

Die Wirtsgalaxie, in der GRB 060614 aufblitzte, befindet sich 1.6 Milliarden Lichtjahre von uns entfernt im Sternbild Indus. Die Position des Gammastrahlenausbruchs ist mit dem roten Fadenkreuz markiert.

# Gammastrahlen-Ausbrüche: Neue Ideen gefragt

## Moderne Messgeräte enthüllen das turbulente Innenleben von Galaxien im jungen Universum

Das Bild, das sich Wissenschaftler von den monströsen Gammastrahlenausbrüchen machten, schien sich zu etablieren. Doch ein Ereignis im letzten Jahr fällt aus dem Rahmen.

Kaum ein Gebiet der Astrophysik hat in den letzten Jahren einen so rasanten Aufschwung erlebt wie die Erforschung der Gammastrahlenausbrüche. Bis jetzt dachten die Forscher, diese gewaltigen Explosionen halbwegs verstanden zu haben. Doch ein Ereignis vom 14. Juni 2006 wirft Fragen auf.

Gammastrahlenausbrüche gehören zu den leuchtkräftigsten Ereignissen im gesamten Universum. In wenigen Sekunden setzen sie so viel Energie frei wie die Sonne in vielen Milliarden Jahren und bilden damit für kurze Zeit das weitaus hellste Objekt am »Gammahimmel«. Typischerweise haben Gammastrahlenausbrüche (kurz GRBs für Gamma-Ray Bursts) eine Dauer von einigen Hundertstel Sekunden bis wenigen Minuten. Über die Jahre hat sich eine Klassifizierung der Ausbrüche nach ihrer Dauer bewährt. Demnach unterscheidet man kurze (weniger als zwei Sekunden) und lange Ausbrüche. Diese Einteilung erscheint auch deshalb sinnvoll, da sich bei den beiden Klassen unterschiedlich harte Gammastrahlung beobachten lässt.

### Theorie und Beobachtung

Um zu verstehen, was den Gammastrahlenausbruch vom 14. Juni 2006 so besonders macht, muss man die Eigenschaften der zwei verschiedenen Klassen etwas ge-

nauer betrachten. Gemäß dem seit den 1990er Jahren etablierten theoretischen Verständnis führt man die kurzen Ausbrüche mit harter Gammastrahlung auf das Verschmelzen zweier Neutronensterne oder eines Neutronensterns mit einem Schwarzen Loch zurück. Die langen Ausbrüche mit weicher Strahlung erklären die Wissenschaftler durch einen bestimmten Typ einer Supernova-Explosion, bei welcher der Kern eines massereichen Sterns kollabiert. In beiden Fällen sorgt die Bildung eines Schwarzen Lochs für einen Materieausfluss aus der Zentralregion, der schließlich auch die Gammastrahlung erzeugt.

Motiviert werden diese Modelle durch die zahlreichen Beobachtungen von Gammablitzern. Hinzu kommt, dass sich die Gammastrahlenausbrüche auch optisch untersuchen lassen. Denn wenn der ausfließende Materiestrom mit dem interstellaren Medium in Wechselwirkung tritt, zeigt sich ein Nachglühen, der so genannte Afterglow, der sich mit optischen Teleskopen teils über Wochen beobachten lässt.

So gelingt es dann auch den Astronomen, den genauen Ort des Ausbruchs, also die Muttergalaxie, zu bestimmen. Dies wiederum liefert weitere wichtige Erkenntnisse – beispielsweise über die Art der Galaxie und deren Rotverschie-

bung. Daraus ergibt sich, dass Gammastrahlenausbrüche tatsächlich kosmische Ereignisse sind, die fern von uns stattfinden. Diese Erkenntnis ist mit der isotropen Verteilung der Beobachtungen konsistent. Man findet Rotverschiebungen von etwa  $z=0.01$  bis  $z=6.29$  (für die Quelle GRB 050904), wobei eine Häufung bei  $z \approx 1$  festzustellen ist. (Die sechsstellige Ziffer, mit der jeder GRB bezeichnet wird, gibt das Datum im Format Jahr-Monat-Tag an.)

