

Vor dem Big Bang

Gian Francesco Giudice

Vor dem Big Bang

 Springer

Gian Francesco Giudice
Department of Theoretical Physics
CERN
Meyrin, Schweiz

ISBN 978-3-662-69846-4 ISBN 978-3-662-69847-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-69847-1>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Das eingereichte Manuskript wurde ins Deutsche übersetzt. Die Übersetzung wurde mit künstlicher Intelligenz erstellt. Um eine hohe Qualität der Übersetzung zu gewährleisten, wurde sie anschließend durch eine dritte Partei inhaltlich geprüft und ggf. überarbeitet. In stilistischer Hinsicht kann sie sich dennoch von einer herkömmlichen Übersetzung unterscheiden.

Übersetzung der italienischen Ausgabe: „Prima del Big Bang“ von Gian Francesco Giudice, © Rizzoli, Mondadori Libri S.p.A., Milano 2023. Veröffentlicht durch Rizzoli, Mondadori Libri S.p.A., Milano. Alle Rechte vorbehalten.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Sara Bellomo

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Prolog

*Das Universum ist nicht nur seltsamer, als wir es uns vorstellen,
es ist seltsamer, als wir es uns vorstellen können.*

J.B.S. Haldane

Ich reise gerne mit dem Zug. Ich kann mich beim Lesen im Abteil viel besser konzentrieren als in der Stille meines Büros. Die Anwesenheit von so vielen Unbekannten, die zufällig neben mir sitzen und dann für immer verschwinden, indem sie an der nächsten Station aussteigen, fördert die Aufmerksamkeit für das, was ich lese. Zugreisen sind Reisen durch das menschliche Leben, sie sind eine Metapher für das ständige Sich-Kreuzen von Existenzen, die sich nahekomen, ohne sich zu berühren. Leider gibt es auch Störenfriede, die, entgegen der Metapher, lautstark am Telefon ihre privaten Angelegenheiten besprechen oder meine Lektüre mit belanglosen Gesprächen unterbrechen. Doch manchmal kommt es auch zu faszinierenden Begegnungen.

Auf der Rückfahrt von einer Physikkonferenz saß ich in einem Zug und las einen Artikel über Quantenkosmologie. Es waren etwa fünfzig Seiten voller mathematischer Formeln, die meine volle Konzentration erforderten. Als ich meine Augen von dem Artikel hob, bemerkte ich, dass ein Mädchen vor mir mich mit der spontanen Vertrautheit ansah, die nur Kinder mit einem Fremden haben können. Sie war nicht älter als zehn Jahre und wurde von einer älteren Frau begleitet, vielleicht ihrer Großmutter.

Sie nutzte meinen Moment der Ablenkung vom Lesen und fragte entschlossen: „Was liest du da?“ In meiner Überraschung fiel mir nichts Besseres ein als: „Es ist die Geschichte des Universums.“ Ich lächelte sie an und senkte meine Augen wieder auf die Seiten meines Artikels. Nach einer langen Pause

des Schweigens erwiderte sie: „Wenn es die ganze Geschichte des Universums erzählt, ist dann auch von mir die Rede?“ „Nein, das glaube ich nicht“, antwortete ich unsicher, „aber ich habe es noch nicht ganz gelesen“. Kurz darauf kündigte der Lautsprecher die nächste Station an, und die ältere Dame beeilte sich, ihren Mantel anzuziehen und schob das Mädchen zum Ausgang. Ich hob gerade noch meinen Arm zu einem verlegenen Gruß.

Allein zurückgeblieben, hatte ich Schwierigkeiten, die Konzentration zum Lesen wiederzufinden. Wenn die Gleichungen der Physik den Anspruch haben, die Geschichte des gesamten Universums, vom Big Bang bis heute, zu beschreiben, warum berücksichtigen sie dann nicht dieses Mädchen?

Ich erinnerte mich an den Tag während meines Studiums an der Universität von Padua, an dem ich die erste Vorlesung des Kosmologiekurses besucht hatte. Ich war sehr aufgeregt bei dem Gedanken, die Geheimnisse der Entstehung des Universums und der Funktionsweise des Kosmos zu lernen. Die Vorlesung begann ohne viel philosophisches Vorgeplänkel. Der Professor schrieb einige Differenzialgleichungen an die Tafel und erläuterte die möglichen Lösungen. Er wählte eine aus und sagte mit Nachdruck: „Diese Lösung beschreibt unser Universum.“

Das ist alles? dachte ich enttäuscht. Mein erster Eindruck war damals, dass die Kosmologie so oberflächlich war, dass sie eher lachhaft wirkte. Die Frage, die mir das Mädchen vor wenigen Minuten gestellt hatte, schien mir dagegen extrem tiefgründig. Was bedeutet es, eine wissenschaftliche Erklärung für die Geschichte des Universums zu geben? Ich dachte mit Wehmut daran, wie viele Jahre seit dieser Vorlesung an der Universität vergangen waren und wie sehr sich meine Auffassung von Physik verändert hatte.

