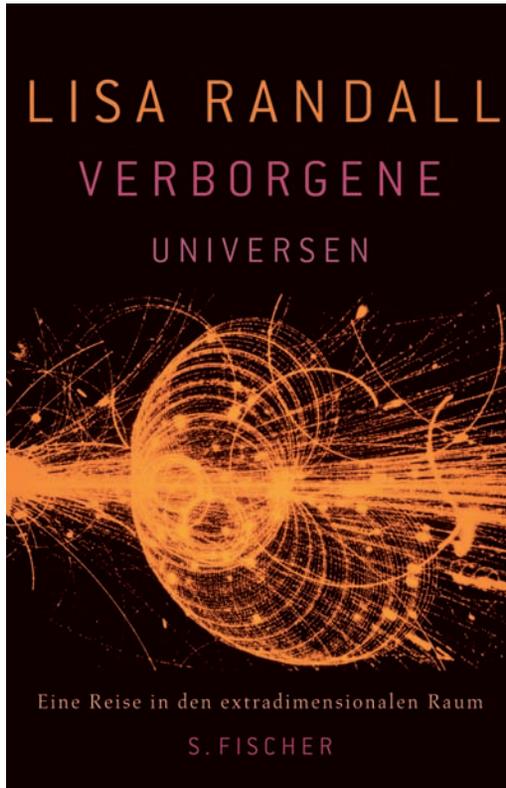


Unverkäufliche Leseprobe des S. Fischer Verlages

Lisa Randall
Verborgene Universen
Eine Reise in den
extradimensionalen Raum



€ 19,90 (D) sfr 34,90
544 Seiten, gebunden
ISBN 3-10-062805-5
S. Fischer Verlag
Erscheint am 20.10.2006

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Bilder, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages urheberrechtswidrig und strafbar.

Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

© S.Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main 2006

Aus der Einleitung:

(...) Als ich mich zu diesem Projekt entschloss, stellte ich mir ein Buch vor, das die Begeisterung für meine Arbeit vermitteln sollte, ohne dass die wissenschaftliche Darstellung darunter leiden würde. Ich hoffte, das Faszinierende an der theoretischen Physik offenzulegen, ohne das Thema irreführend zu vereinfachen oder es als eine Sammlung unveränderlicher, abgeschlossener, passiv zu bewundernder Monumente zu präsentieren. Physik ist viel kreativer und macht viel mehr Spaß, als die Leute im Allgemeinen glauben. Diese Aspekte wollte ich mit Menschen teilen, die das noch nicht unbedingt aus eigenen Stücken erkannt hatten.

Eine neue Weltsicht kommt auf uns zu. Zusätzliche Dimensionen haben die Art und Weise verändert, wie Physiker über das Universum nachdenken. Und weil die Verbindungen zwischen diesen zusätzlichen Dimensionen und der Welt sich in viele ältere, bereits etablierte physikalische Ideen einbinden lassen, sind Zusatzdimensionen eine Möglichkeit, ältere, bereits verifizierte Fakten über das Universum auf neuen und fesselnden Wegen anzugehen.

Einige der von mir präsentierten Ideen sind abstrakt und spekulativ, aber es gibt keinen Grund, warum sie nicht jeder, der neugierig ist, verstehen sollte. Ich beschloss, die Faszination der theoretischen Physik für sich selbst sprechen zu lassen und die Geschichte oder die Personen nicht überzubetonen. Ich wollte nicht den irreführenden Eindruck erwecken, dass alle Physiker und Physikerinnen nach einem einzigen Archetyp modelliert sind oder dass ein bestimmter Persönlichkeitstypus sich für Physik interessiert. Aufgrund meiner eigenen Erfahrungen und Gespräche bin ich ziemlich sicher, dass es viele Leser gibt, die klug, interessiert und offen genug sind, um mehr von der eigentlichen Sache erfahren zu wollen.

