

Im heutigen Sprachgebrauch der Manager ist das Quantum sehr populär geworden. Es vergeht kaum eine Aktionärsversammlung, auf der einer der Unternehmensbosse nicht von einem Quantensprung spricht, den man in den nächsten Monaten zu vollziehen gedenkt. Quantensprung – das suggeriert einen grossen Satz nach vorne, der nicht langsam und kontinuierlich, sondern plötzlich und auf einen Schlag hin gelingt.

Tatsächlich sind Quantensprünge un-
stetig, und es hat die Physiker um 1900
grosse Mühe gekostet, der Natur solche
Änderungen zuzutrauen. In all den Jahr-
hundertern zuvor waren die Wissenschaft-
ler davon überzeugt gewesen, dass die Na-
tur nirgendwo leer ist und keine Sprünge
macht, sondern sich immer und überall
als durchgängig und kontinuierlich er-
weist. Doch dann zeigte sich – auch
dank Einstein –, dass man dem Licht
und den Atomen Quantensprünge
zugestehen musste. Darüber hin-
aus wurde klar, dass man nicht sa-
gen konnte, wann sich solche Quan-
tensprünge ereigneten. Und es kam
noch schlimmer: Ob ein Atom bzw. ein
Lichtteilchen einen Quantensprung un-
ternahm und seine Lage bzw. seinen Zu-
stand wechselte, schien nicht einmal

das physikalische Objekt selbst zu «wis-
sen», wenn dieser Sprachgebrauch zuge-
lassen ist. Die Natur – so zeigte es die
Quantenmechanik – agiert sprunghaft
und zufällig. In Einstein sträubte sich alles
gegen diese Vorstellung.

Mehr und mehr wurden ihm die Quan-
ten, die er selbst in das Rennen um die
physikalische Erklärung der Welt ge-
schickt hatte, suspekt und verhasst. Seine
Relativitätstheorie erlaubte es, den Kos-
mos als ein Kontinuum aus Kraftfeldern
ohne jede Lücke zu sehen, in dem eindeu-
tige Naturgesetze das Sagen hatten, die
keinerlei Platz für Zufälligkeiten liessen.
Wie sollte eine Welt funktionieren, in de-
ren Zentrum der Zufall regierte? Einstein
hielt diesen Gedanken für absurd, wie er
in der berühmten Formulierung zum Aus-
druck brachte: «Gott würfeln nicht.»

Zwar versuchten seine Kollegen ihn
durch den Hinweis zu besänftigen, dass
niemand – nicht einmal Einstein – Gott
vorschreiben könne, wie die Welt einzu-
richten sei. Aber Einstein glaubte fest da-
ran, dass die Springereien der Atome nicht
das letzte Wort über ihre Natur sein könn-
ten, und er machte sich daran, eine Be-
schreibung ihrer Physik zu finden, die sich
mit seiner Kosmologie vertragen würde.
Einstein suchte eine einheitliche Theorie,
die zugleich auf das Grösste – das Univer-
sum – und das Kleinste – die Atome –
passt, die keine Zufälligkeiten zulies und
ohne Sprünge auskam.

Wir wissen es bereits: Nicht nur Ein-
stein ist an dieser Riesenaufgabe geschei-
tert, sondern auch alle, die es nach ihm

versucht haben. Diese
Situation erlaubt die Frage, ob
die Physiker bei der Suche nur den
falschen Weg eingeschlagen haben oder
ob es diesen Weg und diese einheitliche
Theorie vielleicht gar nicht gibt.

Ich vertrete die zweite Auffassung. Das
bedeutet, dass Einsteins Traum unerfüll-
bar bleibt. Dies zu begründen hilft ein
Blick in das berühmte Buch des amerika-
nischen Physikers Brian Greene mit dem
hübschen Titel «Das elegante Univer-
sum». Auf den ersten Seiten des ersten Ka-
pitels hält er fest: Einsteins Gravitations-
theorie und die Quantenmechanik sind
wechselseitig inkompatibel. Greene tut
dies allerdings, um in Anschluss daran die
so genannte String-Theorie als Ausweg
anzubieten.

In ihrem Rahmen wird versucht, den
Aufbau der realen Welt mit der Annahme
zu erklären, dass die von Physikern beob-
achteten Eigenschaften elementarer Bau-
steine der Materie die verschiedenen
Möglichkeiten sind, wie ein eindimensio-
nales Gebilde – ein String – vibrieren und
in Schwingung geraten kann. Die Super-
strings (wie sie manchmal auch heissen)
kann man sich wie die Saiten einer Violine
vorstellen, die ebenfalls bevorzugte Fre-
quenzen haben, bei denen sie in Vibration
geraten und Klänge erzeugen. So wie eine
Geige mit ihren Saiten Musik produziert,
bringen die schwingenden Strings die
Wirklichkeit hervor. So denken die Vertre-
ter der entsprechenden Theorie.

Der Gedanke fasziniert natürlich, dass
die Welt wie ein und als ein Klang entsteht,
der durch uns tönt. Indessen fällt auch gut-
willigen Beobachtern der Physik auf, wie
rasch solche Ideen ihren modischen Reiz
verlieren und auf dem Abfallhaufen der

Wissenschafts-
geschichte landen.
Zwar scheint sich die
String-Theorie noch
nicht ganz geschlagen zu geben, und sie
versucht sich immer mal wieder aufzurap-
peln. Aber wer sich durch das schicke Auf-
treten von elegant gekleideten String-
Experten nicht täuschen lässt, wird leicht
erkennen, dass ihre Konstruktion ein Ver-
such ist, die beiden unvereinbaren Aspek-
te des Teilchens und der Welle in einem
Kunstobjekt zu vereinen: dem String.

