

INHALT

VORWORT 1

VERLOREN IM WELTALL

WOHER WEISS MAN DAS? 2

REZEPT FÜR EIN UNIVERSUM 4

DER URKNALL 6

HALLO! SCHÖN, DASS DU ES GESCHAFFT HAST! 8

HORCHEN AUF DEN URKNALL 10

AM RAND DES UNIVERSUMS 12

REISE DURCH DEN WELTRAUM 14

DIE SUCHE NACH PLUTO 16

ENDE DER REISE 18

IST DA NOCH WER? 20

DIE SUPERNOVA-SPÜRNASE 22

DIE GRÖSSE DER ERDE

ZURÜCK AUF DER ERDE 24

WIE MISST MAN DIE ERDE? 26

DIE ERDBEULE 28

EINMAL RUNDHERUM 30

VENUS AUF DER SPUR 32

WAS WIEGT DIE ERDE? 34

FEDERGEWICHTSMESSUNGEN 36

SO WEIT SIND WIR 38

WIE ALT IST DIE ERDE? 40

DIE STEINEKLOPFER 42

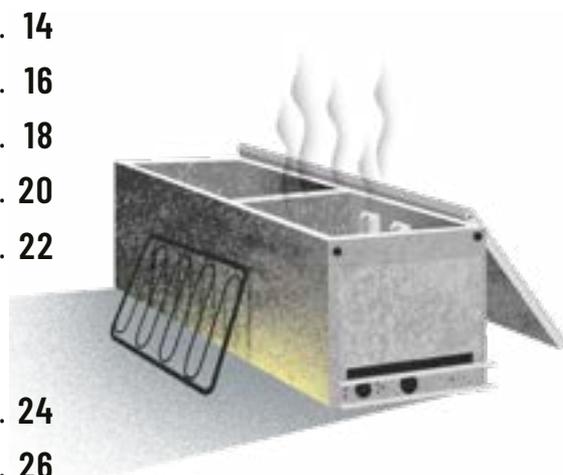
IMMER SCHÖN LANGSAM 44

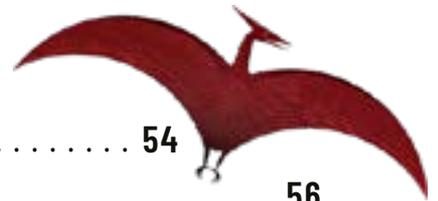
FOSSILIENFUNDE 46

WIE DATIERT MAN GESTEIN? 48

ZÄHNE UND KLAUEN 50

AUF DINOSAURIER-JAGD 52





KNOCHENZEIT	54
DAS MÄCHTIGE ATOM	56
EINE FRAGE DER CHEMIE	58
DAS PERIODENSYSTEM	60
STRALENDE ELEMENTE	62

EINE NEUE ZEIT BEGINNT

EINSTEIN – EIN GENIE	64
RAUMZEIT	66
DAS GROSSE GANZE	68
UNSELIGE WISSENSCHAFT	70
URALTE KNOCHEN	72
SO WEIT SIND WIR	74

EIN GEFÄHRLICHER PLANET

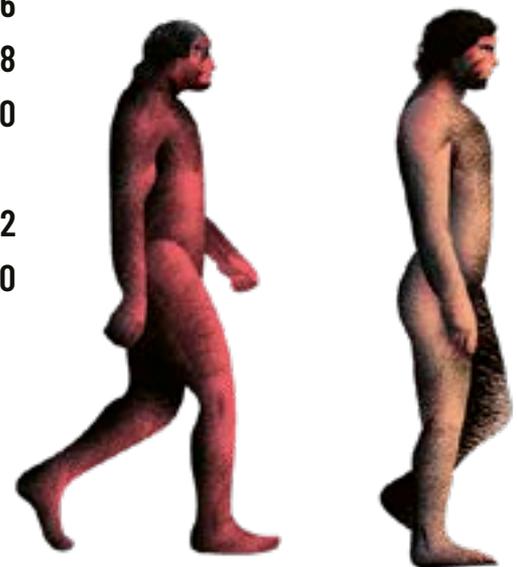
REISENDE TRILOBITEN	76
DIE AUFBRECHENDE KRUSTE	78
ALLES TREIBT DAHIN	80
DAS FEUER DARUNTER	82
BUMM!	84
YELLOWSTONE-PARK	86
WENN DIE ERDE BEBT	88
AUS DEM ALL	90
ASTEROIDEN	92

DAS LEBEN

UNSER WINZIGES FLECKCHEN	94
DIE BETTDECKE DER ERDE	96
WILD UND WINDIG	98
WÄRMFLASCHE	100
WASSER ÜBERALL	102
GANZ TIEF UNTEN	104
PROTEINSUPPE	106
KÄMPFENDE BAKTERIEN	108
UNSERE MINIWELT	110



