

HARALD LESCH/JÖRN MÜLLER  
Kosmologie für Fußgänger



### *Buch*

Ein Spaziergang durchs Universum: Wenn Harald Lesch und Jörn Müller auf höchst unterhaltsame Weise die elementaren Vorgänge und Erscheinungen im Kosmos auf das Wesentliche reduziert erklären, werden auch komplexe astrophysikalische Zusammenhänge für den interessierten Laien anschaulich und verständlich.

Fragen und Probleme aus dem gesamten Spektrum der Astronomie stehen im Mittelpunkt dieser Einführung in die Materie. Alles Wissenswerte an Fakten und Zusammenhängen über unsere Erde, den Mond, die Sonne, unser Sonnensystem und die Sterne präsentieren die Autoren hier locker in allgemein verständlicher Sprache und mit spannenden Abbildungen. Sie erläutern nicht nur, was es mit den mysteriösen Schwarzen Löchern auf sich hat, sondern widmen sich in einem Kapitel auch den Verfahren zur astronomischen Entfernungsbestimmung. Ein faszinierender Streifzug durchs Universum für alle, die gerne mal über den Tellerrand hinausschauen. Für die Neuausgabe haben die Autoren den Text nach neuestem wissenschaftlichen Kenntnisstand aktualisiert und durch viele neue Farbfotos ergänzt.

### *Autoren*

Harald Lesch ist Professor für Theoretische Astrophysik am Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität München, Fachgutachter für Astrophysik bei der DFG und Mitglied der Astronomischen Gesellschaft. Seine Sendereihe »alpha-Centauri«, die vom Bayerischen Rundfunk ausgestrahlt wurde, erreichte fast Kultstatus. Einem breiten Publikum ist er als Moderator der ZDF-Reihe »Abenteuer Forschung« bekannt. Für seine Verdienste um die Popularisierung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wurde er vielfach ausgezeichnet, u.a. mit dem Communicator-Preis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und der Medaille für naturwissenschaftliche Publizistik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Jörn Müller hat auf dem Gebiet Festkörperphysik promoviert und ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität München tätig. Zusammen mit Harald Lesch hat er mehrere Sachbücher zum Thema Kosmologie veröffentlicht.

Im Goldmann Verlag ist von Harald Lesch  
und Jörn Müller außerdem erschienen:

Big Bang, zweiter Akt  
Kosmologie für helle Köpfe  
Sterne. Wie das Licht in die Welt kommt

Harald Lesch  
und Jörn Müller

---

# Kosmologie für Fußgänger

Eine Reise  
durch das Universum

Aktualisierte und erweiterte Neuauflage

GOLDMANN

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten,  
so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung,  
da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf  
deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

5. Auflage

Aktualisierte und erweiterte Neuausgabe September 2014

Durchgesehen und überarbeitet, September 2017

Wilhelm Goldmann Verlag, München,

in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,

Neumarkter Str. 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: UNO Werbeagentur, München

Umschlagfoto: © NASA/JPL/RPIF/DLR

Redaktion: Eckard Schuster

KF · Herstellung: Str.

Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: Alcione, Trento

Printed in Italy

ISBN: 978-3-442-15817-1

[www.goldmann-verlag.de](http://www.goldmann-verlag.de)

Besuchen Sie den Goldmann Verlag im Netz



## **Inhalt**

Vorwort .....	7
Die Erde .....	11
Der Mond .....	43
Die Sonne .....	81
Das Sonnensystem.....	117
Was ist ein Stern? .....	157
Kosmologie für Fußgänger .....	177
Schwarze Löcher .....	219
Entfernungsbestimmung im Universum .....	253
Extrasolare Planeten .....	293
Epilog .....	311
Dank.....	313
Bildnachweis .....	314
Register.....	317