Auch der Umstand, dass man die langen Ausbrüche in Galaxien mit hoher Sternentstehungsrate und jungen Sternpopulationen beobachtet, stützt das aktuelle Bild von Gammastrahlenausbrüchen. Denn nur dort gibt es Sterne, die genug Masse haben, um als Supernovae des entsprechenden Typs zu explodieren.

Besonders interessant wurde die exakte Untersuchung der Gammastrahlenausbrüche und deren Nachglühen durch den 2004 gestarteten Satelliten SWIFT. (Gammastrahlung lässt sich nur mit Satelliten detektieren, da die Erdatmosphäre diese hochenergetische Strahlung absorbiert.) SWIFT hat mehrere Instrumente an Bord. Die »Burst Alert Camera« dient als Detektor für Gammastrahlung. Registriert das Gerät eine Gammastrahlungsquelle, kann der Satellit innerhalb kurzer Zeit zwei weitere Instrumente auf den Ort des Geschehens ausrichten. Ein Röntgenteleskop sowie ein optisches Teleskop, das auch im UV-Bereich arbeitet, untersuchen den Ausbruch genauer. Gleichzeitig sendet SWIFT die Daten an verschiedene Institute auf der ganzen Welt, woraufhin diese die Beobachtung mit größeren erdgebundenen Teleskopen beginnen.

## Literaturhinweise

- [1] **N. Gehrels et al.:** Nature **444**, 1044 (2006)
- [2] **Bing Zhang:** Nature **444**, 1010 (2006); **Bing Zhang et al.:** ApJ **655**, L25 (2007)
- [3] **Johan P.U. Fynbo et al.:** Nature **444**, 1047 (2006)
- [4] **M. Della Valle et al.:** Nature **444**, 1050 (2006)
- [5] **A. Gal-Yam et al.:** Nature **444**, 1053 (2006)

Schon in der Zeit vor SWIFT konnten die Astronomen den Zusammenhang zwischen langen Gammastrahlenausbrüchen und Supernovae durch das Beobachten des optischen Nachglühens herstellen. So fanden sie zum Beispiel »Extralicht« in den Lichtkurven des Afterglows. In einigen Fällen war es sogar möglich, neben dem optischen Nachglühen die Supernova direkt zu sehen, die einige Tage nach dem Ereignis aufleuchtet. Auf der anderen Seite fand man nie eine Supernova nach einem kurzen Gammastrahlenausbruch.

### Das Geheimnis von GRB 060614

Was geschah nun aber am 14. Juni 2006? Um 12:43:48 Uhr UT registrierte SWIFT einen Gammablitz. Er dauerte 102 Sekunden und fällt somit in die Klasse der langen Gammastrahlenausbrüche [1]. Kurze Zeit später begann die Untersuchung mit den anderen Instrumenten des SWIFT-Satelliten sowie mit kleineren Teleskopen auf der Erde. Schon 15 Stunden nach dem Ausbruch untersuchte das Very Large Telescope der ESO die Himmelsstelle. Auch andere Großteleskope sowie Satelliten inklusive des Weltraumteleskops HUBBLE beteiligten sich in den darauffolgenden Tagen an den Beobachtungen. Bald hatten die Wissenschaftler die Muttergalaxie des Gammastrahlenausbruchs identifiziert und deren Rotverschiebung bestimmt. Mit einem Wert von  $z=0.125$  handelte es sich um einen sehr nahen Gammastrahlenausbruch. Schnell wurde den Forschern klar, dass auch die zugrunde liegende Supernova zu sehen sein sollte. Doch zur großen Überraschung aller wurde diese nicht gefunden, obwohl es einer der hellsten Ausbrüche überhaupt war.

