zadig (Software) 436
Westerlund 1 1210 f.	Venus 828	Zahlensysteme 188
Wetter 63	Wollaston-Prisma 1551–1558	Z-Andromedae-Sterne 1314
-		Zapfen 609 f.
Bauernregeln 66	Wolter Talaskan 455	Z-Bosonen 672, 674, 1510
Dynamik und Winde 65	Wolter-Teleskop 457–459	Z-Camelopardalis-Sterne 1304
Jet-Stream 65	World Geodetic System 881	Z Chamaeleontis 476
Lichtverschmutzung 66	w-Parameter 1526	Zeeman-Effekt 342, 703, 712
Warm- und Kaltfronten 65	WR 20a 997	Zeichnen von Mondkratern 801
Wetterdienste im Internet 63	WR 102ka 997	Zeichnungen
Wettermodelle 63	WR 104 1236	Gasnebel 1166, 1197
Zuverlässigkeit der Vorhersage 64	WR 133 328	Zeilen gleich hell 206
Weywot 877	WR136 376	Zeitangaben 550
WFS. Siehe Wilhelm-Förster-Stern-	WR 153 378	Zeitdehnung 478
warte e.V.	WR 155 377	Zeitgleichung 663
WGS84 881	Wratten-Filter 824	Zeitmessung 629, 657, 798
Whirlpool-Galaxie 47, 1415, 1446	WSRT 412	Zeitreferenz 267
Widder 42	W-Teilchen. Siehe W-Bosonen	Zeitskala
Widderpunkt 640	W Ursae Majoris 1325	
Wide-Field Infrared Survey Explo-	W-Ursae-Majoris-Stern 572, 576	Entwicklungs- 1062
rer 453	W-Ursae-Majoris-Stern bei	Gravitations- 1062
Wien'sches Verschiebungsgesetz 1005,	NGC 4565 591	hydrostatische 1062, 1067, 1074
		Kelvin-Helmholtz- 1062
1503 Wild 2 807	W-Ursae-Majoris-Sterne 1236	nukleare 1062
Wild 2 897	W-Virginis-Sterne 636, 1075, 1294	potentielle 1062
Wilhelm-Förster-Sternwarte e.V. 1644	WxAstroCapture 881	thermische 1062
Willman 1 1150	WxAstroCapture (Software) 1637	Zeitzeichensynchronisation 799

Zenitextinktion 55 Zenithal Hourly Rate 915

Zenitprisma 113, 144

Zentraltemperatur 1003

Zentralwellenlänge 605

Zentrifugalbeschleunigung 820

Zentrifugalkraft 1123

Zero-and-Add-Methode 402

Zerodur 96, 102

Zeta Aquarii 1247

Zeta Aurigae 1325, 1367

Zeta Bootis 1248, 1259

Zeta Cancri 1248, 1255

Zeta Coronae Borealis 1247

Zeta Herculis 1248, 1254

Zeta Lyrae 1247

Zeta Orionis 1247

Zeta Ursae Majoris 1247

ZHR 915

Zirkumzenitalbogen 75-78

Zirpmasse 472

Zitterscheibchen 124

Zodiakallicht 80 f.

Zoomokular 144

Zooniverse 534

Projekte 535

Z-Teilchen. Siehe Z-Bosonen

Zubehör 144

Zustandsdiagramme 1033

Zustandsgleichungen 1083

Zwei-Farben-Diagramm 1041, 1158

Zweikörperproblem 919, 921

Zweikörperproblem, hierarchi-

sches 1252

Zweikörper-Zentralkräfte-Problem.

Siehe Zweikörperproblem

Zweischalenbrennen 1071

Zweischalenmodell 1098, 1113

Zwergcepheiden 1294

Zwerggalaxien 1425

Zwergnovae 582, 1304

Zwergplaneten 818, 863-884, 868

Ceres 869

Eris 866, 869, 877

Haumea 869, 877

Kandidaten 869

Makemake 866, 869

Pluto 866, 869, 874

Zwillinge 42

Zwischenalter-Sternhaufen 1217

Zwischenpopulation II 995

ZWoptical 174

ZZ Cet 1094

ZZ-Ceti-Sterne 1093