

PHYSIK

# „Der Urknall ist nur Marketing“

Der Physik-Nobelpreisträger Robert Laughlin über den Irrglauben an eine Weltformel, schwarze Magie in der Wissenschaft und das Ende der Teilchenforschung

*Laughlin, 57, lehrt Theoretische Physik an der Stanford University. Im Jahr 1998 erhielt er den Nobelpreis für seine Erklärung des sogenannten fraktionierten Quanten-Hall-Effekts. Der Durchbruch gelang ihm während seiner Zeit am Atomwaffenlabor Livermore. In seinem Buch „Abschied von der Weltformel“ propagiert er eine neue Ära der Physik\*.*

**SPIEGEL:** Herr Laughlin, in Stanford haben Sie sich einmal viel Ärger mit einer Prüfungsfrage zugezogen ...

**Laughlin:** Sie meinen die Geschichte mit dem Rostbraten?

**SPIEGEL:** Ja, Sie fragten, was passieren würde, wenn ein Student von einem 56 000 km/h schnellen Rostbraten getroffen würde. Was wäre die richtige Antwort gewesen?

**Laughlin:** Bei so hohen Geschwindigkeiten verhält sich jeder Gegenstand wie ein Wasserballon. Beim Aufprall wird das getroffene Objekt von einer Welle durchlaufen, die noch schneller ist als das Projektil selbst. Diese Welle tritt am Rücken aus, und wenn sie dies tut, dann bricht das ganze Objekt auseinander. Kurzum: Der Student explodiert. Das Phänomen nennt sich Schockwelle. Aber ich wusste natürlich, dass unsere Studenten keine Ahnung davon hatten. Auch ich kenne mich nur deshalb damit aus, weil ich in einem Nuklearwaffenlabor gearbeitet habe.

**SPIEGEL:** Warum stellen Sie dann solche Fragen?

**Laughlin:** Eines zumindest habe ich damit erreicht: Ich brauche seither keine Prüfungen mehr abzulegen.

**SPIEGEL:** Aus einem ganz anderen Grund tauchen Schockwellen in Ihrem letzten Buch auf ...

**Laughlin:** ... ja, weil sie zu den sogenannten emergenten Phänomenen zählen.

**SPIEGEL:** Können Sie uns das erläutern?

**Laughlin:** Entscheidend ist, dass Schockwellen durch einen Prozess der Selbstorganisation ent-

stehen. Sie lassen sich nicht durch eine atomare Theorie der Materie erklären. Sie gehorchen vielmehr den Gleichungen der Hydrodynamik, die das Verhalten von Flüssigkeiten beschreiben. Aber niemand kann von fundamentaleren, atomaren Gesetzen ausgehend beweisen, dass die Gleichungen stimmen.

**SPIEGEL:** Als Emergenz bezeichnen Sie also alle Phänomene, die nicht auf atomare Gesetze zurückführbar sind ...

**Laughlin:** ... ja, weil sie die Folge von Selbstorganisation der Materie sind.

**SPIEGEL:** Und das scheint Ihnen so bedeutsam, dass Sie gleich eine ganz neue Ära der Physik ausrufen, die Sie Ära der Emergenz nennen. Tragen Sie da nicht sehr dick auf?

**Laughlin:** Die Leute reden nun mal gern von neuen Zeitaltern oder gar vom Ende aller Wissenschaft. Dass eine solche Vorstellung überhaupt aufkommen konnte, liegt an einer irreführenden Ideologie, derzufolge nur diejenigen Gesetze wirklich

zählen, die grundlegend, irgendwie fundamental sind. Und das ist im Kern eine religiöse Idee.

**SPIEGEL:** Was genau? Die Idee, dass es ein ultimatives, letztes Gesetz, eine Art Weltformel geben müsse?

**Laughlin:** Exakt. Bei uns im Westen ist diese Idee ideologisch tief verwurzelt – ganz anders als im Fernen Osten übrigens. Derart tiefe kulturelle Wurzeln färben das gesamte Denken ein. Sie lassen uns Dinge als offensichtlich wahrnehmen, die keineswegs offensichtlich sind.