Damit stellen die Beobachtungen der vier unabhängigen Gruppen das bisherige Modell der langen Gammastrahlenausbrüche in Frage [2–5]. Auch fehlen jegliche Hinweise, dass das vermisste Supernova-Licht zum Beispiel in der Muttergalaxie absorbiert wurde. Ebenso lassen es die Daten als unwahrscheinlich erscheinen, dass es sich nur scheinbar um die Muttergalaxie handelt und die Explosion in Wahrheit viel weiter entfernt stattfand, was die Situation erklären könnte. »Ein bisschen, wie wenn man einen nahen Blitz sieht, aber keinen Donner hört«, wie einer der beteiligten Wissenschaftler treffend formulierte.

Die Messungen mit Großteleskopen über lange Zeit hinweg zeigen weiterhin: Wenn der Gammastrahlenausbruch doch durch eine Supernova ausgelöst wurde, dann muss sie mehr als 100-mal schwächer gewesen sein als die

schwächste Supernova, die mit langen Ausbrüchen in Verbindung gebracht wird. Und sie muss sogar schwächer gewesen sein als alle bisher registrierten Supernovae.

Den verschiedenen Forschungsgruppen sind bei GRB 060614 noch weitere Ungereimtheiten aufgefallen. Zum einen ist der hochenergetische Teil der Strahlung zwar früher an der Erde angekommen als der niederenergetische, jedoch war der zeitliche Abstand nicht so groß, wie man es für lange Gammastrahlenausbrüche erwartet hätte. Zum anderen ist die Muttergalaxie, eine Zwerggalaxie, äußerst lichtschwach und zeigt nur eine geringe Sternentstehungsrate. Zudem ist der Ort des Ausbruchs innerhalb der Galaxie fernab von Sternentstehungsgebieten ungewöhnlich. Das bedeutet, dass dieses Ereignis – abgesehen von seiner Länge – die Eigenschaften eines kurzen Gammastrahlenausbruchs aufweist.

Die Autoren der oben zitierten Veröffentlichungen unternehmen die verschiedensten Erklärungsversuche. Dabei reichen die Vorschläge von einer Einordnung des GRB 060614 als langer oder auch als kurzer Ausbruch bis hin zur Einführung einer neuen dritten Klasse oder zu einem Überdenken der Kriterien für die Einteilung.

Eine der Erklärungen, die GRB 060614 als langen Ausbruch interpretiert, geht von einem Supernova-Typ aus, der weitaus schwächer ist als der bisher angenommene. Ebenso wurde spekuliert, dass die Supernova vor dem Gammablitz aufleuchtete.

Es erscheint genauso möglich, das Ereignis als kurzen Gammastrahlenausbruch zu klassifizieren, wonach eine Kollision kompakter Objekte die Ursache wäre. Denn die Gamma-Lichtkurve zeigt einen kurzen harten Teil (hochenergetische Strahlung), gefolgt von einer langen, weichen Abklingphase (niederenergetische Strahlung) – ein Phänomen, das man in ähnlicher Weise bei kurzen Ausbrüchen findet. Dies würde ein Aufweichen der Kriterien zur Einordnung der Gammastrahlenausbrüche verlangen, die sich dann weniger an der Dauer der Gamma-Emission orientieren. Manche der Astrophysiker schlagen jedoch die Einführung einer völlig neuen Klasse vor, womit die Suche nach einem passenden Mechanismus beginnt.

Ob sich das Rätsel um GRB 060614 endgültig lösen lässt, wird sich zeigen. Auf jeden Fall erfordert es eine genauere Analyse der theoretischen Modelle. Und es wird den Astronomen nichts anderes übrig bleiben, als nach weiteren Ereignissen dieser Art Ausschau zu halten.

