

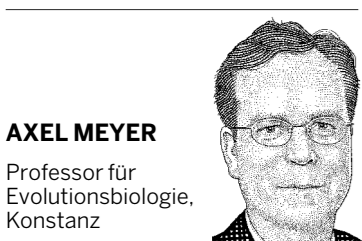
QUANTENSPRUNG

Wie Berkeley seine Zukunft sieht

Robert Birgeneau, der Kanzler meiner Alma Mater, der University of California-Berkeley, hat in der Zeitschrift „Nature Materials“ dargelegt, wie er sich die exzellente öffentliche Universität im 21. Jahrhundert vorstellt. Er überlegt, wie seine Uni die Stellung als eine der besten der Welt gegen die sehr reichen privaten Universitäten in den USA halten kann.

Von Professoren erwartet Birgeneau, dass sie signifikant zu ihrem Fach beitragen und über Fachbereichsgrenzen hinaus kooperieren können. Interdisziplinarität wird zunehmend als wichtige zukunftsichernde Initiative gesehen. So wurden schon mehrere multidisziplinäre Zentren zu Gesundheitstechnologie, Energie und Umwelt gegründet. Der Ölkonzern British Petroleum hat Berkeley einen Zuschuss von 500 Millionen Dollar für die Erforschung von Biokraftstoffen gegeben.

Doch solche Industriekooperationen sind nicht erste Priorität in Berkeley, sondern die nicht unmittelbar wirtschaftlich zielgerichtete Grundlagenforschung. Diese Orientierung hat sich ausgezahlt. 20



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Nobelpreise gingen bisher an Professoren aus Berkeley. Nobelpreisträger bekommen einen reservierten Parkplatz; sicherlich ein Anreiz bei der akuten Parkplatznot.

Berkeley gehört zum University of California (UC) System, gemeinsam mit neun anderen Universitäten. Weil Berkeley eine staatliche Universität ist, die sich – zu einem immer kleiner werdenden Teil – aus Mitteln des Staates Kalifornien finanziert, sind etwa 90 Prozent der Studenten Kalifornier. Die besten vier Prozent eines Schuljahrgangs werden zugelassen.

Die meisten Studenten in Berkeley sind asiatischer Herkunft, Weiße dominieren den Campus schon seit einigen Jahren nicht mehr. Etwa 20 Prozent der Doktoranden stammen nicht aus den USA. Im globalen Wettkampf um die besten jungen Wissenschaftler vorne zu liegen gilt als wichtiger Aspekt der internationalen Positionierung der Universität.

Nicht-Kalifornier zahlen in Berkeley etwa 14 000 Dollar pro Semester an Studiengebühren, statt rund 4 000 Dollar wie die kalifornischen Studenten. Die Rücklagen Berkeleys betragen 2,4 Milliarden Dollar, also etwa eine Million Dollar pro Student. In Berkeley kommen auf 34 000 Studenten – davon 10 000 Doktoranden – 2 000 Professoren. Von solchen Verhältnissen kann man an deutschen Universitäten nur träumen, denn hier kommen eher 50 bis 80 Studenten auf jeden Professor. Die Sorgen von Kanzler Birgeneau möchte ich haben!

wissenschaft@handelsblatt.com

# Misstöne im himmlischen Saitenspiel

Die Theorie der Superstrings gilt einerseits als Kandidat für die „Weltformel“, andererseits als abgehoben und realitätsfremd

BERND MÜLLER | DÜSSELDORF

„Innerhalb von zwei Monaten ist die Physik erledigt.“ Mit diesen schlagkräftigen Worten erklärten 1986 zahlreiche Physiker die Suche nach der Weltformel für beendet. Winzige schwingende Saiten, so genannte Superstrings, seien die gemeinsame Quelle für unser ganzes Universum. Jedes Elementarteilchen und alle vier Naturkräfte seien demnach nur eine andere Schwingung derselben Saite, ein Fingersatz im Gitarrenspiel der Schöpfung.

