BRITANNICA BOOKS

Christopher Lloyd (Hg.)

ALLES, WAS WIR WISSEN UND WAS NICHT

Über Raketen, Vulkane, Mumien, Bienen, Kriege, das Gehirn und unsere Zukunft

wbg THEISS

ALLES, WAS WIR
WISSEN
UND WAS NICHT

Die englische Originalausgabe erschien unter dem Titel *Britannica All New Children's Encyclopedia. What We Know & What We Don't.*
Text © 2020 What on Earth Publishing Ltd. and Britannica, Inc.
Illustrationen © What on Earth Publishing Ltd. and Britannica, Inc.;
Ausnahmen s. S. 384–385

Diese Ausgabe erscheint gemäß der Vereinbarung mit What on Earth Publishing Ltd. in deutscher Erstübersetzung bei der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft, Darmstadt. Übersetzung aus dem Englischen von Michaela Jancauskas, Elena Mohr, Daniela Papenberg
Copyright der deutschen Übersetzung © 2021 Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

Der Theiss Verlag ist ein Imprint der wbg.

© 2021 by wbg (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.
Redaktion und Satz: Dr. Rainer Schöttle Verlagsservice
Herausgeber: Christopher Llyod
Texte: Jonathan O'Callaghan (Kap. 1 u. 8), John Farndon (Kap. 2 u. 3), Michael Bright (Kap. 4), Cynthia O'Brien (Kap. 5), Dr. Jacob Field (Kap. 6), Abigail Mitchell (Kap. 7)
Covergestaltung: Justin Poulter
Layout: Mark Ruffle und Jack Tite
Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier
Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de
978-3-8062-4311-6

ALLES, WAS WIR WISSEN

UND WAS NICHT

Über Raketen, Vulkane, Mumien, Bienen, Kriege, das Gehirn und unsere Zukunft

wbg THEISS

INHALT

Einleitung von Christopher Lloyd 7

KAPITEL 1 UNIVERSUM

von Jonathan O'Callaghan

8

Der Urknall 10 • Galaxien 12 • Die Milchstraße 14 • Sterne 16 • Nebel 18 Sternbilder 20 • Weltraumbeobachtung aus dem All 22 • Schwarze Löcher 24 • Exoplaneten 26 • Unser Sonnensystem 28 • Die Sonne 30 Planetenerfoschung 32 • Gesteinsplaneten 34 • Gasriesen 36 • Monde 38 Asteroiden 40 • Der Kuipergürtel 42 • Raketen 44 • Künstliche Satelliten 46 • Bemanntes Raumschiff 48 • Raumsonden 50 • Das Ende des Universums 52

KAPITEL 2 DIE ERDE

von John Farndon

54

Die Geburt der Erde 56 • Die Erde im All 58 • Vermessung der Erde 60 Im Inneren der Erde 62 • Die Erde 64 • Plattentektonik 66 Vulkane 68 • Erdbeben und Tsunamis 70 • Berge 72 • Gestein und Minerale 74 • Riesenkristalle 76 • Reichtümer der Erde 78 • Fossilien 80 Dinosaurierfunde 82 • Fossile Brennstoffe 84 • Wasserwelt 86 • Das Eis der Erde 88 • Die Atmosphäre 90 • Wetter 92 • Wirbelstürme 94 • Klima 96 • Natürlicher Klimawandel 98

KAPITEL 3 MATERIE

von John Farndon

100

Das Atom 102 • Elemente 104 • Radioaktivität 106 • Verbindungen 108 Verbrennung 110 • Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase 112 • Plasma 114 Metalle 116 • Nichtmetalle 118 • Plastik/Kunststoff 120 • Die Chemie des Lebens 122 • Energie 124 • Schall 126 • Elektrizität 128 • Licht 130 Die schnellsten Fahrzeuge 132 • Kräfte 134 • Schwerkraft 136 Druck 138 • Leichter als Luft 140 • Biegen und Brechen 142 Einfache Maschinen 144

KAPITEL 4 LEBEN

von Michael Bright

146

Der Ursprung des Lebens 148 • Evolution in Aktion 150 • Leben klassifizieren 152 • Die Mikrowelt 154 • Pflanzen und Pilze 156 • Tiere 158 Insekten 160 Ökologie 162 • Der Regenwald 164 • Taiga und gemäßigte Wälder 166 Grasland 168 • Mount Everest 170 • Wüsten 172 • Leben im Süßwasser 174 Die Küsten 176 • Korallenriffe in der Krise 178 • Das offene Meer 180 • Die Tiefsee 182 • Die Enden der Welt 184 • Schmelzendes Eis 186 Wildtiere in der Stadt 188 • Domestizierung 190

KAPITEL 5
MENSCHEN

von Cynthia O'Brien

192

Mensch werden 194 • Der menschliche Körper 196 • DNA und Genetik 198 Das Gehirn 200 • Gefühle 202 • Die Sinne 204 • Nahrung und Küche 206 Kleidung und Körperschmuck 208 • Religiöser Glaube 210 • Konflikt und Krieg 212 • Sprache und Geschichten 214 • Lesen und schreiben 216 Kunst 218 • Darstellende Künste 220 • Kalender 222 • Geld 224 • Gesetz und Verbrechen 226 • Bildung 228 • Arbeit 230 • Spiel und Sport 232 • Feste 234 • Sterberituale 236

KAPITEL 6
ALTERTUM UND MITTEL-ALTER

von Dr. Jacob Field

238

Die ersten Australier 240 • Der Fruchtbare Halbmond 242 • Das alte Mesopotamien 244 • Stonehenge 246 • Die ersten chinesischen Dynastien 248 • Das alte Ägypten 250 • Alte Götter 252 • Anden-Kulturen 254 • Besiedlung des Pazifiks 256 • Minoer, Mykener und Phönizier 258 • Olmeken und Maya 260 • Das Perserreich 262 • Antikes Griechenland 264 • Alexander der Große 266 • Das Maurya-Reich 268 Die Terrakotta-Armee 270 • Das Römische Reich 272 • Die Welt von Byzanz 274 • Alte afrikanische Königreiche 276 • Tang-Dynastie 278 Das Goldene Zeitalter des Islam 280 • Europa im Mittelalter 282

KAPITEL 7
MODERNE ZEITEN

von Abigail Mitchell

284

Afrikanische Reiche 286 • Die Renaissance 288 • Azteken und Inka 290 Zeitalter der Entdeckungen 292 • Das Mogul-Reich 294 • Japans großer Frieden 296 • Neue Reiche 298 • Britische und französische Kolonien in Nordamerika 300 • Sklaverei in Nord- und Südamerika 302 • Zeitalter der Revolutionen 304 • Meilensteine der Medizin 306 • Die Industrielle Revolution 308 • Erster Weltkrieg 310 • Frauenwahlrecht 312 • Der Aufstieg des Kommunismus 314 • Aufschwung und Niedergang 316 • Zweiter Weltkrieg 318 • Der Kalte Krieg 320 • Entkolonisierung 322 • Bürgerrechte 324 Neue Spannungen, neue Hoffnungen 326 • Politische Weltkarte 328

KAPITEL 8
HEUTE UND MORGEN

von Jonathan O'Callaghan

330

Eine Welt 332 • Internationaler Handel 334 • Ungleichheit 336 • Die Welternährung 338 • Strom für den Planeten 340 • Moderne Kriegsführung 342 • Die Superreichen 344 • Städte 346 • Das Internet 348 Die Medien 350 • Künstliche Materialien 352 • Medizintechnik 354 Smart-Tech und anderes 356 • Ökologische Herausforderungen 358 Massenaussterben 360 • Gefährdet 362 • Die Folgen des Klimawandels 364 Den Klimawandel stoppen 366 • Atomenergie 368 • Erneuerbare Energie 370 • Städte von morgen 372 • Der Mensch der Zukunft 374

Quellennachweis 376 • Bildnachweis 384 • Mitarbeiter an diesem Buch 386

EINLEITUNG

Bist du ein Morgenmensch? Manche Leute springen ja förmlich aus dem Bett, während sich andere mehrere Wecker stellen müssen. Ich gehörte immer zu Letzteren. Doch jetzt nicht mehr!

Vielleicht überrascht es dich, dass ich frühmorgens leicht aus dem Bett komme, seit ich anfing, Bücher zu schreiben. Warum? Je mehr mir klar wurde, wie viel ich nicht wusste, desto aufregender fand ich es, Neues zu lernen. Und das ist heute noch so. Schon beim Aufwachen platze ich fast vor Neugier, auf wen oder auf welche Geschichten ich stoßen könnte. Das alltägliche Leben ist einfach so verrückt und wunderbar!

Stell dir eine Substanz vor, die sich in Luft auflöst, wenn du sie erhitzt. Vielleicht ein Zaubertrick? Nein, einfach nur Wasser.

Oder denk an den nächtlichen Sternenhimmel. Du siehst die Sterne nicht, wie sie heute sind, sondern wie sie zu den unterschiedlichsten Zeitpunkten in der Vergangenheit waren – manche schon vor 15 000 Jahren! So lange braucht nämlich das Licht von vielen dieser Sterne, um zur Erde zu gelangen.

Ich fing an, Bücher zu schreiben, nachdem ich gesehen hatte, wie gern meine zwei Töchter etwas Neues erfuhren über Dinge, für die sie sich interessierten. Die ältere, Matilda, liebte Pinguine. Auf Seite 185 erfährst du mehr über diese Tiere! Die jüngere, Verity, hatte dagegen eine Vorliebe für alles, was mit Essen zu tun hatte. Darum geht es auf Seite 206.

Um jedermanns Interessen gerecht werden zu können, mussten wir es also schaffen, all die faszinierenden Themen miteinander zu verknüpfen. Aus diesem Grund findest du am Ende jeder linken Seite in diesem Buch Querverweise. Interessierst du dich für bestimmte Themen auf einer Seite, zeigen dir diese Querverweise, wo du noch mehr darüber erfahren kannst.

Spring ruhig hin und her in diesem Buch. Dafür haben wir es gemacht. Aber wenn du es lieber von vorn nach hinten durchliest, darfst du das natürlich auch. Du wirst auf eine Reise gehen – vom Urknall durch die Geschichte unseres Planeten, von der Entstehung allen Lebens bis hin zu den Menschen.

Und gegen Ende wirst du nicht nur im Heute ankommen, sondern sogar einen Blick darauf werfen können, was das Morgen möglicherweise bringt.

Eines habe ich auf jeden Fall gelernt während meiner Forschungsarbeit: Jede Antwort führt zu einer Vielzahl neuer Fragen. So stelle ich mir mittlerweile alle Antworten als Abzweigungen und Kreuzpunkte einer Straße voller Entdeckungen vor, die zu jeweils einem Dutzend neuer Fragen führen, von denen ich bisher noch nicht einmal wusste, dass sie überhaupt schon gestellt wurden. Und auf viele dieser neuen Fragen gibt es noch keine endgültigen Antworten. Wir bezeichnen diese Rätsel als „Bekannte Unbekannte", und es hat großen Spaß gemacht, sie für dieses Buch zu entdecken.