ANDREAS BAUSWEIN



Hofheim Instruments M. Tennigkeit  
Hattersheimerstr. 29 a  
D - 65719 Hofheim  
Telefon +49 (0) 61 92 - 22 333

Service@HofheimInstruments.com  
www.HofheimInstruments.com

## Davon haben Sie schon immer geträumt.

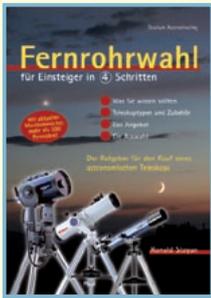
Ein nur 8kg leichtes Handgepäckstück für Ihre nächste Flugreise mit der vollen Leistung eines kompletten 8-Zoll-Dobsons. Stabil und solide aus Aluminium, Birke-Multiplex und Edelstahl.

### Alles ist drin:

zerlegbarer F/4-Newton in Gitterbauweise, 2-Zoll-Drehfokussierer, klassische Dobson-Montierung. Industriell gefertigt, extrem einfach zu handhaben, optimal in Größe, Gewicht und optischer Leistung. Perfekt für die Galaxien- und Nebeljagd in Ihrem nächsten Urlaub.

Zusätzlich lieferbar: genau passendes **Zubehörprogramm** für ein optimales Seherlebnis.





Ronald Stoyan  
**■ Fernrohrwahl für Einsteiger in 5 Schritten**  
 Der Ratgeber für den Kauf eines astronomischen Teleskops

2007, 160 S. m. 100 farb. Abb., kart., Oculum.  
 Bestell-Nr. 2364.

€ 17,90 (D), € 18,40 (A)



Jedes Jahr werden mehrere 10000 Teleskope verkauft. Unter den vielen Qualitätsanbietern gibt es jedoch immer mehr Fernrohre aus Fernost, die wenig Freude machen – das Ergebnis ist ein frustrierter Sternfreund und ein Teleskop, das auf dem Dachboden verstaubt. Mit diesem Band liegt erstmals in deutscher Sprache ein Ratgeber für den Kauf des ersten astronomischen Teleskops vor. Ausführlich werden die einzelnen Fernrohrtypen mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt, sinnvolle Auswahlkriterien besprochen, nützliches Zubehör vorgestellt und erläutert, wie man die Qualität eines Fernrohrs schnell beurteilt. Einzigartig ist die umfangreiche tabellarische Übersicht von mehr als 500 auf dem deutschen Markt erhältlichen Teleskopmodellen, von denen die 20 beliebtesten Einsteigergeräte ausführlich besprochen werden.



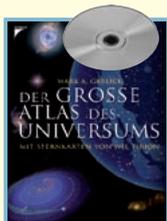
Lambert Spix  
**■ skyscout**  
 Sterne und Sternbilder einfach finden

2005, mit 4 Jahreszeitenkarten, 4 Übersichtskarten,

8 Detailkarten, Spiralbindung, Oculum.

Bestell-Nr. 2109. € 9,90 (D), € 10,20 (A)

Eine kompakte und wetterfeste Aufsuchhilfe für Ihre Lieblingsobjekte. Der Skyscout enthält insgesamt 4 Jahreszeitenkarten, 4 Übersichtskarten, 8 Detailkarten und Beschreibungen zu 23 Sternbildern und 55 Deep-Sky-Objekten.



Mark A. Garlick  
**■ Der große Atlas des Universums**

2006, 304 S. m. 1000 farb. Fotos u. Illustr. u. 100 Sternktn., plus CD-ROM, geb., Kosmos.

Bestell-Nr. 2188.

€ 49,90 (D), € 51,30 (A)

Auf über 300 Seiten präsentiert der Atlas in besonders anschaulicher Form das ganze Weltall, vom Sonnensystem über unsere Milchstraße bis hin zu fernen Galaxien. Über 1000 Fotos und Illustrationen – das ganze Universum, einzigartig anschaulich. Extra: mit der CD-ROM »3D-Atlas des Universums.«



Harald Lesch **DVD-VIDEO**

**■ Alpha Centauri, Teil 13, DVD-Video**

Die Welt der Galaxien/Geheimnisse der Natur

2007, 143 Min., BRW-Service.  
 Bestell-Nr. 2365.

