

JAN PAUL SCHUTTEN

FLOOR RIEDER

# DAS WELTALL

oder Das Geheimnis,  
wie aus nichts  
etwas wurde



GERSTENBERG

Jan Paul Schutten

# Das Weltall

oder Das Geheimnis, wie aus nichts etwas wurde

— *Illustriert von Floor Rieder* —

Aus dem Niederländischen von  
Verena Kiefer

---

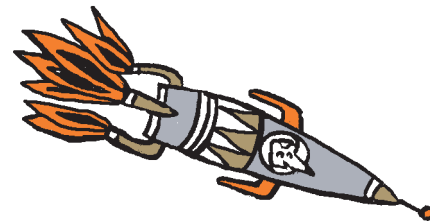
# INHALT

---

EIN KURZES VORWORT	11	TEIL 2: EINE RUNDE WELTALL	37
3 GRÜNDE, DIESES BUCH NICHT ANZUZÜNDE	12	DIE WELT DER GROSSEN DINGE	41
Unendlich viele Dus	13	2 GALAXIEN, 1 ZUSAMMENPRALL	46
Klärst du das Geheimnis auf?	13	Das Blaubeerkuchenweltall	46
523 BEMERKENSWERTE INFORMATIONEN	14	Fünf plus fünf ist mehr als zehn	47
		6 000 000 000 000 000 000 000 000 KILOGRAMM ERDE	48
		Warum du nie von der Erde fällst	49
		Bowlen mit der Erde	49
TEIL 1: REISEN IN DER ZEIT	17	ÜBER 25 PROZENT WAS-WEISS-ICH-FÜR-	
380 000 KILOMETER BIS ZUM NÄCHSTEN KLO	20	MATERIE	50
Fußstapfen im Weltraum	21	Es ist ein Wunder!	50
Warum Augen immer auf Zeitreise sind	21	Unsichtbare Materie in deinem Kopf	50
Krieg der Sterne durchs Teleskop sehen	21	Dunkle Materie, die nicht dunkel ist	51
4500 JAHRE ALTES FEUERWERK	22	DIE 4 KRÄFTE, DIE FAST ALLES IM WELTALL BESTIMMEN	52
Wie du mit einem Spiegel einen Diebstahl aufklären kannst	23	Wie du aus einem Nagel einen Magneten machst	52
Ein Billiardstiellichtjahr lange Schnürsenkel	23	Wie du aus einem Papierschnipsel eine Bombe machst	53
EINE EXPLOSION MIT DEM LICHT VON 100 000 000 000 SONNEN	24	Wie du aus einem Luftballon einen Staubsauger machst	53
Der Weltraum durch eine Kristallkugel	24	25 3 MÖGLICHKEITEN, WIE UNSER WELTALL ENDE KÖNNTE	54
Die Geburt der Erde	25	Wird unser Weltall letztendlich größer oder kleiner?	55
12 KOHLENSTOFFATOME, 22 WASSERSTOFFATOME UND 11 SAUERSTOFFATOME AUF DEINEM PFANNKUCHEN	26	27 WARUM ETWA 95 PROZENT IN UNSEREM WELTALL EIN EINZIGES GROSSES RÄTSEL SIND	56
Ein Haarbrötchen mit Zahnsoße	27	Dunkler Blaubeerkuchen	57
Warum du einem Blatt Papier ziemlich ähnlich siehst	27	Wir haben noch wahnsinniges Glück ...	57
100 000 MOLEKÜLE NEBENEINANDER	28	30 1 DUMME UND 1 SCHLAUE FRAGE	58
Ein Sauerstoffwürfel	29	Ist jedes Licht elektrisch?	59
DIE WELT DER KLEINEN DINGE	30	Alles kann leuchten	59
13,4 MILLIARDEN JAHRE ZURÜCK IN DER ZEIT	34	34 8 VERSCHIEDENE LICHTARTEN	60
Der Stein der Weisen	34	Radio sehen	61
Der Stoff, aus dem die Sterne sind	35	Licht, das dich durchdringt	61
Glühend heiße Erbsensuppe	35	Mit dem Radio sehen	61
		GROBI MIT 75 000 KILOMETERN PRO STUNDE	62
		Ein Foto, das mit dem Radio aufgenommen wurde	62
		Das Babyfoto vom Weltall	63

2,725 GRAD ZU WARM	64	1 KERZENGERADE LINIE MIT	
Ohne Flecken kein Ziegenkäse	65	133 KURVEN	92
Unvorstellbar	65	Unser Weltall – eine wellige Brühe	93
0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 000		DAS ZWEITUNANGENEHMSTE KAPITEL	
000 000 000 000 1 SEKUNDEN NACH		IN DIESEM BUCH	94
DEM BEGINN DES WELTALLS	66	Oben & unten, links & rechts, vor & zurück	
Hundert Billionen Trillionen Grad Celsius	67	und dingsens & wie-heißt-das-noch ...	94
Eine Explosion aus Antiteilchen	67	Ein Stapel dreidimensionaler Abbildungen	95
9 WICHTIGE FRAGEN	68	30 KILOMETER NÖRDLICH VOM NORDPOL	96
Die ersten Sterne	69	Was befindet sich um unser Weltall herum?	97
Pizza natürlich	69	RADFAHREN MIT FAST 700 METERN PRO	
		SEKUNDE	98
		Tut mir leid, Herr Einstein	98
		Reisen in der Zeit	98
TEIL 3: ALBERT EINSTEIN UND	73	Auf ewig jünger	99
SEINE GENIALEN IDEEN		Noch eine Warnung!	99
WARUM DU NIEMALS MIT 350 000 KILO-			
METERN PRO SEKUNDE DURCH DAS WELTALL			
REISEN KANNST	76		
Was wäre, wenn das Licht ganz langsam wäre?	77	TEIL 4: GENIALE VERRÜCKTE,	
Eine Ohrfeige von Einstein	77	ABSURDE EXPERIMENTE UND	
E = MC <sup>2</sup>	78	ABSONDERLICHE ENTDECKUNGEN	101
Ist dein Körper eine Energiezentrale?	79	1 + 1 = 3	104
WÄHREND DU DAS LIEST, WIRD DIE SONNE		Diese Teilchen sind wie Pubertierende!	105
20 000 000 000 KILOGRAMM LEICHTER	80	Schall festhalten und Licht in einem Karton	
Warum dir durch Bewegung warm wird	81	aufbewahren	105
Panik – Panik – Panik!	81	1 AUTO, DAS GLEICHZEITIG DURCH	
Wie die ersten Teilchen im Weltall entstanden		2 TUNNEL FÄHRT	106
sind	81	Gegen sich selbst prallen	107
ZURZEIT BIST DU MIT 2 000 000 KILO-		Seltsamkeitsstufe »mäßig«	107
METERN PRO STUNDE IM WELTALL		KONTAKT ÜBER 100 LICHTJAHRE	
UNTERWEGS	82	ENTFERNUNG	108
Du sitzt nie still, auch jetzt nicht	83	Schneller als das Licht!	109
Warnung!	83	Seltsam ist erst sonderbar, wenn es normal ist	109
STILLSTEHEN MIT 100 KILOMETERN		EIN 27 KILOMETER LANGES LABOR	110
PRO STUNDE	84	Zwei Arten von Genies	111
1000 METER, DIE KEIN KILOMETER SIND,		Das größte Labor für die kleinsten Teilchen	111
UND 60 MINUTEN, DIE LANGSAMER		DIE 7 WICHTIGSTEN WÖRTER IN	
VERGEHEN ALS 1 STUNDE	86	DIESEM BUCH	112
ZWILLINGE MIT 30 JAHREN ALTERSUNTER-		Die unsichtbare Kraft, die alles schwer macht	113
SCHIED (JA, DAS GEHT!)	88	Woraus du wirklich bestehst	113
Je schwerer, desto langsamer – die Uhr	89	2 FRAGEN, DIE DU NICHT HATTEST UND	
Raumzeit	89	AUF DIE DU NIE EINE ANTWORT WOLLTEST	114
9,8 METER PRO SEKUNDE	90	Die Form des Weltalls	114
Warum du nach vorn fliegst, wenn ein Auto		Schnurgerade	115
abrupt bremst	90	Warum ist es in jedem Winkel des Weltalls	
Warum die Zeit im Raum schneller vergeht als		gleich warm?	115
auf der Erde	91	EIN 100 000 000 000 000-MARK-SCHEIN	116
		Wie man krumme Dinge gerade macht	116

Gefrorene Cola	117	1 000 000 000 TEILCHEN UND	
Schwerkraft, die nicht anzieht, sondern abstößt	117	999 999 999 ANTITEILCHEN	142
0 IST MEHR, ALS DU DENKST	118	Das stärkste Argument für einen Schöpfer	143
Energie aus nichts	118	Ein Flugzeug aus einem Schrotthaufen	143
Ein Referat über Quantenfluktuationen	119	1000 MAL IM LOTTO GEWINNEN	144
Dunkle Energie ist nichts	119	Das Weltall als Physikexperiment eines Mittelstufenschülers	144
1 WELT AUS 20 DIMENSIONEN	120	Wie verlässt man unser Universum?	145
Eine Theorie von allem	121	Wie ernst müssen wir die Sache mit dem Multiversum nehmen?	145
Bestehst du aus Gummibändern?	121	UNENDLICH VIEL ROTZ	146
Eine Formel für alle Naturkonstanten	121	Ewig Bingo spielen	147
1 LINIE MIT 4 DIMENSIONEN	122	Ariana Grande im Sand	147
Unsichtbare Dimensionen	123	Warum du vielleicht nicht das einzige Du bist	147
Quantengravitation	123	3,3333333333333333...	148
EIN GERÄT, DAS BIS AUF		Eine unendliche Entfernung in neunzehn Schritten	149
0,000 000 000 000 000 000 001 METER	124	Unendlich ist irre	149
GENAU MISST	124	Wenn wir es nicht verstehen, muss ein Gott dahinterstecken	149
He, lasst uns ein unmögliches Gerät bauen!	124	3 STUNDEN ZUM LEBEN	150
Zweiundvierzig Jahre und ein paar Milliarden Dollar später ...	125	Ist dein Leben ein Computerspiel? Trau deinen Augen nie ganz	151
14. SEPTEMBER 2015	126	EIN GUTER RAT: DIESES KAPITEL SOLLTEST DU NICHT LESEN, WENN DU DIR DIE LAUNE NICHT VERDERBEN WILLST	152
Das Weltall abhören	126	Ein sehr ungemütliches Weltall	152
Uwwwüüp	126	Das große Auseinanderreißen	153
		Zurück zu den Dinos	153
		EIN LETZTER TIPP: IMMER SCHÖN WEITERZWEIFELN	154
TEIL 5: WER HAT UNSER WELTALL GEMACHT?	129	VIELEN DANK!	156
0 BADEENTEN	132	REGISTER	158
Was ist der Sinn des Lebens?	133		
Ein Schöpfer oder eine Schöpferin?	133		
1 KAMEL MIT 3 HÖCKERN	134		
Warum gibt es Leid auf der Welt?	135		
Gründe, nicht an einen guten Schöpfer zu glauben	135		
1 WELPE UND 3000 FEDERN	136		
Alles hat einen Grund	137		
Die einfachste Lösung ist meist richtig	137		
Warum ist da etwas und nicht einfach nichts?	137		
100 AUTOREN GEGEN EINSTEIN	138		
Wunder von einem Schöpfer?	139		
Besser ein guter Grund als hundert schlechte	139		
Eine Schöpfung mit mehr Erdmännchen und weniger Mücken	139		
8 URGROSSELTERN, 16 URURGROSSELTERN, 32 URURUR...	140		
Wenn es keinen Mond gegeben hätte	141		
Warum treibt Eis auf dem Wasser?	141		
Gar keine Welt	141		



Unser

# SONNENSYSTEM

BESTIMMT NICHT  
MASSSTABSGETREU



MARS

VENUS

SATURN



MERKUR

ERDE

URANUS

JUPITER

NEPTUN

## 3 GRÜNDE, DIESES BUCH NICHT ANZUZÜNDEN



**B**estimmt hast du schon einmal einen bildschönen Sonnenuntergang gesehen. Oder einen klaren Sternenhimmel, wie aus unzähligen funkelnden Diamanten gemacht. Oder du hattest einen wunderbaren Blick von oben auf das Meer, die Wälder oder die Berge. Und vielleicht hast du dich in einem solchen Moment auch einmal gefragt, woher die Sonne, die Sterne und die Erde eigentlich stammen. Wie ist unser Weltall entstanden? Und warum ist da etwas und nicht nichts? Wäre das nicht viel logischer gewesen? Denn woher kann alles einfach so gekommen sein? War da immer schon etwas oder eher nicht? Aber wenn da irgendwann einmal nichts war, wie kann dann aus nichts etwas werden? Oder wenn da immer schon etwas war, woher kommt dann dieses Etwas? Gab es vielleicht einen Schöpfer, der unser Universum gemacht hat? Und hat es den auch immer schon gegeben? Wie weit liegt »immer« eigentlich zurück? Was kommt nach unendlich? Ist unendlich mal unendlich mehr als einfach unendlich? Und wenn du dich selbst aufisst – wirst du dann doppelt so dick oder verschwindest du eher ganz?