Kann das gelingen? Vor allem: Kann
das mathematisch gelingen? Die Ant-
wort darauf steht noch aus. Denn die
entsprechenden Rechnungen sind extrem
kompliziert und bleiben immer
wieder stecken. In dieser seit Jahrzehnten
festgefahrenen Situation sei die Ver-
mutung erlaubt, dass sich dahinter ein
konzeptionelles Problem besonderer
Art verbirgt. Dies bringt uns zurück zu
der Einheit, die eine Zweiheit ist.

Warum halten wir uns nicht an die
Dualität und nehmen an, dass beide
Theorien richtig sind? Man kann sie
bloss nicht so ohne weiteres zu einer ein-
zigen verbinden, weil ihre Ausgangsposi-
tionen nicht zueinander finden und
selbst dual sind. Die Quantenmechanik
betont nämlich den un-
stetigen Aspekt
der Wirklichkeit: Ihre Welt ist aus Quan-

ten aufgebaut. Die Theorie der Raumzeit
beschreibt dagegen den kontinuierlichen
Aspekt der Wirklichkeit: Ihre Welt
ist aus Feldern aufgebaut. Die beiden
Grundgrössen Quantum und Feld lassen
sich ebenso wenig in einem Schema zu-
sammenbringen, wie sich Welle und
Teilchen zu einem Bild zusammenset-
zen lassen. Die Natur der Quanten-
objekte wird nun nicht dadurch verstan-
den, dass man den Gegensatz von Welle
und Teilchen aufhebt, sondern im Ge-
genteil dadurch, dass man ihn betont.
Also muss auch der Gegensatz von
Quantum und Feld im Wortsinne festge-
stellt oder als Gesetz festgelegt werden.
Jeder Versuch einer Vereinheitlichung
der Theorien muss demnach scheitern,
wenn er die ergänzende Dualität von
Quantum und Feld übersieht.

Die beiden kontrastierenden Theo-
rien sind in der Sprache der Mathematik
formuliert, in der eine analoge Situation
sichtbar wird. Hier stehen sich gegen-
über: eine Algebra, die von diskreten
Zahlen handelt, und eine Geometrie, die
von stetigen Linien, Flächen und Win-
keln handelt. Historisch stammen beide

Das «Maschinchen»:
Gerät zur Spannungsmessung,
hergestellt nach einer Idee
von Albert Einstein. Zu sehen
in der Einstein-Ausstellung
des Historischen Museums Bern
ab 16. Juni.

Disziplinen aus ver-
schiedenen Teilen der
Welt – die Algebra aus In-
dien und die Geometrie aus Griechen-
land. In der Form der Mengenlehre etwa
ist es möglich, Zahl und Kontinuum zu-
sammenzubringen. Aber dabei haben
sich die Mathematiker über Jahrzehnte
hinweg in Widersprüche verwickelt. Die
Paradoxien konnten erst aufgelöst wer-
den, als bestimmte, so genannte reflexive
Aussagen über eine Menge verboten
wurden.

Den Physikern wird es sicher nicht an-
ders ergehen. Auch sie werden feststellen,
dass einige Aussagen über die Natur ein-
fach unzulässig sind. Die Frage nach der
Erschaffung der Welt aus dem Nichts
gehört zum Beispiel dazu. Sie wird ohne
wissenschaftliche Antwort bleiben, weil
es keine einheitliche Theorie dazu geben
kann. Eine Schöpfung ex nihilo wäre da-
mit erwiesenermassen keine Wissens-,
sondern eine Glaubensfrage. Und das ist
schon wieder eine Dualität.

Die Einheit der Welt ist ihre Zweiheit.
Was wäre ein Ich ohne das zugehörige Du?
Fragen wir ganz zuletzt, ob es schade oder
schön ist, dass Einsteins Wunsch unerfüllt
bleibt. Gäbe es, wovon er geträumt hat,
wäre die Physik geschlossen. So bleibt sie
offen und also ein Ort für die Art Seh-
sucht, die Einstein hatte. Wir können im-
mer den Anderen und das Andere finden.
Ist das nicht schön?

Ernst Peter Fischer

Der Autor ist Physiker und Professor für Wissen-
schaftsgeschichte an der Universität Konstanz.
Er hat zahlreiche Bücher geschrieben, darunter
«Einstein. Ein Genie und sein überfordertes
Publikum» (Springer-Verlag, 1996) und «Ein-
stein für die Westentasche» (Piper-Verlag, 2005).

EINSTEIN IN BERN – VERANSTALTUNGSTIPPS

- 2. und 3. Juni**
Tagung und Podium:
«Innovationskultur. Von der
Wissenschaft zum Produkt»
- 16. Juni 2005 bis 17. April 2006**
Sonderausstellung «Albert
Einstein» im Historischen Museum
Bern. Bis 16. Oktober
mit Erlebnispark Physik
- 24. Juni**
Tagung: Einsteins Beziehungen zur Musik
- 7. und 8. Juli**
Wissenschaftshistorische Debatten
- 9. Juli**
Fest-Symposium im Casino Bern.
Nacht der Physik

- 11. bis 15. Juli**
Berner Einstein-Kongress der Europäischen
Gesellschaft für Physik
- 6. bis 14. August**
Energiespektakel beim Historischen
Museum Bern
- 7. bis 21. Oktober**
Einstein-Festival der Hochschule der Künste
im Rahmen der Biennale Bern 05
- 19. Oktober 2005 bis 25. Januar 2006**
Ausstellung «Dürrenmatt und Einstein»
in der Schweizerischen Landesbibliothek

[@] DAS GANZE PROGRAMM in der
Schweiz und im Ausland über Internet:
www.einstein-jahr.ch, www.einsteinjahr.de,
www.wyp2005.org