**SPIEGEL:** Was heißt dies für das Phänomen der Emergenz?

**Laughlin:** Nun, in unseren westlichen Köpfen treffen wir eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen fundamentalen Naturgesetzen, die schlicht da sind – und denen, die aus anderen hervorgehen. Dabei vergisst man, dass es keinerlei experimentelle Hinweise auf einen solchen Unterschied gibt.

**SPIEGEL:** Beruhen die großen Erfolge der Physik nicht gerade auf dem Glauben an diesen Unterschied? Darauf, dass sich jedes Phänomen durch Gesetze erklären lässt, die sich wiederum auf noch grundlegendere Gesetze zurückführen lassen, bis man am Ende zur Weltformel kommt?

**Laughlin:** Das ist historisch falsch. Nehmen wir die Metallurgie. Sie ist ohne Zweifel von größter Bedeutung für unseren Alltag – um Autos, Flugzeuge oder Maschinen zu bauen. Und woraus besteht diese Wissenschaft? Aus nichts als schwarzer Magie. Sie wurde über Jahrhunderte entwickelt zu einer wirklich raffinierten Kunst. Aber sie beruht auf nichts als Kochrezepten.

**SPIEGEL:** Es war aber doch erst die moderne Elektronentheorie der Metalle, die ein tieferes Verständnis mit sich gebracht hat.

**Laughlin:** Das ändert nichts daran, dass die Leute ihre Rezepte ausgearbeitet haben – und zwar zu einer Zeit, als sie von der mikroskopischen Struktur keine Ahnung hatten. Noch vor ganz kurzem gab es einen hochinteressanten Artikel über in Metallen auftretende Spannungen – und die Autoren weigerten sich, über Atome zu sprechen, weil die atomare Theorie für die Metallurgie irrelevant sei.

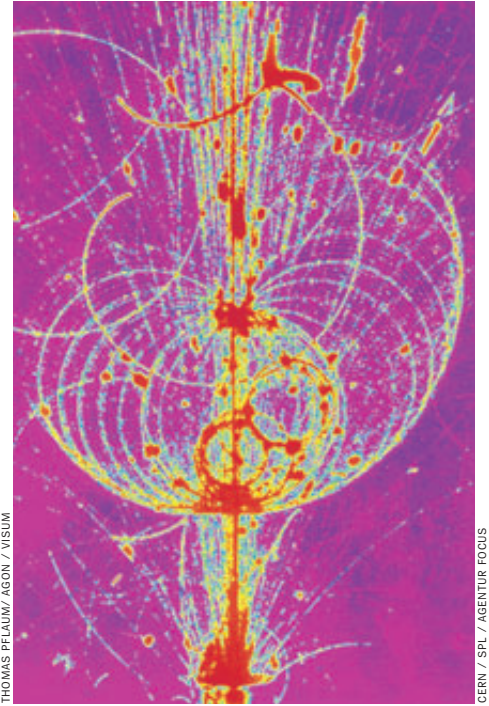
**SPIEGEL:** Wird Ihrer Meinung nach die Bedeutung des tiefen Verständnisses in der gesamten Physik überschätzt?

**Laughlin:** Nicht nur in der Physik. Nehmen Sie die Medizin: Die wirklich wichtigen Fortschritte beruhen auch da oft auf bloßen Kochrezepten, wie man gesund wird ...



Physiker Laughlin: „Der Student explodiert“

\* Robert Laughlin: „Abschied von der Weltformel“. Piper Verlag, München; 336 Seiten, 19,90 Euro.



Teilchenbeschleuniger am Cern (in Genf), Kollisionsspuren: „Der wahre Grund lag darin, sich gegen neuartige Waffen zu versichern“

**SPIEGEL:** Gerade die Physiker haben aber doch stets im Kleinen das immer noch Kleinere gesucht: Sie zerlegten Atome und fanden die Protonen; und innerhalb der Protonen fanden sie die Quarks. Ist das in Ihren Augen keine Erfolgsgeschichte?

