

Lucy und Stephen Hawking
Zurück zum Urknall – Die große Verschwörung

Lucy und Stephen Hawking

Zurück zum Urknall – Die große Verschwörung

Aus dem Englischen von
Irene Rumler



cbj ist der Kinder- und Jugendbuchverlag
in der Verlagsgruppe Random House



Verlagsgruppe Random House FSC-DEU-0100
Das für dieses Buch verwendete FSC®-zertifizierte Papier
EOS liefert Salzer Papier, St. Pölten, Austria.

Gesetzt nach den Regeln der Rechtschreibreform

1. Auflage 2011

© 2011 für die deutschsprachige Ausgabe cbj, München

Alle deutschsprachigen Rechte vorbehalten

© 2011 für die Originalausgabe by Lucy Hawking

Die englische Originalausgabe erschien 2011 unter dem Titel

»George and the Big Bang«

bei Random House Children's Books, London

Übersetzung: Irene Rumler

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Markus Pössel

Umschlagabbildung und Innenillustrationen: Quint Buchholz

Wissenschaftliche Illustrationen: Garry Parsons

Umschlaggestaltung: Basic-Book-Design, Karl Müller-Bussdorf

Ku · Herstellung: CB

Satz und Reproduktion: Uhl + Massopust, Aalen

Druck: Pustet, Regensburg

ISBN: 978-3-570-13503-7

Printed in Germany

www.cbj-verlag.de

*Für Willa, Lola und George,
Rose, George, William und Charlotte*

DIE NEUESTEN WISSENSCHAFTLICHEN THEORIEN

Die Geschichte enthält eine Reihe fabelhafter Beiträge über wissenschaftliche Themen, die einen guten Einblick in einige ganz aktuelle Theorien geben. Geschrieben wurden sie von folgenden herausragenden Wissenschaftlern:

Die Entstehung des Universums Seite 69

von Stephen Hawking
Universität Cambridge, England

Die dunkle Seite des Universums Seite 170

von Dr. Michael S. Turner
Universität Chicago, USA

**Mathematik ist erstaunlich nützlich, um das Universum
zu verstehen** Seite 207

von Dr. Paul Davies
Arizona State University, USA

Wurmlöcher und Zeitreisen Seite 251

von Dr. Kip S. Thorne
California Institute of Technology, USA

SACHWISSEN FÜR SPEZIALISTEN

In der Geschichte selbst sind jede Menge wissenschaftliche Details enthalten, aber es gibt auch Einschübe, in denen Fakten und Informationen zu einem bestimmten Thema zusammengefasst wurden. Vielleicht möchte sich der eine oder andere Leser diese Seiten ja gern gesondert durchlesen:

Unser Sonnensystem	Seite 18
Probleme, vor denen unser Planet steht	Seite 23
Die Theorie von Allem	Seite 39
Der Mond	Seite 59
Der Urknall – ein wissenschaftlicher Vortrag	Seite 87
Die Expansion des Universums	Seite 117
Vakua	Seite 128
Raum, Zeit und Relativität	Seite 144
Andromeda	Seite 150
Gleichförmigkeit	Seite 153
Teilchenkollisionen und Feynman-Diagramme	Seite 164
Der Large Hadron Collider (LHC)	Seite 179
Singularitäten	Seite 221
Die Quantenwelt: Unschärfe und Schrödingers Katze	Seite 240
11 Dimensionen!	Seite 282

KAPITEL 1

AN WELCHEM Ort im Universum würde ein Schwein wohl am liebsten leben?, schrieb Annie auf der Tastatur von Cosmos, dem Supercomputer. »Cosmos weiß das bestimmt«, erklärte sie. »Bestimmt findet er für Freddy was Besseres als diese lausige alte Farm.«

Eigentlich war die Farm, auf der das Schwein Freddy zurzeit lebte, völlig in Ordnung; zumindest schienen sich alle anderen Tiere dort sehr wohlfühlen. Nur Freddy, Georges heiß geliebtes Schwein, war kreuzunglücklich.