Ich war natürlich nicht der einzige Wissenschaftler, der an der Entstehung dieser Enzyklopädie beteiligt war. Neben den Autorinnen und Autoren, die für die jeweiligen Kapitel recherchierten, standen uns glücklicherweise auch mehr als 100 Experten mit Rat und Tat zur Seite.

Wirst du zu den Experten von morgen gehören? Für welche Themen – von Weltraum bis Natur, von Archäologie bis Technologie – interessierst du dich am meisten? Es ist so schön, dass wir uns alle für unterschiedliche Dinge begeistern können, sodass wir in der Lage sind, gemeinsam eine Menge über die Welt um uns herum herauszufinden. Und ich hoffe ganz besonders, dass du – nach eingehender Beschäftigung mit diesem Buch – voller Forscherdrang durchs Leben gehst, angespornt durch das Wissen, dass es noch so viel Aufregendes in der Geschichte des Lebens auf der Erde gibt, das nur darauf wartet, von uns entdeckt zu werden.

Christopher Lloyd

Die Sonne ist ein gigantischer Feuerball aus Plasma. Sie besteht aus so heißen Atomen, dass sie über keine feste Oberfläche verfügt. Die ungeheuren Mengen an Hitze und Licht, die von der Sonne erzeugt werden, sind Antriebsquelle für die meisten Prozesse auf der Erde, auch wenn sie ungefähr 147 Millionen Kilometer von uns entfernt ist.

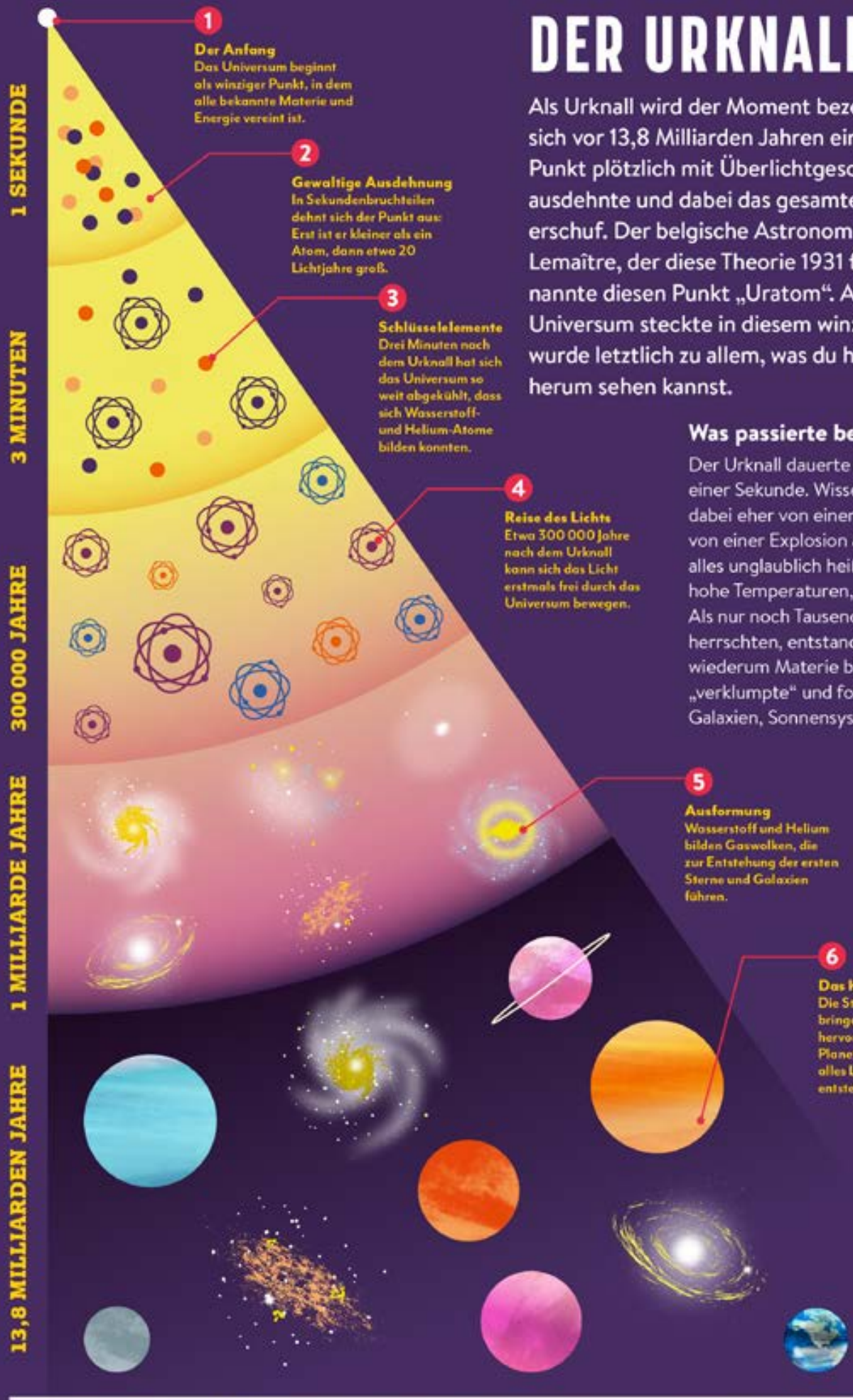
KAPITEL 1
UNIVERSUM

Schnall dich an für eine unglaubliche Reise durch unser Universum. In diesem Moment befindest du dich auf einer riesigen Steinkugel, die mit Tausenden Kilometern pro Stunde durchs All fliegt, in einer wirbelnden Galaxie aus Milliarden von gigantischen Feuerbällen. Diese Steinkugel ist natürlich unsere Erde. Und die gigantischen Feuerbälle sind Sterne, darunter unsere eigene Sonne. Ich hoffe, diese Tatsachen haben dich schon davon überzeugen können, dass die Realität so viel erstaunlicher ist als alles, was man sich ausdenken könnte.

Das folgende Kapitel lassen wir mit einem unvorstellbar winzigen Stückchen unendlicher Energie beginnen, aus dem das Universum vor 13,8 Milliarden Jahren in einer Art Explosion entstanden ist, und wir beenden es mit der Frage, wie, wann und ob das Universum ein Ende finden wird. Was uns wiederum daran erinnert, dass nach jeder Antwort, die wir finden, ein Dutzend weiterer Fragen wartet: Gibt es irgendwo im Universum noch intelligentes Leben? Wieso gibt es mehr Materie als Antimaterie? Was würde passieren, wenn ein Astronaut in ein schwarzes Loch fiele? Es gibt viel zu entdecken, auch wenn manches (bislang) unbeantwortet bleibt.

DER URKNALL

Als Urknall wird der Moment bezeichnet, in dem sich vor 13,8 Milliarden Jahren ein winzig kleiner Punkt plötzlich mit Überlichtgeschwindigkeit ausdehnte und dabei das gesamte Universum erschuf. Der belgische Astronom Georges Lemaître, der diese Theorie 1931 formulierte, nannte diesen Punkt „Uratom". Alle Materie im Universum steckte in diesem winzigen Punkt und wurde letztlich zu allem, was du heute um dich herum sehen kannst.



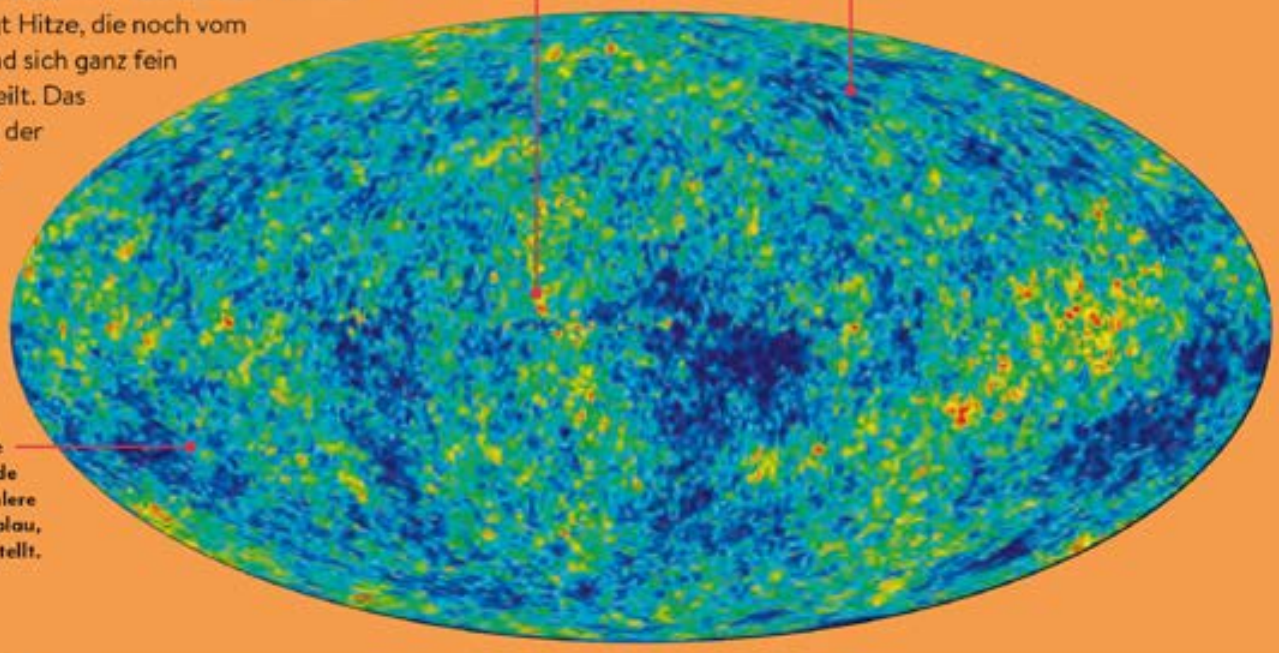
Was passierte beim Urknall?

Der Urknall dauerte nur den Bruchteil einer Sekunde. Wissenschaftler gehen dabei eher von einer Ausdehnung als von einer Explosion aus. Zu Beginn war alles unglaublich heiß, Milliarden Grad hohe Temperaturen, dann kühlte es ab. Als nur noch Tausende Grad Celsius herrschten, entstanden Atome, die wiederum Materie bildeten. Die Materie „verklumpte" und formte Sterne, Galaxien, Sonnensysteme und Planeten.

Beratende Expertin: Sarah Tuttle **Siehe auch:** Galaxien, S. 12–13; Sterne, S. 16–17; Nebel, S. 18–19; Weltraumbeobachtung aus dem All, S. 22–23; Schwarze Löcher, S. 24–25; Das Ende des Universums, S. 52–53; Das Atom, S. 102–103; Elemente, S. 104–105; Energie, S. 124–125; Elektrizität, S. 128–129; Schwerkraft, S. 136–137

Beweise für den Urknall

Den besten Beweis für die Urknalltheorie liefert uns die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung (CMB), die man auf diesem Foto vom nächtlichen Himmel sehen kann. Es zeigt Hitze, die noch vom Urknall herrührt und sich ganz fein im Universum verteilt. Das Bild wurde mithilfe der NASA-Raumsonde Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) aufgenommen.