WAS UNS KRANK MACHT.....	112
SO WEIT SIND WIR.....	114
DER ZELLENSTAAT.....	116
WIE LANG KANNST DU BLEIBEN?.....	118
RIESEN-ERFOLG.....	120
ALLMÄHLICH GEHT ES LOS.....	122
RAUS AUS DEM MEER.....	124
WOHER SIND WIR GEKOMMEN?.....	126
KOMMEN UND GEHEN.....	128
ETIKETTIERTES LEBEN.....	130
NICHT ZU ZÄHLEN.....	132
REISE IN DIE ZUKUNFT.....	134
DER STILLE MÖNCH.....	136
EINE GROSSE, GLÜCKLICHE FAMILIE.....	138
DIE KETTE DES LEBENS.....	140
AUF DEM WEG ZU UNS	
HEISS UND KALT.....	142
EISIGE ZEITEN.....	144
SCHÄDEL UND KNOCHEN.....	146
LUCY.....	148
VON DORT BIS ZU UNS.....	150
WERKZEUGMACHER.....	152
DA SIND WIR ALSO!.....	154
DER MENSCH GREIFT EIN.....	156
WAS NUN?.....	158
TSCHÜSS.....	160
REGISTER.....	162
BILDNACHWEIS.....	170



VORWORT

Hast du schon mal die Augen zugemacht und dir vorzustellen versucht, wie groß die Unendlichkeit ist? Oder dich gefragt, was eigentlich da war, bevor es ein Universum gab? Oder dir ausgemalt, wie es wäre, sich mit Lichtgeschwindigkeit fortzubewegen oder in ein schwarzes Loch zu blicken?

Und hat dir all das ein bisschen Kopfzerbrechen bereitet? Wenn ja, mach dir keine Sorgen – da kann ich dir weiterhelfen. Ich habe mir nämlich rund 50 Jahre lang das Gehirn mit solchen Fragen zermartert und irgendwann (ich bin nicht besonders schnell) beschlossen, mich auf die Suche nach Antworten zu machen. Das Ergebnis hältst du in der Hand.

Anders an dieser Neuauflage ist nur, dass sie gekürzt wurde – die interessantesten Sachen sind freilich noch drin. Und auf den anschaulichen Illustrationen sieht man genau, woraus unser Universum besteht.

Zweierlei habe ich beim Schreiben dieses Buches gelernt: Erstens gibt es nichts, wirklich gar nichts, was bei genauerem Hinsehen nicht ganz erstaunlich und wunderbar wäre. Ob es nun drum geht, wie das Universum aus Nichts entstanden ist oder dass jeder von uns aus Billionen geistloser Atome besteht, die einigermaßen gut abgestimmt zusammenarbeiten, oder warum die Ozeane salzhaltig sind oder was passiert, wenn Sterne explodieren oder sonst irgendetwas – alles ist unglaublich faszinierend. Wirklich alles!

Zweitens habe ich begriffen, dass wir tatsächlich unglaubliches Glück haben, überhaupt hier zu sein. In der gesamten unvorstellbaren Weite des Universums existiert, soweit wir wissen, nur auf einem winzigen Klacks von einem Planeten Leben – und genau daher kommen wir. Du und ich und ein paar Milliarden anderer glücklicher Organismen sind vielleicht die Einzigen überhaupt, die aufstehen und sich bewegen können und reden und denken und sehen und handeln. Wenn man so ein unglaubliches Glück hat, ist es ganz natürlich, sich zu fragen: Wie ist es dazu gekommen?

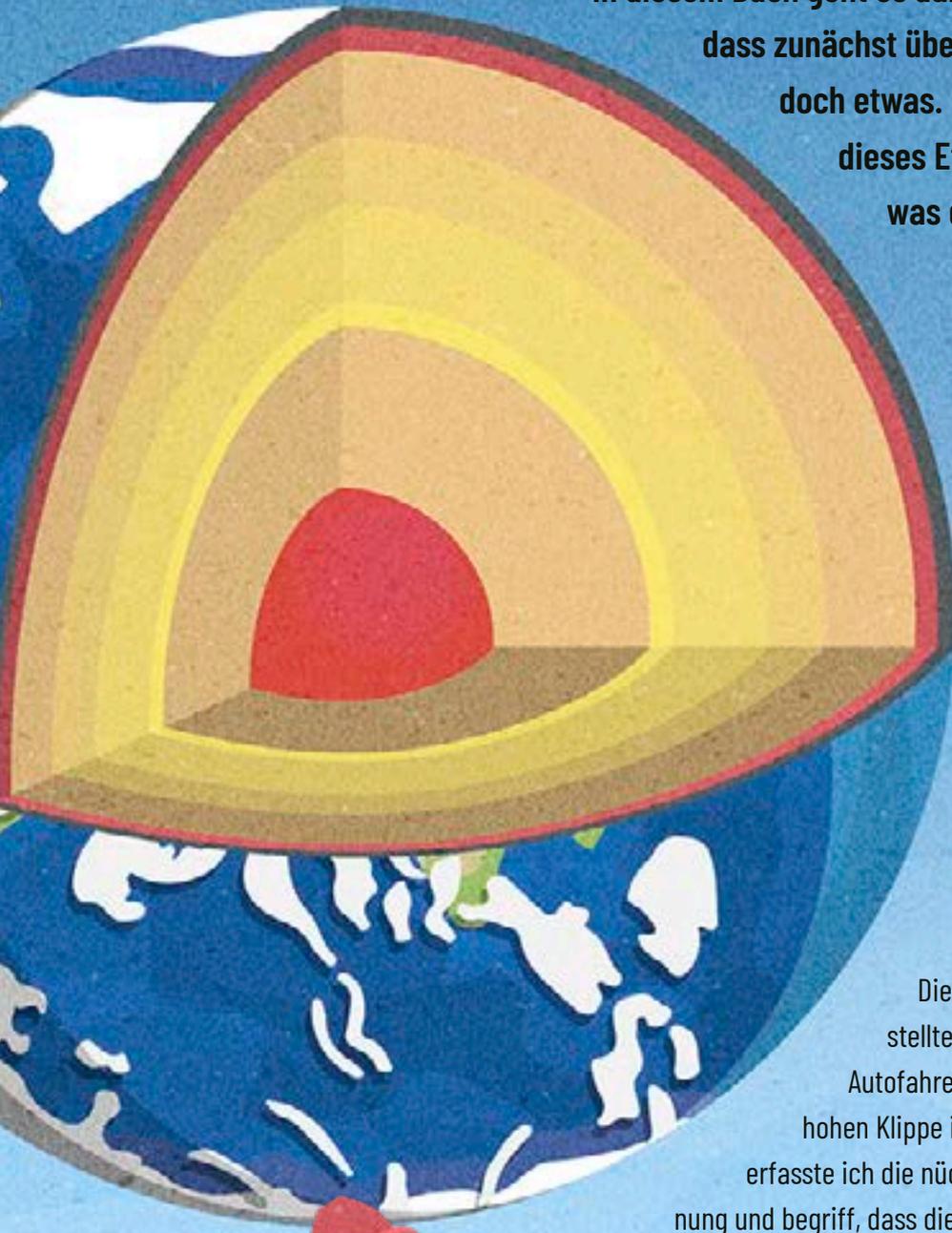
Blättere einfach um und begleite mich, dann werden wir sehen, ob wir es herausfinden.