€ 19,95 (D), € 19,95 (A)



Harald Lesch **DVD-VIDEO**

**■ Alpha Centauri, Teil 14, DVD-Video**

Ganz Irdisches/Explosionen im Kosmos

2007, 143 Min., BRW-Service.  
 Bestell-Nr. 2366.

€ 19,95 (D), € 19,95 (A)



Bestellen Sie gleich beide DVDs im Paket und sparen Sie:

**■ Alpha Centauri, Teil 13 und 14 im Paket**

Bestell-Nr. 2367. € 34,95 (D), € 34,95 (A)

Prof. Dr. Harald Lesch, Astrophysiker an der Ludwig-Maximilians-Universität, München, erklärt in seinem einzigartig lockeren und leicht verständlichen Stil Themen aus der Astronomie. Mal Nahliegendes, mal Abgefahreneres, aber immer spannend und vor allem unterhaltsam.



Lambert Spix

**■ moonscout**  
 Mondmeere, Krater und Gebirge einfach finden und beobachten

2006, 30 S. m. 1 Übersichtskarte, 13 Mondphasenkarten, Fotos u. Abb., Spiralbindung, Oculum.

Bestell-Nr. 2151. € 9,90 (D), € 10,20 (A)

Das »Immer-dabei-Werkzeug« für Mondfreunde. Einsteiger lernen einfach, sich auf dem Mond zurechtzufinden und Amateurastronomen finden eine kompakte und robuste Aufsuchhilfe für die wichtigsten Mondformationen. Die ideale Ergänzung zum »Skyscout«.



Rudolf Kippenhahn

**■ Eins, zwei, drei ... unendlich**

Eine Reise an die Grenzen der Mathematik

2007, 240 S. m. 65 Abb., geb., Piper. Bestell-Nr. 2331.

€ 18,- (D), € 18,50 (A)

Wir wissen, daß wir unendlich lange immer weiter zählen können, ohne daß uns die Zahlen ausgehen. Doch beim Nachdenken über das mathematische Phänomen wird es bald immer rätselhafter: Stimmt es, daß es gleich viele gerade Zahlen gibt wie gerade und ungerade zusammen? Daß es nicht mehr Brüche gibt als ganze Zahlen? Ist der Weltraum tatsächlich unbegrenzt? Und was hat das alles mit uns zu tun, mit den größten technischen Fortschritten und den spannendsten Entdeckungen in Geometrie, Physik und Astronomie?



Johannes V. Feitzinger

**■ Galaxien & Kosmologie**

Aufbau und Entwicklung des Universums

2007, 208 S. m. zahlr. farb. Abb., geb., Kosmos. Bestell-Nr. 2363.

€ 29,90 (D), € 30,80 (A)

Dieses reich illustrierte Buch erklärt umfassend und fundiert alle Aspekte der Kosmologie – vom Urknall bis zur jüngsten, spektakulären Entdeckung der immer schnelleren Expansion des Universums. Das Buch eignet sich perfekt als Nachschlagewerk und bietet reichhaltige Informationen.



**■ Der Jugendbrockhaus - Weltall und Raumfahrt**

2006, 260 S. m. über 400 Farbfotos u. 30 Zeichn., geb., Brockhaus.

Bestell-Nr. 2265.

€ 19,95 (D), € 20,60 (A)

Ab 12 Jahren. Weißer Zwerg und Roter Riese, Spaceshuttle und Mondauto: »Der Jugend Brockhaus Weltall und Raumfahrt« bietet das gesamte Universum kompakt in einem Band! Ca. 300 Stichworteinträge, über 400 Farbfotos und 30 Zeichnungen liefern spannendes Wissen für angehende Weltraumforscher und Astronauten. Als Einstieg in das jeweilige Thema bringen doppelseitige Blickfangfotos zum Kapitelaufakt das Abenteuer Weltall und Raumfahrt zum Greifen nah. Interaktive Forscherboxen mit verblüffenden Experimenten sowie praktische Tipps runden das Werk ab.