Taubeninterferenz

1965 nutzten die US-Astronomen Arno Penzias und Robert Wilson ein Radioteleskop und stießen dabei auf eine Reihe elektrostatischer Interferenzen (ähnlich einer schlechten Verbindung beim Videoanruf). Sie hielten anfangs Taubenkot für die Ursache, da zwei Tauben in ihrem Teleskop brüteten. Doch selbst nachdem die Tauben eingefangen waren, war das Rauschen noch zu hören. Da begriffen die beiden, dass sie das Echo der kosmischen Hintergrundstrahlung hörten – ein Beweis für die Urknalltheorie!

FAKTastisch!

Wasserstoff und Helium waren die einzigen Elemente zu Beginn des Universums. Sie bildeten riesige Sterne. In deren Kern entstanden neue Elemente. Als die Sterne explodierten, wurden diese neuen Elemente ins All freigesetzt.

BEKANNTE UNBEKANNTE

Wieso gibt es mehr Materie als Antimaterie im Universum?

Das Gegenteil von Materie (Masse, Stoff) ist Antimaterie. Beim Zusammenstoß von Materie und Antimaterie werden beide vernichtet und Energie wird freigesetzt. Wissenschaftler gehen davon aus, dass beim Urknall beide zu gleichen Teilen erzeugt wurden – wieso löschte die Antimaterie also nicht die Materie aus? Das wissen wir noch nicht.

Expertinnen-Kommentar

SARAH TUTTLE

Astronomin

Professorin Sarah Tuttle ist auf die Beobachtung nahe gelegener Galaxien spezialisiert. Sie ist fasziniert davon, dass man mit einem Teleskop in den Nachthimmel schauen und quasi dem Beginn des Universums entgegenblicken kann. Sie denkt darüber nach, wie das Universum entstand – und was es vor dem Urknall gab.

„Reisen wir durch die Zeit? Oder den Raum? Oder beides?"

GALAXIEN

Der Großteil des Universums besteht aus Galaxien – riesigen Ansammlungen von Sternen, Staub und Gas, zusammengehalten von der Schwerkraft. Wissenschaftlern zufolge könnte es 100 Milliarden Galaxien im Universum geben. Viele davon sind fast so alt wie das Universum selbst.

Wie sieht eine Galaxie von der Erde aus?

Die meisten mit bloßem Auge sichtbaren Sterne gehören zu unserer Milchstraße. Allerdings ist Andromeda, die nächste Galaxie zur Erde, auf der nördlichen Halbkugel (nördlich des Äquators) auch ohne Teleskop sichtbar. Auf der Südhalbkugel können Sterngucker manchmal einen Blick auf die Magellanschen Wolken erhaschen, zwei Galaxien, die die Milchstraße umkreisen.

Galaxienformen

Astronomen ordnen Galaxien anhand ihrer Form ein. In einer Spiralgalaxie breiten sich „Arme" um ein Zentrum aus. Eine Balkenspiralgalaxie wie unsere Milchstraße ist ähnlich aufgebaut, von ihrem Zentrum geht jedoch ein Balken aus Sternen ab. Irreguläre und pekuliare Galaxien sind weniger definiert, eine Spiralgalaxie ohne Arme wird linsenförmig genannt. Elliptische Galaxien sind eiförmig.

Beratender Experte: Toby Brown **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Milchstraße, S. 14–15; Sterne, S. 16–17; Weltraumbeobachtung aus dem All, S. 22–23; Exoplaneten, S. 26–27; Das Ende des Universums, S. 52–53; Schwerkraft, S. 136–137

Wenn Galaxien kollidieren

Alles im Universum ist in Bewegung. Dieses Bild zeigt Galaxie NGC 6052, eine neue Galaxie, die sich aus zwei kollidierenden Galaxien zusammensetzt. In etwa 4,5 Milliarden Jahren wird unsere Milchstraße mit der Andromeda-Galaxie verschmelzen. Die daraus resultierende Galaxie hat von Wissenschaftlern den Spitznamen „Milkomeda" bekommen.

UND DANN KAM ...

HENRIETTA SWAN LEAVITT

Astronomin, 1868–1921, USA

Lange hielt man unsere Milchstraße für das gesamte Universum. 1912 jedoch entdeckte die US-Astronomin Henrietta Leavitt eine Methode, um die Entfernung zu den Sternen zu berechnen, und bewies, dass einige Sterne zu weit entfernt sind, um noch zu unserer Galaxie zu gehören. 1924 konnte Edwin Hubble mithilfe Leavitts Methode nachweisen, dass Andromeda eine eigene Galaxie ist.

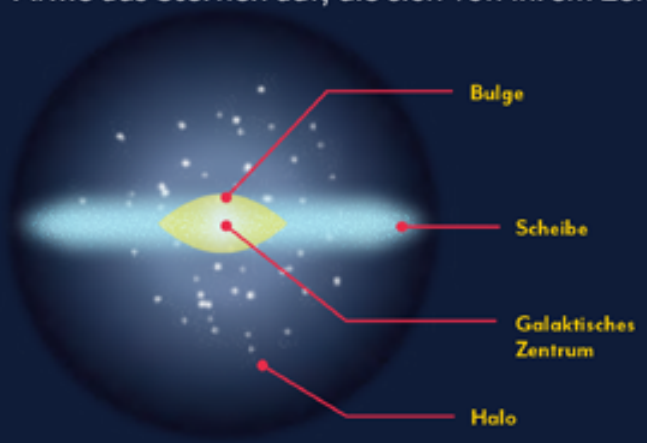
BEKANNTE UNBEKANNTE

Werden wir im Universum noch anderes intelligentes Leben finden?

Die schier unglaubliche Zahl der Galaxien, Sterne und Sonnensysteme sowie die Gesetze der Physik deuten darauf hin, dass es noch andere Planeten wie unsere Erde geben muss, auf denen sich intelligentes Leben entwickelt haben könnte. Viele Wissenschaftler fragen nicht, ob es noch irgendwo im Universum intelligentes Leben gibt, sondern, wie es aussieht und wie wir es finden könnten.

DIE MILCHSTRASSE

Unser eigenes Sonnensystem ist Teil einer Galaxie namens Milchstraße, die man in dunklen Nächten als Sternenband am Himmel sehen kann. Die Milchstraße, wie wir sie heute kennen, setzt sich zusammen aus vielen kleineren Galaxien, die während der letzten 13,5 Milliarden Jahre kollidierten und aufeinander einwirkten. Die riesige Spiralgalaxie weist zwei größere und zwei kleinere rotierende Arme aus Sternen auf, die sich von ihrem Zentrum ausbreiten.



Zentrale Lichtwölbung

Die Form unserer Galaxie und ihres zentralen Bulges (engl. Wölbung) versteht man am besten in der Seitenansicht. Die meisten ihrer Milliarden Sterne sind Teil der flachen Scheibe, die den Bulge umgibt, einige befinden sich weiter entfernt in einem Halo (Lichthof) um das galaktische Zentrum herum.

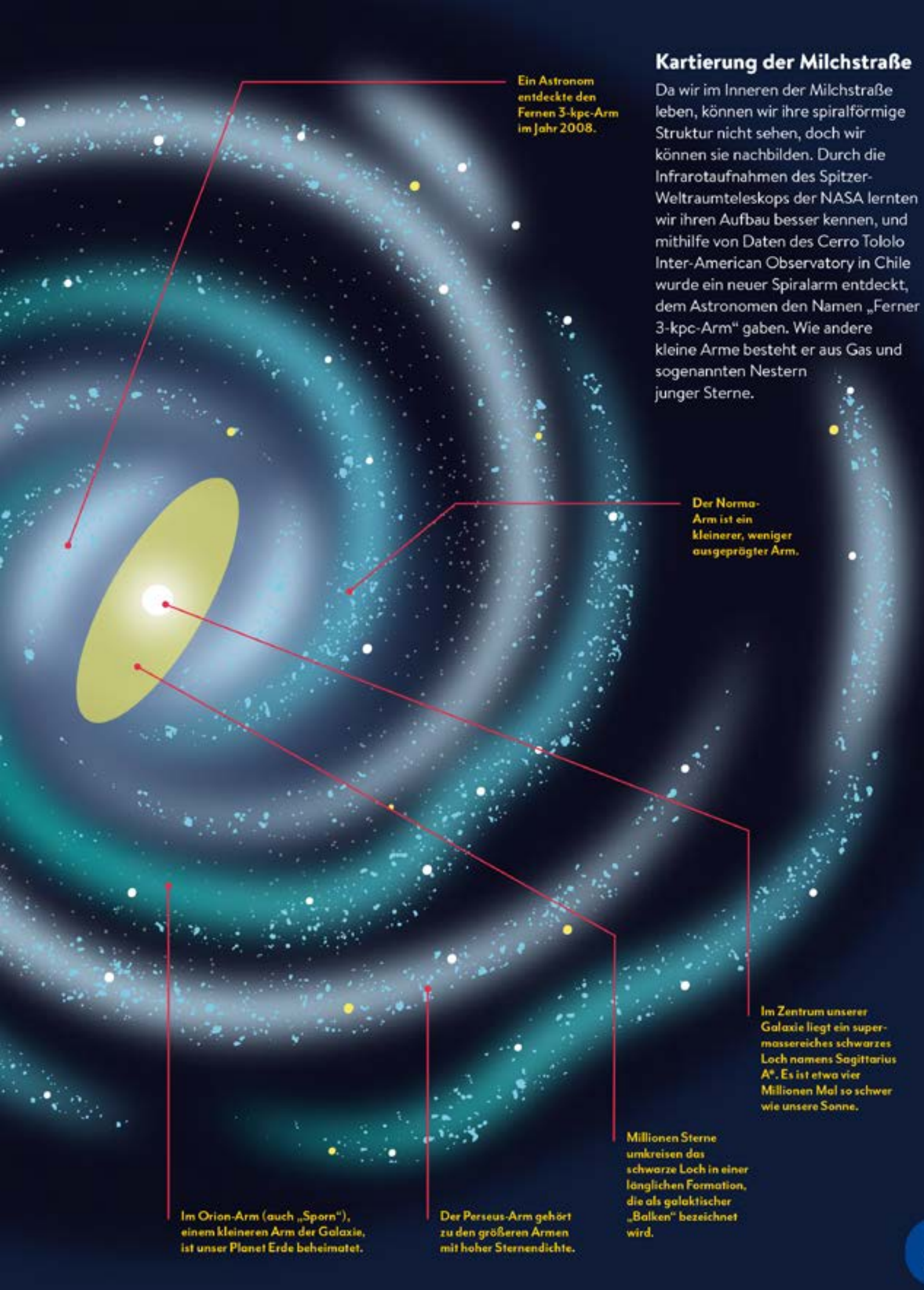
Die Milchstraße in Zahlen
AUFGELISTET

1. **1,12 Billionen Jahre: Die Zeit, die ein Auto benötigen würde, um die Milchstraße mit 96 km/h zu durchqueren.**
2. **13,5 Milliarden: Die Anzahl der Jahre, vor denen die Milchstraße im frühen Universum entstanden ist.**
3. **25 000 Lichtjahre: Die Entfernung unseres Sonnensystems vom Zentrum der Milchstraße.**
4. **100–400 Milliarden: Die Anzahl der Sterne, die Wissenschaftler in der Milchstraße vermuten.**
5. **Hunderte Milliarden: Die Anzahl der Planeten in der Milchstraße, wenn jeder Stern von einem oder mehreren Planeten umkreist wird.**
6. **240 Millionen Jahre: Die Zeit, in der die Milchstraße einmal rotiert.**
7. **4,5 Milliarden Jahre: Die Anzahl der Jahre, bis die Milchstraße mit der benachbarten Galaxie Andromeda kollidieren soll.**

