



G Ö T Z R O D E R E R

# Faszinierende Wissenschaften

Die spannendsten  
Neuigkeiten aus der Welt  
der Forschung

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	7
<b>Schwerpunkt Astronomie</b> .....	9
Ferne Welten .....	9
<b>Schwerpunkt Biologie</b> .....	31
Die aus der Hölle kamen .....	31
Ursprünge .....	44
Von Fliegen und Genen .....	55
Leben, Version 2.0 .....	62
Exoleben .....	73
Fremde Geister .....	84
<b>Schwerpunkt Robotik</b> .....	96
Deus Ex Formiculae .....	96
<b>Schwerpunkt Zunkunft des Menschen</b> .....	105
Der technisierte Mensch .....	105
Fokus .....	111
An der Grenze .....	120
<b>Schwerpunkt Technologie</b> .....	130
Kaltes Feuer .....	130
König Laurins Gedanken .....	139
Falsch wie der Traum vom Fliegen .....	148

<b>Schwerpunkt Physik</b> .....	160
Vortex – Die Reise im Zeitstrudel .....	160
Am Rande der Raumzeit .....	165
Quo Vadis, Schwarzes Loch? .....	175
Vakuumzerfall .....	184
Phantom Menace .....	192
Tanz der Sphären .....	204
<b>Schwerpunkt Raumfahrt</b> .....	214
Aufwärts, bitte .....	214
Zu den Sternen .....	222
<b>Schwerpunkt Überleben</b> .....	240
Apokalypse mal Fünf .....	240

# Schwerpunkt Astronomie

## Ferne Welten

### *Heiße Riesen und einsame Wanderer – die Entdeckung der Planeten*

Rom, Erde, a.D. 2007. Auf dem Campo dei Fiori sitzend, einem lang gestreckten, von schattigen Cafes und alten Häusern gesäumten Platz voller bunter Blumenstände, fällt der Blick auf jene dunkle, in eine weite Kutte gehüllte Gestalt, die von ihrem Granitsockel aus das schillernde Leben mit Argwohn zu beobachten scheint.

Es ist das Standbild von Giordano Bruno, hingerrichtet am Ende des finsternen Mittelalters, einer jener herausragenden Köpfe der Menschheitsgeschichte, die zu ihrer Zeit unvergleichlich weit in die Zukunft vorausblickten. Giordano Bruno war mit einem Verstand beschenkt, der so scharf war, dass er die Gedankenwelt der Naturwissenschaft hervorbrachte und prägte, aber auch so manche Grenzlinie durchschnitt zwischen der einen Erkenntnis, die seine Zeitgenossen zu verstehen und zu akzeptieren vermochten – und jener anderen Erkenntnis, die Vordenker wie ihn auf den Scheiterhaufen brachte. „Unzählige Sonnen existieren“, so schrieb Giordano Bruno im Jahre des Herrn 1584: „und unzählige Planeten umkreisen sie in einer Art, wie die sieben Planeten unsere eigene Sonne umkreisen.“ Lange Zeit waren diese Äußerungen eine reine – und zu Zeiten auch höchst gefährliche – Spekulation, durch nichts bewiesen, weder im Geiste des Glaubens, noch im Sinne naturwissenschaftlicher Beobachtung.

Bis zum 6. Oktober 1995, jenem Tag, da die beiden amerikanischen Astronomen Michael Mayor und Didier Queloz die Entdeckung des



**Welten unter fremden Sternen**

ersten extrasolaren Planeten vermeldeten. Damit war die Jagd nach neuen Planeten eröffnet, extrasolaren Planeten, und was vor wenigen Jahren noch mit Unglaube und Skepsis aufgenommen worden wäre, zumindest aber Aufsehen erregt hätte, gehört heute beinahe zum Alltag der modernen Astronomie: Der Begleiter des Sterns 51-Pegasus, 50,1 Lichtjahre von der Erde entfernt, war der erste Eintrag in einer Liste, die seitdem unaufhörlich anwächst – bald war der 100. Eintrag erreicht, der 200., im Mai 2007 schließlich der 235. und sicherlich nicht letzte. Eine jahrhundertealte philosophische Debatte dürfte damit ad acta gelegt sein, das geozentrische Weltbild hat einen schweren Schlag erlitten: Da draußen wimmelt es geradezu von Planeten. Bald wurde sogar die Existenz von Sonnensystemen bestätigt, in denen zwei, drei oder sogar noch mehr Planeten um ihr Muttergestirn kreisen. Riesige Gasplaneten versetzen jene Astronomen in Entzücken, die sich der sogenannten Transit-Methode zum Nachweis von Planeten verschrieben haben, während andere Forschergruppen auf winzigsten Positionsveränderungen der Zentralgestirne lauern und wieder andere sogar so exotische Phänomene wie Gravitationslinsen zum Nachweis ferner Welten dienstverpflichten wollen.