Dieses Buch spart nicht mit den fortgeschrittensten und fesselndsten theoretischen Ideen, aber ich habe mein Möglichstes getan, dass man es aus sich selbst heraus verstehen kann. Ich berücksichtige so-

wohl die entscheidenden Begriffe und Vorstellungen als auch die physikalischen Phänomene, auf die sie sich beziehen. Die Kapitel sind so angeordnet, dass die Leser sich das Buch je nach eigenem Hintergrund und eigenen Interessen maßschneidern können. Um diesen Prozess zu erleichtern, habe ich mit fetten Punkten Dinge markiert, auf die ich später bei den neuen Ideen über Zusatzdimensionen zurückkommen werde. Dieselben Punkte habe ich am Ende der extradimensionalen Kapitel verwendet, um herauszustreichen, was die einzelnen möglichen Optionen für extradimensionale Universen voneinander unterscheidet.

Weil die Vorstellung zusätzlicher Dimensionen wahrscheinlich vielen Lesern neu ist, erkläre ich in den ersten Kapiteln, was ich mit solchen Begriffen meine und warum es zusätzliche Dimensionen geben kann, sie aber nicht zu sehen und nicht zu greifen sind. Danach umreißt ich die theoretischen Methoden, mit denen Teilchenphysiker arbeiten, um zu klären, wie das Denken funktioniert, das in diesen zugegeben, sehr spekulative Forschung Einzug gehalten hat.

Die neuartige Erforschung von Extradimensionen arbeitet sowohl mit traditionellen als auch mit modernen theoretisch-physikalischen Konzepten, um die Methoden und die Fragen, die damit zu beantworten sind, festzulegen. Um zu vermitteln, was solche Forschung vorantreibt, habe ich eine ausführliche Übersicht über die Physik des 20. Jahrhunderts eingebaut. Sie können diesen Teil einfach überblättern, wenn Ihnen danach ist – wenn Sie es aber tun, werden Sie eine Menge verpassen!

Diese Übersicht beginnt mit der allgemeinen Relativitätstheorie und der Quantenmechanik, dann wendet sie sich der Teilchenphysik und deren wichtigsten heutigen Konzepten zu. Ich stelle auch ein paar ziemlich abstrakte Ideen vor, die oft vernachlässigt werden – zum Teil eben weil sie so abstrakt sind –, aber diese Ideen sind mittlerweile durch Experimente bestätigt und werden bei allen unseren heutigen Forschungen berücksichtigt. Obwohl nicht alles von diesem Material nötig ist, um zu verstehen, was ich später über zusätzliche Dimensi-

onen ausführe, glaube ich, dass viele Leser froh sein werden, ein umfassendes Bild geboten zu bekommen.

Danach beschreibe ich ein paar neuere, eher spekulative Überlegungen, denen man seit 30 Jahren nachgeht – nämlich Supersymmetrie und Stringtheorie. Traditionellerweise besteht Physik aus einem Wechselspiel von Theorie und Experiment. Die Supersymmetrie ist eine Weiterentwicklung bekannter teilchenphysikalischer Konzepte, und es besteht Aussicht, sie bei kommenden Experimenten überprüfen zu können. Mit der Stringtheorie verhält es sich anders. Sie basiert einzig und allein auf theoretischen Fragen und Ideen und ist bislang noch nicht einmal vollständig mathematisch ausgearbeitet, also können wir uns auch nicht ihrer Vorhersagen sicher sein. Was mich angeht, so bin ich bei diesem Thema Agnostikerin – ich weiß nicht, als was sich die Stringtheorie letztlich erweisen wird oder ob sie die Fragen zur Quantenmechanik und Gravitation beantworten kann, die mit ihr angegangen werden. Aber die Stringtheorie hat zahlreiche neue Ideen hervorgebracht, von denen ich einige für meine eigene Erforschung zusätzlicher Raumdimensionen genutzt habe. Diese Ideen sind von der Stringtheorie unabhängig, aber die Stringtheorie gibt uns guten Grund zu der Annahme, dass einige der ihnen zugrunde liegenden Annahmen richtig sein könnten.

Wenn ich dann den Kontext etabliert habe, kehre ich schließlich zu den vielen aufregenden Neuentwicklungen hinsichtlich zusätzlicher Dimensionen zurück. Da gibt es Bemerkenswertes zu berichten, beispielsweise dass Extradimensionen unendlich groß, aber unsichtbar sein können oder dass wir vielleicht in einem räumlich dreidimensionalen Schlundloch eines höherdimensionalen Universums leben. Wir kennen jetzt auch Gründe, warum es unbekannte Parallelwelten mit völlig anderen Eigenschaften als denen unserer Welt geben könnte.