Bill Bryson



WOHER WEISS MAN DAS?

In diesem Buch geht es darum, wie ES geschah – wie es kam, dass zunächst überhaupt nichts da war und dann doch etwas. Und wie aus einem klitzekleinen Teil dieses Etwas WIR entstanden sind. Und auch, was dazwischen geschah und was danach.



Für mich persönlich fing alles in der vierten oder fünften Klasse der Grundschule mit einem Schulbuch über Naturwissenschaft an, einem zerfledderten Wälzer aus den 1950er-Jahren. Aber gleich auf den ersten Seiten entdeckte ich eine Illustration, die mich sofort fesselte: Aus der Erdkugel war wie mit einem riesigen Messer ein ganzes Viertel herausgeschnitten und vorsichtig zur Seite geschoben worden, sodass man erkennen konnte, wie es im Erdinnern aussah.

Die Abbildung faszinierte mich. Wahrscheinlich stellte ich mir entsetzt vor, wie Scharen ahnungsloser Autofahrer plötzlich über den Rand einer 6400 Meter hohen Klippe in die Mitte des Planeten stürzten. Doch dann erfasste ich die nüchterne wissenschaftliche Aussage der Zeichnung und begriff, dass die Erde aus verschiedenen Schichten besteht und ganz innen einen glühenden Kern aus Eisen und Nickel hat, so heiß wie die Oberfläche der Sonne. Und ich weiß noch, dass ich dachte: **Woher kann man das wissen?**



Ich wuchs mit der Überzeugung auf, dass Naturwissenschaft todlangweilig ist, ahnte aber, dass das nicht so sein muss.

ES IST EIN WUNDER!

Ich zweifelte keine Sekunde daran, dass diese Angaben stimmten, denn mein Vertrauen zu Wissenschaftlern ist ziemlich groß. Aber eines war mir schleierhaft: Wie konnte man herausfinden, wie diese Schichten viele tausend Kilometer tief unten aussahen und woraus sie bestanden, obwohl niemand sie je gesehen hatte und kein Röntgenstrahl so weit vordringen konnte? **Für mich war das ein Wunder.**

FRAGEN ÜBER FRAGEN

Ganz aufgeregt nahm ich das Buch mit nach Hause und begann noch vor dem Abendessen drin zu lesen. Meine Mutter fasste an meine Stirn und fragte, ob mit mir alles in Ordnung sei. **Und jetzt kommt's: Was da stand, war nicht die Bohne aufregend.**

Ich bekam überhaupt keine Antworten auf die Fragen, die mich beschäftigten, zum Beispiel:

- Wie kam es zu der Sonne mitten in unserem Planeten, und woher weiß man, wie heiß es dort ist?
- Wenn es da unten glühend heiß ist, wieso fühlt sich der Boden unter unseren Füßen dann nicht heiß an?
- Warum schmilzt das übrige Erdinnere nicht – oder tut es das etwa doch?
- Wenn der Kern irgendwann ausgebrannt ist, rutscht dann ein Teil der Erde in den leeren Raum, sodass an der Oberfläche ein riesiges Loch entsteht?

WER KANN DAS BEANTWORTEN?

Der Verfasser hüllte sich in merkwürdiges Schweigen, so als wollte er alles Interessante geheim halten, indem er es unverständlich darstellte. Erst viele Jahre später, als ich bei einem Flug über den Pazifik untätig aus dem Fenster sah, wurde mir klar, dass ich nicht die geringste Ahnung von dem einzigen Planeten hatte, auf dem ich je leben würde.