An der nächsten Station nahmen andere Passagiere die Plätze um mich herum ein, und ich kehrte schnell zu meinem Artikel zurück, indem ich meinen Kopf darüber beugte wie ein kleines Tier, das in seinem Bau Schutz sucht. Mein Blick war auf das Blatt fixiert, als vor meinen Augen ein Finger auf die Gleichungen zeigte und eine Stimme in meinen Ohren erklang: „Was ist das da?“ „Es ist die Geschichte des Universums“, antwortete ich mechanisch.

Verdammt, es war einfach nicht mein Tag. Es fühlte sich an, als wäre ich im Film *Und täglich grüßt das Murmeltier* gelandet, wo der Tag immer auf die gleiche Weise beginnt und dabei die Erinnerung an die vorherigen Tage ausgelöscht wird. Vor mir saß ein Junge, sechzehn oder vielleicht achtzehn Jahre alt. Er trug einen Kapuzenpullover, die Kapuze über den Kopf gezogen. Ein Ohrhörer hing aus einem Ohr, das Kabel lief über seine Schulter und verschwand in einer Tasche des Pullovers. Ich gab keine Anzeichen von Ermutigung, aber der Junge gab nicht auf. „Ich habe diese Dinge im Netz ge-

sehen. Dort sieht man die Geschichte des Universums. Was siehst du in diesen Hieroglyphen?“

Ich bedauerte ein wenig, meiner vorherigen Gesprächspartnerin nicht mehr Aufmerksamkeit geschenkt zu haben. Also legte ich diesmal den Artikel auf meine Knie, machte es mir auf dem Sitz bequem und begann meinem Reisegefährten zu erklären, was es bedeutet, das Universum mit mathematischen Gleichungen zu beschreiben. Der Junge starrte mir in die Augen, schweigend, ohne auch nur mit der Wimper zu zucken. Sein starrer Blick bereitete mir Unbehagen. Es war mir unmöglich herauszufinden, ob er mir zuhörte.

Als ich fertig war, schüttelte er den Kopf und entgegnete: „Ich habe im Netz gelesen, dass Wissenschaftler glauben, das Universum sei von Außerirdischen erschaffen worden, und ich habe die Beweise. Was du Universum nennst, ist in Wirklichkeit nur eine Theateraufführung, und der Himmel ist nur eine Plane, auf die LEDs geklebt sind.“

Seine Unbekümmertheit ermutigte mich, und wir fingen an, über die Außerirdischen zu reden. Ich schlug Experimente vor, um die Tricks aufzudecken, mit denen die Außerirdischen die fiktive Realität geschaffen haben, in der die Menschheit gefangen ist. Er widerlegte sie, indem er behauptete, die Außerirdischen seien klüger als wir, und wir würden nie in der Lage sein, sie auf frischer Tat zu ertappen. Er hatte keine Zeit, mir zu erklären, welche Beweise er hatte, aber er deutete an, dass die CIA in Amerika bereits über eine vollständige Dokumentation verfüge, wie die Außerirdischen die Kontrolle über die Erde übernommen haben. Der Zug wurde bereits langsamer, und er musste an der nächsten Station aussteigen. Er griff nach seinem Smartphone, und nach einem Blick auf den Bildschirm informierte er mich, ich habe mit all dem Gerede verhindert, dass er sein Videospiel beenden konnte. Aber, fügte er hinzu, es hat trotzdem Spaß gemacht. Ich nahm es als Kompliment.

Ich schaute aus dem Fenster, und mein Blick verfolgte ihn, wie er schnell den Bahnsteig entlangging – wer weiß, mit welchem Ziel. Dann verschwand er für immer aus meinem Blickfeld, verschluckt von einer mir unbekanntem Realität. Ich hatte keine Lust mehr zu lesen und schaute gedankenlos aus dem Fenster auf die Landschaft, die mit hoher Geschwindigkeit rückwärts vorbeizog. Plötzlich kam mir die Idee: Lassen Sie mich wirklich die Geschichte des Big Bang erzählen! Ich blätterte die Seiten des Artikels um, den ich in der Hand hielt, und begann auf der letzten Seite, die weiß geblieben war, Notizen zu machen und einen Entwurf zu skizzieren.

Dort beginnt die Geschichte, die ich jetzt erzählen werde.