Beratende Expertin: Michelle Thaller **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Galaxien, S. 12–13; Sterne, S. 16–17; Nebel, S. 18–19; Sternbilder, S. 20–21; Weltraumbeobachtung aus dem All, S. 22–23; Schwarze Löcher, S. 24–25; Unser Sonnensystem, S. 28–29

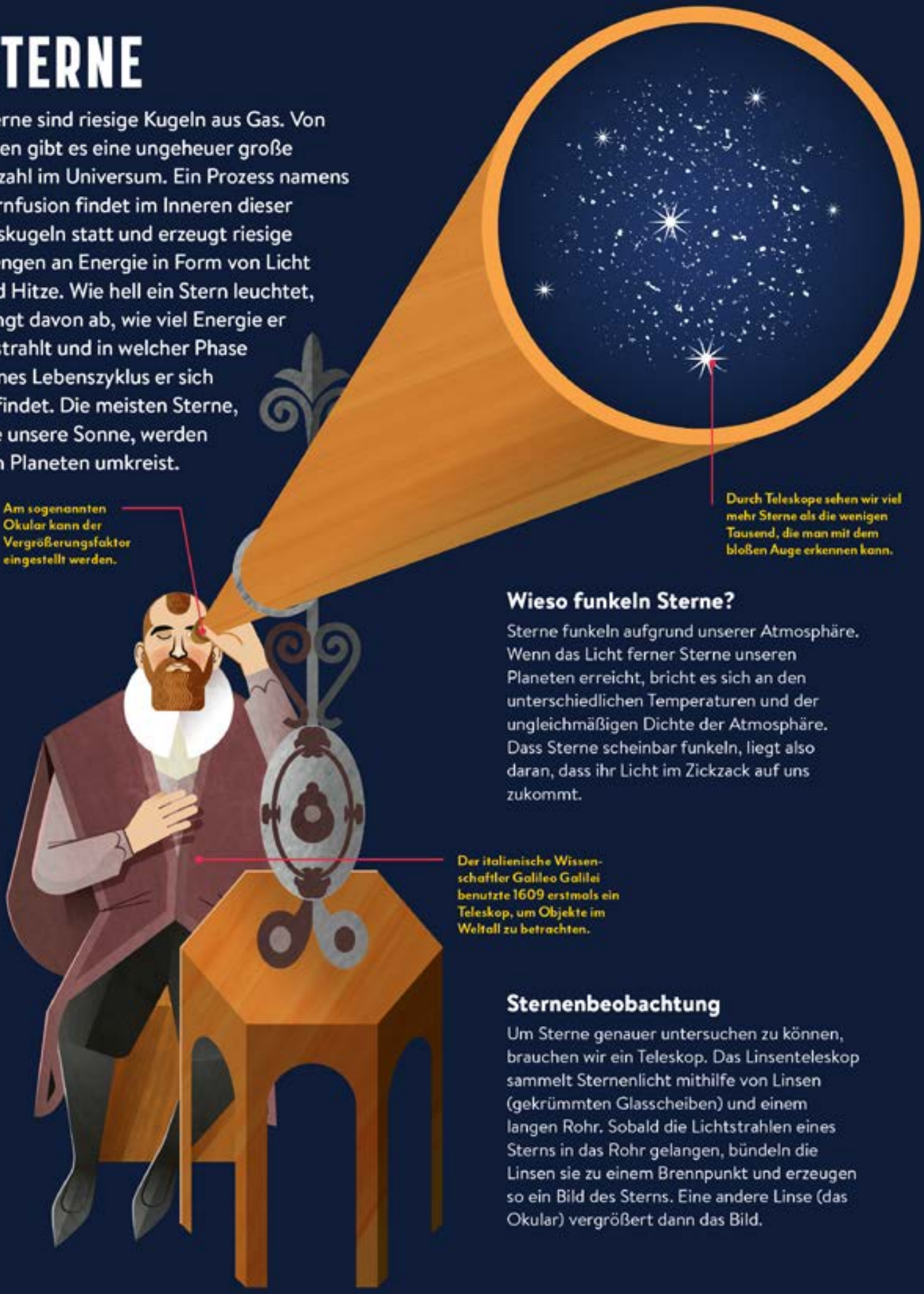
Kartierung der Milchstraße

Da wir im Inneren der Milchstraße leben, können wir ihre spiralförmige Struktur nicht sehen, doch wir können sie nachbilden. Durch die Infrarotaufnahmen des Spitzer-Weltraumteleskops der NASA lernten wir ihren Aufbau besser kennen, und mithilfe von Daten des Cerro Tololo Inter-American Observatory in Chile wurde ein neuer Spiralarm entdeckt, dem Astronomen den Namen „Ferner 3-kpc-Arm" gaben. Wie andere kleine Arme besteht er aus Gas und sogenannten Nestern junger Sterne.



STERNE

Sterne sind riesige Kugeln aus Gas. Von ihnen gibt es eine ungeheuer große Anzahl im Universum. Ein Prozess namens Kernfusion findet im Inneren dieser Gaskugeln statt und erzeugt riesige Mengen an Energie in Form von Licht und Hitze. Wie hell ein Stern leuchtet, hängt davon ab, wie viel Energie er abstrahlt und in welcher Phase seines Lebenszyklus er sich befindet. Die meisten Sterne, wie unsere Sonne, werden von Planeten umkreist.



Wieso funkeln Sterne?

Sterne funkeln aufgrund unserer Atmosphäre. Wenn das Licht ferner Sterne unseren Planeten erreicht, bricht es sich an den unterschiedlichen Temperaturen und der ungleichmäßigen Dichte der Atmosphäre. Dass Sterne scheinbar funkeln, liegt also daran, dass ihr Licht im Zickzack auf uns zukommt.

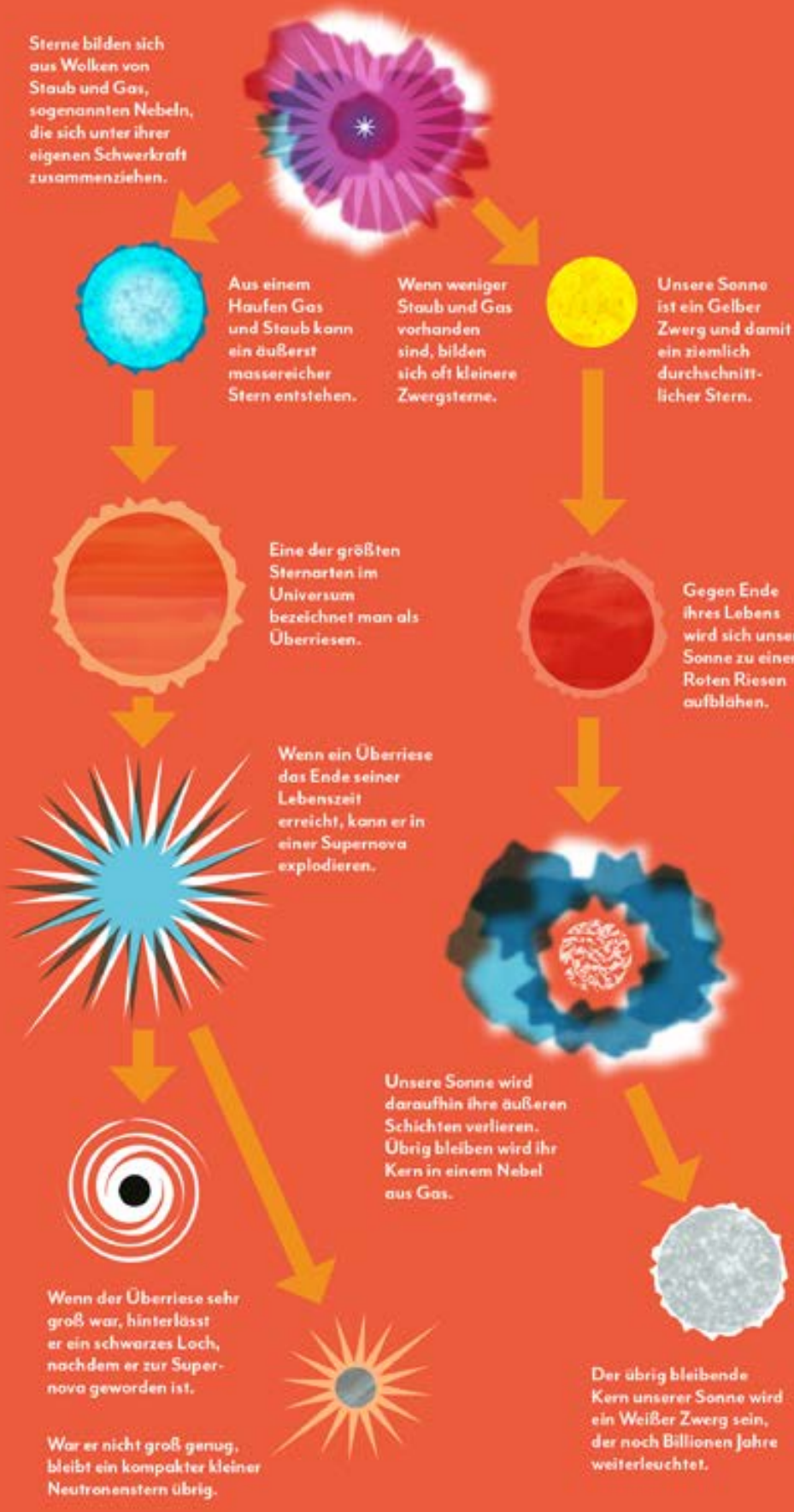
Sternenbeobachtung

Um Sterne genauer untersuchen zu können, brauchen wir ein Teleskop. Das Linsenteleskop sammelt Sternenlicht mithilfe von Linsen (gekrümmten Glasscheiben) und einem langen Rohr. Sobald die Lichtstrahlen eines Sterns in das Rohr gelangen, bündeln die Linsen sie zu einem Brennpunkt und erzeugen so ein Bild des Sterns. Eine andere Linse (das Okular) vergrößert dann das Bild.