Hermann Nicolai kann heute über den damaligen Hype um die Superstrings nur noch den Kopf schütteln. „Einigen Kollegen sind damals vor Begeisterung die Gäule durchgegangen“, sagt der Gravitationsphysiker und Direktor des Albert-Einstein-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft in Potsdam. Heute ist es stiller geworden um die Superstringtheorie. Die Euphorie ist einer nüchternen Abwägung ihrer Vor- und Nachteile gewichen. Nach wie vor sind die Superstrings ein heißer Kandidat für das, was Physiker mit dem Schlagwort „Weltformel“ titulieren – eine einheitliche Theorie für alle Materie und die Kräfte in unserem Universum. Sie soll die beiden erfolgreichsten Theorien der Physik – die Quantentheorie für das Reich der Atome und Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie für die Gravitation (Schwerkraft) und ihren Einfluss auf das Weltall – mit denselben mathematischen Methoden beschreiben.

Tatsächlich baut die Superstringtheorie eleganter als andere die spröde Gravitationskraft in das Grundgerüst der Teilchenphysik ein. Während nämlich Kräfte und Materiepartikel im Reich der Atome immer in kleinen Häppchen („Quant“) auftreten, scheint die Gravitation, die Planeten auf die Umlaufbahn und uns Menschen auf den Erdboden zwingt, nicht quantisierbar zu sein. Sie kommt also nicht in einzelnen winzigen Kraftpaketen vor. Aber nur unter dieser Voraussetzung, meint Nicolai, könne man erklären, wie sich unser komplexes Universum aus einem Urknall entwickeln konnte oder was sich im Inneren von schwarzen Löchern abspielt.

Doch in letzter Zeit mehren sich Stimmen, die den Stringtheoretikern Weltfremdheit vorwerfen. „Die Strings sind zu abgehoben und realitätsfremd“, findet Steve Brice, Physiker am Teilchenforschungszentrum Fermilab in den USA. Beispiel: Die himmlischen Saiten schwingen in zehn Dimensionen – zu Beginn des String-Hypes war sogar von Varianten mit bis zu 25 Dimensionen die Rede. Das ist für die rund 2 000 theoretischen Physiker, die sich weltweit mit Strings beschäftigen, mathematisch kein Problem. Für unsere an eine dreidimensionale Welt gewöhnte Vorstellungskraft ist es jedoch eine harte Nuss. Denn die Zeitung, die sie gerade lesen, hat eine Höhe, Breite und Dicke, keinesfalls dehnt sie sich in weitere sieben Dimensionen aus.

Die Stringfetišisten sind aber genau davon überzeugt. Die übrigen Dimensionen seien so winzig aufgerollt, dass wir sie bisher nicht beobachten konnten, und zudem ausschließlich den „Gravitonen“ vorbe-



Engelsharfen gleich soll die Stringtheorie Harmonie zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Theorien herstellen, sorgt inzwischen aber für Misstöne.

halten, besonderen Strings, die laut der Theorie die Schwerkraft übertragen sollen. Erst wenn man nah genug schaue, offenbarten sich die Extradi-mensionen – wie bei einer Gitarrensaiten, die aus großer Entfernung als eindimensionaler Strich, aus nächster Nähe jedoch als dreidimensionaler Zylinder erscheine, auf den oben drein weitere Drähte (also weitere Dimensionen) gewickelt seien.

Doch wie rückt man Superstrings so auf die Pelle, dass sie ihre zusätzlichen Dimensionen preisgeben? Mitte der 1990er-Jahre lieferten Berechnungen Hinweise, dass einige der versteckten Dimensionen bis zu einem Millimeter groß sein könnten. Was Experimentalphysiker außerdem aufhorchen ließ, war die Vorhersage, dass unterhalb dieser Größe das Gravitationsgesetz von Isaac Newton nicht mehr gelten könne. Dieses Gesetz besagt, dass die Anziehungskraft zweier Körper mit abnehmendem Abstand kontinuierlich quadratisch zunimmt, und zwar egal, wie klein der Abstand wird.

Wenn es nun tatsächlich eine Grenze für Newtons Gesetz gäbe, sollte sich diese messen lassen. Der bisher genaueste Versuch stammt von Eric Adelberger von der Universität Washington in Seattle. Adelberger hat eine Apparatur konstruiert, in der zwei gelochte Scheiben aus einem Schwermetall dicht übereinander befestigt sind. Die untere wird langsam von einem Motor gedreht, die obere hängt an einem Faden. Sten-

über, wird die obere Scheibe durch die größere Anziehungskraft geringfügig mitgedreht. Die Anziehung wird über die Verdrillung des Fadens mit einem Laser gemessen. In seinen Experimenten hat das Team um Adelberger den Abstand der Scheiben auf mittlerweile 55 Mikrometer verringert – ohne Erfolg, zumindest aus Sicht der String-Verfechter: Auch bei diesem geringen Abstand bleibt Newtons Gesetz gültig, die Anziehungskraft steigt kontinuierlich, wenn sich die Platten nähern.