Das ganze Buch hindurch erkläre ich physikalische Konzepte ohne Gleichungen. Für diejenigen, die sich für die mathematischen Details interessieren, habe ich aber einen mathematischen Anhang ver-

fasst; auf diesen verweisen die kursiven Anmerkungsnummern. Im Text selbst versuche ich, das Spektrum von Metaphern auszuweiten, mit denen man in der Regel naturwissenschaftliche Konzepte erklärt. Ein Gutteil des üblichen beschreibenden Vokabulars rührt aus räumlichen Analogien her, aber diese Begriffe versagen oft im winzigen Reich der Elementarteilchen und beim schwer vorstellbaren Raum mit Zusatzdimensionen. Ich denke, dass weniger konventionelle Metaphern, sogar welche aus dem Bereich der Kunst und des Essens und persönlicher Beziehungen, abstrakte Ideen mindestens genauso gut erklären können.

Um den neuen Vorstellungen in jedem Kapitel den Weg zu bahnen, beginne ich jeweils mit einer kurzen Geschichte, die ein Schlüsselkonzept mit eher vertrauten Metaphern und Milieus herausarbeitet. Diese Geschichten haben mir Spaß gemacht, also sollten Sie, wenn Sie möchten, nach dem jeweiligen Kapitel darauf zurückkommen, um die Bezüge zu begreifen. Sie können sich die Geschichten als zweidimensionale Erzählstränge vorstellen, die sich vertikal durch das jeweilige Kapitel und horizontal quer durch das Buch ziehen. Oder Sie betrachten sie als eine Art spielerische Hausaufgabe, anhand deren Sie ermes- sen können, wann Sie sich die Ideen eines jeden Kapitels zu Eigen gemacht haben. (...)

Inhalt

Vorwort und Dank

I. Dimensionen des Raums (und Denkens)

Einleitung

1. Eingangspassagen: Entmystifizierte Dimensionen
2. Begrenzte Passagen: Aufgerollte Zusatzdimensionen
3. Exklusive Passagen: Branen, Branenwelten und das Bulk
4. Annäherungen an die theoretische Physik

II. Fortschritte zu Beginn des 20. Jahrhunderts

5. Relativitätstheorie:
Die Evolution der Einsteinschen Gravitation
6. Quantenmechanik:
Relationale Unschärfe, unscharfe Relationen und die Unschärferelation

III. Die Physik der Elementarteilchen

7. Das Standardmodell der Teilchenphysik:
Die kleinsten bekannten Materiestrukturen
8. Experimentelles Zwischenspiel:
Die Bestätigung des Standardmodells
9. Symmetrie:
Das entscheidende Organisationsprinzip
10. Der Ursprung der Elementarteilchen-Massen:
Spontan gebrochene Symmetrie und Higgs-Mechanismus
11. Skalierung und Große Vereinheitlichung:
Wechselwirkungen verschiedener Längen und Energien
12. Das Hierarchieproblem:
Die einzige effektive Durchsicker-Theorie

13. Supersymmetrie:

Ein großer Schritt über das Standardmodell hinaus

IV. Stringtheorie und Branen

14. Allegro (ma non troppo): Eine Passage für Strings

15. Unterstützende Passagen: Branen-Entwicklung

16. Belebte Passagen: Branenwelten

V. Vorschläge für extradimensionale Universen

17. Spärlich belebte Passagen: Multiversen und Absonderung

18. Undichte Passagen:

Fingerabdrücke zusätzlicher Dimensionen

19. Voluminöse Passagen: Große Zusatzdimensionen

20. Verzerrte Passage: Eine Lösung des Hierarchieproblems

21. Die verzerrte kommentierte »Alice«

22. Unergründliche Passage: Eine unendliche Zusatzdimension

23. Eine reflexive und expansive Passage

VI. Gedanken zum Ausklang

24. Zusätzliche Dimensionen: Das Spiel ist eröffnet

25. (K)Ein Schlusswort

Glossar

Mathematische Anmerkungen

Quellennachweise

Register