

INHALT

Vorwort von David A. Aguilar 6



WAS WIR WISSEN

Das Universum begann mit dem Urknall 10
Das unsichtbare Universum 12
Es gibt noch mehr Sonnensysteme 14
Andere Welten 16
Aufprall im All 18
Weltraumwetter 20
Blick in den Weltraum 22
Erstaunliches All! Meilensteine
Astronomie von der Vorgeschichte
bis zur Raumfahrt 24



ZU DEN STERNEN UND WEITER

Die Milchstraße von der Erde aus 104
Sternbildern: Himmelsträume 106
Was wir sehen, ist Geschichte 108
Was ist die Milchstraße? 110
Universum im Wandel 112
Lebenszyklus eines Sterns 114
Nebel: Geburtsorte der Sterne 116
Sternengeburt 118
Arten von Sternen 120
Tod von Sternen wie der Sonne 122
Tod von Riesensternen 124
Supernova-Überreste 126
Cirrusnebel 128
Neutronensterne und Pulsare 130
Gammablitz 132
Schwarze Löcher 134
Supermassereiche
Schwarze Löcher 136

Gescheiterte Sterne:
Braune Zwerge 138
Wie Planeten entstehen 140
Andere Welten 142
Bizarre Welten 144
Kugelsternhaufen 146
Durch die Galaxie 148
Der galaktische Zoo 150
Unsere nächsten Nachbarn 152
Kollidierende Galaxien 154
Magellansche Wolken 156
Haufen und Mauern 158
Hubble Ultra Deep Field 160
Dunkle Materie 162
Beschleunigung des Universums 164
Wie das Universum enden
wird 166
Andere Universen 168



REISE DURCHS SONNENSYSTEM

Unser neues Sonnensystem 30
Die Grand Tour 32
Venus 34
Heiß und trocken 36
Merkur 38
Die Sonne 40
Im Inneren der Sonne 42
Sonnenzyklen 44
Mars 46
Mars erkunden 48
Ceres und der Asteroidengürtel 50
Jupiter 52
Stürmischer Planet 54
Galileische Monde 56
Eisige Ozeane 58
Saturn 60
Welt der Ringe 62
Mysteriöse Monde 64
Uranus 66
Neptun 68
Kuiperergürtel 70
Pluto 72
Berge aus Eis 74
Krater und Ebenen 76
Haumea 78
Makemake 80
Eris 82
Ortsche Wolke 84
Kometen 86
Erde 88
Erstaunliches All! Meilensteine
Die Erdgeschichte als
ein Jahr 90
Ursprung der Erde 92
Schichten der Erde 94
Leben auf der Erde 96
Der Mond 98
Auf dem Mond 100



SIND WIR ALLEIN?

Eine perfekte Welt 172
Was ist Leben? 174
Aliens auf der Erde 176
Anderes Leben im Sonnensystem 178
Gibt es andere intelligente Wesen? 180
Aliens: Anders als wir denken 182



TRÄUME FÜR DIE ZUKUNFT

Raumfahrtstechnik 186
Hotel im All 188
Kolonie auf dem Mars 190
Den Mars begrünen 192
Sonnensegeln 194
Erkundung des Universums 196

Glossar 198
Register 200
Über die Autoren 206
Bildnachweise 206
Weitere Lektüre 207
Webseiten 207



Siehest du im Kapitel »Zu den Sternen und weiter« dieses Fernglas am Bild eines Sternbilds, einer Galaxie oder eines Nebels, ist das ein Hinweis darauf, dass auch du das gezeigte Objekt am Nachthimmel suchen kannst.

ÜBER DIE ILLUSTRATIONEN

Die Illustrationen für dieses Buch schuf David A. Aguilar am Computer. Zunächst trug er dafür fundierte wissenschaftliche Fakten zusammen. Auf der Basis zeichnete er möglichst realistische Skizzen, die er dann auf seinen Computer übertrug. Er malte mit der Maus weiter und baute in Adobe Photoshop die Bilder Ebene um Ebene auf, bis seine Visionen vom Weltraum Gestalt annahmen. Manchmal baute er Modelle von Raumschiffen aus Plastikabfall (auch dabei ließ er sich von der neuesten Technik leiten). Oder er schuf planetarische Landschaften aus Papierhandtüchern, die er in Fetzen gerissen und in verdünnten Gips getaucht hatte, fotografierte sie und kolorierte sie in Photoshop. Zusätzlich integrierte er Fotos von Teleskopen und Satelliten in seine Bilder.