Wenn dir diese Fragen auch im Kopf herumspuken, hast du Glück! Denn genau davon handelt dieses Buch. Es gibt nur ein winziges Problem. Nur eine Kleinigkeit, keine Sorge, ansonsten gar nicht schlimm. Aber ich erwähne es trotzdem mal. Es ist nämlich so, dass es auf die meisten dieser Fragen keine Antwort gibt. Wenn ich die Antworten wüsste, würdest du mich jetzt auf einer tropischen Insel finden. In einer Hängematte, Cocktails schlürfend, die mit bunten Papierschirmchen verziert sind. Reich und berühmt, weil ich dann die schwierigsten Fragen auf Erden beantwortet hätte.

### UNENDLICH VIELE DUS

Aber bevor du dieses Buch enttäuscht anzündest: Wir kommen der Lösung dieser Rätsel durchaus ein ganzes Stück näher. Wie nahe? Bis zu einem Millionstel eines Billionstels einer Billionstelsekunde nach dem Anfang des Weltalls. Das ist doch schon ziemlich nah dran, oder? Und es wird noch viel spektakulärer, denn auf der Suche nach dem Ursprung unseres Alls vertiefen wir uns in die Welt der Physik und der Sternenkunde, der Astronomie. Eine Welt voller Zeitreisen und Schwarzer Löcher, voller Dunkler Materie und Teilchen, die mitten durch dich und die Erde hindurchschießen, Teilchen, die sich zugleich links- und rechtsherum drehen können (probiere es ruhig mal selbst aus!) und unendlich vieler anderer Universen mit unendlich vielen Dus und Ichs – wirklich wahr! Eine Welt vom Kleinsten des Kleinen bis

zum Größten des Großen. Eine Welt voller brillanter Denker und Wissenschaftler, die über all diese Fragen nachgedacht haben. Wenn du dieses Buch ausgelesen hast, weißt du ein klein wenig, wie die Welt so tickt. Also leg die Zündhölzer ruhig wieder weg, denn ein paar Seiten weiter wirst du wahrscheinlich vor Staunen schon vom Stuhl fallen!

### KLÄRST DU DAS GEHEIMNIS AUF?

Weißt du, was auch Spaß macht? Bei dieser Art von Geheimnissen geht es erst mal nicht um die kompliziertesten Gedanken, sondern um die richtigen Fragen. Fragen, auf die es sehr wohl Antworten gibt. Wenn man jung ist, stellt man oft die besten Fragen. Also wer weiß, vielleicht kommen dir ja auch noch gute Fragen, wenn du das Buch durchhast! Mit denen kann sich dann die Wissenschaft an die Arbeit machen (oder vielleicht auch du selbst!), um die interessantesten Rätsel des Universums zu lösen.

Und zum Schluss, auch nicht unwichtig: Wenn du dieses Buch gelesen hast und jemanden triffst, der sagt, er weiß ganz genau, woher alles in unserem Weltall oder Universum kommt, dann weißt du, dass du diesen Jemand nicht ernst zu nehmen brauchst. Es sei denn, er oder sie schaukelt auf einer tropischen Insel in einer Hängematte und schlürft einen Cocktail, verziert mit bunten Papierschirmchen ...







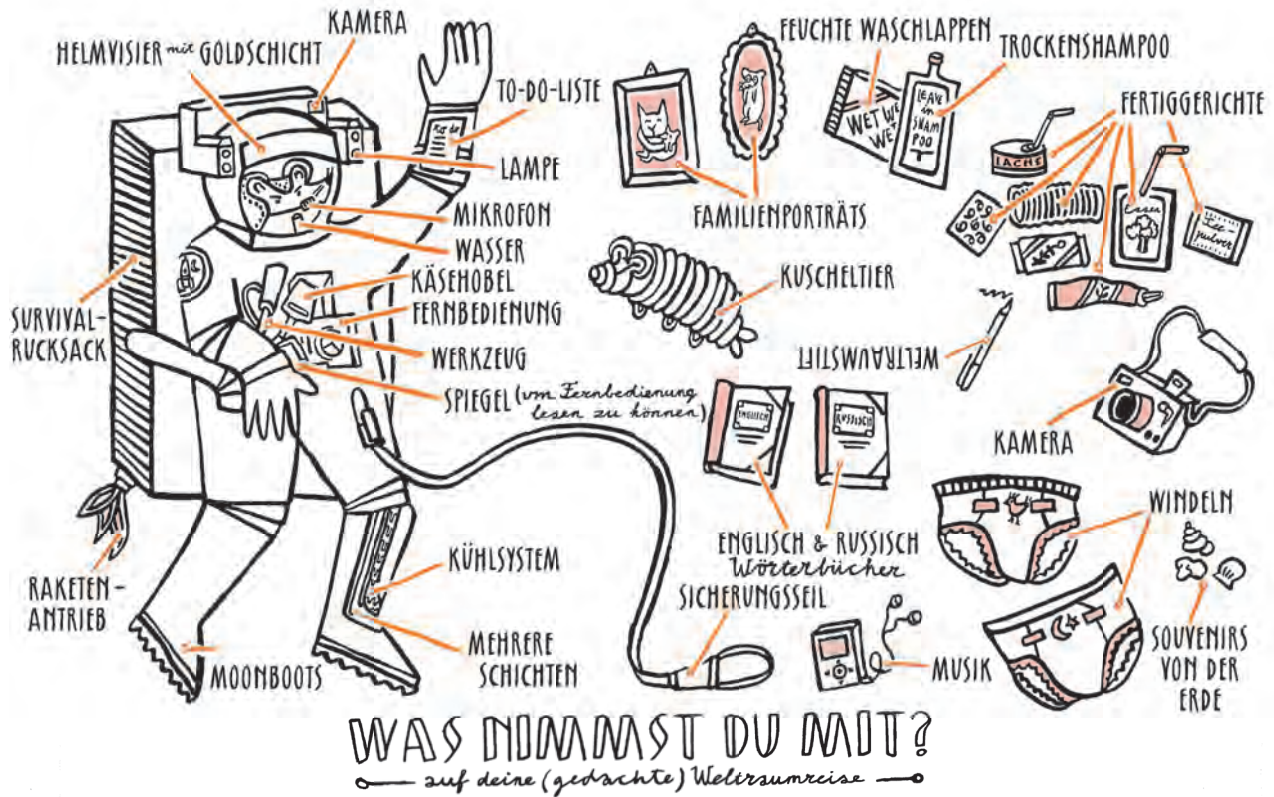
## TEIL 1

Wenn du wissen willst, woher das Weltall kommt, musst du in der Zeit zurückgehen. Knapp 14 Milliarden Jahre ungefähr. Manche Leute stellen sich ein bisschen an, wenn es um Zeitreisen geht, und meinen, die sind schwierig oder sogar unmöglich, aber in Wirklichkeit sind sie total einfach. Du machst sie täglich. Nur nicht so, wie du es in Science-Fiction-Filmen siehst. Es geht anders. Wie? Na, wir machen einfach in Gedanken eine Zeitreise. Wir gehen ganz weit zurück in der Zeit. Gaaaaaaanz weit.

»Die längste Reise beginnt mit dem ersten Schritt«, schrieb einst ein weiser Chinese. Also machen auch wir diesen ersten Schritt. Einen kleinen Schritt von nur einer einzigen Sekunde. Ich sage noch nicht, wohin wir gehen. Badesachen brauchst du jedenfalls nicht mitzunehmen und du wirst auch nicht nach Hause gebracht. Ich zähle rückwärts und los geht's:

3 ... 2 ... 1 ... 0 ... **★BLITZ★**

# 380 000 KILOMETER BIS ZUM NÄCHSTEN KLO



○ kay, wir sind da! Eine Sekunde zurück in der Zeit. Und 380 000 Kilometer weiter im Raum. Aber wo?

Zunächst ein paar Sicherheitshinweise. Auf keinen Fall darfst du deinen Raumanzug ausziehen, denn er schützt dich vor der tödlichen Hitze der Sonne und der mindestens so gefährlichen Eiseskälte im Schatten. Hier gibt es weder Sauerstoff noch Luftdruck, beides bekommst du über deinen Anzug. Ohne Sauerstoff bekommst du keine Luft und deine Lunge ist an Luftdruck gewöhnt. Ohne ihn würde sie anschwellen und zerplatzen. Lass auch dein Visier unten, es schützt dich vor dem blendenden Sonnenlicht. Und schließlich solltest du auch beim Gehen sehr vorsichtig sein. Du wiegst hier sechsmal weniger als auf der Erde. Wenn du so läufst, wie du es gewohnt bist, wirkt jeder Schritt eher wie ein Sprung. Und ehe du es dich versiehst, stolperst du. Mach lieber kleine Schritte in einem festen Rhythmus. Dann wa-

ckelst du zwar wie ein Teletubbie in einem Schwimmbad, aber wenigstens fällst du nicht hin. So, das war's mit den Sicherheitshinweisen.

Tut mir übrigens leid wegen der Windel, die du trägst, aber die wirst du später dringend brauchen. Das nächste Klo ist nämlich 380 000 Kilometer entfernt. Und wenn es dich tröstet: Jeder, der bislang hier gewesen ist, hatte so eine Windel. Es klingt nur nicht wirklich cool, wenn du sagst, dass du eine Windel trägst, deswegen reden Weltraumreisende lieber von Absorptionshosen. Aber du bist nicht hier, um dich über Windeln zu unterhalten. Du machst ein Gedanken-Zeitreiseexperiment. Und du bist schon eine Sekunde in der Zeit zurückgereist.