»Ich habe ein furchtbar schlechtes Gewissen«, sagte George zerknirscht, während Cosmos, der klügste Computer auf der ganzen Welt, seine Millionen und Abermillionen Dateien durchforstete, um Annies Frage zu beantworten. »Freddy war so sauer, dass er mich nicht mal angeschaut hat.«

»*Mich* hat er angeschaut«, entgegnete Annie hitzig und starrte finster auf den Monitor. »Ich habe eindeutig gesehen,

wie er mir mit seinen Schweineaugen eine Botschaft geschickt hat. Und zwar: *Hilfe! Holt mich hier raus!*«

Der Besuch bei Freddy – ein Tagesausflug auf die Farm gleich außerhalb der kleinen Universitätsstadt Foxbridge, in der George und Annie lebten – war alles andere als fröhlich verlaufen. Als Annies Mutter Susan die beiden am Spätnachmittag abholte, traf sie zu ihrer Verwunderung George mit wütend gerötetem Gesicht an, und Annie war den Tränen nahe.

»George! Annie!«, sagte Susan. »Was ist denn bloß los mit euch beiden?«

»Es ist wegen Freddy«, platzte Annie heraus, während sie sich auf den Rücksitz des Autos warf. »Er findet es schrecklich auf der Farm.«

Freddy war Georges Haustier. Er hatte ihn als kleines Ferkel von seiner Großmutter zu Weihnachten bekommen. Georges Eltern waren engagierte Umweltschützer, was auch bedeutete, dass sie nicht viel für Geschenke übrig hatten. Es missfiel ihnen, dass die vielen kaputten, ungeliebten Spielsachen, die von Weihnachten übrig blieben und weggeworfen wurden, zu gewaltigen Bergen aus altem Plastik und Metall anwuchsen, die über die Weltmeere trieben, dabei Wale erstickten und Möwen erdrosselten, oder sich an Land zu riesigen Müllhalden auf türmten.

Georges Großmutter wusste, dass es wenig Sinn hatte, George ein normales Geschenk zu machen; seine Eltern würden es so-

fort zurückgeben, und alle würden sich nur aufregen und wären sauer. Wenn er sein Weihnachtsgeschenk behalten sollte, musste sie sich deshalb etwas Besonderes einfallen lassen – etwas, das dem Planeten zu Gute kam, statt ihn zu zerstören.

So kam es, dass George an einem kalten Heiligabend vor der Haustür einen Pappkarton vorfand. Er enthielt ein kleines rosa Ferkel und eine Nachricht von seiner Großmutter: *Kannst du diesem Schweinchen ein nettes Zuhause geben?* George war hellauf begeistert. Er hatte ein Weihnachtsgeschenk bekommen, das seine Eltern ihm lassen mussten; und was noch besser war: Jetzt hatte er ein eigenes Schwein.

Das Problem mit kleinen rosa Ferkeln ist allerdings, dass sie größer werden. Größer und immer größer, bis sie riesengroß sind – zu groß für den Garten hinter einem gewöhnlichen Reihenhaus mit einem schmalen Streifen Grün und einem bescheidenen Gemüsebeet zwischen den beiden Zäunen, die ihn von den Nachbargärten trennten. Aber Georges Eltern waren ausgesprochen liebenswürdige Menschen, und so durfte Freddy, wie George das Schwein getauft hatte, in seinem Schweinestall im Garten bleiben, bis er eine gewaltige Größe erreicht hatte, die eher zu einem Elefantenbaby passte als zu einem Schwein. George war es egal, wie groß Freddy wurde. Er liebte sein Schwein und verbrachte viele Stunden bei ihm im Garten, erzählte ihm etwas oder saß in seinem riesigen Schatten und las Bücher über die Wunder des Weltalls.

Doch Georges Vater Terence hatte Freddy nie so recht gemocht. Freddy war zu groß, zu schweinemäßig und zu rosa, er tanzte zu gern über Terence' sorgfältig angelegtes Gemüsebeet, zertrampelte seinen Spinat und seinen Brokkoli und mampfte unbekümmert das grüne Kraut der Karotten. Im vergangenen Sommer, kurz vor der Geburt der Zwillinge, war die ganze Familie verreist. Terence hatte in Windeseile einen Platz für Freddy auf einer Streichelfarm für Kinder in der Nähe gefunden und George versprochen, sobald sie alle zurück seien, dürfe das Schwein wieder nach Hause kommen.