Beratender Experte: Ian Morison **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Galaxien, S. 12–13; Nebel, S. 18–19; Sternbilder, S. 20–21; Die Sonne, S. 30–31; Das Ende des Universums, S. 52–53; Die Atmosphäre, 90–91; Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase, S. 112–113; Licht, 130–131; Schwerkraft, 136–137; Druck, 138–139

Lebenszyklus eines Sterns

Wie lange Sterne leben, hängt davon ab, wie viel Materie sie enthalten. Je größer ein Stern ist, desto schneller verbrennt er seinen Kraftstoff und desto kürzer wird er leben. Unsere Sonne wird sich in etwa fünf Milliarden Jahren von einem Gelben Zwerg zu einem Roten Riesen aufblähen und dann explodieren. Das kompakte Objekt, das dann von ihr übrig bleibt, bezeichnet man als Weißen Zwerg.



FAKTastisch!

Ein Blick zu den Sternen ist ein Blick in die Vergangenheit. Das liegt daran, dass sich das Licht der Sterne mit Lichtgeschwindigkeit bewegt und Zeit benötigt, um zu uns zu gelangen. Unser Nachbarstern, Proxima Centauri, liegt 4,2 Lichtjahre von uns entfernt und ist somit 4,2 Jahre älter, als wir ihn heute sehen. Die Andromeda-Galaxie ist 2,5 Millionen Lichtjahre entfernt.

Experten-Kommentar

IAN MORISON

Astronom

Professor Ian Morisons Interesse am Universum wurde geweckt, als er mit zwölf ein Teleskop baute. Er schreibt Bücher für Hobbyastronomen und war am Projekt Phoenix beteiligt – einer Suchaktion nach außerirdischem Leben.

„Sterne bringen Elemente wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Silizium und Eisen hervor, was die Entstehung von Planeten und Leben ermöglicht."

NEBEL

Im interstellaren Raum – dem Gebiet zwischen den Sternen einer Galaxie – entstehen aus umherwirbelndem Staub und Gasen wie Helium und Wasserstoff Wolken, die man als Nebel bezeichnet. Mal verklumpt dieses Gas-Staub-Gemisch infolge der Schwerkraft, mal wird es von sterbenden Sternen ausgestoßen. Einige der eindrucksvollsten Nebel stammen von Supernova-Explosionen – bei denen mitunter auch ganz neue Sterne entstehen können.

Stellare Geburtsstätte

Der Nebel RCW 49 im südlichen Sternbild Carina ist eine Geburtsstätte für mehr als 2000 neue Sterne. Gewöhnlich verdeckt dunkler Staub den Nebel, doch diese Infrarotaufnahme des Spitzer-Weltraumteleskops der NASA bildet Materie ab, die Infrarotstrahlung (eine Lichtart, die wir als Wärme empfinden) aussendet, die Staub und Gas durchdringt. Sie zeigt alte Sterne (im Zentrum) und viele neue Sterne.

Die Säulen der Schöpfung

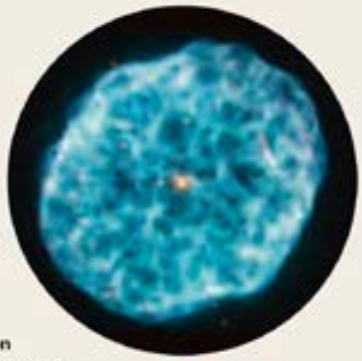
Zu den berühmtesten Nebeln gehört der Adlernebel, insbesondere die darin befindliche Formation „Säulen der Schöpfung". Ungefähr 6500 Lichtjahre von der Erde entfernt, im Orion-Spiralarm der Milchstraße, liegt diese spektakuläre Ansammlung von Staub und Gas mit säulenförmigen Wolken, die fünf Lichtjahre hoch sind. Der gesamte Adlernebel ist annähernd 15 Lichtjahre groß.

Beratender Experte: Ian Morison **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Galaxien, S. 12–13; Milchstraße, S. 14–15; Sterne, S. 16–17; Gasriesen, S. 36–37; Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase, S. 112–113; Schwerkraft, S. 136–137

Unterschiedliche Farben kennzeichnen die chemischen Elemente, die in einem Nebel vorkommen. Rot steht für Schwefel.

Verschiedene Nebelarten

Nebel können riesengroß – mit einem Durchmesser von ein paar Hundert Lichtjahren – und fantastisch geformt sein, während planetarische Nebel, die von einem Zentrum ausgehen, oft kleiner (etwa zwei Lichtjahre Durchmesser) und gleichmäßig geformt sind. Nebel werden grob unterteilt in helle und dunkle Nebel.



Planetarische Nebel, die zwar von sterbenden Sternen, doch nicht von Supernovae erzeugt werden, sind oft rund.

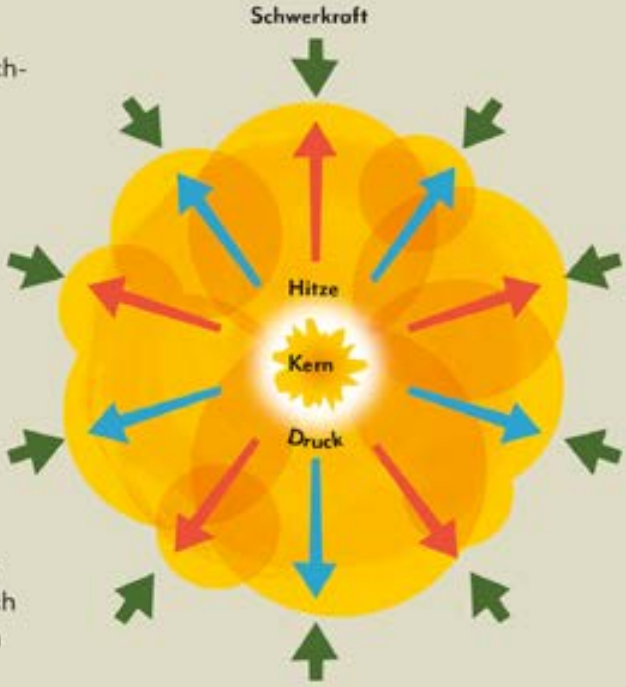
Wasserstoffatome in Emissionsnebeln werden angeregt durch ultraviolettes Licht von sehr heißen Sternen und leuchten meist rot.

Der Staub in Reflexionsnebeln reflektiert bzw. streut das blaue Licht sehr heißer benachbarter Sterne. Der Nebel selbst erzeugt nicht viel Licht.

Der Pferdekopfnebel im Sternbild Orion ist ein dunkler Nebel, in dem dichter Staub das Licht absorbiert.

Eine Supernova

In Sternen herrscht ein Kräftegleichgewicht – nach innen wirkt die Schwerkraft und nach außen der Druck von Hitze und Gas aus dem Kern. Hat ein großer Stern seine Brennstoffe aufgebraucht, kann er der Schwerkraft nicht mehr standhalten und fällt in sich zusammen. Trifft die äußere Hülle auf den Kern, wird sie wieder zurückkatapultiert. Diese gewaltige Explosion nennt man Supernova. Aus Staub und Gasen, die dabei ins All geschleudert werden, können sich Nebel bilden; manchmal bleibt auch ein kompaktes Objekt zurück – ein schwarzes Loch.



FAKTastisch!

Eine Nebelwolke in der Größe der Erde würde so viel wiegen wie ein kleiner Sack Kartoffeln! Staub und Gas in dem Nebel sind sehr leicht. Wenn sich das Staub-Gas-Gemisch aber über Lichtjahre erstreckt, sind genug Masse und Schwerkraft vorhanden, dass der Nebel in sich zusammenfällt und neue Sterne hervorbringt.

STERNBILDER

Ein Sternbild ist eine Gruppe von Sternen, die ein bestimmtes Muster am Himmel abbilden. Die meisten der heute gebräuchlichen Sternbilder stammen aus dem antiken Griechenland. Welche Sternbilder man sieht, hängt davon ab, ob man nördlich oder südlich des Äquators steht und wo auf ihrer Reise um die Sonne sich die Erde gerade befindet.

Nördliche Halbkugel

Folgende Sternbilder sind nördlich des Äquators leicht zu erkennen: Kassiopeia, das die Form eines W aufweist, Orion (drei Sterne bilden den Oriongürtel) und der Schwan (lat. Cygnus) in der Form eines Kreuzes.

Mythische Wesen

Der Große Bär (Ursa Major) gehört zu den hellsten Sternbildern auf der nördlichen Halbkugel. Die alten Griechen sahen in Ursa Major die Nymphe Kallisto, die einem Mythos zufolge in einen Bären verwandelt wurde. Der Große Wagen ist ein Teil davon.

Einige der besten, dunkelsten Orte für die Beobachtung eines klaren Sternenhimmels

Beratender Experte: Ian Morison **Siehe auch:** Galaxien, S. 10–11; Die Milchstraße, S. 14–15; Sterne, S. 16–17; Zeitalter der Entdeckungen, S. 292–293

Spica ist der hellste Stern im Sternbild Jungfrau, dem zweitgrößten Sternbild des Himmels.

Die Wasserschlange (Hydra) erstreckt sich weit über den südlichen Himmel.

Jungfrau
Rabe
Waage
Wasserschlange
Zentaur
Segel des Schiffs
Kleiner Hund
Skorpion
Schiff Argo
Kreuz des Südens
Kiel des Schiffs
Großer Hund
Pfau
Oktant
Taube
Einhorn
Netz
Schwertfisch
Schütze
Kranich
Hase
Steinbock
Eridanus
Phönix
Südlicher Fisch

Südliche Halbkugel

Eines der hellsten Sternbilder auf der südlichen Halbkugel ist das Kreuz des Südens, das wie ein Flugdrachen aussieht. Es dient als Wegweiser nach Süden.

Himmelspole

Die frühen Seefahrer und Entdecker orientierten sich am Polarstern oberhalb des Nordpols, um den Weg nach Norden zu finden, und am Kreuz des Südens (siehe oben im Bild), um in den Süden zu gelangen.

Eine drehbare Scheibe namens Rete zeigt die Position der Sterne am Himmel an.

Jede Spitze an der Rete steht für einen hellen Stern.

Die Grundplatte unter der Rete symbolisiert das Universum.