ICH WUSSTE AUCH NICHT ...

- was ein Proton ist und was ein Protein.
- wie sich ein Quark von einem Quasar unterscheidet.
- wie Geologen das Alter einer Gesteinsschicht in einer Schlucht bestimmen können.
- wie viel die Erde wiegt, wie alt ihr Gestein ist und was sich wirklich in ihrem Mittelpunkt befindet.
- wann und wie das Universum begonnen hat.
- was sich in einem Atom abspielt.
- wieso die Wissenschaftler noch immer keine Erdbeben vorhersagen können.

Ich freue mich, dir sagen zu können, dass Wissenschaftler bis Ende der 1970er-Jahre diese Fragen auch nicht beantworten konnten. Sie haben es sich nur nicht anmerken lassen.



REZEPT FÜR EIN UNIVERSUM

Also: Woher kommen wir und wie hat es mit uns angefangen? Als es losging, geschah das auf der Ebene der Atome, dieser winzigen Materieteilchen, aus denen alles besteht, was existiert. Aber sehr lange Zeit gab es keine Atome und kein Universum, in dem sie umherfliegen hätten können. Es gab nichts, gar nichts, nirgendwo – bis auf ein einziges Proton! **Und das reichte offenbar!**

REZEPT FÜR EIN UNIVERSUM

Zutaten:

- ein Proton, auf ein Milliardstel seiner Größe geschrumpft
- jedes Fitzelchen Materie (also Staub, Gas und alle anderen Materieteilchen), das du zwischen hier und den Rändern der Schöpfung auftreiben kannst
- einen Raum, viel, viel kleiner als das klitzekleine Proton.

Nimm ein Proton . . .

Auch wenn du dich noch so anstrengst, wirst du dir nicht vorstellen können, wie winzig ein Proton ist. Ein Proton ist ein unendlich kleiner Baustein eines Atoms, das ja selbst schon unvorstellbar winzig ist. Und jetzt stell dir vor (auch wenn das gar nicht geht), dass so ein Proton auf ein Milliardstel seiner Größe schrumpft und einen so winzigen Raum einnimmt, dass ein Proton im Vergleich dazu riesig ist.

Füge . . .

- alle Materieteilchen hinzu, die du finden konntest
- und quetsche sie so fest zusammen, dass das Ganze keinerlei Ausdehnung mehr hat.

Ausgezeichnet! Alles bereit für ein Universum.

FERTIGMACHEN FÜR DEN URKNALL

Am besten suchst du dir ein sicheres Plätzchen, um das Schauspiel zu beobachten. Nur leider wirst du das nicht finden, denn rings um deinen winzigen Zutatenmix gibt es rein gar nichts. Zwar möchte man sich das, womit alles angefangen hat, gern als ein Pünktchen vorstellen, das im dunklen, grenzenlosen Raum schwebt. Aber vorerst gibt es weder Raum noch Dunkelheit. Unser Universum beginnt aus dem Nichts.

ES GEHT LOS

Mit einem Schlag, in einem einzigen unbeschreiblich prächtigen Augenblick, haben unsere Zutaten plötzlich Form angenommen.

- In der ersten Sekunde entstanden die **Schwerkraft** und die anderen physikalischen Kräfte.
- Nach einer knappen Minute hatte das Universum einen Durchmesser von 1,6 Millionen Milliarden Kilometern und wuchs rasant weiter.
- Es herrscht enorme Hitze, 10 Milliarden Grad – genug, damit Kernreaktionen einsetzen, durch die leichte Elemente entstehen, vor allem **Wasserstoff** und **Helium**.
- Nach drei Minuten sind 98 Prozent **all dessen** entstanden, was im Universum existiert oder je existieren wird.



Ein Proton ist ein winziger Bestandteil des Atomkerns. Es ist so klein, dass auf einem Klecks Druckerschwärze, etwa einem i-Punkt, rund 2.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 von ihnen Platz haben.

UND SO ENTSTEHT UNSER UNIVERSUM – AUS DEM NICHTS

Wann genau dieser Augenblick eintrat, ist seit Langem umstritten – ob vor zehn Milliarden Jahren oder doppelt so vielen oder irgendwann dazwischen. So allmählich scheint man sich auf etwa 13,7 Milliarden Jahre zu einigen, aber solche Zeiträume zu messen ist, wie wir noch sehen werden, unglaublich schwierig. Eigentlich kann man nur so viel sagen: An irgendeinem unbestimmten Punkt in ferner Vergangenheit kam aus unbekanntem Grund der Augenblick, der in der Wissenschaft als »Zeit gleich Null« ($t = 0$) bezeichnet wird.

Vor dem Urknall existierte Zeit nicht. Doch einen Sekundenbruchteil später ist t (**Zeit**) bereits etwas. Mal sehen, was.

Wir haben ein Universum. Es ist erstaunlich und wunderschön. Und es entstand etwa in der Zeit, die man braucht, um sich ein Brot zu schmieren.



DER URKNALL

HIER KOMMT DIE SCHWERKRAFT

Ein Zehnmillionstel einer Billionstel Billionstel Sekunde nach dem Urknall entstand die Schwerkraft.