Doch dazu kam es nie. George und seine Eltern kamen von ihrer abenteuerlichen Reise zurück, und ihre unmittelbaren Nachbarn – der Wissenschaftler Eric, seine Frau Susan und ihre Tochter Annie – kehrten aus den Vereinigten Staaten zurück, wo sie eine Zeit lang gelebt hatten. Dann bekam Georges Mutter Zwillinge, die Mädchen Juno und Hera, die abwechselnd heulten und glucksten und lächelten. Und jedes Mal, wenn eine von beiden zu heulen aufhörte, herrschte eine köstliche Sekunde lang Stille. Dann legte das andere Baby los und plärrte, bis George das Gefühl hatte, gleich würde sein Hirn explodieren und ihm aus den Ohren sickern. Seine Mum und sein Dad waren ständig so gestresst und müde, dass George sich nicht traute, sie um irgendetwas zu bitten. Kaum war Annie aus Amerika zurückgekehrt, schlüpfte er deshalb immer öfter durch das Loch im Zaun hinter dem Haus, bis er buchstäblich bei seiner

Freundin, ihrer verrückten Familie und dem grandiosesten Supercomputer auf der ganzen Welt im Nachbarhaus wohnte.

Aber Freddy war schlimmer dran, denn er schaffte es nicht einmal bis nach Hause.

Sobald die Zwillinge auf der Welt waren, fand Georges Vater, sie hätten schon genug am Hals, auch ohne dass ein fettes Riesenschwein den Großteil ihres hinteren Gartens mit Beschlag belegte. »Und außerdem«, erklärte er George salbungsvoll, als dieser protestierte, »ist Freddy ein Lebewesen des Planeten Erde. Er gehört nicht dir, er gehört der Natur.«

Leider konnte Freddy auch nicht auf der kleinen, netten Streichelfarm bleiben, weil diese zu Beginn der Sommerferien schließen musste. Man hatte ihn zusammen mit den anderen Tieren auf eine größere Farm gebracht, auf der es eher ungewöhnliche Tiere gab, die vor allem in den Sommerferien viele Besucher anlockten. Für Freddy musste das so ähnlich gewesen sein wie für ihn und Annie der Übertritt in die höhere Schule, dachte George. Auf einmal war man irgendwo, wo alles viel größer war. Das konnte einem schon ein bisschen Angst einjagen.

»Natur, pah!«, schnaubte er, als ihm jetzt die Bemerkung seines Vaters wieder einfiel. Cosmos, der Computer, kaute noch immer an der schwierigen Frage herum, wo im Universum der beste Platz für ein heimatloses Schwein war. »Ich glaube nicht, dass Freddy weiß, dass er ein Lebewesen des Planeten Erde ist. Er möchte einfach nur bei uns sein«, sagte George.

»Er hat so traurig ausgesehen«, meinte Annie. »Bestimmt hat er geweint.«

Als George und Annie an diesem Vormittag auf der Farm eintrafen, lag Freddy platt auf dem Bauch auf dem Boden seines Schweinekobens; er hatte die Füße nach beiden Seiten ausgestreckt, seine Augen waren glanzlos und seine Bäckchen eingefallen. Die anderen Schweine tollten herum, wirkten fröhlich und gesund. Der Stall war geräumig und gut belüftet, die Farm sauber und die Menschen, die dort arbeiteten, freundlich. Aber trotzdem wirkte Freddy verloren in seiner ganz persönlichen Schweinehölle. George hatte ein unglaublich schlechtes Gewissen. Die Sommerferien waren vergangen, und er hatte nichts unternommen, um Freddy nach Hause zu holen. Annie war diejenige gewesen, die den heutigen Ausflug zur Farm vorgeschlagen und ihre Mum so lange gelöchert hatte, bis diese sich bereit erklärt hatte, sie und George hinzufahren und später wieder abzuholen.