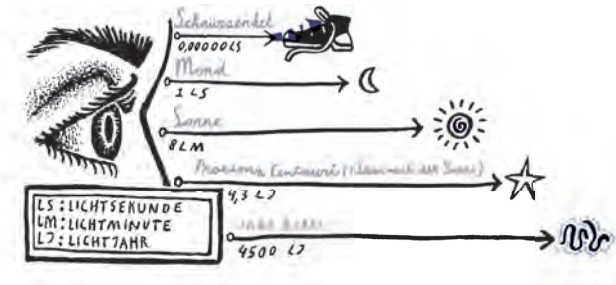
## FUSSSTAPFEN IM WELTRAUM

Du hast Glück. Hier wirbeln kaum Staubteilchen herum. Das kann auch ganz anders sein, zum Beispiel, wenn hier ein Meteorit abstürzt. Außerdem gibt es um dich herum keine Luft und keinen Wasserdampf. Du siehst die entferntesten Berge haarscharf und so wirken sie näher. Der Himmel über dir ist pechschwarz und die Steine und Hügel um dich herum sind silbergrau mit einem goldbraunen Schleier. In deinen Raumanzug dringen keine Geräusche von außen; deswegen hörst du deinen Atem und deinen Herzschlag wie sonst nie.

Der Boden unter dir sieht aus wie aus Zucker. Die Kristalle glitzern in der Sonne wie die schönsten Diamanten auf Erden. Schau mal dort: Fußstapfen! Und das, obwohl hier seit gut fünfzig Jahren keiner mehr war. In der Ferne flattert eine graue Fahne. Na ja, sie flattert nicht wirklich, denn hier gibt es nicht den kleinsten Windhauch! Amerikanische Astronauten haben einst eine zerknitterte amerikanische Flagge hier aufgestellt, doch die Sonne hat alle Farben ausgebleicht. Wenn du hochschaut, siehst du genau dieselben Sternbilder wie auf der Erde: Großer Bär, Orion, Kassiopeia ... Aber so hell wie hier hast du sie noch nie gesehen. Und dort, weit über dem Horizont, siehst du eine leuchtend blaue Kugel: die Erde. Wenn du es noch nicht erraten hattest, weißt du jetzt ganz bestimmt, wo du bist: Du stehst auf dem Mond.

## WARUM AUGEN IMMER AUF ZEITREISE SIND

Jetzt stell dir einmal vor, du hättest ein Superteleskop. Hunderte Male besser als das beste, das je hergestellt wurde. Damit kannst du zur Erde schauen und all deine Freunde und Freundinnen auf dem Schulhof sehen. Sie wissen, dass du sie sehen kannst, und winken dir. Du glaubst genau zu sehen, was sie just in diesem Moment tun, aber das stimmt nicht. Du siehst sie nämlich eine gute Sekunde später! Deine Augen machen eine Zeitreise. Das Licht reist mit einer Geschwindigkeit von rund 300 000 Kilometern pro Sekunde auf dich zu. Du bist etwa 385 000 Kilometer von der Erde entfernt, also siehst du alles, was dort passiert, einen Augenblick später. Und dann muss man sich mal vorstellen, dass der Mond immerhin noch der Himmelskörper ist, der uns am nächsten ist. Die Sonne ist nämlich noch viel weiter entfernt: etwa 150 Millionen Kilometer. Das Licht der Sonne braucht gut acht Minuten, um die Erde zu erreichen.



## KRIEG DER STERNE DURCHS TELESKOP SEHEN

Eigentlich siehst du also alles in der Vergangenheit, sogar diese Buchstaben, die du gerade liest, siehst du mit einer Verzögerung von einer Dreimilliardstel-sekunde. Aber wer ins Weltall schaut, macht erst wirklich Zeitreisen mit den Augen. Mal eine Sekunde, wie beim Mond, mal Minuten, wie bei der Sonne und Planeten wie Mars und Venus. Manchmal Jahre, wie bei manchen Sternen. Aber meistens noch viel länger. Allein schon der Stern, der unserer Sonne am nächsten ist, Proxima Centauri, ist so weit von uns entfernt, dass das Licht von dort vier Jahre und ein paar Monate braucht, um die Erde zu erreichen. Es geht also noch viel, viel weiter weg. Manche Sterne sind sogar so weit von uns entfernt, dass uns das Licht noch gar nicht erreicht hat – und das, obwohl sich Licht ungeheuer schnell ausbreitet. Tatsächlich ist nichts schneller als das Licht!

Weißt du noch, wie Krieg-der-Sterne-Filme anfangen? »Es war einmal vor langer Zeit in einer weit, weit entfernten Galaxis ...« Stell dir vor, die Geschichten von Luke Skywalker und Darth Vader wären wirklich passiert und wir hätten ein Supersupersuperteleskop. Dann könnten wir uns das Kino sparen und alle Weltraumkriege noch live mit eigenen Augen sehen.

Gut. Eine richtige Zeitreise war unser Trip zum Mond also nicht, sondern mehr ein Rückblicken. Superschnelle Zeitreisen werden nie möglich sein. Aber in unserem Gedanken-Zeitreiseexperiment ist zum Glück alles möglich. Daher gehen wir auf dieselbe Weise mit den Augen in der Zeit zurück. Doch mit 1-Sekunden-Schrittchen landen wir natürlich nie beim Anfang des Weltalls. Deswegen machen wir jetzt einen viel größeren Zeitsprung. Fertig? Schon geht's wieder los! **★BLITZ★**

## EINE EXPLOSION MIT DEM LICHT VON 100 000 000 000 SONNEN

Von IRAS 20324 biegst du jetzt scharf ab und schießt davon. Sterne und ganze Sternsysteme oder Galaxien flitzen an dir vorbei, als würdest du durch einen Tunnel voller Laserstrahlen fliegen. Du versuchst herauszufinden, was du alles siehst, aber dann wirst du plötzlich noch viel schneller. Alles um dich herum bewegt sich jetzt mit so hoher Geschwindigkeit, dass du nichts mehr unterscheiden kannst. Dann fliegst du wieder zurück und hältst wenige Sekunden später wieder an ... Du schaust dich um. Das Weltall wirkt hier etwas seltsam. So hast du es jedenfalls noch nie gesehen. Siehst du den Stern direkt vor dir? Der ist etliche Male größer als die Sonne. Aber viel bemerkenswerter ist, dass du mit bloßem Auge Dutzende anderer Galaxien sehen kannst. Das ist für uns von der Erde aus unmöglich. Alles in diesem Raum hier muss also näher beieinanderliegen. Der Weltraum wirkt sogar ein wenig beängstigend. Droht hier Gefahr? Du schaust dich um, ob vielleicht außerirdische Raumschiffe in der Nähe sind, aber nirgends findest du eine Spur von Leben.

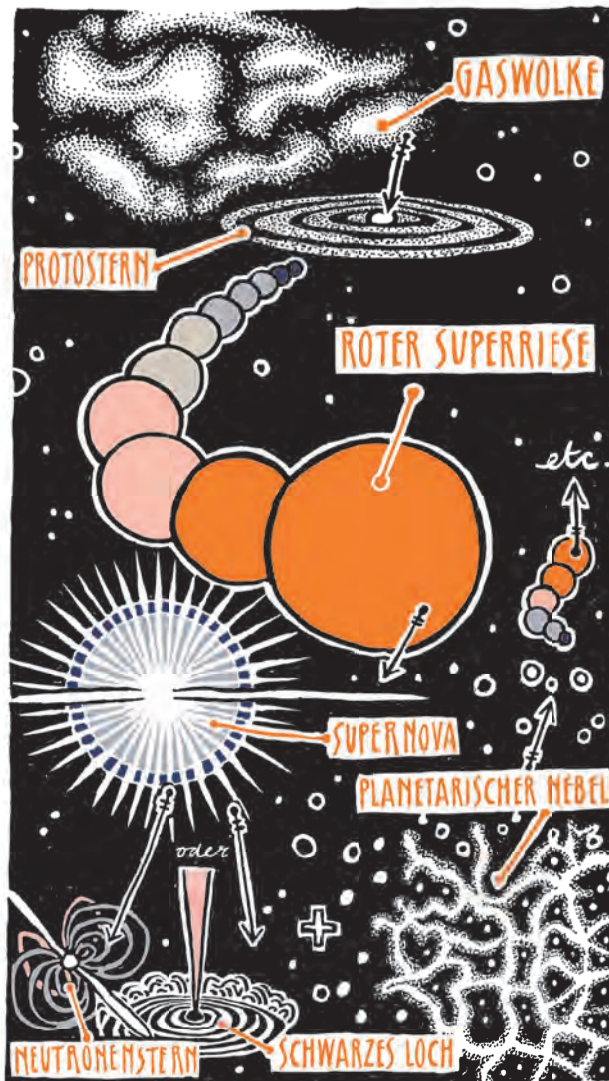


### DER WELTRAUM DURCH EINE KRISTALLKUGEL

Jetzt hast du eine ganz andere Gedanken-Zeitreise gemacht als vorhin. Diese Zeitreise ist sogar noch eine Spur unmöglicher. Denn nun bist du richtig weit in der Zeit zurückgegangen: 5 Milliarden Jahre. Aber du befindest dich nicht 5 Milliarden Lichtjahre von uns entfernt, du bist noch in der Milchstraße, unserer eigenen Galaxie. Nur wo? Keine Ahnung! Die Milchstraße, wie wir sie in der modernen Zeit kennen, hat ungefähr 200 Milliarden Sterne und die sind hier um dich herum bei Weitem nicht zu entdecken. Die junge Milchstraße, in der du jetzt bist, ist viel kleiner und muss noch ein paar andere Milchstraßen schlucken, um zu dem erwachsenen heutigen System zu werden. Außerdem müssen in diesen 5 Milliarden Jahren erst noch Millionen neuer

Sterne »geboren werden«. Einer dieser Sterne ist unsere Sonne, denn die gibt es noch nicht. Und Planeten wie Mars, Venus und die Erde demnach auch nicht. Ein Teleskop hilft dir auch nicht weiter, wenn du die Erde sehen willst. Da bräuchtest du eher eine Kristallkugel – wenn sie denn funktionieren würde.

Der Stern vor dir hat keinen Namen. Wir wissen auch nicht viel darüber. Tut mir leid. Tja, so allmählich scheint es, als wären die vorigen Reisen viel spektakulärer gewesen. Da hast du es! Da gehst du in deiner Fantasie auf einige sensationelle Zeitreisen und landest ausgerechnet bei diesem dösen Stern. Aber sei froh, dass es ihn gibt! Denn aus diesem Stern und noch ein paar anderen sind die Sonne und die Erde entstanden. Dieser Stern steht nämlich kurz vor der Explosion.



Erst wird der Kern des Sterns ein ganzes Stück schrumpfen. Der restliche Stern dagegen wächst! Diese gigantische Lichtkugel, in die unsere Sonne viele Male reinpasst, wird noch größer. Dann schrumpft sie wieder etwas, wächst wieder, schrumpft, und das geht noch eine Weile so weiter. Es scheint fast, als wüsste der Stern nicht, was er will. Danach wird der Stern wirklich wahnsinnig groß. Und schließlich zerplatzt er und leuchtet monatelang so intensiv wie hundert Milliarden Sonnen zusammen.

### DIE GEBURT DER ERDE

So ein explodierender Stern heißt **Supernova**. Das ist so ziemlich das Spektakulärste, was man im Welt- raum sehen kann. Nach der Explosion bleibt ein Teil des Sterns übrig. Der ist jetzt gerade mal noch etwa dreißig

Kilometer groß, auch wenn er immer noch so viel wiegt wie beispielsweise unsere Sonne. Die Teilchen, aus denen der Stern jetzt besteht, müssen also unglaublich dicht beieinanderliegen. Würdest du einen Teelöffel voll davon nehmen, hätte dieser Happen ein Gewicht von tausend Milliarden Kilogramm. Der Stern kreiselt auch mit einer ungeheuren Geschwindigkeit um seine eigene Achse. Dieses äußerst schwere Ding macht jetzt etwa dreihundert Umdrehungen pro Sekunde. Und von dem Wahnsinnlicht, das er einst ausstrahlte, ist fast nichts mehr übrig. Allerdings verbreitet er eine ausgesprochen tödliche Strahlung. Also nichts wie weg hier! Weiter hinten gibt es übrigens noch genug zu sehen.