**■ Expedition in die Wissenschaft: Sach- und Spaßgeschichten aus Physik und Astronomie**

Erlebnis Wissenschaft  
 2006, XII, 270 S. m. Abb., kart., Wiley-VCH. Bestell-Nr. 2286.

€ 19,90 (D), € 20,50 (A)

Das Wissenschaft spannend erzählt werden kann, beweist Wiley-VCH seit zehn Jahren mit der Reihe »Erlebnis Wissenschaft«. Zum Jubiläum gibt es nun etwas ganz Besonderes: Es geht auf eine unterhaltsame »Expedition in die Wissenschaft« mit neuen Geschichten der Erfolgsautoren.



Rudolf Kippenhahn

**■ Kippenhahns Sternstunden**

2006, 192 S. m. 90 Fotos u. Illustr., geb., Kosmos.

Bestell-Nr. 2189.

€ 14,95 (D), € 15,40 (A)

Wer dieses Buch von Rudolf Kippenhahn aufschlägt, liest sich sofort fest. Kurioses und Spannendes aus dem Universum weiß er auf eine Weise zu berichten, als wäre die Astronomie die einfachste Sache der Welt. Wie man eine Formel ohne Formel erklärt oder ob ein gewisses Lambda die Welt regiert – seine »Plauderstündchen in Buchform« sind vergnüglich und informativ.



**Bequem bestellen:**

→ direkt bei  
[www.science-shop.de](http://www.science-shop.de)

→ per E-Mail:  
[info@science-shop.de](mailto:info@science-shop.de)

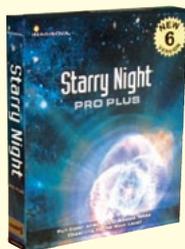
→ telefonisch  
 06221/9126-841

→ per Fax:  
 0711/7252-366

→ per Post:  
 Postfach 810680 • 70523 Stuttgart

\* Bei Bestellungen in Deutschland & Österreich unter € 20,- sowie bei Bestellungen im sonst. Ausland berechnen wir € 3,50. Alle Preise inkl. Umsatzsteuer. Preise unter Vorbehalt.

Die spektakuläre Astronomie-Software für Anwender mit professionellem und hohem ästhetischen Anspruch:



### ■ Starry Night Pro Plus Version 6, 2 DVD-ROMs

2006, komplett in englischer Sprache, Imaginova.  
Bestell-Nr. 2293.

€ 199,95 (D), € 199,95 (A)

"If you demand the utmost in realism, richness of detail, breadth of observational tools and depth of information in astronomy software, 'Starry Night Pro Plus' features a full-color photograph of the entire night sky and much more for an unrivaled desktop planetarium experience."

Mit der neuen »Starry Night Pro Plus« steht Ihnen das allererste Vollfarbfoto des gesamten Nachthimmels bis zu einer Grenzhelligkeit von 14-15 mag zur Verfügung, in dem außerdem beliebige Ausschnitte vergrößert werden können. Sie navigieren schnell und einfach durch das CCD-Mosaik, das aus 20.000 Einzelbildern besteht. Mit der fortschrittlichen Teleskopsteuerung suchen Sie Ihr Ziel, nehmen es über die neue Verbindung zur Bildbearbeitungssoftware MaxIm DL auf und importieren es nach der Bearbeitung wieder in »Starry Night«.

**Speziell für Astrofotografen:**  
Das Kombipaket aus Starry Night und MaxIm DL Lite:

### ■ Starry Night AstroPhoto Suite 2006 Edition, DVD-ROM

2006, komplett in englischer Sprache, Imaginova.  
Bestell-Nr. 2341. € 229,- (D), € 229,- (A)

The AstroPhoto Suite combines essential features of Starry Night Pro astronomy software with MaxIm DL Lite digital imaging software in one comprehensive, easy-to-use package.