ELEKTRO-MAGNETISMUS

Kernkräfte, das Material der Physik, kommen hinzu.

ELEMEN-TARTEILCHEN

Plötzlich sind da Schwärme von Protonen, Elektronen, Neutronen und vieles andere.

HIER KOMMT DIE SONNE

Im Weltraum sammelte sich ein riesiger Gas- und Staubwirbel mit rund 25 Milliarden Kilometer Durchmesser. 99,9 Prozent davon bilden die Sonne.

Obwohl alle vom Urknall reden, dürfen wir uns darunter keine normale Explosion vorstellen. Vielmehr war es eine plötzliche Ausdehnung von gigantischen Ausmaßen.

KLEINPLANETEN

Überall im Sonnensystem geschah das Gleiche: Staubkörner stießen zusammen und bildeten immer größere Klumpen. Diese wurden schließlich so groß, dass man sie als Planetenvorläufer bezeichnen kann. Immer wieder kollidierten sie, zerbrachen und fanden in neuen Kombinationen zusammen. Und jedes Mal gab es einen Sieger. Einige davon wurden so groß, dass sie in ihrer jeweiligen Umlaufbahn zum beherrschenden Element wurden. Und das erstaunlich schnell: In wenigen zigtausend Jahren wuchsen ein paar Staubkörnchen zu einem Kleinplaneten heran.

HIER IST DIE ERDE

Zwei winzig kleine Körnchen des restlichen Materials kommen einander so nahe, dass sie durch elektrostatische Kräfte gebunden werden. Das ist der Moment der Geburt unseres Planeten.

HIER KOMMT DER MOND

Irgendwann vor etwa 4,4 Milliarden Jahren stieß ein Himmelskörper von der Größe des Mars mit der Erde zusammen. Aus der losgeschlagenen Materie entstand ein zweiter, kleinerer Klumpen, und aus diesem bildete sich im Lauf eines Jahres eine Gesteinskugel: unser Mond. (Das Mondgestein stammt vorwiegend aus der Kruste der Erde, nicht aus ihrem Kern, und enthält deshalb, im Gegensatz zur Erde, nur sehr wenig Eisen.)

NUN BILDET SICH UNSERE ATMOSPHÄRE

Schon als die Erde erst ein Drittel so groß war wie jetzt, bildete sich wahrscheinlich eine Atmosphäre, die vor allem aus Kohlendioxid, Stickstoff, Methan und Schwefel bestand. Erstaunlicherweise ging aus diesem giftigen Gasgebräu das Leben hervor. Kohlendioxid ist ein hochwirksames Treibhausgas, das die Erdwärme bewahren half. Das war gut, weil die Sonne damals noch erheblich schwächer strahlte und kühler war als heute. Hätte die Erde nicht vom Treibhauseffekt profitiert, wäre sie wahrscheinlich ständig gefroren gewesen und es hätte kein Leben entstehen können. Aber irgendwie entstand es doch.

RIESIGE ZAHLEN

Das meiste, was wir über den Anbeginn des Universums zu wissen glauben, verdanken wir der sogenannten Inflationstheorie. Stell dir vor, dass sich das Universum einen winzigen Augenblick nach seiner Entstehung drastisch ausgeweitet und sich rasant »aufgeblasen« hat. In nur einer Millionstel Millionstel Millionstel Millionstel Millionstel Sekunde wurde das Universum von etwas Kleinem, das man in der Hand halten konnte, zu etwas mindestens 10.000.000.000.000.000.000.000 Mal Größerem.

Von einer Sekunde auf die andere ... war ein riesiges Universum da, mit einem Durchmesser von mindestens 100 Milliarden Lichtjahren, vielleicht auch noch größer. Das war die perfekte Voraussetzung für die Entstehung von Galaxien, diesen geballten Ansammlungen von Sternen, Gas, Staub und anderer Materie, in denen alles zusammen um denselben Mittelpunkt kreist.

ZU GUTER LETZT KOMMEN WIR

Während der nächsten 500 Millionen Jahre wurde die junge Erde weiterhin von Kometen, Meteoriten und anderem galaktischen Schutt bombardiert. Mit sich brachten sie das Wasser, das die Ozeane füllte, und die für die Entstehung von Leben notwendigen Bestandteile. In dieser höchst unwirtlichen Umgebung begannen winzige Beutel voll Chemikalien zu zucken und wurden lebendig.
ES GING LOS.

HALLO! SCHÖN, DASS DU ES GESCHAFFT HAST!

Willkommen. Und herzlichen Glückwunsch. Freut mich sehr, dass du es geschafft hast. War gar nicht so einfach. Vermutlich schwieriger, als dir klar ist.

Damit du jetzt hier sein kannst, mussten erst mal Billionen von Atomen auf komplizierte Weise freundschaftlich zusammenfinden und dich zustande bringen. Diese Anordnung ist so speziell, dass sie noch nie zuvor ausprobiert wurde und nur dieses eine Mal vorkommt. Wollen wir hoffen, dass diese winzigen Teilchen noch viele Jahre lang brav dafür sorgen, dass du unversehrt bleibst und erleben darfst, wie angenehm es ist, auf dieser Welt zu existieren.

