

# EXOPLANETEN

SVEN PIPER

# EXOPLANETEN

DIE SUCHE NACH EINER ZWEITEN ERDE

 Springer

Sven Piper  
Norbertstr. 4  
59067 Hamm  
Deutschland  
sven.piper@astris.de

ISBN 978-3-642-16469-9 e-ISBN 978-3-642-16470-5  
DOI 10.1007/978-3-642-16470-5  
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Einbandabbildung:* Gary Tonge

*Einbandentwurf:* eStudio Calamar S.L.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media ([www.springer.com](http://www.springer.com))

**Für Olessja Mut (1980–2009)  
Die leider viel zu früh von uns gegangen ist.**

## GELEITWORT

Sollte die Menschheit das Glück haben, noch ein paar Tausend Jahre zu überleben, wird sie das vergangene Jahrtausend als die Zeit zweier großer Entdeckungen betrachten. Überseereisen in großen Schiffen zur Erforschung aller Kontinente und Inseln der Erde sind ein Tribut an unseren großen Entdeckerdrang. Auch die Reise von 1969 über den ausgedehnten Raum zwischen Erde und Mond hinweg repräsentiert diesen Geist – die Sehnsucht, das Unbekannte zu erforschen. Nicht weil es einfach oder gewinnbringend, sondern weil es schwierig und geheimnisvoll ist. Sicherlich liegt dieser menschliche Entdeckerdrang in unserer DNA begründet, verankert durch frühere Generationen, die nicht trotz sondern gerade aufgrund schwieriger Reisen überlebt haben.

Das vergangene Jahrtausend brachte auch Erkundungen anderer Art. Wissenschaftsorientierte Menschen nutzten hervorragende Instrumente, wie zum Beispiel Teleskope oder Mikroskope, um zu erforschen, ohne tatsächlich zu reisen. Copernicus, Kepler, Galileo und Newton demonstrierten das Potenzial, das sich aus der Kombination wundervoller wissenschaftlicher Geräte und einer sorgfältigen, kritischen Denkweise schöpfen lässt. Ihre Entdeckungen sind die Grundlagen jener vorausschauenden Fähigkeiten, die es der Menschheit ermöglichen, ihr Wissen durch einfaches Sammeln von Informationen und das Ableiten allgemeiner Beziehungen sowie einfacher Verbindungen zu erweitern.

Am Ende des 20. Jahrhunderts verbindet die Entdeckung von Planeten, die andere Sterne umkreisen, das vergangene mit dem gegenwärtigen Jahrtausend. Die Entdeckung Hunderter andere Sterne umkreisender Planeten repräsentiert den Höhepunkt der wissenschaftlichen Errungenschaften des vergangenen Jahrtausends. Ermöglicht wurde dies durch großartige Erfindungen, wie z. B. Teleskope und Computer, die Optik und fortgeschrittene Physik. Aber die Entdeckung neuer Welten um andere Sterne stellt auch eine Brücke in das nächste Jahrtausend dar. In den nächsten hundert Jahren wird es sicher immer schärfere Bilder dieser Planeten geben. So „entdecken“ wir deren Kontinente, Inseln und Ozeane mit Hilfe virtueller großer Schiffe – nämlich der weltraumgestützten Teleskope. Wer kann daran zweifeln, dass wir Menschen in hundert Jahren wirkliche Schiffe bauen werden, die empfindliche Kameras, Instrumente und menschliche Memorabilien in diese andere Sterne umkreisenden Welten tragen werden. Dadurch wird die Menschheit beginnen, in der Galaxis aufzuziehen, mit dem Ziel, auf den Sternen ihre physikalischen, chemischen und biologischen Wurzeln zu finden.

Schon in den nächsten 10 Jahren wird die Menschheit die ersten erdähnlichen Planeten entdecken – mit Kontinenten, Ozeanen, Seen und Temperaturen, die für die Darwinsche Evolution von organischen Verbindungen hin zu intelligenten Lebensformen geeignet sind. Die Kepler-Mission der NASA wird wahrscheinlich zu Dutzenden bewohnbaren erdähnlichen Planeten führen, deren Größe, Masse, und Temperatur die neuen Disziplinen der Exobiologie, Exogeologie, exo-atmosphärischen Wissenschaft und Exo-Ozeanografie enorm vorantreiben werden. Ebenso beeindruckend wird die Entdeckung neuartiger Welten sein, die wir uns noch gar nicht vorstellen können. Da wird es steinige Planeten mit erdgleicher Masse geben, jedoch bedeckt von tiefen Ozeanen, die zum Teil mehr Wasser als Fels aufweisen. Einige dieser erdähnlichen Planeten werden zu etwa gleichen Teilen aus Eisen, Fels, Wasser, Wasserstoff und Helium bestehen – anders als alle Welten, die wir in unserem Sonnensystem vorfinden. Einige dieser neuen Welten werden vorwiegend aus Eisen und Nickel bestehen, andere aus Wasserstoff und Helium. Und einige dieser Welten werden mehrere Monde und Ringe aufweisen, die im Sternenlicht wie exquisite, kosmische Juwelen funkeln.