Mehr Infos finden Sie hier:  
[www.science-shop.de/starrynight](http://www.science-shop.de/starrynight)

**Portofreie Lieferung in D & A ab einem Bestellwert von € 20,-\***



Hermann-Michael Hahn/  
Gerhard Weiland

### ■ Drehbare Kosmos-Sternkarte

Für den nördlichen Sternhimmel. Epoche 2000.o

Neuaufgabe 2007, Durchmesser 27,5 cm, mit Textheft, Kosmos.

Bestell-Nr. 2337. € 14,95 (D), € 15,40 (A)

Die erfolgreichste aller Sternkarten ist bei der nächtlichen Himmelsbeobachtung unverzichtbar und gehört in die Ausrüstung jedes Hobby-Astronomen. Die Neuausgabe weist zusätzliche Funktionen auf, die das Sterne finden noch einfacher machen!

Wetterresistenter, unverwüstlicher Kunststoff garantiert der Karte eine lange Lebensdauer, selbst bei allnächtlichem Gebrauch. Das ebenfalls neu gestaltete Anleitungsheft lässt bei der Benutzung der Karte keine Frage offen.



### ■ RedShift 6, Premium-Version, DVD-ROM

Das virtuelle Planetarium 2006, für Windows, USM.  
Bestell-Nr. 2289.

€ 89,90 (D), € 92,50 (A)

Erleben Sie eine spektakuläre Darstellung des Universums mit wissenschaftlichen Daten von höchster Qualität!

**SONDERPREIS**

Für diese neue Version wurden die wichtigsten Programmelemente und -funktionen von »RedShift« erneut überarbeitet und aktualisiert, zum Beispiel die Kataloge, die Fotos der Himmelsansichten, die Planetendaten und die Darstellung des Himmelsfensters; ferner wurden mehrere Führungen neu hinzugefügt. Es gibt auch einige neue Programmfunktionen und -features: die Teleskopsteuerung, den 3D-Flug, den Makrorecorder, die Joystick-Steuerung sowie Internet-Schnittstellen mit dem Digitized Sky Survey und den Google Maps. Außerdem im Falle von Internetanbindung: Suche nach verfügbaren Updates (für Kometen, Asteroiden und Raumsonden) bei jedem Programmstart.

**SONDERPREIS**



### ■ Meyers Großer Sternenatlas

2002, 111 S., davon 30 Folien, durchgehend 4-farbig, 2 Hemisphärengrafiken, 180 farb. Abb., Festeinband mit innenliegender Spiralbindung, Bibliographisches Institut. Bestell-Nr. 1350.

Früher € 48,- jetzt nur € 20,- (D), € 20,60 (A)

Dieser außergewöhnliche Bildband über den Sternenhimmel ermöglicht es, unendliche Weiten mal ganz aus der Nähe zu betrachten. Die interessantesten Objekte am Himmel werden im Detail beschrieben: Entfernung, Helligkeit und Ausdehnung des jeweiligen Himmelskörpers.



Ralf Klessen

### ■ Sternentstehung Vom Urknall bis zur Geburt der Sonne

2006, XIV, 82 S. m. 40 Farbbabb., kart., Spektrum.  
Bestell-Nr. 2262.

€ 12,- (D), € 12,40 (A)

Mit modernen Großteleskopen können wir am Nachthimmel den Verlauf der Sternengeburt in unserer Milchstraße im Detail untersuchen, z. B. im Wintersternbild Orion. Gleichsam vor unserer kosmischen Haustüre, bilden sich dort junge Sterne wortwörtlich haufenweise aus ihrer Geburtsmaterie in riesigen Gas- und Staubwolken. Ein komplexes Wechselspiel aus Schwerkraft, Überschallturbulenz und Magnetismus bringt braune Zwerge, rote Riesen, schwarze Löcher, aber auch ganz normale Sterne wie unsere Sonne hervor. Der Heidelberger Professor Ralf Klessen erklärt und beschreibt in diesem Buch die astrophysikalischen Grundlagen des Sternbildungsprozesses auf sehr anschauliche und reich illustrierte Weise.