WAS MACHT DICH EIGENTLICH AUS?

Weshalb sich Atome so viel Mühe machen, ist ein Rätsel. Denn im Grunde bist du den Atomen völlig egal. Sie wissen nicht mal, dass es dich gibt. Sie wissen ja nicht mal von sich selbst, dass es sie gibt. Schließlich sind sie nur geistlose Teilchen und nicht einmal lebendig. Dennoch erfüllen sie, solange du existierst, nur eine Aufgabe: Sie sorgen dafür, dass du bleibst.

UND NUN DIE SCHLECHTE NACHRICHT ...

Atome sind launisch. Man kann sich nicht darauf verlassen, dass sie länger verweilen als nötig. Ein langes Menschenleben dauert rund 650.000 Stunden. Und wenn es dem Ende zugeht, machen die Atome aus unerfindlichen Gründen Schluss mit dir. Sie fallen auseinander, machen sich aus dem Staub und werden zu etwas anderem.

Und mit dir ist es aus und vorbei.

Wenn du dich mit einer Pinzette in lauter einzelne Atome zerpflücken würdest, käme ein Haufen feiner Atomstaub heraus. Nichts davon war je lebendig, aber alles zusammen warst einmal du – schon etwas beunruhigend.



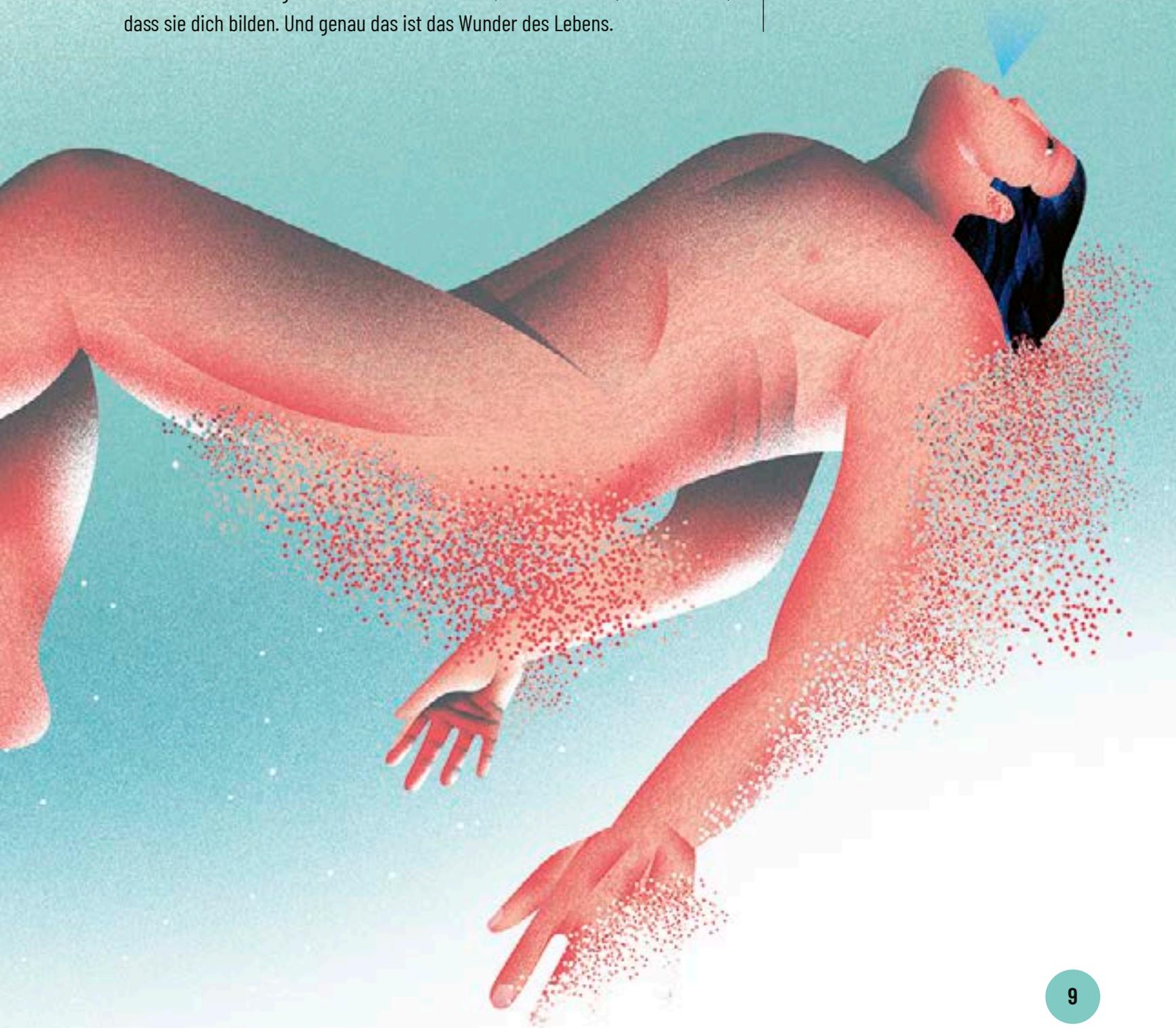
Vom Augenblick deiner Geburt an bist du geradezu ein atomares Wunder. Der Körper eines vier Kilo schweren Babys besteht aus rund 400.000.000.000.000.000.000.000 Atomen.