Die großartigste Reise überhaupt haben wir jedoch gerade erst begonnen. Die Menschheit muss größte Anstrengungen unternehmen, um extraterrestrische, intelligente Zivilisationen in der Milchstraße aufzuspüren. Wir müssen großflächige Radioteleskopanlagen bauen, die selbst schwächste Radio- oder TV-Signale einer Zivilisation aus 100 000 Lichtjahren Entfernung – also vom anderen Ende unserer Galaxis – empfangen können. Weitere Teleskope sollten gebaut werden, um den Himmel nach intelligenten Lebensformen abzusuchen, die ultraviolettes, sichtbares und Infrarot-Licht nutzen. Wir Menschen werden eine halb entwickelte, biologische Kuriosität im Universum bleiben, solange wir uns nicht dem großen galaktischen Netzwerk wirklich fortgeschrittener Zivilisationen anschließen. Unsere galaktischen Nachbarn zu treffen bietet die Chance, Erkenntnisse, Kunst, Musik, Wissenschaft und Methoden zur Konfliktbewältigung zu teilen. Vielleicht hängt sogar das schiere Überleben unserer Art davon ab, dass wir weiterhin erdähnliche Planeten erforschen und deren Bewohnern die Hand schütteln – und sei es nur per Teleskopsignal.

Sven Pipers Buch erzählt in akkuraten Details von der herrlichen Suche nach anderen Welten. Es bietet dabei einen kurzen Blick auf die bisherige Vorgehensweise und einen Ausblick auf künftige Entwicklungen. Das Buch zeichnet die Geschichte vergangener Entdeckungen auf sowie die Abenteuer, die uns in der Zukunft gewiss sind – wenn wir nur weiter nach oben schauen.

University of California, Berkeley  
September 2010

Geoff Marcy

## VORWORT

Die Astronomie wird oft als die älteste Wissenschaft beschrieben, und seitdem die Menschheit ihr Nomadendasein aufgegeben hat und sesshaft wurde, starren Menschen in den Himmel und lassen sich von dem dort Erblickten faszinieren. Doch nicht nur das, denn kaum nachdem die Menschen gelernt hatten fruchtbares Land urbar zu machen, entwickelten sie die ersten Theorien vom Aufbau der Welt und schufen die ersten Religionen.

Mit dem Aufkommen der ersten Hochkulturen wurden die ersten Kalender entwickelt, die ersten Objekte am himmlischen Firmament nach den eigenen Gottheiten benannt und die ersten Überlegungen darüber angestellt, ob die Erde einzigartig wäre und menschenähnliche Wesen auch noch woanders existieren könnten.

Seit diesen Tagen hat sich die Menschheit technologisch erstaunlich schnell weiterentwickelt. 1610 richtete zum ersten Mal Galileo Galilei sein Teleskop auf den Planeten Jupiter und revolutionierte die Astronomie. Er entdeckte nicht nur die nach ihm benannten Galileischen Monde (Io, Europa, Kallisto und Ganymed) des Jupiters, sondern er fand auch heraus, dass das Band der Milchstraße aus vielen einzelnen Sternen besteht.

Im 18. Jahrhundert hievte Wilhelm Herschel, mit seinem selbst gebauten Teleskop, das seiner Zeit weit voraus war, die Astronomie auf eine neue Stufe und entdeckte den Planeten Uranus.



Durch mathematische Berechnungen und eine gezielte Suche nach weiteren Planeten im äußeren Sonnensystem wurde man auf den Planeten Neptun aufmerksam, der heute, nachdem Pluto offiziell nur noch als Zwergplanet zählt, der achte und letzte vollwertige Planet unseres Sonnensystems ist.

Doch damit nicht genug, mit den scharfen Augen des Hubble-Weltraumteleskops, den Infrarotaugen des Spitzer-Weltraumteleskops, erdgebundenen Observatorien und zahlreichen weiteren Projekten in Planung, wie z. B. der Gaia-Mission, stehen wir vor einer neuen Revolution, denn mit den technischen Möglichkeiten der heutigen Zeit ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis eine zweite Erde gefunden wird.

Über 450 extrasolare Planeten wurden bereits entdeckt und der menschliche Entdeckerdrang kennt keine Grenzen. Aufgrund des technologischen Fortschritts ist die heutige Generation von Menschen die erste, die eine realistische Chance hat, auf die Fragen, „ob wir allein im Universum sind“ und „ob es eine zweite Erde gibt“, eine Antwort zu finden.

Hamm  
Oktober 2010

Sven Piper

## DANKSAGUNG

Folgenden Personen möchte ich für ihre Mithilfe an diesem Buch danken, ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, das vorliegende Buch zu schreiben:

**Geoff Marcy** (University of California in Berkeley), **Helmut Lammer** (Österreichische Akademie der Wissenschaften), **Gordon Walker** (University of British Columbia), **Gero Rupprecht** (European Southern Observatory), **Debra Fisher** (Yale University), **Alex Wolszczan** (Pennsylvania State University), **Alan Gould** (University of California in Berkeley), **Michel Auvergne** (Observatoire de Paris), **Adam Showman** (University of Arizona), **Ashely Yeager** (W. M. Keck Observatory), **Alexandra von Lieven** (Freie Universität Berlin), **Dirk Schulze-Makuch** (Washington State University), **Mary J. Edwards** (Corning Incorporated), **Jean Schneider** (Observatoire de Paris), **Richard Stephenson** (University of Durham), **Cristian Beaugé** (Observatorio Astronómico de Córdoba), **Mike E. Brown** (Caltech) and last but not least **Stefan Deiters** (astronews.com).

# INHALTSVERZEICHNIS

1	Geschichte der Astronomie	1
2	Die Entdeckung der ersten extrasolaren Planeten	39
3	Die Techniken für die Jagd nach Exoplaneten	55
4	Teleskope und Missionen für die Suche nach Exoplaneten	65
5	Das erste Bild einer fremden Welt und die Schwierigkeiten bei der Suche nach Exoplaneten	91
6	Welche Typen von Exoplaneten gibt es?	109
7	Die interessantesten Exoplaneten	121
8	Zukünftige Entwicklungen	139
9	Leben im Universum	155
10	Die Suche nach außerirdischen Intelligenzen	197