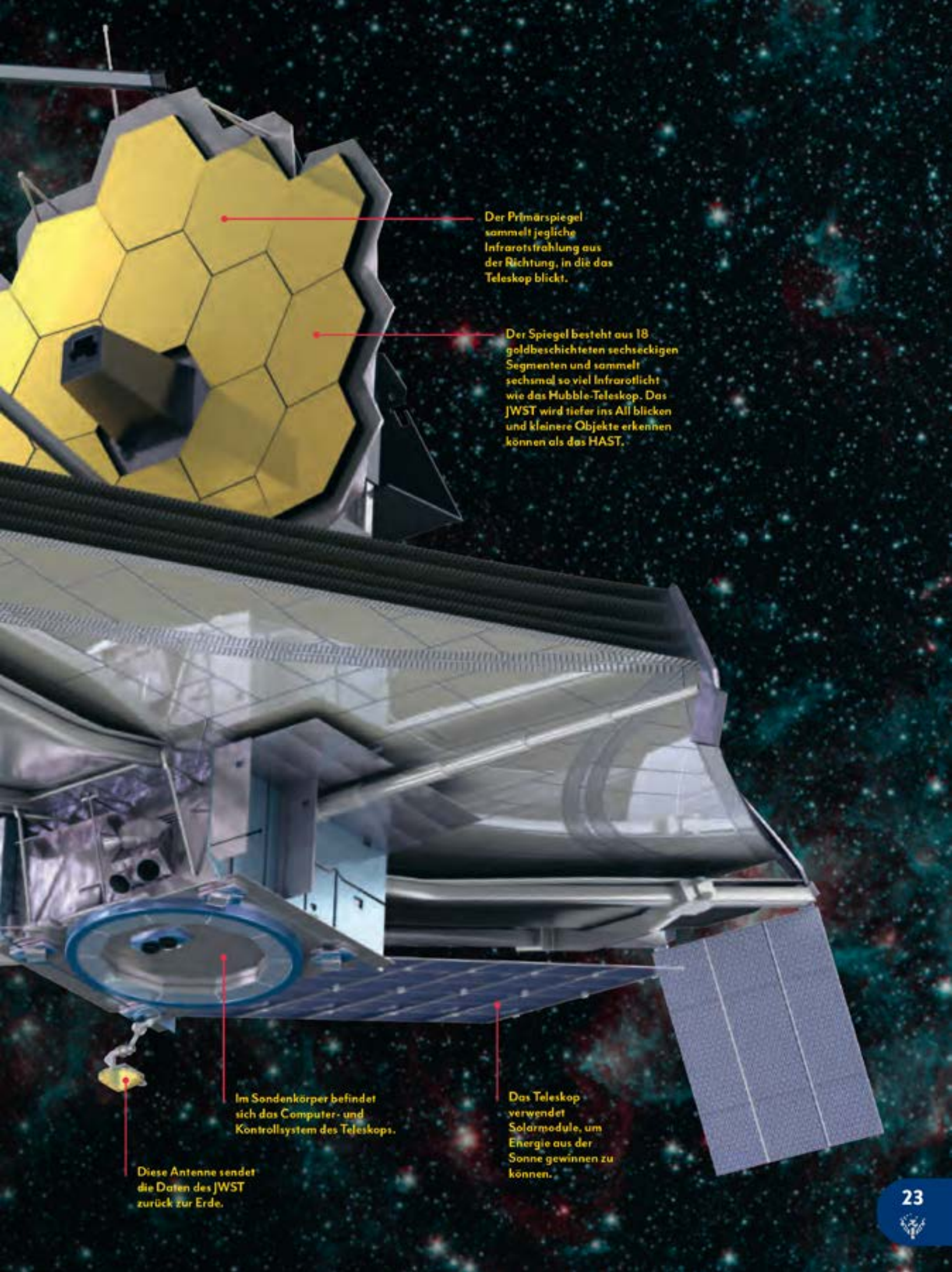
Kartierung der Sterne

Astrolabien ermöglichten den griechischen Astronomen der Antike erstmals, präzise Karten des Nachthimmels zu erstellen. Mit einem Astrolabium konnten sie die Position eines Sterns oder Himmelsobjekts abschätzen. Islamische Gelehrte nutzten Astrolabien auch als Zeitmesser oder um die Heilige Stadt Mekka zu lokalisieren und damit die Gebetsrichtung festzustellen. Ab dem 15. Jahrhundert verwendeten die frühen Seefahrer Astrolabien, um sich auf den Weltmeeren zurechtzufinden.

WELTRAUMBEOBACHTUNG AUS DEM ALL

Welche Geheimnisse liegen in den Sternen? Dank der neuesten Teleskop-Technologie können wir das Universum mittlerweile bis ins Detail analysieren. Das Hubble-Weltraumteleskop (HST), das 1990 von der NASA gestartet wurde, dürfte das bisher bekannteste sein. Doch nun soll eine neue Generation von Superteleskopen das Universum noch tiefer erkunden. Das erste von ihnen, das James-Webb-Weltraumteleskop (JWST), verfügt über einen riesigen goldbeschichteten Spiegel und wird das Universum mittels Infrarot untersuchen. Das heißt, es ermittelt, wo von Objekten Wärme abgegeben wird.

Beratender Experte: Clifford Cunningham **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Schwarze Löcher, S. 24–25; Exoplaneten, S. 26–27; Unser Sonnensystem, S. 28–29; Die Sonne, S. 30–31; Gesteinsplaneten, S. 34–35; Gasriesen, S. 36–37; Monde, S. 38–39; Künstliche Satelliten, S. 46–47; Raumsonden, S. 50–51


Der Primärspiegel sammelt jegliche Infrarotstrahlung aus der Richtung, in die das Teleskop blickt.
Der Spiegel besteht aus 18 goldbeschichteten sechseckigen Segmenten und sammelt sechsmal so viel Infrarotlicht wie das Hubble-Teleskop. Das JWST wird tiefer ins All blicken und kleinere Objekte erkennen können als das HAST.
Im Sondenkörper befindet sich das Computer- und Kontrollsystem des Teleskops.
Das Teleskop verwendet Solarmodule, um Energie aus der Sonne gewinnen zu können.
Diese Antenne sendet die Daten des JWST zurück zur Erde.

SCHWARZE LÖCHER

Ein schwarzes Loch ist ein Objekt im Weltall, dessen Schwerkraft so stark ist, dass ihm nichts entweichen kann. Es entsteht, wenn ein massereicher Stern stirbt und seine Materie zu einem extrem kompakten Objekt in sich zusammenfällt. Schwarze Löcher gibt es von der Größe eines Atoms (das die Masse eines Bergs aufweist) bis hin zu supermassereichen Gebilden im Zentrum von Galaxien.

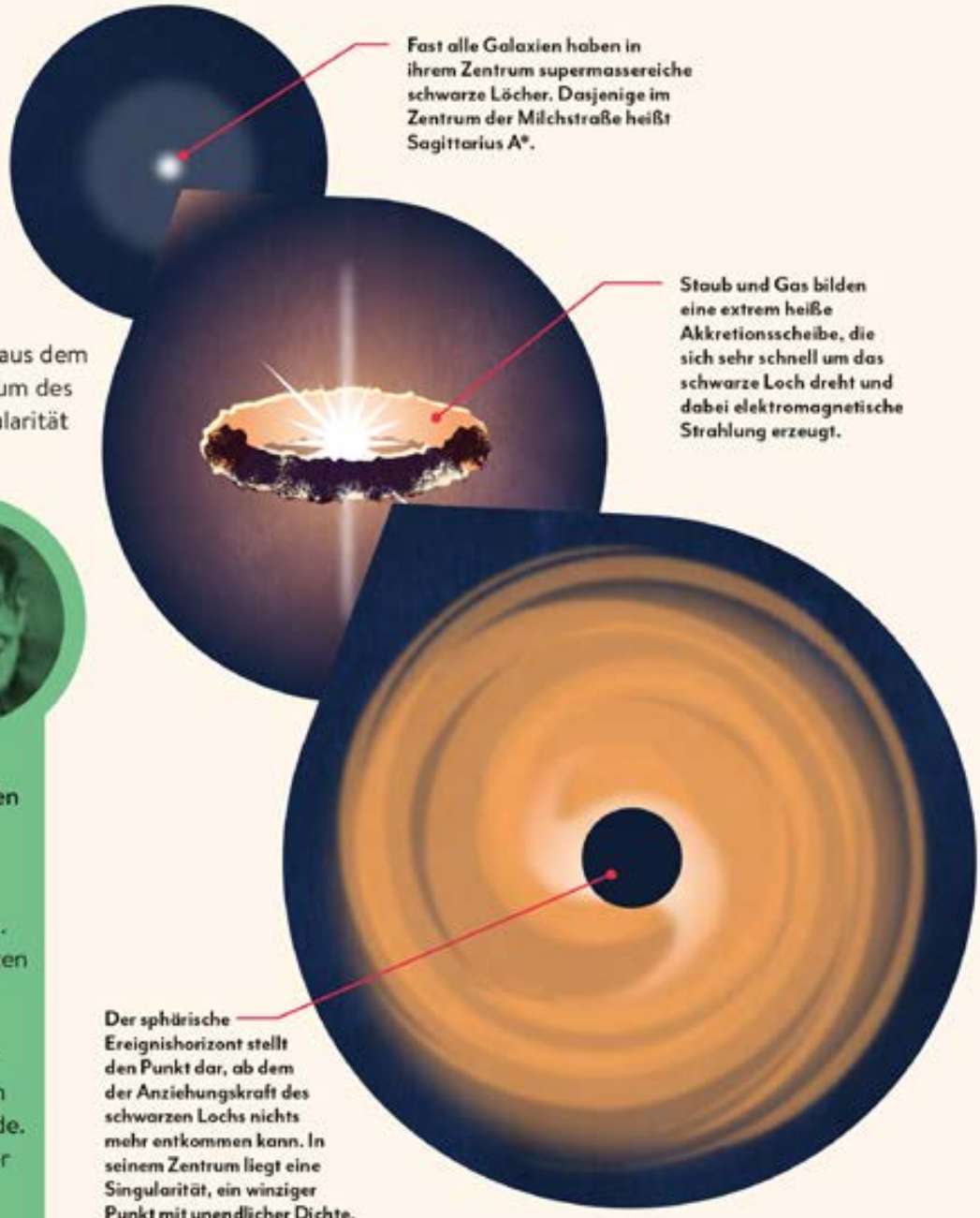
Eines der ersten Bilder

Nicht einmal Licht kann einem schwarzen Loch entweichen, sodass sie quasi unsichtbar sind. Doch im Jahr 2019 entdeckten Astronomen im Zentrum der Galaxie M87 helle Gase um ein schwarzes Loch herum. Vor der Entwicklung des Event Horizon Telescope (EHT) waren schwarze Löcher nur anhand ihrer Anziehung von Sternen und Gasen zu erkennen.

Beratende Expertin: Michelle Thaller **Siehe auch:** Urknall, S. 10–11; Nebel, S. 18–19; Die Erde im All, S. 58–59; Das Atom, S. 102–103; Energie, S. 124–125; Elektrizität, S. 128–129; Licht, S. 130–131; Kräfte, S. 134–135; Schwerkraft, S. 136–137

Aufbau schwarzer Löcher

Die Anziehungskraft eines schwarzen Lochs nimmt zu seinem Zentrum hin zu. An den Rändern bilden Staub und Gas eine Akkretionsscheibe, die bis zu 100 Millionen Grad heiß werden kann, während sie um das schwarze Loch rotiert. Im Inneren liegt der Ereignishorizont, aus dem nichts entweichen kann. Das Zentrum des schwarzen Lochs könnte eine Singularität darstellen – einen Punkt, an dem Materie so stark gepresst ist, dass sie unendliche Dichte erlangt.



UND DANN KAM ...

STEPHEN HAWKING

Physiker, 1942–2018, Großbritannien

Der britische Physiker Stephen Hawking revolutionierte unser Verständnis von schwarzen Löchern. Er hielt es für möglich, dass schwarzen Löchern doch etwas entweichen könnte, nämlich eine Art Licht. Diese bezeichnete er als „Hawking-Strahlung", die zur Energiereduktion von schwarzen Löchern führen würde. Bisher hat noch kein Wissenschaftler diese Strahlung gefunden, doch es wird weiter nach ihr gesucht.