George und Annie hatten die Tierpfleger gefragt, was Freddy fehle. Auch die machten sich anscheinend Sorgen. Sie hatten die Tierärztin gerufen. Diese sagte, Freddy sei nicht krank, er sei nur einfach todunglücklich. Schließlich war er in Georges ruhigem Hinterhof aufgewachsen und dann auf eine kleine Farm gebracht worden, wo nur wenige Kinder hinkamen und ihn streichelten. Hier an diesem neuen Ort war er von unbekanntem Tieren und ihren lauten Geräuschen umgeben und

bekam jeden Tag eine Menge Besuch. Wahrscheinlich war es ein großer Schock für ihn. Freddy hatte noch nie mit anderen Schweinen zusammengelebt. Er war überhaupt nicht an andere Tiere gewöhnt. Tatsächlich betrachtete er sich selbst eher als Mensch denn als Schwein. Er konnte nicht verstehen, was er auf einer Farm zu suchen hatte, auf der sich die Besucher über den Rand des Schweinepferchs beugten, um ihn anzuglotzen.

»Können wir ihn mit nach Hause nehmen?«, hatte George gefragt.

Die Tierpfleger wirkten verblüfft. Es gab eine Menge Regeln und Vorschriften für den Transport von Tieren, und ihrer Meinung nach war Freddy inzwischen einfach zu groß, um in der Stadt in einem Hinterhof zu leben. »Bestimmt geht es ihm bald besser«, versicherten sie George. »Wartet nur ab, wenn ihr das nächste Mal zu Besuch kommt, ist bestimmt alles ganz anders.«

»Aber er ist doch schon seit Wochen hier«, protestierte George.

Entweder hörten ihn die Tierpfleger nicht oder sie überhörten ihn bewusst.

Aber Annie hatte eine andere Idee. Sobald sie wieder zu Hause waren, begann sie Pläne zu schmieden. »Wir können Freddy nicht zu euch zurückbringen«, sagte sie und schaltete Cosmos ein, »weil dein Dad ihn dann postwendend auf die Farm zurückverfrachtet. Und hier bei uns kann er auch nicht wohnen.«

George wusste nur zu gut, dass sie recht hatte. Er sah sich in Erics Arbeitszimmer um: Cosmos thronte auf dem Schreibtisch, auf zahllosen Stapeln mit wissenschaftlichen Abhandlungen, umgeben von schwankenden Büchertürmen, halb ausgetrunkenen Teetassen und Zetteln, die mit wichtigen Gleichungen vollgekritzelt waren. Annies Vater benutzte seinen Supercomputer, um an seinen Theorien über den Ursprung des Universums zu arbeiten. Allem Anschein nach war es fast ebenso schwierig, ein neues Zuhause für ein Schwein zu finden.

Als Annie und ihre Eltern ursprünglich hier eingezogen waren, hatte Georges Schwein einen dramatischen Auftritt hingelegt: Er war so stürmisch durch Erics Arbeitszimmer gefegt, dass jede Menge Bücher durch die Luft flogen. Eric war darüber recht froh gewesen, weil Freddy ihm in dem ganzen Chaos dazu verholfen hatte, ein Buch wiederzufinden, das er gesucht hatte. Aber in diesen Tagen wäre Eric ein zusätzliches Schwein keineswegs willkommen, das wussten George und Annie. Er hatte zu viel Arbeit, um sich um ein Schwein zu kümmern.

»Wir müssen irgendein hübsches Plätzchen für Freddy finden«, sagte Annie entschlossen.

Ping! Cosmos' Bildschirm erwachte wieder zum Leben und verschiedenfarbige Lämpchen begannen zu blinken – ein sicheres Zeichen dafür, dass der grandiose Computer mit sich zufrieden war. »Ich habe euch eine Übersicht über die Lebensbedingungen in unserer näheren Umgebung im Weltall zu-

sammengestellt und jeweils vermerkt, wie gut sie für Schweine geeignet sind«, sagte er. »Bitte klickt auf die einzelnen Kästchen, dann erscheint ein Text über die Lebensumstände, die euer Schwein auf den einzelnen Planeten unseres Sonnensystems vorfinden würde. Außerdem habe ich mir erlaubt« – der Computer gluckste vergnügt – »jedem Planeten eine Abbildung mit einem persönlichen Kommentar hinzuzufügen.«

»Wow!«, rief Annie. »Du bist wirklich genial, Cosmos.«

Auf Cosmos' Bildschirm erschienen acht kleine Kästchen, jedes versehen mit dem Namen eines Planeten im Sonnensystem. Sie klickte zunächst auf MERKUR ...