Inhaltsverzeichnis

1 Der Anfang der Geschichte	1
2 Die Form des Kosmos	5
Eine seltsame neue Welt	7
Wie man das Universum formt	11
Das Universum in Form einer sphärischen Kuh	14
Einsteins statisches Universum	17
Das seltsame de Sitter-Universum	20
3 Die Pioniere des Big Bang	25
Der unglückliche Meteorologe des Universums	26
Der Priester des Ur-Atoms	32
4 Das sich entwickelnde Universum	37
Die Expansion des Universums	39
Einsteins Verwandlung	44
Konnte man den Big Bang sehen?	46
5 Die kosmische Schmiede	47
Alpha, Beta und vor allem Gamma	48
Die physikalischen Gesetze	53
Kosmische Alchemie	55

X Inhaltsverzeichnis

6	Das ewige Universum schlägt wieder zu	59
	Sind wir Kinder der Sterne oder Relikte des Big Bang?	62
	Lob des Vergessens	65
7	Das Licht des Big Bang	67
	Wie die Prinzen von Serendip das Licht des Big Bang entdeckten	68
	Was ist die kosmische Hintergrundstrahlung?	71
	Die kosmische Zeit	75
	Der Klang des Lichts	76
	Eine verspätete Entdeckung?	81
	Die Geburt einer neuen Wissenschaft	83
8	Das Rätsel des Big Bang	85
	Was ist die Big-Bang-Theorie?	85
	Der Big Bang und der Anfang von Allem	86
	Die Rätsel des Urknalls	88
	Rätsel Nr. 1: die Expansion	89
	Rätsel Nr. 2: die Gleichförmigkeit	89
	Rätsel Nr. 3: die Flachheit	90
	Rätsel Nr. 4: Der Pfeil der Zeit	92
	Rätsel Nr. 5: die kosmischen Strukturen	95
	Das Mysterium der Mysterien	95
9	Wie funktioniert der Big Bang?	97
	Die Substanz, aus der Engel gemacht sind	98
	Die Antigravitation der Vakuumenergie	101
	Der spektakuläre Gedanke	104
	Eine unerschöpfliche Energiequelle?	106
	Das Verschwinden der Inflation	108
	Der Big Bang nach der Inflationstheorie	111
10	Die Entschlüsselung der Geheimnisse des Big Bang	113
	Lösung des Rätsels Nr.1: die Expansion	114
	Der kosmische Horizont	114
	War das Universum am Anfang klein?	117
	Lösung des Rätsels Nr. 2: die Gleichförmigkeit	118
	Lösung für das Rätsel Nr. 3: die Flachheit	120
	Die Energie des Universums	121
	Das Hindernis des Rätsels Nr. 4: der Pfeil der Zeit	122

11 Die Fossilien des Big Bang	125
Lösung des Rätsels Nr. 5: die kosmischen Strukturen	126
Warnung	129
Die Fossilien der Materie	129
Quantenfluktuationen und Fraktale	133
Die Fossilien der kosmischen Strahlung	135
Die Fossilien der Geometrie	138
12 Paralleluniversen	141
Die ewige Inflation	142
Das Multiversum	145
Die extreme kopernikanische Revolution	148
Ist das Universum unendlich?	149
Der Albtraum der unendlichen Wiederholungen	153
13 Die Komplexität des Multiversums	157
Die Quanten der Raumzeit	158
Das geheime Leben des Multiversums	161
Die flüchtige Grenze zwischen Einfachheit und Komplexität	162
Apologie der Unvollkommenheit	166
Das anthropische Prinzip	168
Ein Problem der Unendlichkeiten	171
Ist das Konzept des Multiversums eine wissenschaftliche Theorie?	173
14 Erfolge und Grenzen der Inflationstheorie	177
Lösung des Rätsels aller Rätsel	179
Was begann mit dem Big Bang?	181
Die Grenzen der Inflation	184
Mysterium Nr. 1: Woraus besteht die inflatorische Substanz?	184
Mysterium Nr. 2: Wie hat die Inflation begonnen?	185
15 Und was war vorher?	187
Schildkröten, ohne Ende	187
Der Anfang der Zeit	188
Die unerbittlichen Erhaltungsgesetze	190
Wo sind die physikalischen Gesetze notiert?	192
Der kosmische Phönix	192

XII Inhaltsverzeichnis

16 Der Big Bang jenseits der Wissenschaft	195
Stimmen aus alten Zeiten und fernen Ländern	195
Gibt es noch Platz für einen Schöpfer?	198
Entleert die Wissenschaft den Sinn des menschlichen Daseins?	203
17 Es gibt kein Ende der Geschichte	205
Epilog	209
Bibliographie	213