**Laughlin:** Die Teilchenphysiker mögen interessante Ergebnisse zutage gefördert haben. Aber all ihre Experimente wurden ja nicht aus philosophischen Gründen durchgeführt. Niemand gibt so viel Geld für Philosophie aus. Der wahre Grund, die Beschleuniger zu finanzieren, lag darin, sich gegen neuartige Waffen zu versichern. Im Kalten Krieg konnten die Regierungen es nicht riskieren, dass sich etwas entwickelt, das sie nicht unter Kontrolle hatten.

**SPIEGEL:** Der Beschleuniger am Cern bei Genf ist also aus Angst gebaut worden?

**Laughlin:** Exakt. Und nun schwindet diese Angst. Deshalb prophezeie ich, dass es in der nächsten Generation sehr schwer wird, noch Geld für Beschleuniger zu kriegen. Ich sage Ihnen: Die enormen Beträge, die solche Experimente kosten, werden nicht als Almosen für Physiker gezahlt. Die Leute, die solche Entscheidungen treffen, wollen nicht Geld fürs Wohl der Menschheit ausgeben. Sie wollen wiedergewählt werden. Und die Landesverteidigung ist nun einmal für jede Regierung dieser Welt eine wesentliche Aufgabe.

**SPIEGEL:** Das ist eine sehr einseitige Sicht öffentlicher Finanzpolitik – und eine deprimierende Ansicht über die gesellschaftliche Rolle der Physik obendrein.

**Laughlin:** Ganz im Gegenteil. Ich bin sogar überzeugt davon, dass die Moral der Physik in unserer heutigen Informationsgesellschaft von extremer Bedeutung ist.

**SPIEGEL:** Was meinen Sie mit Moral?

**Laughlin:** Dass die Physik Wahrheit bietet. Und mehr noch: Sie definiert Wahrheit.

**SPIEGEL:** Und was ist Wahrheit? Dass das Universum im Urknall entstanden ist?

**Laughlin:** Das ist Unfug. Viele Leute stellen mir quasireligiöse Fragen: Woher wir kommen, wie das Universum entstanden ist und so weiter. Da kann ich als Physiker nur antworten: Da bin ich kein Experte, ich bin einzig und allein ein Experte in Sachen Experiment und Messung.

**SPIEGEL:** Aber es gibt doch durchaus Messungen, die das Urknallszenario stützen: die Rotverschiebung des Lichts ferner Galaxien, die Verteilung von Wasserstoff und Helium im Universum ...

**Laughlin:** ... ja, und außerdem der Mikrowellen-Hintergrund. All das sind echte Daten. Aber das Urknallszenario ist nur eine Art Synthese daraus, eine Theorie.

**SPIEGEL:** Und was ist in Ihren Augen der Wert einer solchen Synthese?

**Laughlin:** Letztlich ist das nichts als Marketing. Wenn wir unseren Kindern etwas beibringen, dann reden wir zuerst von unseren Vorstellungen und Ideen, weil das leichter zu verstehen ist. Aber was für mich als Physiker wirklich zählt, das sind allein die Daten. Igor Strawinski wurde einmal gefragt, was er denn an Beethovens Symphonien so möge. Er

antwortete: ‚Alle diese kleinen Noten.‘ Sehen Sie, so geht es mir mit der Physik.

**SPIEGEL:** Wundert es Sie, dass sich die Öffentlichkeit vor allem für die Fragen interessiert, die Sie quasireligiös nennen?

**Laughlin:** Nein, gar nicht. Deshalb gehört das Marketing ja auch dazu, wenn man bezahlt werden will. Wir werden noch sehr viel hören von diesem Warum-ist-das-Universum-so-wie-es-ist-Zeug.