Derweil hat die Entdeckung des ersten extrasolaren Planeten im Jahre 1997 hohe Geldbeträge in die Entwicklung terrestrischer wie auch weltraumgestützter Teleskopsysteme gelenkt, was allmählich Früchte

### **Giordano Bruno**

Giordano Filippo Bruno, italienischer Naturphilosoph, \* 1548 Nola (bei Neapel), verbrannt am 17.2.1600 (hingerichtet). Kopernikus (1473–1543) hatte die nähere himmlische Umgebung als ein um die Sonne laufendes System beweglicher Sterne erkannt, aber den Fixsternhimmel als festes Gewölbe bestehen lassen. Bruno betrachtete das Universum als unendlich, mit zahllosen Sonnen und Planetensystemen. Er wurde wegen Ketzerei und Magie zum Tod auf dem Scheiterhaufen verurteilt. Im Jahr 2000 erklärten der päpstliche Kulturrat und eine theologische Kommission die Hinrichtung Giordano Brunos für Unrecht.

Das **Hubble-Weltraumteleskop** (englisch **Hubble Space Telescope, HST**) wurde nach dem US-Astronomen Edwin Hubble (1889–1953) benannt. Es ist ein Weltraumteleskop für sichtbares Licht, Ultraviolett- und Infrarotstrahlung, das die Erde in 590 Kilometer Höhe innerhalb von 95 Minuten einmal umkreist. Das Teleskop entstand aus der Zusammenarbeit von NASA und ESA und wurde 1990 von dem Space Shuttle Discovery in den Umlauf um die Erde gebracht.

abwirft: Im Januar 2005 gelang dem damals brandneuen VLT (Very Large Telescope) der ESA der erste direkte Nachweis eines Planeten außerhalb unseres Sonnensystems, den das Hubble-Weltraumobservatorium umgehend mit einem Bild im optischen Spektralbereich bestätigte. Damit muss wohl auch der letzte Skeptiker einlenken: Die Welt im Orbit um den Stern 2M1207 existiert tatsächlich. Die Planeten existieren tatsächlich. Sie können nicht mehr als Denk- oder Messfehler, als eine Täuschung durch bislang unberücksichtigte Effekte abgetan werden. Und je feiner die Nachweismethoden werden, je besser die Teleskope, desto näher rückt der nächste Schlag gegen die Annahme, unser Sonnensystem wäre ein besonderer Ort im Universum: Die Entdeckung kleiner, felsiger Welten wie der Erde. Doch was kann man aus der Existenz dieser extrasolaren Planeten lernen, von Welten wie jener im Orbit um einen so fernen Stern, dass er den prosaischen Namen 2M1207 trägt? Ändert sich durch die Beobachtung ferner Planeten auch unser grundlegendes Verständnis des Universums? Das tut es. Denn es geht der Astronomie nicht nur um den einfachen Nachweis der Existenz anderer Planeten, man möchte und muss auch verstehen, wie sie entstanden sind, welche Formen es gibt, und wohin sie sich entwickeln. Das Panoptikum der 235 bietet da einiges an Überraschungen, sogar von der ersten Stunde an, denn schon der Planet um 51-Pegasus warf mehr Fragen auf, als den Astronomen lieb war.

## Indirekte Blicke

Die ersten Planeten, die man entdeckte, waren allesamt Gasriesen – was vermutlich nicht bedeutet, dass es keine kleineren, felsigen und damit erdähnlichen Welten gäbe. Es handelt sich vielmehr um einen klassischen Fall selektiver Berichterstattung, bei dem die Methode der Beobachtung das Resultat derselben beeinflusst: Zu Anfang der Jagd standen den Astronomen keine spezialisierten Instrumente zur Verfügung, und die heutigen Hochleistungs-Teleskope in der Machart eines VLT (*Very Large Telescope*) existierten nur auf dem Reißbrett oder befanden sich in frühen Stadien des Aufbaus. Man bediente sich also zweier indirekter Methoden: Der Transit-Methode und der Doppler-Spektroskopie.