Verrückte Physik

Die Anziehungskraft im Zentrum schwarzer Löcher ist so stark, dass dort seltsame Dinge passieren könnten – Dinge, die die physikalischen Gesetze außer Kraft setzen, die das Universum beherrschen. Eine derartige Schwerkraft könnte die Zeit anhalten oder sogar „Wurmlöcher" (Tunnel) zu anderen Orten im Universum erzeugen.

BEKANNTE UNBEKANNTE

Was würde geschehen, wenn ein Astronaut in ein schwarzes Loch fiele?

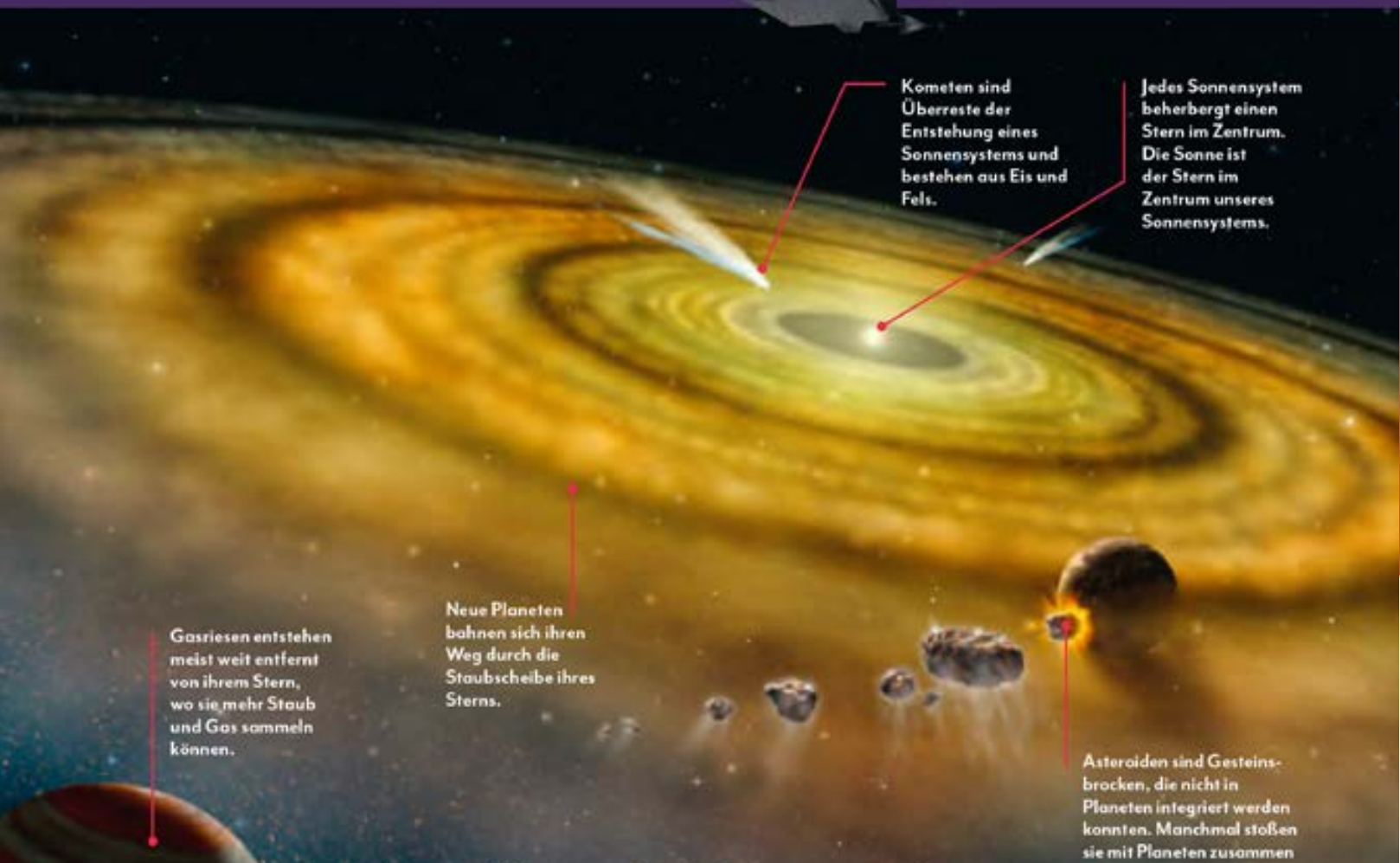
Wissenschaftlern zufolge würde ein Körper, der über den Ereignishorizont eines schwarzen Lochs gezogen wird, „spaghettisiert", also von der Anziehungskraft lang gestreckt. Aber man weiß nicht, was mit dem Astronauten im Zentrum des schwarzen Lochs passieren würde.

EXOPLANETEN

Unsere Sonne ist nicht der einzige Stern, der von Planeten umkreist wird. Es gibt Milliarden von Sternen in unserer Galaxie, und fast alle von ihnen sollen Planeten haben. Planeten außerhalb unseres Sonnensystems bezeichnen wir als Exoplaneten. Bisher haben Wissenschaftler mehr als 4000 davon gefunden. Manche von ihnen sind kleiner als die Erde, andere dagegen viel größer als Jupiter.

Kepler-Teleskop

Das Kepler-Teleskop der NASA machte den Großteil der bisher entdeckten Exoplaneten ausfindig. Das Teleskop folgte der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne von 2009 bis 2018, bis der Treibstoff ausging. Es spürte Planeten auf, indem es nach einem Lichtabfall ferner Sterne Ausschau hielt, wenn Planeten an ihnen vorbeikamen.



Wie entsteht ein Sonnensystem?

Ein Sonnensystem entsteht, wenn sich ein Stern im Zentrum einer Gas- und Staubscheibe herausbildet. Die Drehung des Sterns führt zu Verklumpungen im Gas-Staub-Gemisch, aus denen immer größere Objekte werden. Über Millionen von Jahren können daraus Planeten entstehen. Auch viele kleinere Objekte bilden sich in dieser Zeit, darunter Asteroiden und Kometen.

Beratende Experten: Tracy M. Becker und Erik Gregersen **Siehe auch:** Galaxien, S. 12–13; Die Milchstraße, S. 14–15; Sterne, S. 16–17; Weltraumbeobachtung aus dem All, S. 22–23; Unser Sonnensystem, S. 28–29; Die Sonne, S. 30–31; Planetenerforschung, S. 32–33; Gesteinsplaneten, S. 34–35; Gasriesen, S. 36–37

FAKTastisch!

Ein Jahr auf dem Exoplaneten NGTS-10b dauert nur etwa 18 Stunden! Der 2019 entdeckte NGTS-10b umläuft seinen Stern so dicht, dass er für eine komplette Umkreisung nur 18 Stunden benötigt. Man geht davon aus, dass solche Jupiter-ähnlichen Planeten weiter draußen im Sonnensystem entstehen, bevor sie nach innen gedrängt werden. Sie können Temperaturen von Tausenden Grad erreichen (deshalb auch der Spitzname „Heiße Röster"). Irgendwann werden sie von ihren Sternen auseinandergerissen.

Exoplaneten CHRONIK

1984 Entdeckung der ersten planetaren Scheibe um einen Stern herum.

1992 Die Existenz von Planeten, die einen anderen Stern umkreisen, wird offiziell bestätigt.

1995 Astronomen finden den ersten Planeten, der einen sonnenähnlichen Stern umkreist (51 Pegasi b).

2004 Astronomen gelingt es erstmals, eine Aufnahme von einem Exoplaneten zu machen; er trägt den Namen 2M1207b.

2009 Start des Kepler-Weltraumteleskops der NASA, das im Lauf seiner Mission Tausende neuer Planeten finden sollte.

2015 Entdeckung des Planeten Kepler-452b, der als potenziell bewohnbar (wie die Erde) gilt.

2016 Entdeckung des Planeten Proxima Centauri b, der den Nachbarstern unserer Sonne umkreist.

2017 Wissenschaftler stellen fest, dass Kepler-90 so viele Planeten besitzt wie unser Sonnensystem; ebenfalls wird bekannt, dass TRAPPIST-1 über sieben Planeten verfügt, die ähnlich groß wie unsere Erde sind.

2018 Start des neuen Weltraumteleskops der NASA, TESS, das nach Exoplaneten suchen soll.

BEKANNTE UNBEKANNTE

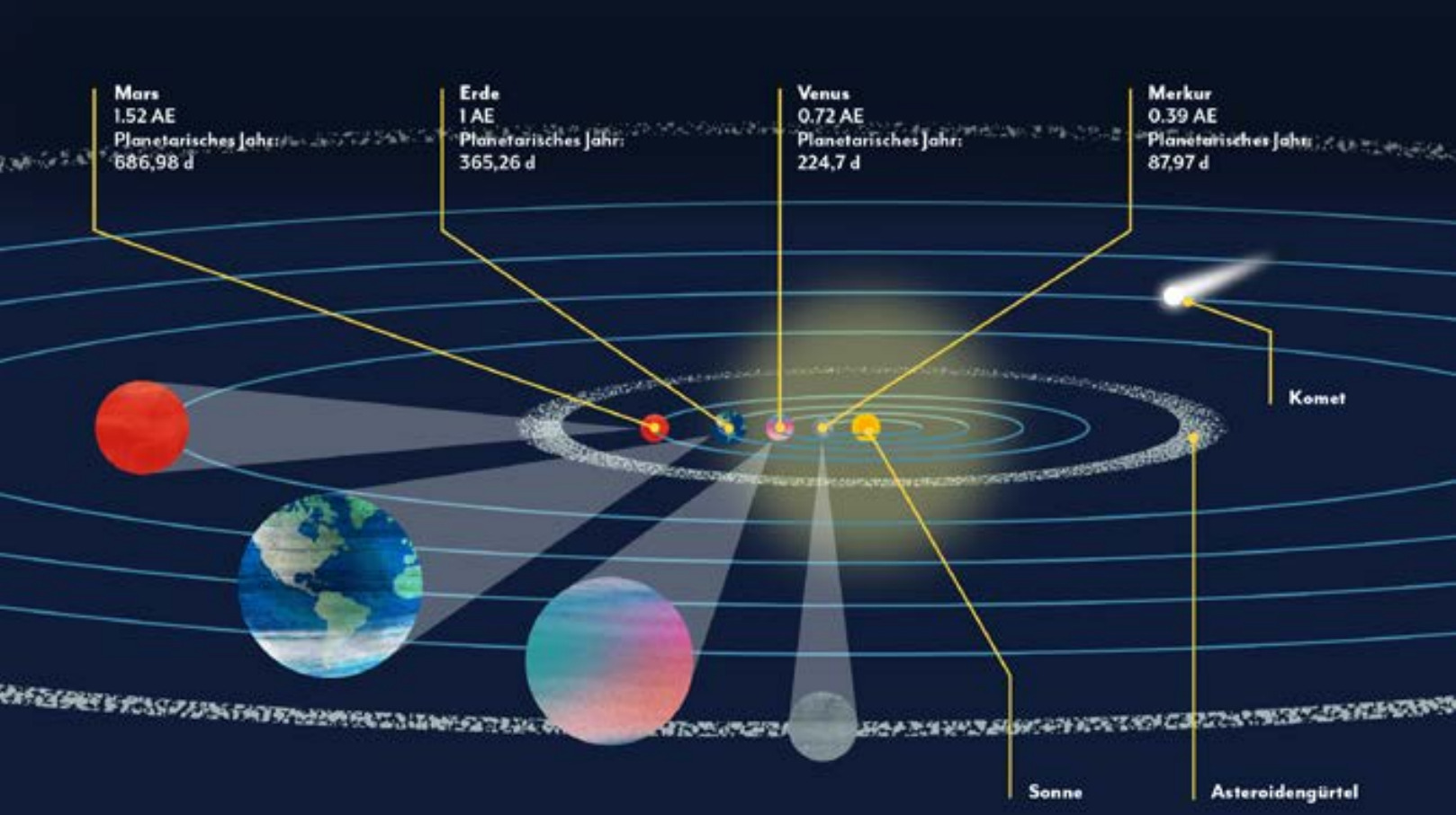
Gibt es eine Erde 2.0? – Tausende von Exoplaneten wurden bereits gefunden, doch keiner davon gilt als Erde 2.0. Wissenschaftler haben noch keinen Planeten wie unsere Erde entdeckt, der einen Stern wie unsere Sonne umkreist. Ein solcher Planet könnte Leben beherbergen wie die Erde. Astronomen suchen nach Planeten, die einen Stern in der bewohnbaren Zone umkreisen – also genauso weit von einem Stern entfernt, dass die Grundlagen für Leben vorhanden sein könnten.