**SPIEGEL:** Auch Sie selbst haben sich doch auch schon mit der Theorie Schwarzer Löcher befasst.

**Laughlin:** Oh ja, ich habe die Vermutung aufgestellt, dass es sich bei Schwarzen Löchern in Wirklichkeit um einen Phasenübergang der Raumzeit handelt ...

**SPIEGEL:** ... eine kühne These. Und wie weit ist die entfernt von einem experimentellen Test?

**Laughlin:** Sehr weit. Wahrscheinlich wäre das allenfalls möglich mit sehr großen Teleskopen auf dem Mond.

**SPIEGEL:** Was ist denn dann der Wert einer solchen Spekulation?

**Laughlin:** Gar keiner. Ich wollte provozieren. Denn ich bin es satt, in Seminaren zu sitzen und mir Spekulationen über Schwarze Löcher und Superstrings anzuhören. Niemand redet da über Experimente. Wer wirklich originelle Dinge hervorgebracht hat, der weiß: Du musst dich zu disziplinieren wissen. Rede nur über Dinge, die auch messbar sind.

**SPIEGEL:** War der Ärger über die String-Forscher ein Anstoß für Ihr Buch?

**Laughlin:** Den Anstoß hat ein Foto in einer deutschen Zeitschrift gegeben. Zu sehen waren lauter String-Forscher, und es hieß, das seien die klügsten Leute der Welt ...

**SPIEGEL:** ... kann es sein, dass es sich um dieses Foto aus dem SPIEGEL handelt?



SPIEGEL-Titel 30/1999

BESTATTUNGSTECHNIK

# Müde Modergruben

Auf Deutschlands Friedhöfen verwesen die Toten nicht mehr – sie verwandeln sich in Wachsleichen. Reicht der Einsatz von Grabkammern? Oder hilft nur eine aufwendige Bodensanierung?

**Laughlin:** Oh, ja, ganz genau! Das hat mich verrückt gemacht, als ich es gesehen habe. Keine einzige Behauptung von diesen Typen ist durch ein Experiment gedeckt. Nicht ein einziger hat irgendetwas gesagt, das wahr ist! Und der König von allen ist er hier, Stephen Hawking. Ich habe gehört, dass ihm Frauen Babys bringen, damit er sie berührt. Dieser Mann hat einen Weg gefunden, sich zur kulturellen Ikone zu machen. Was für ein Typ! Da kann man nur sagen: Ja, insofern ist der wirklich einer der klügsten Leute.

**SPIEGEL:** Könnten Sie sich ein Foto vorstellen, auf dem Sie inmitten der Forscher sitzen, die Sie für die klügsten halten?

**Laughlin:** Nein, auf meinem Foto dürften nur Leute sein, die Dinge gesagt haben, die wahr sind. Und leider muss man sagen: Es wären sehr wenige. Ich weiß nicht, welches Glaubenssystem das beste ist, um in der Wissenschaft Fortschritte zu machen. Aber eines weiß ich ganz sicher: Egal, was Sie glauben, am Ende müssen Sie sich fragen: Mit welchem Experiment könnte ich beweisen, dass meine Lieblingsidee falsch ist. Und erst wenn dieses Experiment scheitert, haben Sie eine Chance, richtig zu liegen. Und genau das fällt schwer. Denn nicht selten hängt Ihre Karriere von der Richtigkeit Ihrer Idee ab.

**SPIEGEL:** Aber wird in der Wissenschaft nicht letztlich jede Idee einem solchen Test unterzogen, wie Sie ihn fordern?

**Laughlin:** Von wegen. Nehmen Sie nur den Fall des Wissenschaftsbetrügers Jan Hendrik Schön ...

**SPIEGEL:** ... dessen Betrug ja aufgefliegen ist.

**Laughlin:** ... aber nur, weil jemand in seinem Labor geplaudert hat. Es gab da ein Problem, und das hatte absolut nichts mit ihm zu tun. Es ist das Problem von Firmen, die unter wirtschaftlichem Druck stehen. Da tun oder sagen Leute praktisch alles, nur um nicht gefeuert zu werden. Denn die Wahrheit kann beruflicher Selbstmord sein. Deshalb darf man wissenschaftlichen Aussagen, die in einer solchen Situation gemacht werden, niemals trauen.