Die Transit-Methode beruht auf dem einfachen Effekt, dass ein Planet, der vor dem flammenden Hintergrund seiner Sonne vorbeizieht, eine zwar äußerst geringe, aber durchaus nachweisbare Abschattung verursacht – simpel, aber ausreichend für den Nachweis des Planeten, sofern die Messungen mit höchstmöglicher Präzision durchgeführt werden. Denn die Messgenauigkeit setzt die Grenze, wie groß ein Planet sein muss, um mit der Transit-Methode noch sicher entdeckt werden zu können, und die liegt in einer Größenordnung, die den Blick auf kleine Welten noch verwehrt. Auch die zweite Methode, die Doppler-Spektroskopie, reagiert empfindlich auf die Größe des zu beobachtenden Planeten: Sie beruht auf dem bekannten Doppler-Effekt, der kurz ausgedrückt besagt, dass die beobachtete Wellenlänge des Lichts mit der relativen Bewegung von Sender und Empfänger zusammenhängt: Bewegt sich der Sender auf die Quelle zu, erscheint die Wellenlänge

**Joseph von Fraunhofer** (1787–1826) war ein deutscher Optiker und Physiker. Er begründete am Anfang des 19. Jahrhunderts den wissenschaftlichen Fernrohrbau. Seine hervorragendste Leistung bestand in der Verbindung von exakter wissenschaftlicher Arbeit und deren praktischer Anwendung für neue innovative Produkte. So wurde Joseph von Fraunhofer zum Namensgeber und Vorbild der heutigen Fraunhofer-Gesellschaft.

verkürzt und das Licht damit ins Blaue verschoben, entfernen sie sich voneinander, so erscheint die Wellenlänge länger und das Licht damit ins Rote verschoben. Nun gibt es aber im Spektrum des Sonnenlichts charakteristische Bereiche, die dem Beobachter dunkel erscheinen, da die Sonneatmosphäre selbst für Licht dieser Wellenlängen undurchsichtig ist. Diese nach dem Münchner Optiker Joseph von Fraunhofer benannten Fraunhoferschen Linien erlauben präzise Aussagen über die Zusammensetzung fremder Sterne und, was im Zusammenhang mit der Suche nach Planeten von immenser Bedeutung ist, liegen im Spektrum immer an den gleichen, von der Physik des Schalenaufbaus der Atomhülle vorgegebenen Stellen. Sind diese Linien gegenüber der erwarteten Position verschoben, so liegt das am Doppler-Effekt, woraus die relative Bewegung des Sterns zur Erde bestimmt werden kann. Doch was geschieht nun, wenn ein großer, massereicher Planet seine Sonne umläuft? Diese wird aufgrund der Schwerkraftwirkung des Planeten nicht mehr um ihr exaktes Zentrum kreisen, sondern eine winzige Schlingerbewegung vollführen, die zu einer messbaren Oszillation der Fraunhoferschen Linien führt – allerdings setzt auch hier die Messgenauigkeit eine Grenze, wie klein ein Planet sein darf, um noch entdeckt zu werden. So war es keine Überraschung, dass die ersten Planeten, die man außerhalb des Sonnensystems fand, zu den Gasriesen zählten.

## Heißer Jupiter

Was jedoch niemand vorhergesagt hatte: Viele dieser „Erstentdeckungen“ umkreisen ihr Zentralgestirn auf äußerst engen Bahnen. Übertragen auf unser eigenes Sonnensystem, würde sich Jupiter nicht in den kalten Außenbezirken aufhalten, sondern seine Kreise noch innerhalb der Merkur-Bahn ziehen, als ein Koloss aus glühend heißem Gas, als ein „heißer Jupiter“. Die Überraschung war deshalb so groß, weil man allgemein angenommen hatte, die Entstehungsgeschichte von Planeten zu verstehen, und die gängigen Theorien führen zu einem einleuchtend einfachen Grund, warum sich die Planeten quasi nach der Dichte ihres Materials um ihre Sonne gruppieren: Die dichtesten innen, die