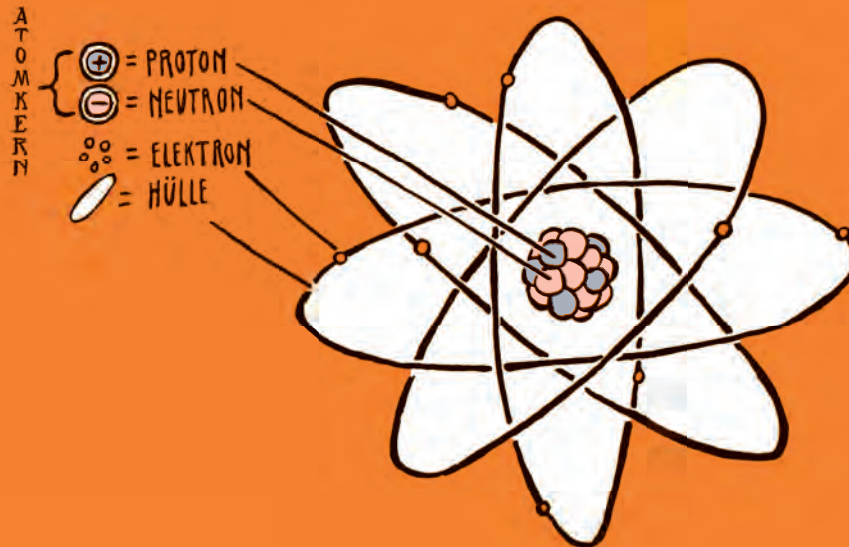
Denn inzwischen schlingert der Rest des Sterns mit einem Affenzahn in den Weltraum. Dort bilden die Staubteilchen aus der Supernova und Teilchen anderer explodierter Sterne eine Gaswolke. In den kommenden Tausenden, Millionen Jahren ziehen sie einander an und klumpen wieder zusammen. Die Klumpen kreisen umeinander und ziehen sich gegenseitig an, sodass immer größere Brocken entstehen. Die Brocken verhalten sich ein bisschen so wie die Sitze eines Kettenkarussells bei Höchstgeschwindigkeit. Im Stillstand hängen die Ketten mit den Sitzen nach unten. Aber wenn sich das Karussell schnell dreht, schwingen sie weit nach außen. So kreisen die Brocken auch wie ein flacher Pfannkuchen um die Mitte. Genau in dieser Mitte entsteht eine immer größere und schwerere Kugel: unsere Sonne. Die größten Brocken um sie herum klumpen zu Planeten zusammen. Und einer davon ist unsere Erde.



Jetzt hast du in unserer Gedanken-Zeitreise die Geburt der Erde miterlebt. Das hättest du doch nicht verpassen wollen? Mit 5 Milliarden Jahren sind wir nun schon ziemlich gut unterwegs in der Vergangenheit unseres Universums. Aber wir haben noch knapp 9 Milliarden Jahre vor uns. Schnell weiter also! Doch während wir noch weiter in der Zeit zurückreisen, bekommst du ein paar Informationen über die kleinsten Teilchen im Weltall.

# DIE WELT DER KLEINEN DINGE

Zur Sache jetzt. Wie kann ein riesiger Stern zu einem kleinen Päckchen zusammengedrückt werden? Höchste Zeit, sich die Atome einmal ganz genau anzuschauen.



- Die Dinge in deinem Umfeld wirken massiv, solide und undurchdringlich wie eine Steinmauer, ein Felsen oder eine Stahltür. Aber sogar diese knallharten Materialien bestehen aus so gut wie nichts ... Zwischen den Atomen in einem Molekül befindet sich nur leerer Raum. Und die Atome selbst sind auch so gut wie leer.

- Man könnte erwarten, dass es sich bei Atomen um kleine kompakte Kugeln wie Murmeln handelt, aber das stimmt nicht ganz, denn die Atome bestehen wiederum aus kleinen Teilchen: In der Mitte befindet sich ein Kern aus einem oder mehreren **Protonen**. Um diese wiederum bewegen sich **Elektronen**.

Die Anzahl der Protonen bestimmt, mit welchem Atom man es zu tun hat. Ein Wasserstoffatom hat zum Beispiel ein einziges Proton. Helium hat zwei, Lithium drei und so weiter ... bis du bei Oganesson landest. Das hat 118 Protonen. Mach dir keine Sorgen, wenn du noch nie davon gehört hast. Im Alltag begegnest du ihm nie und es schmeckt auch nicht lecker auf Brot.

Die Zahl der Elektronen stimmt genau mit der Zahl der Protonen überein. Wasserstoff hat also ein Elektron, Helium zwei, Lithium drei und so weiter.

Angenommen, du vergrößerst den Kern eines Wasserstoffatoms millionenmilliardenmal, bis er so groß ist wie eine Apfelsine. Dann kreist das Elektron in einer Entfernung von fünf Kilometern um diese Orange. So leer ist ein Atom also.

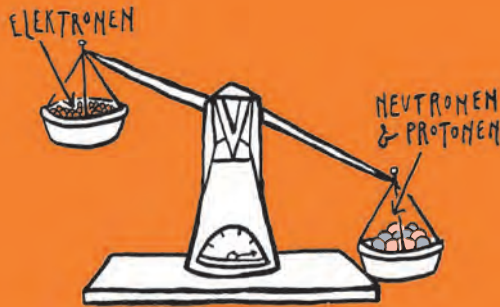
ANGENOMMEN, DAS ATOM IST SO GROSS WIE EINE EISBAHN





Elektronen sind unglaublich klein. Sozusagen unvorstellbar klein. Trotzdem haben sie offensichtlich gewaltige Ellenbogen, denn sie passen nicht durch jedes Loch. Doch dazu später. Komische Kerle jedenfalls, diese Elektronen.

- So ein Elektron benimmt sich ziemlich idiotisch. Pro Sekunde umrundet es sieben Billionen Mal den Atomkern. Das ist eine 7 mit 15 Nullen dahinter ...



- Es gibt noch viel mehr Teilchen in einem Atom. Zum Beispiel **Neutronen**. Neutronen befinden sich zusammen mit Protonen im Atomkern. Normalerweise bemerkst du sie kaum, es sei denn auf einer Waage. Neutronen sind nämlich die schwersten Teile eines Atoms. Ein Neutron ist etwas schwerer als ein Proton und fast zweitausend Mal schwerer als ein Elektron.

- Neutronen werden hin und wieder mit **Neutrinos** verwechselt, aber das sind ganz andere Teilchen. Neutrinos ähneln halb einem Teilchen und halb einem Gespenst. Denn just in diesem Moment schießen allerlei Neutrinos aus der Sonne mitten durch dich hindurch, ohne dass du es spürst. Sie können sogar spielend eine Trillionen Kilometer dicke Bleitür durchdringen – jedenfalls wenn es so eine Tür gäbe ...

- Protonen und Neutronen wiederum bestehen aus noch kleineren Teilchen: den **Quarks**. Die gibt es in verschiedenen Sorten und Größen. Quarks sind auch wieder unglaublich klein. Sogar wenn du sie trillionen-trilliardenfach vergrößern würdest, könntest du sie noch nicht festhalten.

- Außer den Quarks gibt es auch noch unter anderen **Photonen, Bosonen, Gluonen und Limonen** (entschuldige, das war ein dummer Witz). Alle haben eine eigene Aufgabe oder Funktion. Nur wissen wir noch längst nicht von jedem Teilchen, wofür es dient.

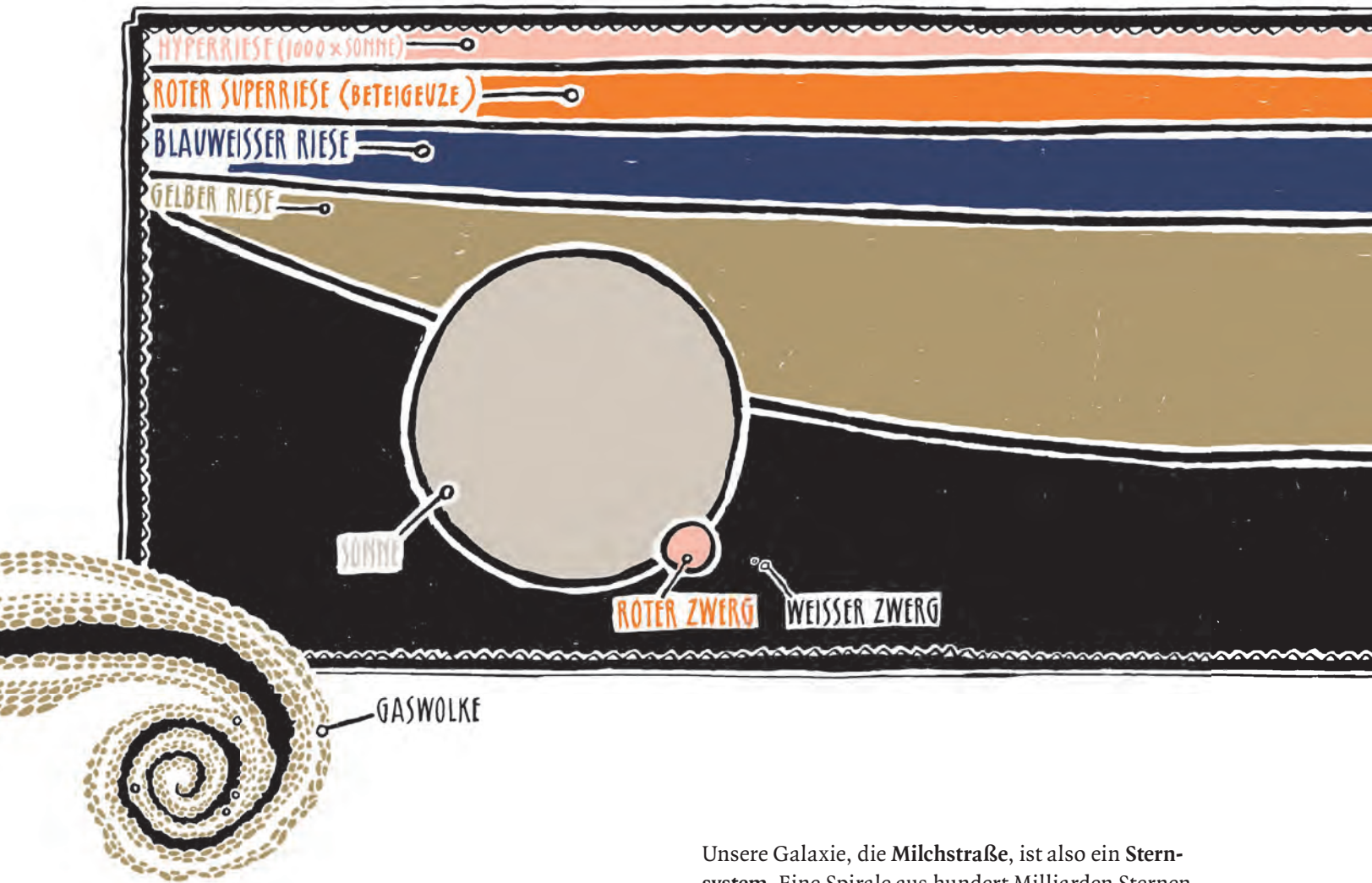
Bestehen all diese Teilchen aus noch kleineren Teilchen? Vielleicht ja ... Aber dazu später.