**SPIEGEL:** Jetzt reden Sie von einem sehr kleinen Teil des Wissenschaftsbetriebs ...

**Laughlin:** Überhaupt nicht. Meine persönliche Erfahrung sagt mir, dass wir es hier mit einem erschreckend weitverbreiteten Phänomen zu tun haben. Und es gibt sehr viele Wege, die Unwahrheit zu sagen. Zum Beispiel kann es reichen, wahre Dinge zu sagen, die aber irrelevant sind. Es gibt Massen von Experimenten, die schlicht nicht testen, was sie zu testen vorgeben. Oder man behauptet, herausgefunden zu haben, was alle ohnehin glauben. Dann können Sie ziemlich sicher sein, dass es niemand in Zweifel ziehen wird.

INTERVIEW: JOHANN GROLLE, HILMAR SCHMUNDT

**F**riedhofsruhe gilt als Synonym für größtmögliche Stille – ein Begriff, der wohl bald dezent zu Grabe getragen werden muss. Auf deutschen Gottesäckern buddeln derzeit Exhumierungsexperten im großen Stil, vom ewigen Frieden keine Spur.

Grund für den Rummel: Auf einem Großteil der Friedhöfe verwesen die Toten im Boden nicht mehr. Der gruselige Vor-

unterbricht die vorgesehene Verwertungskette der Grabstellen mit Neubelegung nach Ruhefristen von 15 bis 25 Jahren. In diesem Zeitraum, so lehrte bisher die Erfahrung, verrotten die sterblichen Überreste des Bestatteten fast vollständig – aber eben nur bei guten Bodenverhältnissen.

Von solchen Idealbedingungen sind viele Friedhöfe heute weit entfernt. Die Misere scheint hausgemacht: „Große Bau-



**Ingenieur Kettler:** „Es gibt zwei Arten von Friedhöfen, die feinen und die verlotterten“

gang der Wachsleichenbildung ist bereits so weit verbreitet, dass er sich kaum mehr totschweigen lässt.

Zu hohe Feuchtigkeit im Untergrund verbunden mit tiefen Temperaturen und mangelndem Sauerstoff verwandelt die Weichteile vieler Leichen nicht mehr in Humus, sondern „in eine grauweiße, pastenartig weiche Masse“, wie der Bodenkundler Rainer Horn von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel berichtet.

Mit zunehmender Liegedauer gerinnen die Heimgegangenen schließlich „zu einer harten, beständigen Substanz“. Klopft man mit einem Spaten dagegen, klingen die wächsernen Körper von innen hohl.

Der auf diese Weise gestörte natürliche Kreislauf der Zersetzung erweist sich für die Friedhofsverwalter als Horror: Der aus den Fugen geratene Verwesungsprozess

sünden in den vergangenen Jahrzehnten“ moniert etwa der Ingenieur Heinrich Kettler, der sich auf die Sanierung „verwesungsmüder“ Böden spezialisiert hat.

Die Gemeinden hätten sich beim Erschließen neuer Friedhofsflächen fahrlässig verhalten. Allzu sorglos sei stark tonhaltiges Erdreich von ortsansässigen Bauern aufgekauft worden – der für die Friedhofsnutzung am wenigsten geeignete Untergrund: Aus dieser Bodenart kann Wasser nur schlecht abfließen. Luft – für die Verwesung unverzichtbar – dringt kaum in die verdichteten Lehmschichten vor.

Der grassierende Notstand hat eine ganze Branche von Rettern und Heilsbringern entstehen lassen. Als jüngste Novität drängt jetzt das von einem Schweizer entwickelte Renovierungssystem Linder auf