Dieter B. Herrmann

### ■ Die große Kosmos Himmelskunde

Planeten, Sterne, Galaxien. Moderne Astronomie ganz verständlich

2007, 192 S. m. 50 Farbbabb. u. 60 meist farb. Fotos, geb., mit CD-ROM, Kosmos.

Bestell-Nr. 2338. € 19,95 (D), € 20,60 (A)

Der Erfolgstitel, jetzt komplett neu: Planeten, Sterne, Galaxien – moderne Astronomie ganz verständlich

»Die große Kosmos Himmelskunde« führt leicht verständlich durch die faszinierende Welt der Astronomie. Topaktuell, mit tollen Illustrationen und Weltraumfotos. Auf der CD-ROM finden Sie 50 Animationen von NASA und ESA zu den spannendsten Themen des Buches.



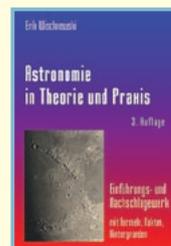
Bernd Lang

### ■ Das Sonnensystem Planeten und ihre Entstehung

2007, XI, 119 S. m. meist farb. Abb., kart., Spektrum.  
Bestell-Nr. 2328.

€ 14,50 (D), € 15,- (A)

Bernd Lang schildert in diesem kompakten und reich illustrierten Buch die physikalische Entstehungsgeschichte der Planeten, deren faszinierende Portraits der Leser ebenso zu sehen bekommt wie jene Merkmale, welche für die heutigen Astronomen von zentraler Bedeutung sind. Am Ende verstehen wir, warum Planeten in mehreren Entwicklungsstufen entstehen.



Erik Wischniewski

### ■ Astronomie in Theorie und Praxis

Einführungs- und Nachschlagewerk mit Formeln, Fakten, Hintergründen

3. überarbeitete u. erweiterte Auflage, Oktober 2006. 727 Seiten mit zahlr. Tab., Diagrammen und s/w Abbildungen, geb., Selbstverlag.

Bestell-Nr. 2290. € 49,- (D), € 51,- (A)

Auch in der dritten Auflage besticht dieses Buch wieder durch die Fülle der angesprochenen Themen und dem ausgewogenen Verhältnis von Theorie und Praxis.

Das ist neu: Das Kapitel »Astrofotografie« ist in erheblichem Maße um die Digitaltechnik erweitert worden. Außerdem gibt es das neue Kapitel »Photometrie«, das ergänzend zur visuellen Photometrie, welches weiterhin im Kapitel »Veränderliche« angesiedelt bleibt, nunmehr die lichtelektrische Digitalfotometrie mittels CMOS-Bildsensoren behandelt. Weitere Ergänzungen betreffen das Thema Taubildung, zahlreiche physikalische Effekte und viele Einzeldarstellungen. Außerdem wurde die Anregung eines Lesers aufgegriffen und viele Deep-Sky-Objekte ergänzt.



Besuchen Sie uns im Internet unter:  
[www.science-shop.de](http://www.science-shop.de)



**Bequem bestellen:**

→ direkt bei [www.science-shop.de](http://www.science-shop.de)

→ per E-Mail: [info@science-shop.de](mailto:info@science-shop.de)

→ telefonisch 06221/9126-841

→ per Fax: 0711/7252-366

→ per Post: Postfach 810680 • 70523 Stuttgart

\* Bei Bestellungen in Deutschland & Österreich unter € 20,- sowie bei Bestellungen im sonst. Ausland berechnen wir € 3,50. Alle Preise inkl. Umsatzsteuer. Preise unter Vorbehalt.