Du verstehst jetzt, wie ein gigantischer Stern zu etwas ganz Kleinem schrumpfen kann. Der Stern besteht aus winzigen Teilchen mit enorm viel Platz dazwischen. Unter bestimmten Umständen können diese Teilchen wie ein Schwamm in deiner Hand zusammengedrückt werden. Das klingt schon seltsam, aber gleich wird es noch viel verrückter mit den Elektronen und Photonen. Dann kapiert du auch, weshalb unvorstellbar kleine Teile doch noch ein Gewicht haben können. Das hat mit der berühmten Formel  $E = mc^2$  von Albert Einstein zu tun. Aber erst setzen wir unsere Zeitreise fort.



### KURZ MAL INNEHALTEN

Es ist schwierig, sich vorzustellen, wie klein die kleinsten Teilchen sind. Aber vielleicht hilft das: In dem Bereich unseres Weltraums, den wir mit allen möglichen Teleskopen sehen können, befinden sich mehr Sterne als Sandkörner auf der Erde. Und in einem Sandkorn wiederum sind mehr Moleküle als Sterne im sichtbaren Universum. Wenn du dann noch überlegst, dass diese Moleküle größtenteils leer sind, dann hast du vielleicht eine leise Ahnung, wie unvorstellbar klein die Elektronen und Quarks sind.

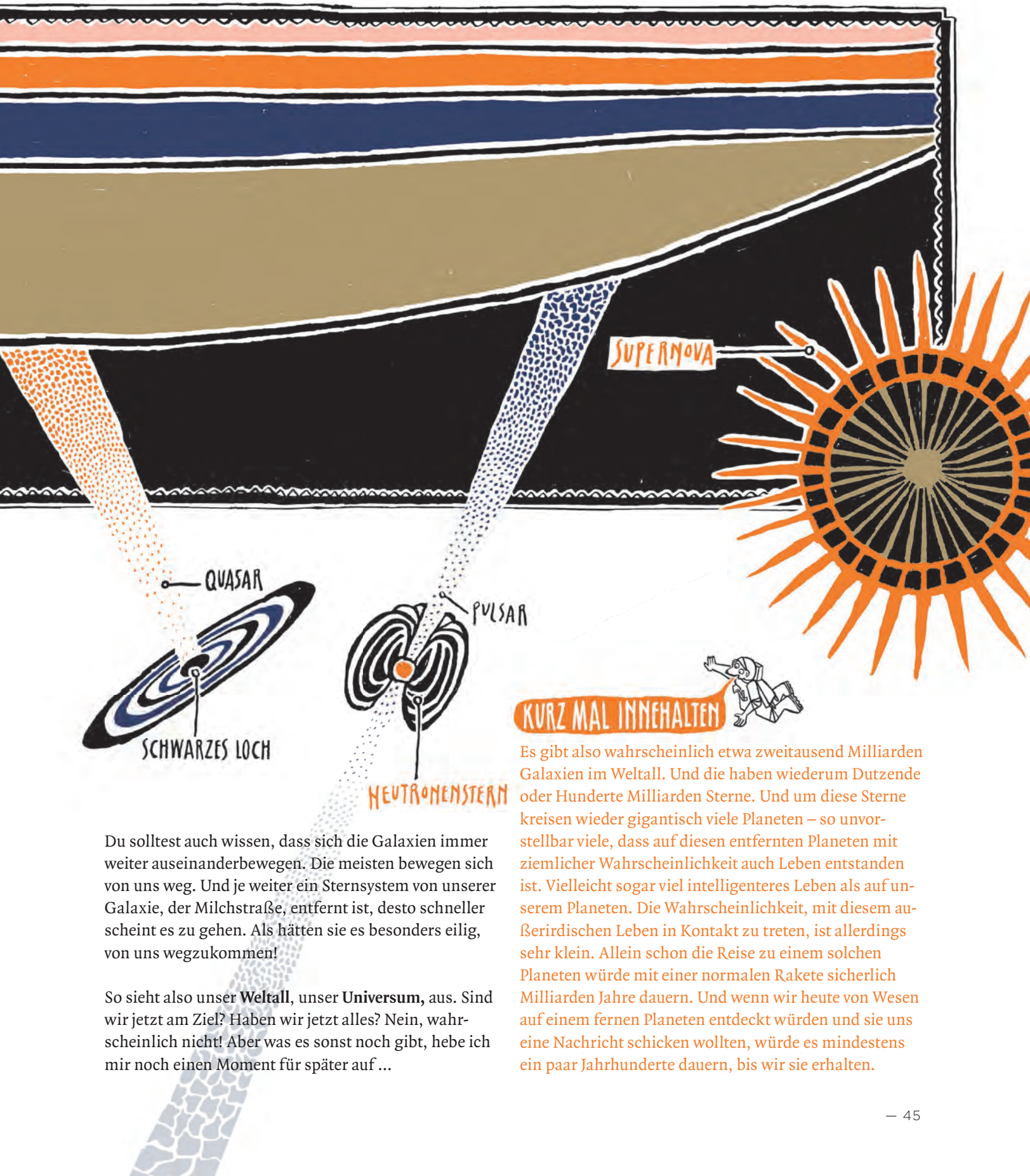


haupt existiert. Früher dachten Astronomen, dieses Licht käme von Sternen, die nicht sehr weit von uns entfernt seien. Heute wissen wir, dass es ein Ring aus Sternen ist, der um ein superschweres Schwarzes Loch kreist: ein **Quasar**. Quasare sind unglaublich helle Lichtquellen, die extrem weit von uns entfernt und damit sehr alt sind.

Es gibt noch viel mehr Sternarten, wie Rote Zwerge, Orange Zwerge, Blaue Riesen, Superriesen. Insgesamt befinden sich in der Milchstraße mehr Märchenfiguren als in einem durchschnittlichen Zauberwald! Dann gibt es auch noch Sternarten, denen wir noch nie begegnet sind, die aber wahrscheinlich irgendwann existieren können. Aus Roten Zwergen könnten beispielsweise Blaue Zwerge werden. Wenn das wirklich stimmen sollte und ich ein Sternforscher wäre, würde ich sie doch lieber »Schlumpfe« nennen.

Unsere Galaxie, die **Milchstraße**, ist also ein **Sternsystem**. Eine Spirale aus hundert Milliarden Sternen (oder vielleicht ja auch viel mehr, sie lassen sich so schwer zählen ...) in Form eines Spiegeleis: In der Mitte rund um das Schwarze Loch ist sie verdickt, weiter hinten kreist alles wie eine flache Scheibe um die Mitte. Ein Lichtstrahl braucht 120 000 Jahre, um von der einen zur anderen Seite zu reisen. Natürlich ist die Milchstraße nicht das einzige Sternsystem. Zurzeit gehen wir davon aus, dass es vielleicht zweitausend Milliarden Galaxien im Universum gibt.

Sind wir jetzt durch? War das nun das ganze Universum? Nein, es gibt noch mehr. So können wir zum Beispiel schauen, wie die Sternsysteme über das Weltall verteilt sind. Vollkommen willkürlich verteilt? In Gruppen? Beides? Ja, irgendwie schon. Wenn man sich Abbildungen vom Weltall anschaut, sieht man, dass sie als Ansammlungen, sogenannte **Cluster**, auftauchen. In Schlieren, Klumpen und Büscheln und dazwischen – nichts.



Du solltest auch wissen, dass sich die Galaxien immer weiter auseinanderbewegen. Die meisten bewegen sich von uns weg. Und je weiter ein Sternsystem von unserer Galaxie, der Milchstraße, entfernt ist, desto schneller scheint es zu gehen. Als hätten sie es besonders eilig, von uns wegzukommen!

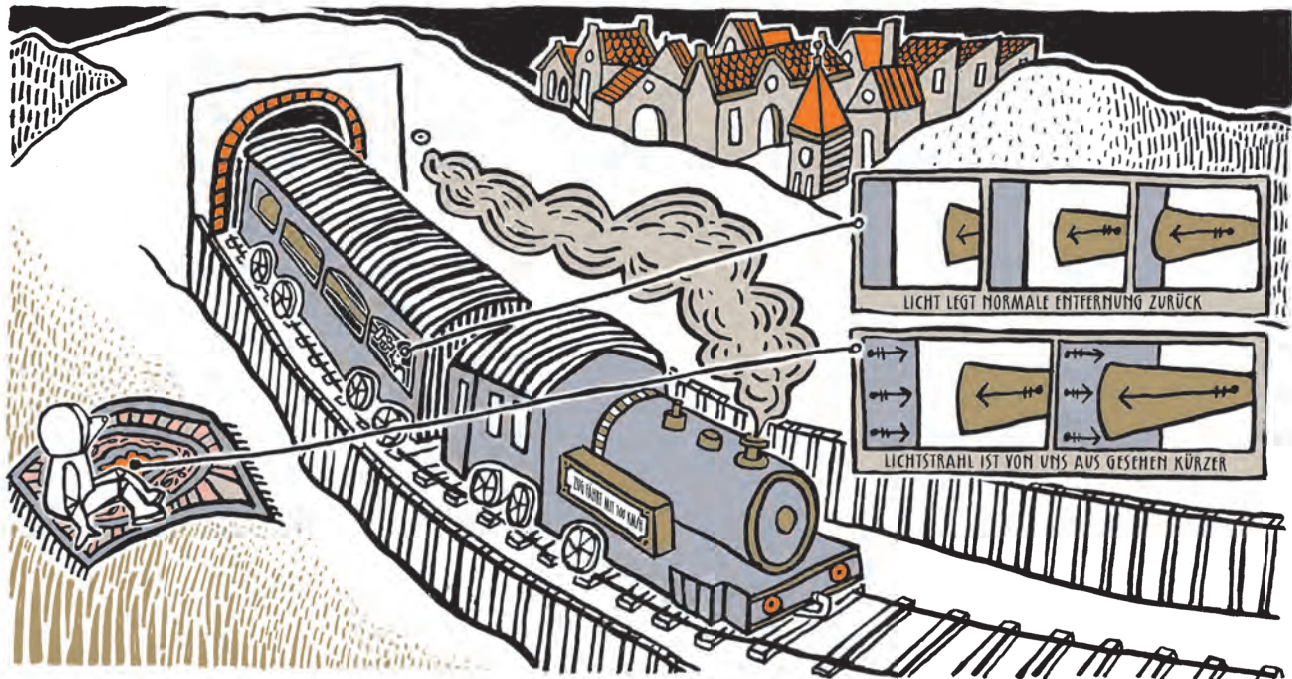
So sieht also unser Weltall, unser **Universum**, aus. Sind wir jetzt am Ziel? Haben wir jetzt alles? Nein, wahrscheinlich nicht! Aber was es sonst noch gibt, hebe ich mir noch einen Moment für später auf ...

### KURZ MAL INNEHALTEN

Es gibt also wahrscheinlich etwa zweitausend Milliarden Galaxien im Weltall. Und die haben wiederum Dutzende oder Hunderte Milliarden Sterne. Und um diese Sterne kreisen wieder gigantisch viele Planeten – so unvorstellbar viele, dass auf diesen entfernten Planeten mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auch Leben entstanden ist. Vielleicht sogar viel intelligenteres Leben als auf unserem Planeten. Die Wahrscheinlichkeit, mit diesem außerirdischen Leben in Kontakt zu treten, ist allerdings sehr klein. Allein schon die Reise zu einem solchen Planeten würde mit einer normalen Rakete sicherlich Milliarden Jahre dauern. Und wenn wir heute von Wesen auf einem fernen Planeten entdeckt würden und sie uns eine Nachricht schicken wollten, würde es mindestens ein paar Jahrhunderte dauern, bis wir sie erhalten.