DAS WUNDER DES LEBENS

Dennoch kannst du dankbar sein, dass es dich überhaupt gibt. Soweit wir wissen, kommt das nämlich sonst im Universum nirgends vor – obwohl die Atome, die sich so fröhlich zusammentun und Lebewesen bilden, auf der Erde genau die gleichen sind wie anderswo. Ausgesprochen seltsam.

So wundersam das Leben sonst sein mag, auf der Ebene der Chemie ist es erstaunlich einfach: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, ein wenig Calcium, ein Hauch Schwefel, eine Prise ganz gewöhnliche andere Elemente – nichts, was man nicht in jeder normalen Apotheke bekäme –, mehr braucht man nicht. Das einzig Besondere an den Atomen, die dich bilden, besteht darin, dass sie dich bilden. Und genau das ist das Wunder des Lebens.

Ohne Atome gäbe es weder Wasser noch Luft oder Gestein, weder Sterne noch Planeten, weder weit entfernte Gaswolken noch Spiralnebel. Was für ein Glück, dass es Atome gibt.



HORCHEN AUF DEN URKNALL

Im Jahr 1964 wollten die zwei amerikanischen Wissenschaftler Arno Penzias und Robert Wilson mit einer großen Funkantenne arbeiten, die den Bell Laboratories in New Jersey gehörte. Aber ein störendes Hintergrundgeräusch, ein ununterbrochenes Zischen, machte jede experimentelle Arbeit unmöglich. Es kam von allen Stellen des Himmels, Tag und Nacht, zu jeder Jahreszeit.

EIN GRÜNDLICHER FRÜHJAHRSPUTZ

Ein Jahr lang versuchten die jungen Astronomen alles Mögliche, um die Ursachen des Geräuschs zu ergründen und zu beseitigen. Sie überprüften sämtliche elektrischen Geräte. Sie bauten Instrumente um, prüften Stromkreise, säuberten Stecker. Sie kletterten in die Antennenschüssel und versahen alle Schweißnähte und Nieten mit Klebeband. Sie kletterten noch einmal hinauf, diesmal mit Besen und Bürsten, und schrubbten alles »weiße dielektrische Material« ab, wie sie es nannten. Im Klartext: Vogeldreck. Aber nichts funktionierte.



UNTERDESSSEN ... NUR EIN STÜCK WEITER ...

Was sie nicht wussten: Nur 50 Kilometer weiter verfolgten Forscher der Universität Princeton einen 20 Jahre alten Gedanken des Astrophysikers George Gamow: Wenn man nur weit genug in den Weltraum blickte, so Gamow, würde man eine kosmische Hintergrundstrahlung finden, die vom Urknall übrig geblieben war. Nachdem diese Strahlung die Weiten des Universums durchquert hätte, würde sie in Form von Mikrowellen auf die Erde treffen. Gamow hatte sogar vorgeschlagen, die Bell-Antenne zu nutzen, um dies nachzuweisen.

EIN URALTES LICHT

Das Geräusch, das Penzias und Wilson gehört hatten, war genau das, das Gamow gemeint hatte. Sie hatten den Rand des Universums gefunden, zumindest den sichtbaren Rand, der 150 Milliarden Billionen Kilometer entfernt ist. Sie »sahen« die ersten Photonen, das älteste Licht des Universums, genau wie Gamow vorhergesagt hatte.

SCHALTE AUF URKNALL

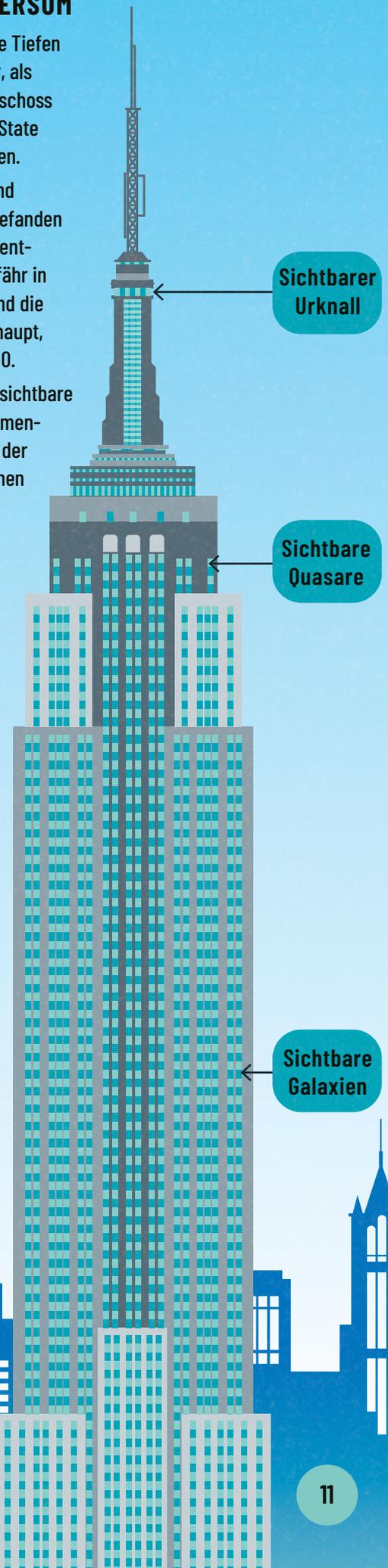
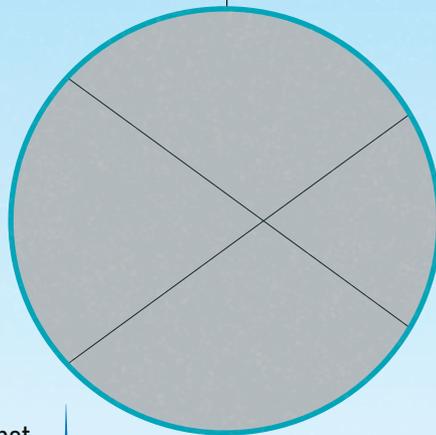
Die störende Wirkung der kosmischen Hintergrundstrahlung kennen wir alle. Schaltet man am Fernseher einen nicht belegten Kanal ein, stammt etwa 1 Prozent des »Schneegeästöbers« von dem uralten Überrest des Urknalls. Beschwere dich also nie mehr, dass es im Fernsehen nichts zu sehen gibt, denn schließlich kannst du jederzeit bei der Geburt des Universums zusehen!