Unser Sonnensystem

Zum Sonnensystem gehören diejenigen Planeten, die unseren Stern – die Sonne – umkreisen.

Wie unser Sonnensystem entstanden ist



Schritt 1:

Eine Wolke aus Gas und Staub kollabiert allmählich. Auslöser könnten möglicherweise Schockwellen einer benachbarten Supernova sein.



Schritt 2:

Eine Staubkugel bildet sich, rotiert dabei um ihre eigene Achse und flacht zu einer Scheibe ab, wobei sie mehr Staub anzieht, langsam größer wird und sich immer schneller dreht.



Schritt 3:

Während die Wolke in sich zusammenfällt, wird ihr Innerstes heißer und heißer, bis es sich entzündet und zu einem Stern wird.

Bis ein Stern mit einer ähnlichen Masse wie unsere Sonne entsteht, dauert es rund 10 Millionen Jahre.

Unser Sonnensystem entstand vor rund 4,6 Milliarden Jahren.



Schritt 4:

Noch während der Stern brennt, verklebt der Staub in der Scheibe allmählich und bildet Klümpchen, die zu Gesteinsbrocken werden, aus denen sich schließlich Planeten bilden. Sie alle umkreisen nach wie vor den Stern in der Mitte, unsere Sonne. Von diesen Planeten gibt es am Ende zwei Hauptgruppen: die Gesteinsplaneten in der Nähe der Sonne, wo es wärmer ist, und die Gasplaneten weiter außen, jenseits des Mars. Diese haben eine dicke Gasatmosphäre, die einen flüssigen inneren Bereich mit einem höchstwahrscheinlich festen Kern umgibt.



Schritt 5:

Die Planeten »säubern« ihre Umlaufbahnen, indem sie sich alle Materiebrocken, die ihren Weg kreuzen, einverleiben.



Schritt 6:

Viele hundert Millionen Jahre später richten sich die Planeten in dauerhaften Umlaufbahnen ein – denselben Umlaufbahnen, auf denen sie sich bis heute bewegen. Die übrig gebliebenen Stückchen Materie landen entweder im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter oder, noch weiter von der Sonne entfernt als Pluto, im Kuiper-Gürtel.

Da Jupiter der größte Planet ist, hat er das Säubern vielleicht weitgehend selbst erledigt.

Gibt es andere Sonnensysteme, die unserem ähnlich sind?

 Jahrhundertlang vermuteten Astronomen, dass vielleicht auch andere Sterne im Universum von Planeten umrundet werden. Doch der erste Exoplanet wurde erst im Jahr 1992 nachgewiesen. Er umkreist die Überreste eines massereichen Sterns. Und  den ersten Planeten, der um einen echten, hell leuchtenden Stern kreist, entdeckte man 1995. Seitdem wurden über 400 Exoplaneten entdeckt, von denen einige Sterne umkreisen, die unserer Sonne sehr ähnlich sind.

Ein Exoplanet ist ein Planet auf einer Umlaufbahn um einen anderen Stern als unsere Sonne.

 Das ist erst der Anfang. Selbst wenn nur zehn Prozent der Sterne in unserer Galaxie von Planeten umkreist würden, hieße das, dass es allein innerhalb der Milchstraße *mehr als 200 Milliarden Sonnensysteme* gibt.

 Einige davon sind unserem Sonnensystem wahrscheinlich ähnlich. Andere sehen vielleicht ganz anders aus. In einem Doppelsystem etwa könnte es Planeten geben, an deren Himmel zwei Sonnen auf- und untergehen. Wenn wir die Entfernung der Planeten zu ihrem Stern sowie dessen Größe und Alter kennen, können wir abschätzen, mit welcher Wahrscheinlichkeit auf diesen Planeten Leben existiert.



 Die meisten Exoplaneten in anderen uns bekannten Sonnensystemen sind riesig – so groß wie Jupiter oder noch größer. Kein Wunder: Solche Riesen sind einfach leichter zu entdecken als kleinere Planeten. Doch allmählich entdecken Astronomen auch kleinere Gesteinsplaneten, die ihren Stern in passender Entfernung umkreisen und damit dem Planeten Erde eher ähnlich sein könnten.