## 1000 METER, DIE KEIN KILOMETER SIND, UND 60 MINUTEN, DIE LANGSAMER VERGEHEN ALS 1 STUNDE

Wir sehen, wie Licht sich immer mit Lichtgeschwindigkeit durch die Luft bewegt. Das ist so ungefähr das unumstößlichste Gesetz der Welt. Dieses Gesetz kommt noch vor dem Gesetz über die Minute, die eine Minute dauert, oder dem Gesetz über den Meter, der immer einen Meter lang ist. Jetzt pass mal auf.



Du errätst es wahrscheinlich schon: Mona leuchtet nach links und sieht das Licht ganz normal mit Lichtgeschwindigkeit. Wir sehen, wie sich der Zug sehr schnell bewegt. Und auch wenn das Licht entgegen der Fahrtrichtung scheint, sehen wir es trotzdem mit voller Lichtgeschwindigkeit. Nichts Neues also. Aber jetzt kommt es ... Von Mona aus gesehen, braucht der Lichtstrahl länger als für uns, um die Rückwand des Waggons zu erreichen. Sie sieht, wie der Lichtstrahl die normale Entfernung bis zur Waggonwand zurücklegt. Aber wir sehen, wie sich das Ende des Zugs auf den Lichtstrahl zubewegt. Sie kommen sich also entgegen. Wir sehen daher schneller als Mona, wie der Lichtstrahl die hintere Waggonwand erreicht! Weil sich Lichtstrahl und Rückseite des Waggons aufeinander zubewegen, ist der Abstand kürzer geworden. Von uns aus gesehen müsste die Länge des Zugs geschrumpft sein. Denn wenn die Reisezeit kürzer geworden ist, während die Geschwindigkeit gleich bleibt, kann ja nur der Abstand kürzer geworden sein!

Je schneller du reist, desto kürzer wird die Strecke. Das kannst du glauben oder nicht. Kein Wunder, dass der jamaikanische Sprinter Usain Bolt fast all seine Wettkämpfe gewann: Er rannte am schnellsten und lief dadurch die kürzeste Strecke! Das war natürlich nicht ganz ernst gemeint. Bei unseren Geschwindigkeiten hier auf der Erde merkst du das nicht, aber bei den enormen Geschwindigkeiten im Weltraum spielt es eine große Rolle.



Es gibt die unterschiedlichsten Uhren in den verschiedensten Größen. Und Mona hat eine ganz besondere Uhr: Sie funktioniert mit Lichtsignalen. Vom Zugboden geht ein Signal geradewegs nach oben zur Decke. Wenn das Signal oben ankommt, geht im selben Moment ein Signal zurück – am laufenden Band, ständig rauf und runter. Wir kennen die Lichtgeschwindigkeit und den Abstand zwischen den Lichtsignalen. Wir wissen also genau, wie lang ein solcher Lichtimpuls braucht, um von unten nach oben zu gelangen. Indem du die Anzahl der Lichtimpulse notierst, kannst du genau berechnen, wie viel Zeit verstreicht.

Sagen wir, es ist eine Sekunde vorbei, wenn die Lichtstrahlen 75 000 Mal rauf und runter gegangen sind. Der Zug steht und wir sehen die Lichtimpulse genauso schnell wie Mona. Unsere Uhren gehen gleich.

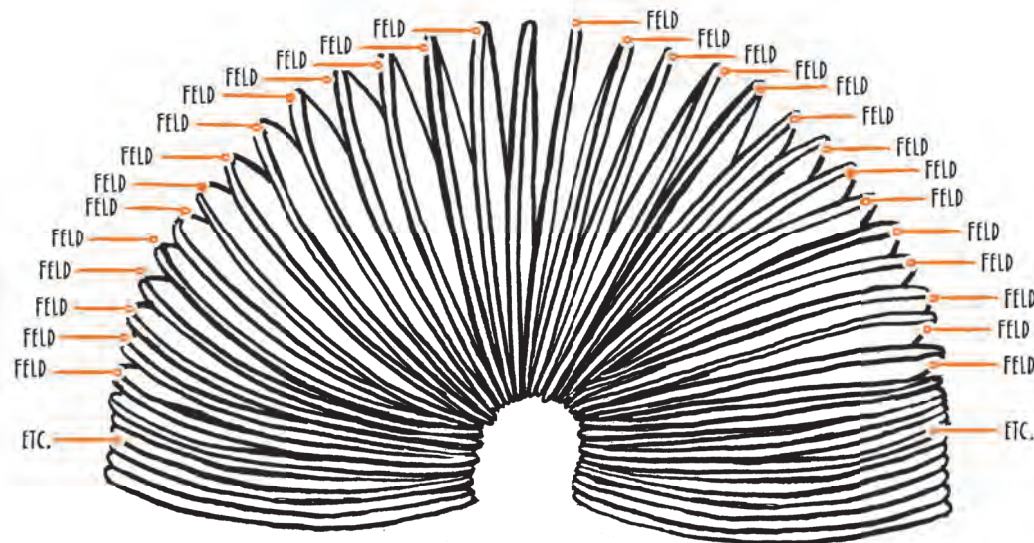


Auf dieser Abbildung geschieht das Gleiche, nur fährt der Zug jetzt superschnell. Mona ist das egal. Bei jeder 75 000sten Bewegung hinauf und hinunter ist für sie eine Sekunde verstrichen. Sie sieht die Lichtstrahlen noch immer gerade rauf- und runtergehen – der schnellste Weg von unten nach oben und zurück. Aber für uns gehen die Lichtimpulse anders.

Wir sehen sie in schrägen Linien von unten nach oben und wieder zurückgehen, weil sie sich mit dem Zug bewegen. Ein Huhn, das quer über die Straße läuft, legt eine längere Strecke zurück als ein Huhn, das die Straße gerade überquert. Wir sehen, wie die Lichtstrahlen also auch eine größere Strecke zurücklegen. Und wie wir wissen, ist die Geschwindigkeit des Lichtstrahls genauso schnell wie die von Mona gemessene. Es dauert also länger, bevor wir jeden Lichtstrahl ankommen sehen. Wir sehen, dass Monas Uhr langsamer geht. Mona selbst merkt davon nichts, sie sieht ihre Uhr in normaler Geschwindigkeit ticken. Aber dennoch muss die Zeit für sie langsamer vergehen als für uns. Scheint das so, weil wir es so sehen, oder ist das so? Es ist so. Monas Uhr geht wirklich langsamer.

## 2 FRAGEN, DIE DU NICHT HATTEST UND AUF DIE DU NIE EINE ANTWORT WOLLTEST

Die Welt ist wieder etwas logischer geworden, seit alles aus winzigen Energiefeldern zu bestehen scheint. Plötzlich ist es nicht mehr seltsam, dass ein Elektron nicht überall durchpasst. Denn ein Feld ist nicht unendlich klein. Du verstehst jetzt auch, dass Masse zu Energie werden kann: Beides sind Felder, nur verhalten sie sich unterschiedlich. Und dass Teilchen sich wie Wellen verhalten, ist jetzt auch verständlicher. Quantenmechanik ist etwas weniger verrückt, als wir dachten, auch wenn in der Welt der Quanten schon noch sehr seltsame Sachen passieren, die wir nicht verstehen. Wir haben mittlerweile also etliche Geheimnisse aufgeklärt. Aber am Ziel sind wir noch lange nicht.



### DIE FORM DES WELTALLS

So gibt es noch ein paar Rätsel, die damit zu tun haben, aber noch nicht dran gewesen sind. Die Form des Weltalls ist ein solches Problem. Darüber hatten wir schon gesprochen, doch noch nicht über alles. Denk mal über Folgendes nach: Wenn du gerade nach oben schaust und weiter und immer weiter in den Weltraum hinein, schaust du in der Zeit zurück. Und stell dir vor, das Weltall wäre so klar wie Glas gewesen, dann hätten wir unglaublich weit zurückschauen können, bis zum Urknall. Aber wenn du in die andere Richtung schaust, würdest du genau das Gleiche sehen. Egal, wohin du gucken würdest – immer würdest du beim Urknall landen. Dafür braucht es eine sehr merkwürdige Form, die wir uns nicht vorstellen können. Das Weltall war damals schon überall und ist es jetzt noch immer.

Darum ist die Richtung egal – du schaust immer in Richtung Urknall.

Außerdem stellt sich die Frage, wie diese Form konstruiert ist. Unser Weltall könnte gekrümmt sein, genau wie die Erde. Würdest du auf unserer Erdkugel immer nur geradeaus reisen, kämst du am genau gleichen Punkt wieder an. Das könnte in unserem Weltall genauso sein – wenn du nur lange genug unterwegs wärst, würdest du wieder am selben Punkt landen und könntest deine Freunde ganz schön erschrecken, weil du plötzlich hinter ihnen auftauchen würdest! Und wenn jemand in einem Meter Entfernung mit dir reisen würde, würdest du diese Person wegen der Krümmung eine sehr lange Zeit nicht mehr sehen, aber später würdest du ihr doch wieder begegnen.

## SCHNURGERADE

Unser Weltall könnte auch umgekehrt gekrümmt sein, wie der Trichter einer Tuba. Dann biegst du immer weiter ab, je weiter du reist, und kommst nie mehr am Ausgangspunkt an. Und ein Mitreisender mit einem Meter seitlichem Abstand entfernt sich dann auch immer weiter von dir. Kerzengerade könnte unser Weltall aber auch sein. Wer dann in einem Meter Entfernung mit dir unterwegs ist, bleibt auf einem Meter Abstand. Physiker nennen das ein »flaches« Weltall. Aber Physiker sollten sich eigentlich keine Namen mehr ausdenken dürfen. Denn wie kann etwas, das vierdimensional ist, nun flach sein?

Das Witzige ist, dass du mit dem Babyfoto des Weltalls und ein wenig Mathematik, die du auf der weiterführenden Schule lernst, genau berechnen kannst, wie das Weltall aussieht.

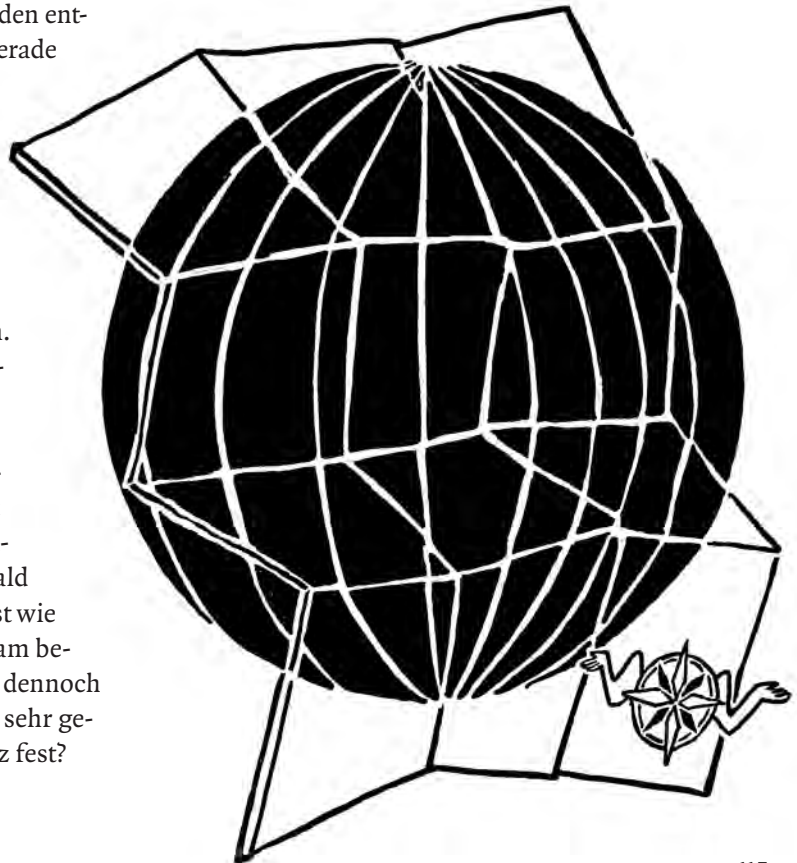
Und was stellt sich heraus? Das Weltall ist flach. Na ja, nicht wirklich flach, aber es hat die Form, die Physiker als »flach« bezeichnet haben. Das Weltall ist nicht gekrümmt. Du hast keine Ahnung, wie besonders das ist! Zeichne mal eine vollkommen gerade Linie von einem Meter Länge. Und stell dir vor, du würdest diese Linie verlängern. Du machst sie so lang, dass sie an den entferntesten Galaxien vorbeikommt. Egal, wie gerade du diese Linie auch zeichnen würdest – sogar mit einem vollkommen geraden Lineal: Wenn es auch nur die geringste Abweichung gäbe, würde diese auf eine so lange Entfernung enorm groß. Deine Linie würde letzten Endes total krumm.