Warum brauchen wir überhaupt künstlerische Darstellungen in einem Buch über die reale Welt? In manchen Fällen haben wir sehr gute Fotos, etwa vom Mars. Aber es gibt viele andere Orte (z. B. Exoplaneten) und Perspektiven (wie den Blick auf den Jupiter von seinem Mond Europa) oder zukünftige Ereignisse (wie den Besuch von Astronauten auf dem Uranusmond Miranda), die wir nur darstellen können, indem wir wissenschaftliche Daten in Kunst übersetzen. Einige Orte und Ereignisse in diesen imaginären Bildern werden nie zu sehen sein, weil kein Teleskop sie je fotografieren könnte.

Die Fotos in diesem Buch sind Aufnahmen von Satelliten, Teleskopen und von Kameras auf der Erde. Die meisten stammen von der NASA, der National Aeronautics and Space Administration.

ES GIBT NOCH MEHR SONNENSYSTEME

Schon lange vermuten die Menschen, dass es im All noch mehr Planeten gibt, die ferne Sterne umkreisen. Die Wissenschaftler wussten aber nicht, wo sie danach suchen sollten. Seit 25 Jahren ist das anders. Heute kennen Astronomen über 4100 extrasolare Planeten (außerhalb unseres Sonnensystems, Exoplaneten), und ihre Zahl steigt stetig. Manche Astronomen schätzen, dass es allein in unserer Galaxie mindestens 100 Milliarden Planeten gibt.

Diese Planeten unterscheiden sich stark in Größe, Temperatur und Umlaufbahn. Bisher hat man vor allem Giganten wie Jupiter und Saturn entdeckt – weil man sie leichter findet. Große Observatorien auf der Erde und Teleskope in der Umlaufbahn haben auch kleine Steinplaneten, siedend heiße Planeten, Eisplaneten, Sieben-Planeten-Systeme, um Doppelsterne oder rote Riesensterne kreisende Planeten und sogar einsam wandernde Planeten ohne Stern gefunden.

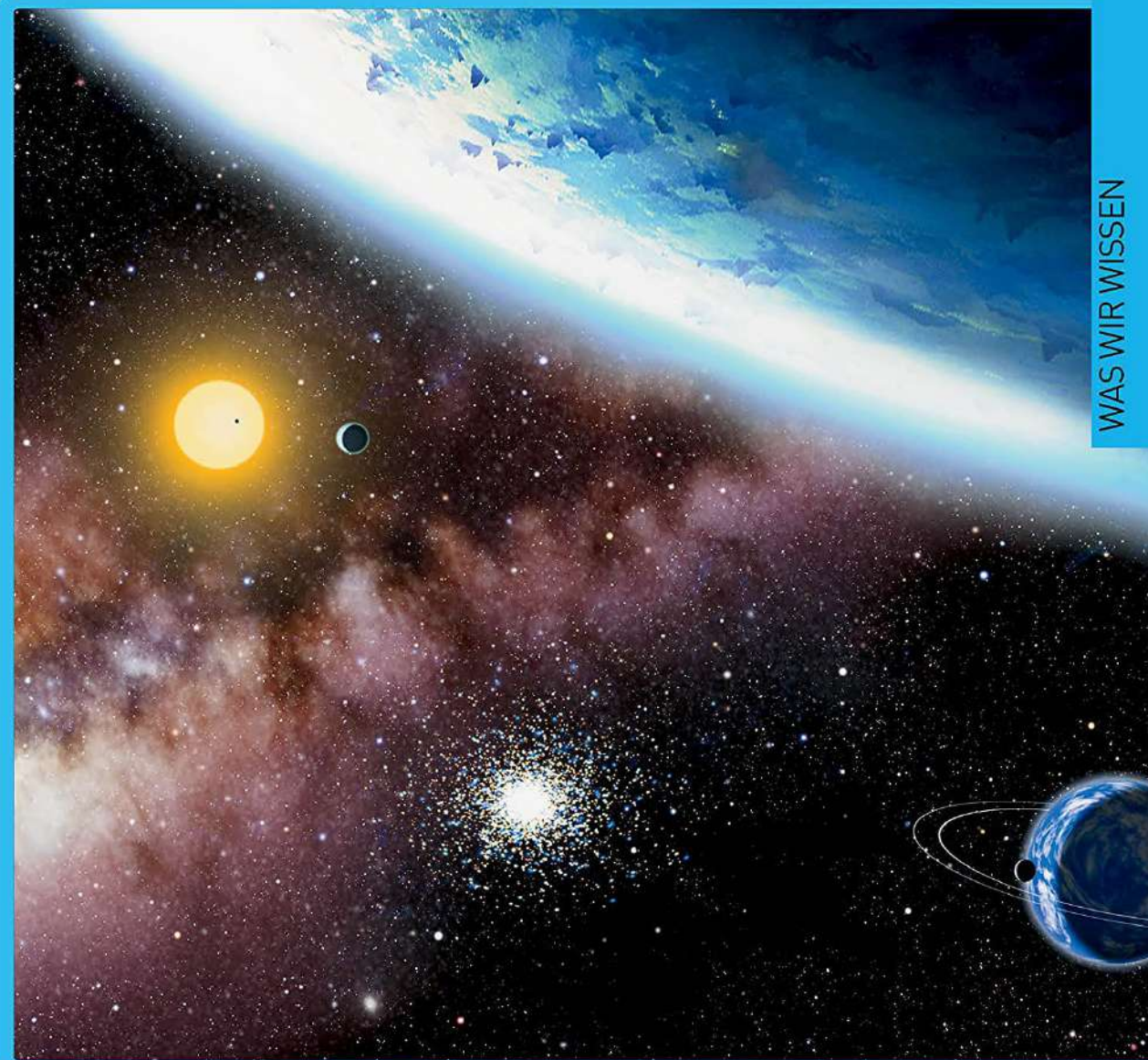
Die ultimative Entdeckung für die Forscher wäre ein erdähnlicher Planet in der »bewohnbaren Zone«, einer Umlaufbahn, die eine Oberflächentemperatur für flüssiges Wasser ermöglicht – und damit Leben. Astronomen suchen solche Planeten nun gezielt. Gibt es dort draußen Leben? Wir werden sehen ...