Für einige exotische Varianten der Stringtheorie bedeutet dieses Ergebnis bereits das Aus, weitere dürften folgen, wenn das Team den Abstand wie geplant auf 20 Mikrometer verringert. „Wenn das Newton'sche Gesetz auch dann noch gilt, wird es für diese Varianten der Stringtheorie sehr eng“, sagt Hermann Nicolai.

Er forscht selbst auf dem Gebiet der Stringtheorie, zeigt aber Verständnis für die wachsende Skepsis: „Zunächst sind Superstrings nur ein

schönes mathematisches Konstrukt, experimentell bewiesen sind sie nicht.“ Die gute Tradition in der Physik, dass eine Theorie ohne experimentellen Nachweis nichts wert ist, bleibt für Nicolai unantastbar – auch wenn manche seiner Kollegen der Meinung sind, die Stringtheorie sei zu gut, um falsch zu sein, und die Bestätigung im Labor deshalb nicht so wichtig. Doch Nicolai mahnt: „Dann kann ja jeder alles behaupten.“

### Spielanleitung für das Universum

Und genau da ist der Knackpunkt der Stringtheorie: Sie beschreibt nämlich tatsächlich alles, legt sich nicht auf konkrete Vorhersagen fest. Löst man die Gleichungen der Theorie, sind 10<sup>30</sup> Lösungen (eine Zahl mit 500 Nullen) möglich. Eine davon gilt für unser Universum – aber welche? Theoretisch könnten die astronomisch vielen anderen Lösungen mit anderen Kräften und Elementarteilchen in anderen Universen gelten, die zwar existieren mögen, die sich aber unserer

Beobachtung entziehen. Nicolais Kollege Dieter Lüst, Direktor am Max-Planck-Institut für Physik in München, ist davon überzeugt, dass der „Large Hadron Collider“, der 2008 am europäischen Kernforschungszentrum Cern in Genf in Betrieb gehen wird, Licht ins Dunkel bringt. Der Teilchenbeschleuniger fahndet auch nach supersymmetrischen Teilchen, spiegelbildlichen Verwandten der Partikel, aus denen unsere Welt aufgebaut ist. „Die Supersymmetrie ist in der Stringtheorie enthalten, deshalb wäre ihre Entdeckung ein positives Indiz“, so Lüst.

Und wenn sich am Ende tatsächlich eine Lösung der Stringtheorie als Weltformel entpuppt – ist dann die Physik am Ende? Nein, sagte Richard Feynman schon vor einem halben Jahrhundert. Der Nobelpreisträger verglich die Weltformel mit Schach: Der Spaß fange erst an, wenn man die Regeln kenne. „Im Universum lesen wir im Moment noch die Spielanleitung.“

### Stringtheorie

#### Wie Gitarrensaiten

Die Stringtheorie erweitert die Vorstellung von Elementarteilchen. Während nach herkömmlicher Vorstellung Teilchen punktförmig sind, haben Strings (Englisch: Saite) eine Ausdehnung. Man kann sie sich wie Saiten einer Gitarre vorstellen, die – indem sie schwingen – verschiedene

Töne erzeugen. Bei Strings entsprechen diesen Schwingungen verschiedene Teilchen wie Elektronen, Neutrinos oder Quarks.

#### Vorteile der Theorie

Der Vorteil der Stringtheorie ist, dass sie Zustände beschreiben und erklären kann, bei denen andere phy-

sikalische Gesetze versagen. Solche sogenannten Singularitäten sind zum Beispiel schwarze Löcher oder der Zustand direkt nach dem Urknall.

#### Auf der Suche

Strings kann man bis heute nicht nachweisen, möglicherweise aber „supersymmetrische Teilchen“ – und

die Supersymmetrie passt in die Stringtheorie. Supersymmetrische Teilchen sind „Spiegelbilder“ zueinander, die sich in das jeweils andere umwandeln können: Zu jedem Teilchen gibt es ein Gegenstück. Mit Hilfe des Teilchenbeschleunigers „Large Hadron Collider“ (LHC) sollen diese nachgewiesen werden.

### UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE

DI ESSAY

MI GEISTESWISSENSCHAFTEN

DO NATURWISSENSCHAFTEN

FR LITERATUR

## Studie belegt Wirksamkeit der Akupunktur

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Durch Akupunktur kann offenbar Bluthochdruck wirksam bekämpft werden. Das zeigt eine Studie des Universitätsklinikums Erlangen in Zusammenarbeit mit der Klinik für traditionelle chinesische Medizin in Ottobrunen.

140 unter Bluthochdruck leidende männliche und weibliche Probanden zwischen 50 und 66 Jahren nahmen an der Studie teil. Dabei wurden 72 zufällig ausgewählte Patienten an den traditionell bestimmten Punkten behandelt, die anderen erhielten eine Placebo-Akupunktur, bei der die Nadeln an unspezifizierten Punkten gesetzt wurden. Die Behandlung dauerte sechs Wochen und umfasste 22 Sitzungen. Unmittelbar nach Ende der Behandlung sowie nach drei und sechs Wochen wurde der Blutdruck je 24 Stunden lang gemessen. Ergebnis: In der traditionell akupunkturierten Gruppe fiel der Blutdruck, während in der Kontrollgruppe „keine signifikanten Veränderungen“ registriert wurden. In anderen Akupunktur-Studien war bisher meist ein starker Placebo-Effekt beobachtet worden: Bei Rückenschmerzpatienten wirken einer großen Studie der Universität Bochum zufolge auch „falsch“ gesetzte Nadeln, allerdings weniger gut.

Die Akupunktur setzt sich in Deutschland immer mehr durch, obwohl die Wirkweise bisher nicht überzeugend erklärt werden kann. In einem Dokument des Gemeinsamen Bundesausschusses der Krankenkassen ist dazu vage von „einer Stimulation schmerzleitender Nervenfasern und dadurch ausgelösten Rückkopplungsprozessen“ die Rede. Seit Jahresbeginn zahlen die gesetzlichen Kassen Akupunktur-Therapien bei chronischen Schmerzen in der Lendenwirbelsäule oder in den Knien. Kritiker wie Gerd Glaeske, Pharmazie-Professor an der Universität Bremen, argumentieren mit diesem Placebo-Effekt gegen die Akzeptanz der Akupunktur: „Wenn so wenig klar ist, warum eine Leistung wirkt, ist das natürlich nicht unbedingt eine gute Voraussetzung für eine Aufnahme in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen.“

Frank Flackschamp, Kardiologie-Professor an der Universität Erlangen und Mitautor der Studie, war vom Ergebnis ziemlich überrascht, vor allem von dem völligen Fehlen eines Placebo-Effektes. Er selbst praktiziert Akupunktur nicht, erwartet aber eine steigende Bedeutung. „Das ist kein Hokusfokus. In dieser Tradition stecken offenbar Informationen über die menschliche Physiologie, die wir Schulmediziner nicht haben.“

### Handelsblatt Abonnement

3 Monate Handelsblatt lesen, über 33% sparen ...



Als Dankeschön erhalten Sie das Samsonite-Set gratis.

### Ihre Top-Vorteile auf einen Blick:

- ▶ **Substanz entscheidet.** Profitieren Sie von den umfassenden und zuverlässigen Berichten unserer 200 Redakteure und Korrespondenten.
- ▶ **Sparen Sie über 33%** und sichern Sie sich Ihr **Samsonite-Set**, bestehend aus Rindnapp-Geldbörse und Schlüssel-Etui, als **Dankeschön**. Sie zahlen nur 74,40 € statt 109,- €.
- ▶ **Verlagsgarantie:** Ihre Lieferung endet automatisch.
- ▶ **Für Sie kostenlos: Wirtschaftspresse.biz** mit den digitalen Archiven von Handelsblatt und WirtschaftsWoche sowie zahlreichen weiteren Online-Services.
- ▶ **Ein weiterer Vorteil:** Ihr Handelsblatt können Sie in der Regel steuerlich absetzen.

Gleich bestellen unter: [www.handelsblatt.com/abo](http://www.handelsblatt.com/abo) oder direkt per Telefon 0 180 5.99 00 10

0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz (ggf. abweichende Preise aus Mobilfunknetzen)