Unser Weltall begann einst unvorstellbar klein. Das bedeutet, dass es schon von Anfang an absolut gerade gewesen sein muss. Sonst hätten wir ein krummes Weltall bekommen. Das ist vielleicht schwer vorstellbar – vergleiche es daher einmal mit einer Bowlingkugel, die du mit sehr wenig Schwung wirfst. Wenn du diese Kugel nicht extrem gerade wirfst, wird sie sehr bald schon neben der Bahn landen. Unser Weltall ist wie eine Bowlingkugel, die sich unheimlich langsam bewegt und über die gesamte Länge des Weltalls dennoch schnurgerade bleibt. Na, da musst du wirklich sehr genau werfen! Oder vielleicht doch heimlich ganz fest?

## WARUM IST ES IN JEDEM WINKEL DES WELTALLS GLEICH WARM?

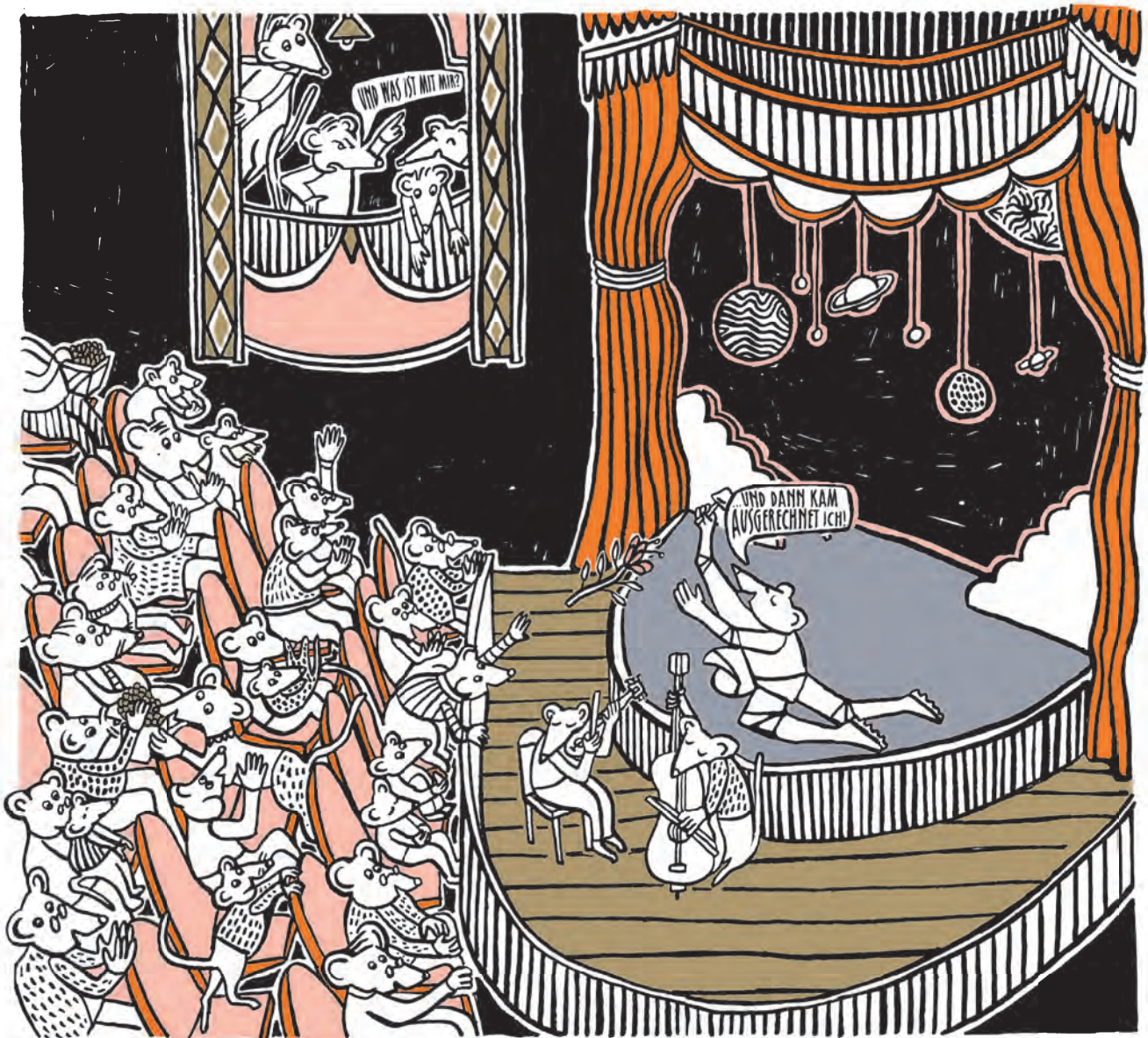
Und dann gibt es noch ein weiteres Problem. Wenn du dir das Babyfoto des Weltalls anschaust, dann siehst du, dass die Strahlung überall nur ein paar Millionstel abweicht. Stell dir vor, du hättest ein Feuer im Kamin, das du auf die Größe des Weltalls erweitern würdest. Dann müsstest du riesige Temperaturunterschiede bekommen. Das würde auch bei einer sehr kleinen Flamme passieren und sogar schon beim winzigsten Funken. Dennoch ist die Strahlung im Weltall überall ungefähr gleich. Verdächtig gleich. Als wäre alles irgendwann einmal miteinander verbunden gewesen. Das kann jedoch nicht sein, weil alles so weit voneinander entfernt ist.

Ich gebe zu, dass dies keine spektakulären Rätsel sind. Ich dachte selbst auch hin und wieder »na und?«, als ich zum ersten Mal etwas darüber las. Doch den Sternforschern lag die Sache ganz schön im Magen. Für einen Wissenschaftler muss nun mal alles stimmen. Aber wichtiger noch: Die Antwort auf die beiden Fragen aus diesem Kapitel verrät uns viel über den Beginn des Weltalls.



## 8 URGROSSELTERN, 16 URURGROSSELTERN, 32 URURUR...

**H**ast du mal darüber nachgedacht, was für ein Zufall es ist, dass du, ausgerechnet du, hier auf Erden bist? Wenn sich deine Eltern nicht begegnet wären, gäbe es dich nämlich gar nicht. Aber deine Eltern hätte es nicht gegeben, wenn deine Großeltern sich nicht begegnet wären. Diese vier Großeltern wiederum verdanken ihr Leben deinen acht Urgroßeltern. Also auch deinen sechzehn Ururgroßeltern und zweiunddreißig Ururur... Du verstehst schon: So kannst du sehr, sehr, sehr lange weitermachen. Und weißt du was? Ein einziges Hindernis in dieser endlosen Reihe hätte schon gereicht, um dafür zu sorgen, dass du nicht auf der Welt wärest. Dein Leben ist die Folge einer Aneinanderreihung von unvorstellbar vielen Zufällen.





Andererseits ist das mit dem Zufall vielleicht gar nicht so tragisch. Wenn einer deiner männlichen Vorfahren zum Beispiel nicht existiert hätte, wäre deine weibliche Vorfahrin vielleicht mit einem anderen Mann verheiratet gewesen und daraus wären auch wieder Kinder entstanden. Du wärst dann nie geboren worden. An deiner Stelle gäbe es möglicherweise Dina Mielke und Marco Wuttke, die es jetzt nicht gibt. Sie hätten es dann einen extrem großen Zufall gefunden, dass es ausgerechnet sie gibt.

### WENN ES KEINEN MOND GEGEBEN HÄTTE

Dasselbe gilt für das Leben auf unserem Planeten. Stell dir vor, es wäre kein Mond um die Erde gekreist. Dann hätte das Leben auf der Erde ganz anders ausgesehen. Nachts gäbe es viel weniger Licht. Dann hätten mehr Lebewesen wie Fledermäuse auf der Erde gelebt, Tiere, die im Dunkeln so etwas wie ein »Echo-Sinnesorgan« nutzen. Oder stell dir vor, die Sonne wäre weiter von uns entfernt gewesen. Dann wäre es hier kälter gewesen und es wären weniger Reptilien herumgekrochen, denn sie brauchen die Sonne, um warm zu werden. Statt der Reptilien hätte es bestimmt mehr Tiere mit einem dicken Fell gegeben. Übrigens – ohne Mond oder mit einer so weit entfernten Sonne hätte es uns wahrscheinlich auch nicht gegeben. Vielleicht hätten dann ja Wesen auf der Erde gelebt, die viel intelligenter wären als wir. Wesen, denen es mühelos gelingt, einen Bettbezug zu wechseln, oder Wesen, die Verpackungen entwerfen können, aus denen man auch den letzten Rest Ketchup leicht herausbekommt. Oder die uns mit Gewissheit sagen können, wie unser Weltall entstanden ist ...



### WARUM TREIBT EIS AUF DEM WASSER?

Oder denk dir mal den Fall, dass die Naturgesetze ganz anders funktionieren würden. Zum Beispiel Wasser: Fast alle Stoffe schrumpfen, wenn sie kälter werden. Wasser dagegen dehnt sich aus. Wäre das nicht der Fall, wäre kein Leben auf der Erde möglich. Denn weil Wasser sich ausdehnt, wenn es friert, ist Eis, das den gleichen Raum einnimmt wie Wasser, leichter als dieses. Das ausgedehnte Eis hat weniger Moleküle pro Kubikzentimeter als Wasser. Ein Kubikzentimeter Eis ist daher weniger schwer und treibt oben. Würde das Eis sinken, entstünde eine dicke Eisschicht am Boden von kalten Stellen, wie am Nordpol und am Südpol. Die Eiseskälte über dem Meerwasser würde dafür sorgen, dass dessen oberste Schicht dort immer wieder schnell gefriert und auch wieder sinkt. Und so käme immer mehr Eis dazu. Die Umgebung der Pole würde sich schon bald in einen einzigen großen Eisklumpen verwandeln. Dadurch würden die Meere viel kälter werden und auch schneller zufrieren. Schließlich würde die ganze Erde zu einer großen Eiskugel werden. Aber vielleicht hätte dieses »Sinkeis« ja auch wiederum das Leben auf einem ganz anderen Planeten ermöglicht. Das könnte sein.