 Anfang 2011 bestätigte die NASA, dass man im Rahmen der Kepler-Mission in der Umlaufbahn eines 500 Lichtjahre entfernten Sterns einen Planeten entdeckt hatte, der mit unserer Erde vergleichbar zu sein scheint. 1,4-mal so groß wie die Erde ist dieser neue Planet, Kepler 10-b, damit offenbar unserem Heimatplaneten ähnlicher als alle anderen Planeten, die bislang entdeckt wurden.



KAPITEL 2

ICH KANN mir nicht vorstellen, dass Freddy tatsächlich auf einem dieser Planeten leben könnte«, wandte George ein, nachdem sie sich Cosmos' Rundreise für Schweine durch das Sonnensystem angesehen hatten. »Auf dem Merkur würde er verschmoren, auf Neptun würde es ihn davonwehen und auf dem Saturn würde er durch mehrere Schichten Giftgas sinken. Wahrscheinlich würde er sich wieder auf die Farm zurückwünschen.«

»Abgesehen von der Erde ...«, murmelte Annie. »Das ist der einzige Planet in unserem Sonnensystem, der sich zum Leben eignet.« Sie rümpfte die Nase, was bedeutete, dass sie angestrengt nachdachte. »Für Freddy gilt dasselbe wie für die Menschen«, sagte sie plötzlich. »Du weißt doch, dass mein Dad davon gesprochen hat, eine neue Heimat für die Menschheit zu suchen, für den Fall, dass unser Planet unbewohnbar wird.«

»Du meinst, falls wir von einem riesigen Kometen getroffen

Probleme, vor denen unser Planet steht



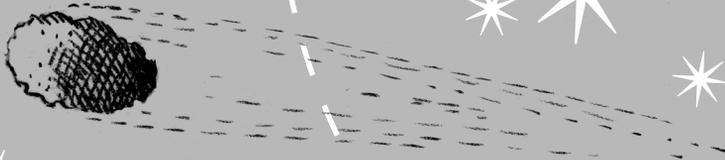
Asteroiden greifen an!

 Ein Asteroid ist ein Gesteinsbrocken, der bei der Entstehung des Sonnensystems vor rund 4,6 Milliarden übrig geblieben ist. Wissenschaftler schätzen, dass es in unserem Sonnensystem Millionen von Asteroiden gibt.

Asteroiden
haben typische
Durchmesser von
einigen bis zu
einigen hundert
Kilometern.

 Hin und wieder wird ein Asteroid aus seiner Umlaufbahn geschubst – zum Beispiel durch die Schwerkraft benachbarter Planeten – und dadurch möglicherweise auf Kollisionskurs mit der Erde gebracht.

 Etwa einmal im Jahr stürzt ein Felsbrocken von der Größe eines Geländewagens in die Erdatmosphäre, verglüht dort aber, bevor er auf der Erdoberfläche auftrifft.





Lucy Hawking, Stephen Hawking

Zurück zum Urknall - Die große Verschwörung

DEUTSCHE ERSTAUSGABE

Gebundenes Buch, Pappband mit Schutzumschlag, 304 Seiten,
17,5 x 20,5 cm

ISBN: 978-3-570-13503-7

cbj

Erscheinungstermin: September 2011

Wurmlöcher, Zeitreisen und das Rätsel vom Urknall – mit Stephen Hawking den Geheimnissen des Universums auf der Spur

George und seine Freunde sitzen in der Klemme: Eric hat mithilfe von Supercomputer Cosmos nicht nur ein Portal für Schwein Freddy geschaffen – er hat George obendrein auf einen Ausflug zum Mond mitgenommen! Zur Strafe droht die Wissenschaftliche Organisation, Cosmos zu beschlagnahmen. Damit ist nicht nur Erics geniales Urknall-Experiment in Gefahr – zu allem Übel wird er auch noch von Professor Zuzubin bedroht! George und Annie wollen Eric unbedingt retten – und kommen hinter eine schreckliche Verschwörung ...

Ein fantastisches Weltraum-Abenteuer und zugleich ein Buch über die faszinierende Urknalltheorie. Was ein Wurmloch oder »Schrödingers Katze« ist – Georges neue Reise vermittelt packend quantenphysikalisches Wissen. Spannende Sachinfos und farbige Fotos lassen über die Entstehung des Universums staunen. So begeistert Astrophysik jeden!