## Vorwort

»Der Weltraum, unendliche Weiten« – mit diesen Worten beginnen die Folgen der Serie *Raumschiff Enterprise*. In der Tat: Können wir uns die ungeheuren Entfernung, mit denen wir in der Astronomie konfrontiert werden, vorstellen? Können wir ein Gefühl entwickeln für die enorme Zeitspanne von der Entstehung des Universums bis heute – gemessen an unserem relativ kurzen, bestenfalls 100 Jahre währenden Leben? Wer kann die gewaltige Energie einschätzen, die beispielsweise bei einer Supernova frei wird? Auch für Astronomen sind das meist Zahlen, deren Dimension sich jeglichem Vorstellungsvermögen entzieht. Der an Astronomie interessierte Laie sieht sich darüber hinaus mit einer Menge weiterer Verständnisprobleme konfrontiert. Dazu gehören Fragen wie: Was verbirgt sich hinter Schlagwörtern wie »Nukleosynthese«, »Schwarzes Loch« oder »Dunkle Materie«? Warum leben Sterne unterschiedlicher Masse unterschiedlich lang? Oder: Wie ist das Universum entstanden, wie hat es sich entwickelt? Wer darauf nur oberflächliche oder aber mit Fachchinesisch gespickte Antworten erhält, verliert rasch die Lust auf Astronomie.

Im Jahr 1998 startete der Bayerische Rundfunk in seinem Bildungsprogramm BR-alpha die Sendereihe *alpha-Centauri* mit dem Astrophysiker Harald Lesch. Ziel der Vortragsreihe war es, die elementaren Vorgänge und Erscheinungen im Universum auf das Wesentliche reduziert zu erklären und komplexe astrophysikalische Zusammenhänge zu veranschaulichen. Die erste Folge

der jeweils 15 Minuten langen Beiträge war der Frage gewidmet: »Warum betreiben wir Astronomie?« Als die Reihe 2007 beendet wurde, waren 215 Folgen ausgestrahlt worden. Die einzelnen Beiträge werden regelmäßig im Fernsehen wiederholt und sind via Internet bei BR-alpha abrufbar.

Drei Jahre nach der ersten Ausstrahlung erschien im Goldmann Verlag das Buch zur Sendereihe: *Kosmologie für Fußgänger*. Die Autoren Harald Lesch und Jörn Müller machten es sich darin zur Aufgabe, ausgewählte Folgen von *alpha-Centauri* in voneinander unabhängigen Kapiteln zusammenzufassen und inhaltlich zu vertiefen. Es sollte eine Orientierungshilfe sein für all diejenigen, die sich – vielleicht nach einem Blick zu den Sternen des nächtlichen Himmels – erstmals für »das da draußen« interessieren. Seither hat *Kosmologie für Fußgänger* neun Auflagen erlebt, und die Nachfrage hält unvermindert an.

Doch es war nicht zu übersehen: Das Buch hatte im Laufe der Zeit etwas Staub angesetzt. Die Wissenschaft bleibt nun mal nicht stehen! Gerade in den letzten Jahren hat man auf dem Gebiet der Astronomie viele neue Erkenntnisse gewonnen. Insbesondere die Entwicklung immer größerer und lichtempfindlicher, ergebundener wie satellitengestützter Teleskope hat bahnbrechende Beobachtungen in nahezu allen Wellenlängenbereichen des elektromagnetischen Spektrums ermöglicht. Stellvertretend sei hier die Entdeckung Tausender Planeten um andere Sonnen angeführt. Anhand von Computersimulationen kann man heute verstehen, wie Sterne entstehen, wie sie sich entwickeln und was bei ihrem Ableben geschieht. Im März 2013 hat die European Space Agency (ESA) die Daten der vom Planck-Weltraumteleskop mit höchster Präzision erneut vermessenen kosmischen Hintergrundstrahlung bekannt gegeben. Diese Strahlung gibt unter anderem Auskunft über Alter und Zusammensetzung unseres Universums sowie über die Geschwindigkeit, mit der es sich ausdehnt.