Experten-Kommentar

ERIK GREGERSEN
Astronomieredakteur

Gregersen ist beim Verlag Britannica der Experte für Astronomie und Weltraumforschung. Er liebt die Astronomie, weil es dort immer etwas Neues und Erstaunliches zu entdecken gibt.

„Die ständig wachsende Zahl an Exoplaneten gehört aktuell zu den aufregendsten Entwicklungen in der Astronomie."



UNSER SONNENSYSTEM

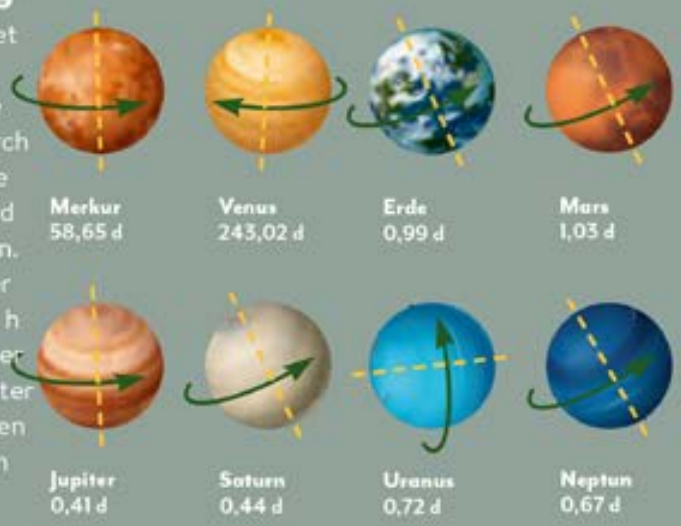
Unser Sonnensystem umfasst die Sonne, die Planeten, Asteroiden und andere Objekte, die um die Sonne kreisen. Es gibt dort acht (Haupt-)Planeten, vom kleinsten, Merkur, bis hin zum größten, Jupiter. Zwischen Mars und Jupiter befindet sich der Asteroidengürtel, ein riesiges Gebiet voller Asteroiden. Außerhalb der Neptunbahn liegt ein ringförmiges Band aus Kometen und Asteroiden: der Kuipergürtel. Noch weiter draußen folgt ein Ring aus Kometen, die Oortsche Wolke.

AE = Astronomische Einheit – 1 AE ist der mittlere Abstand zwischen Erde und Sonne

s = eine Erdsekunde
min = eine Erdminute
h = eine Erdstunde
d = ein Erdtag
y = ein Erdjahr

Eine Umdrehung

Die Zeit, die ein Planet dafür benötigt, sich einmal um die eigene Achse zu drehen (durch die gelbe gestrichelte Linie dargestellt), wird in Erdtagen gemessen. Ein durchschnittlicher Erdtag dauert mit 23 h 56 min 4 s knapp unter 24 h. Ein Tag auf Jupiter vergeht am schnellsten mit weniger als einem halben Erdtag.



FAKTastisch!

Der Computer in den beiden Voyager-Sonden hat nur 70 KB Speicherkapazität, was einem niedrig aufgelösten Bild aus dem Internet entspricht. Und dennoch erforscht man damit seit mehr als 40 Jahren das Sonnensystem.

Beratender Experte: Rudi Kuhn **Siehe auch:** *Milchstraße*, S. 14–15; Sterne, S. 16–17; Exoplaneten, S. 26–27; Die Sonne, S. 30–31; Planetenerforschung, S. 32–33; Gesteinsplaneten, S. 34–35; Gasriesen, S. 36–37; Monde, S. 38–39; Asteroiden, S. 40–41; Der Kuipergürtel, S. 42–43

Jupiter
5,2 AE
Planetarisches Jahr:
11,86 y
(4332,82 d)

Saturn
9,54 AE
Planetarisches Jahr:
29,45 y
(10 755,70 d)

Uranus
19,19 AE
Planetarisches Jahr:
84,02 y
(30 687,15 d)

Neptun
30,07 AE
Planetarisches Jahr:
164,79 y
(60 190,03 d)

Kuipergürtel

Oortsche Wolke

Zwei Systeme in einem

Wissenschaftler glauben, dass unser Sonnensystem in zwei Regionen bzw. Systeme gegliedert ist. Das innere, der Sonne nähere, System beinhaltet die vier Gesteinsplaneten und den Asteroidengürtel. Das äußere System liegt außerhalb des Asteroidengürtels. In diesem Bereich befinden sich die Gasriesen.

UND DANN KAM ...

NIKOLAUS KOPERNIKUS

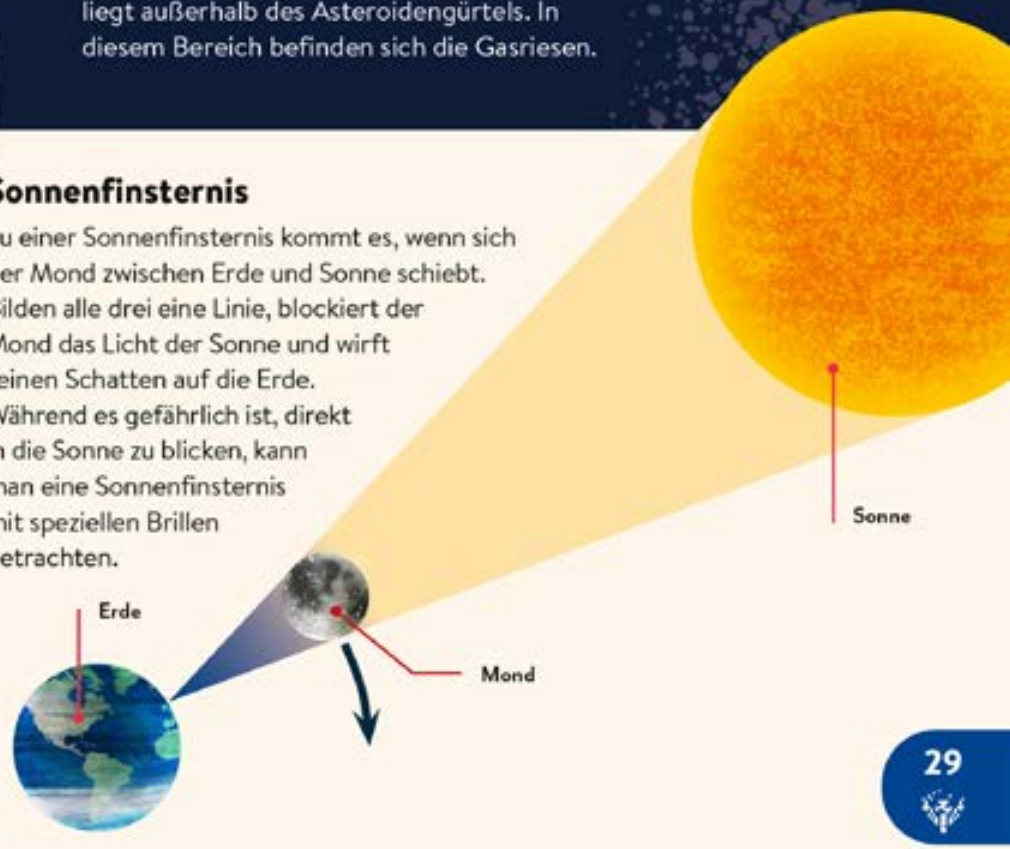
Astronom, 1473–1543, Polen

Viele Jahrhunderte lang glaubten die meisten Europäer, die Erde sei das Zentrum des Universums. Im 16. Jahrhundert erklärte Nikolaus Kopernikus jedoch, dass die Erde und die anderen Planeten die Sonne umkreisen. Seine Theorie veränderte unser Verständnis des Universums.

„Zu wissen, dass wir wissen, was wir wissen – und zu wissen, dass wir nicht wissen, was wir nicht wissen, ist wahres Wissen."

Sonnenfinsternis

Zu einer Sonnenfinsternis kommt es, wenn sich der Mond zwischen Erde und Sonne schiebt. Bilden alle drei eine Linie, blockiert der Mond das Licht der Sonne und wirft seinen Schatten auf die Erde. Während es gefährlich ist, direkt in die Sonne zu blicken, kann man eine Sonnenfinsternis mit speziellen Brillen betrachten.



DIE WELT UND VIEL MEHR IN EINEM BUCH

„Alles, was wir wissen" ist die perfekte Enzyklopädie für Wissensdurstige in jedem Alter. Prall gefüllt mit Fakten, Fotos und Rekorden lässt uns jede Seite eine neue Welt entdecken. Wir erfahren alles Wissenswerte über das Universum und das Leben auf der Erde, die Geschichte der Menschheit und die Zukunft unseres Planeten. Mehr als 1000 Bilder, Zeitleisten und 3-D-Grafiken präsentieren selbst schwierige Sachverhalte anschaulich und leicht verständlich.

Der Herausgeber Christopher Lloyd ist Historiker, Publizist und Verleger. Er verbindet in seinen Büchern gekonnt Wissensvermittlung und modernes Storytelling, kreativ, überraschend und unangestrengt.

„Ein Muss für jedes Familienbuchregal!"
(The Telegraph)

„Was für ein Fest für die Augen und den Geist!"
(The Guardian)

wbg-wissenverbindet.de
ISBN 978-3-8062-4311-6

wbg THEISS