BLICK INS UNIVERSUM

Stell dir den Blick in die Tiefen des Universums so vor, als würdest du vom Erdgeschoss zur Spitze des Empire State Buildings hinaufschauen.

Zur Zeit von Wilsons und Penzias' Entdeckung befanden sich die am weitesten entfernten Galaxien ungefähr in Höhe des 40. Stocks und die fernsten Objekte überhaupt, die Quasare, etwa im 80.

Inzwischen reicht das sichtbare Universum bis auf Daumenbreite unter die Decke der obersten Etage. Auf einen Schlag konnten die Wissenschaftler viel, viel mehr sehen und verstehen.



AM RAND DES UNIVERSUMS

Jetzt kommt die Frage, die wir uns alle schon mal gestellt haben: Was geschieht, wenn wir an den Rand des Universums reisen und den Kopf hinausstecken? Wo wäre unser Kopf, wenn er sich nicht mehr im Universum befindet?

Das sichtbare Universum – der Teil, den wir kennen – hat einen Durchmesser von 1,6 Millionen Millionen Millionen Millionen (1.600.000.000.000.000.000.000) Kilometern.

WELCHER RAND?

Die enttäuschende Antwort lautet: Man gelangt nie an den Rand des Universums. Nicht weil es zu lange dauern würde, sondern weil man nie an eine Außengrenze käme, selbst wenn man sich ewig in gerader Linie fortbewegt. Stattdessen käme man irgendwann wieder am Ausgangspunkt an. Der Grund: Das Universum ist auf eine Art gekrümmt, die wir uns nicht so recht vorstellen können. Wir befinden uns nicht in einer großen, sich stetig ausdehnenden Blase. Vielmehr ist der Raum so gekrümmt, dass er zwar keinen Rand und keine Grenze hat, in seiner Ausdehnung aber trotzdem endlich ist.



DER »FLACHLÄNDER«

Um die Krümmung des Raums zu erklären, kann man sich ein Wesen aus einem völlig flachen Universum vorstellen, das nie eine Kugel gesehen hat und dann auf die Erde kommt. Ganz gleich, wie weit es über die Oberfläche des Planeten wandert, es wird nie an einen Rand gelangen. Irgendwann landet es wieder am Ausgangspunkt und kann nicht begreifen, wie das möglich ist.

UND WO SIND WIR?

Wir sind in der gleichen Lage wie der verblüffte Flachländer, nur verwirrt uns noch eine Frage: Wo sind WIR bei alledem? Genauso wie man nirgendwo im Universum auf einen Rand trifft, gibt es auch keinen Ort, wo man sich in die Mitte stellen und sagen könnte: »Hier hat alles angefangen. Hier ist der Mittelpunkt von allem.« Eine hübsche Vorstellung, dass wir diese Mitte von allem sind – und vielleicht ist es ja so. Nur wissenschaftlich nachweisen lässt es sich nicht. Überraschend ist das nicht. Schließlich ist das Universum riesengroß. Für uns reicht es so weit, wie das Licht in den Jahrmilliarden seit seiner Entstehung gewandert ist. Aber den meisten Theorien zufolge ist es noch viel, viel größer. Möglicherweise hat die Anzahl der Lichtjahre bis zum Rand dieses größeren, unsichtbaren Universums nicht nur zehn oder hundert Nullen, sondern viele Millionen.



Wenn du ein Jahr lang mit einer Geschwindigkeit von rund 4,6 Stundenkilometern laufen würdest, hättest du 40.296 Kilometer zurückgelegt – ungefähr einmal rund um die Erde. Das Licht reist etwa 1.079.252.850 Stundenkilometer, also legt es in der gleichen Zeit fast 10 Billionen Kilometer zurück oder 235 Millionen Mal um die Erde.

Jetzt gehen wir an Bord eines Raumschiffs und erkunden die Größe dieses riesigen Universums selbst.