FAKTEN ÜBER EXOPLANETEN (PLANETEN AUSSERHALB DES SONNENSYSTEMS)

Bestätigte Zahl an Exoplaneten	4100, Tendenz steigend
Systeme mit mehr als einem Planeten	670, Tendenz steigend
Riesenplaneten (mehr als 300-fache Erdmasse)	1200, Tendenz steigend
Heißester Exoplanet	KELT-9b, 4327 °C
Kleinster Exoplanet	Kepler-37b, ein Drittel Erddurchmesser
Längstes Jahr (Umlauf um seine Sonne)	3MASS J2126-B140, etwa 1 Million Jahre
Kürzestes Jahr (Sonnenumlauf)	PSR J1719-1438b, 2,2 Stunden

SCHON GEWUSST?

OGLE-2005-BLG-390L b (Spitzname: *Hoth*) ist ein Eisplanet mit -220°C Oberflächentemperatur. Der kleine Eisball umkreist einen Stern, der nur ein Fünftel so groß ist wie unsere Sonne. Er ist fast dreimal so weit von seinem Stern entfernt wie die Erde von unserer Sonne.



WAS WIR WISSEN



WELTEN IN ERDGRÖSSE

Die erdgroßen Exoplaneten Kepler-62e und -f fliegen in der bewohnbaren Zone eines fernen sonnenähnlichen Sterns (oben links). Der größere Kepler-62f (rechts davon) ist am weitesten vom Stern entfernt und von Eis bedeckt. Kepler-62e mit seinen Ringen ist näher am Stern und von dichten Wolken umgeben. Auf beiden könnte Leben existieren.



Q: Wie nennt man eine Gruppe von Eisplaneten?

A: Eiskugeln!



EIN KÜNSTLER IM JET
 Das Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA stellt sich den Blick auf einen sonnenähnlichen Stern vom Exoplaneten Trappist-1 f vor, der nach dem Hochleistungsteleskop TRAPPIST (Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope) benannt wurde, mit dem man den Planeten entdeckte. Ein Exoplanet umkreist einen Stern wie die Erde unsere Sonne. Ist der Abstand zwischen ihnen genau richtig, kann ein Exoplanet warme, erdähnliche Temperaturen, Wasser und Luft haben, sodass Leben entstehen kann.