### GAR KEINE WELT

Wenn es keine Verdunstung gäbe, hätten wir keinen Regen. Wenn Bäume und Pflanzen keinen Sauerstoff produzierten, würde es vollkommen andere Tiere geben. Würde warme Luft nicht nach oben steigen, müssten wir vor Hitze ersticken. Und so kannst du noch viel mehr aufzählen. Die auf der Erde geltenden Naturgesetze haben unser Leben erst ermöglicht. Würden sie anders funktionieren, gäbe es uns nicht. Aber vielleicht wären dann ganz andere Tiere und Pflanzen entstanden oder es hätte sogar überhaupt kein Leben gegeben. Alles Leben auf der Erde hängt vom Zufall ab.

Und doch ist kein Zufall wie der andere. Denn du kannst diese Art Fragen auch zu unserem Weltall stellen und das ist dann eine ganz andere Geschichte. Ein paar winzige Änderungen hätten schon gereicht, um dafür zu sorgen, dass es gar keine Welt gäbe ...

---

# REGISTER

---

## A

Andromedagalaxie 46, 153  
Anfang siehe Beginn  
Antiteilchen 67, 68–69, 118, 142, 154  
Antimaterie 67  
Antiquark 67  
Atom 27, 29, 30–31, 34–35, 52–53, 59, 69, 107, 110–111, 118, 147, 153–154

---

## B

Beginn 13, 35, 41, 61, 63, 65, 66–68, 81, 115, 117, 119–120, 134, 137, 154  
Beschleunigung 55, 90–92  
Boson 31, 113

---

## C

CERN 110–112, 127, 132  
Cluster 44, 69  
Computerspieltheorie 151

---

## D

Dimension 35, 94–95, 97, 115, 120–123  
Dunkle Energie 57, 104, 110, 119, 152–153, 154  
Dunkle Materie 13, 51–53, 57, 104, 142  
Dreidimensional 94–95, 97

---

## E

$E = mc^2$  31, 76–79, 81, 121  
Eindimensional 94  
Einstein, Albert 31, 73–74, 76–79, 81–83, 93–94, 98, 103, 105, 109, 117, 123–124, 138–139  
Eisen 27, 29, 34–35, 59, 113  
Elektromagnetische Strahlung 59–61  
Elektromagnetische Kraft 52–53, 67, 68, 117, 121  
Elektron 30–31, 52–53, 59, 67, 69, 107, 109–110, 112–114, 121, 153–154  
Energie 57, 59–64, 67–69, 78–79, 81, 104–105, 110, 113–114, 117–121, 123, 127, 152–154

Energieerhaltungssatz 81  
Energiefeld 113–114, 154  
Entstehen 24–25, 35, 42–45, 57, 65–69, 81, 103, 118–119, 123–124, 134, 137, 138, 141–145, 154  
Erde 20–21, 23, 24–25, 42–43, 46, 48–49, 54–55, 79, 81, 88–92, 140–142  
ESA 51  
Explosion 24–25, 34, 53, 67, 126, 145

---

## F

Flaches Weltall 115

---

## G

Galaxie (siehe auch Sternsystem) 21, 24, 38, 43–50, 55–57, 62, 69, 83, 97, 109, 115, 119, 121, 133, 142, 151–153  
Gase 22, 25, 29, 42–43  
Gedankenexperiment 53, 82, 85, 88, 98  
Gehirn 29, 61, 151  
Geschwindigkeit 21, 25, 43, 49–51, 54–55, 59, 62, 65, 67, 77, 83–91, 93, 109, 111, 121, 127  
Gluon 31  
Gold 35  
Griechen 27

---

## H

Hawking, Stephen 103, 155  
Helium 22, 27, 30, 34–35, 63, 65, 69  
Higgs-Boson 113  
Higgs-Feld 113, 142  
Higgs-Teilchen 113

---

## I

Infrarot 61  
IRAS 20324 23–24

---

## J

Jupiter 42, 54

---

## K

Kernkraft 52, 67–68, 79, 121  
Kohlenstoff 34–35  
Kohlenstoffatom 26–27, 29, 59  
Kohlenstoffdioxid 29  
Komet 42, 51  
Kosmische Strahlung 61  
Krümmung, gekrümmt 49, 93, 97, 98, 114–115, 116, 145

---

## L

Ladung 52–53, 137  
Licht 20–23, 25, 29, 34–35, 43–44, 46–47, 57–62, 76–77, 81, 84–86, 93, 97–99, 105, 109, 116–117, 127  
Lichtgeschwindigkeit 43, 47, 62, 77–79, 81, 85–87, 98, 109, 117, 123, 133  
Lichtjahr 23–24, 43, 69, 97, 108  
Lichtstrahl 44, 62, 76–77, 86–87, 93, 106  
LIGO 125–127, 132  
Lithium 30, 35

---

## M

Magnetisches Feld 113  
Mars 21, 24, 34, 42, 81  
Masse 78–81, 99, 110, 112–114, 121  
Massenerhaltungssatz 80–81  
Materie 26, 43, 50–53, 57, 64–65, 67, 81, 117, 154  
Merkur 42  
Meteoroid 42  
Milchstraße 24, 43–46, 48–50, 69, 83, 99, 145, 153  
Mikrowellenstrahlung 61  
Moleküle 27–29, 31, 65, 99, 107, 110, 118, 137, 141, 143  
Mond 21, 42, 48, 54, 79, 141  
Multiversum 145, 147–149, 155  
Myon 112

---

## N

Neon 22  
Neutrino 31, 51, 69, 153  
Neutron 31, 69  
Neutronenstern 43

---

## O

Oganesson 30  
Orion 21, 43  
Ouroboros 152

---

## P

Paralleluniversen 148, 154  
Philae 51  
Photon 31, 59–65, 68, 77, 81, 105–109, 113, 121, 130, 148, 153  
Planet 21–25, 34, 38, 42–43, 45–46, 48, 50, 59, 62, 65, 81, 92–93, 117, 121, 137–138, 141–142, 147, 153–154  
Pluto 42  
Positron 67  
Proton 30–31, 35, 52–53, 69, 111, 113  
Proxima Centauri 21  
Pulsar 43

---

## Q

Quant 59, 105–106, 109–114, 120–121, 123, 132  
Quantenfelder 113  
Quantenmechanik 104–106, 109, 114, 123, 148  
Quantenfluktuation 119, 136–137, 142, 144, 154  
Quarks 31, 67, 69, 110, 112–113, 121, 142  
Quantengravitation 123  
Quasar 44

---

## R

Radio 61–62  
Radioteleskop 62  
Radiowellen 61, 105  
Relativitätstheorie 83, 123  
Religion 132–133, 136, 139, 151  
Röntgenstrahlung 61  
Roter Riese 42  
Raum, Weltraum 20–21, 23, 24–25, 34–35, 46–49, 51, 54, 57, 61–62, 64, 77, 79, 81–83, 85–86, 88–95, 97–99, 113–114, 116–119, 124, 127, 133, 145–147, 153  
Raumzeit 89, 93–95, 124

---

## S

Saturn 23, 42  
Sauerstoff 20, 22, 27, 29, 34–35, 42, 49, 141  
Sauerstoffatome 26–27, 29  
Schall 77, 98, 105, 126–127  
Schöpfer 12, 133–139, 143, 145, 149, 154  
Schwache (Kern-)Kraft 52–53, 68  
Schwarzes Loch 13, 35, 43–44, 48, 61–62, 91, 93, 98–99, 124, 126–127, 153  
Schwarzer Zwerg 43

---

---

Schwefel 35  
Schwerkraft 42, 48–49, 50, 52–55, 65, 68, 79, 89–93, 99,  
117, 121, 154  
Schwerkraftwelle, auch Gravitationswelle 124–127  
Schwingung 105, 121, 125  
Silber 35  
Sombbrero-Nebel 46  
Sonne 12, 20–26, 31, 35, 42–43, 46, 48, 54, 61–62, 69,  
80–81, 83, 117, 141, 149, 151, 153  
Sonnensystem 23, 42  
Starke (Kern-)Kraft 52–53, 68, 121  
Stein der Weisen 34–35, 152  
Stern 12–13, 21–26, 29–31, 34–35, 38, 42–45–51, 57, 59,  
62, 65, 69, 81, 92–93, 97–98, 121, 126–127, 137, 142,  
153–154  
Sternbild 21, 23, 43, 151  
Sternforscher 44, 50–51, 55, 57, 59, 115, 127, 132, 143  
Sternschnuppe 42  
Sternsystem (siehe auch Galaxie) 24, 38, 44–50, 55–57, 69,  
97, 119, 121  
Stickstoff 22, 27  
Strahlung 25, 43, 59–62, 64, 69, 115, 127  
Stringtheorie 121, 123  
Strudelnebel 46  
Supernova 25, 29, 34–35, 42–43, 61–62, 151, 154

---

## T

Tauon 112  
Teilchen 13, 21, 25, 27, 29, 30–31, 34–35, 38, 51–53, 59,  
67–69, 79, 81, 85, 104–113, 118, 121, 123, 130, 142,  
148, 154  
Teilchenbeschleuniger 110–111, 123, 127  
Teleskop 21, 23–24, 31, 61–62, 133  
Thomson, George Paget 154  
Thomson, Joseph John 154

---

## U

Ultraviolett 61  
Unendlich (Unendlichkeit) 12, 97, 122, 144–147, 149  
Universum 12–13, 25, 31, 38, 44–45, 55, 57, 61, 64, 69, 74,  
81, 93, 96–97, 99, 116, 119–121, 124, 133, 139, 142–145,  
147, 148–149, 151, 153–155  
Urknall 65–67, 69, 81, 114, 120, 124, 138, 142, 144, 154  
UY Scuti 42

## V

Vakuum 118–119  
Vakuumentnergie 119  
Venus 21, 24, 42  
Verschränkung 108  
Vierdimensional 97, 115

---

## W

Wärmestrahlung 64  
Wasser 21, 29, 42, 77, 106, 118, 124, 141, 151  
Wasserstoff 22, 27, 30, 34–35, 63, 65, 69  
Wasserstoffatom 26–27, 30, 59, 118  
Welle 60–62, 105–110, 114, 124–127, 148  
Welt 13, 27, 42, 63, 94, 109–111, 113–114, 123, 135, 138–141,  
148, 151, 154  
Weltall 12–13, 19, 21, 23–26, 31, 34–35, 37–38, 41–46, 48–57,  
61–69, 76–77, 81–83, 89, 91, 93, 96–97, 103, 106, 110,  
113–117, 119–122, 124, 126–127, 129–130, 133–134,  
136–137, 139, 141, 143–147, 149, 151–154  
Weißer Zwerg 43  
Wurmloch 99

---

## Z

Zeit 19–21, 23–25, 34–35, 43, 57, 66, 77, 82–83, 86–89, 91,  
93–95, 98–99, 114, 117, 133, 153–154  
Zeitreise 19–25, 34–35, 63, 77, 98–99  
Zeitreisen 13, 19, 21, 24, 77, 83, 98–99, 153, 154  
Zucker 27, 29  
Zweidimensional 94, 97  
Zwergplanet 42







## DAS GEHEIMNIS, WIE AUS NICHTS ETWAS WURDE

Wie ist unser Weltall entstanden? Ist es möglich, in die Vergangenheit zu sehen? Bestehen wir wirklich aus dem Stoff, aus dem die Sterne sind? Warum kann nichts schneller sein als das Licht? Diesen und vielen anderen spannenden Fragen geht Erfolgsautor Jan Paul Schutzen in diesem Buch auf humorvolle und packende Weise nach. Er lädt zu verblüffenden Gedankenexperimenten ein, entführt uns in die schwindelerregende Welt der Supernovae, Schwarzen Löcher, Roten Riesen und Weißen Zwerge und macht mit Einstein und seinen genialen Theorien bekannt.



GERSTENBERG

www.gerstenberg-verlag.de  
ISBN 978-3-8369-6038-0



9 783836 960380

26,00 € (D)