

*Neues aus der Welt der Wissenschaft*[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Technologie](#) : [Wissen und Bildung](#) : [Gesellschaft](#)

## Physikalische Konstanten: Doch nicht unveränderlich?

Eine grundlegende Annahme der Physik betrachtet physikalische Konstanten, wie etwa die Lichtgeschwindigkeit, als unveränderliche Größen. Experimente im Weltall könnten diese Annahme nun in Frage stellen.

Wie Steve K. Lamoreaux vom Los Alamos National Laboratory, USA, im Fachmagazin "Nature" berichtet, könnten Experimente mit Atomuhren nahe der Sonnenoberfläche darüber entscheiden, ob die - bislang nur als abstraktes mathematisches Modell vorliegende - Stringtheorie richtig ist.

Im extremen Gravitationsfeld der Sonne könnte sich die so genannte Feinstrukturkonstante als variable Größe erweisen - und damit die Stringtheorie unterstützen.

...

"Relativity: Testing times in space"

Die Publikation "Relativity: Testing times in space" von Steve K. Lamoreaux erschien im Wissenschaftsmagazin "Nature" 416, auf den Seiten 803-804 (2002).

[Zum Originalartikel \(kostenpflichtig\)](#)

...

### Annahme: Konstanten sind unveränderlich

Eine der grundlegenden Annahmen der Einsteinschen Relativitätstheorie besagt, dass physikalische Gesetze und Parameter unabhängig von Ort, Orientierung und gleichförmiger Bewegung des Laboratoriums sind, in dem diese Größen gemessen werden.

Diese Annahme wird auch als Lorentz-Invarianz bezeichnet. Bis dato wurde die Relativitätstheorie in unzähligen Experimenten auf der Erde getestet - und noch nie widerlegt.

...

Lorentz-Invarianz

Die Lorentz-Invarianz bezeichnet die Eigenschaft bestimmter physikalischer Größen, sich unter Lorentz-Transformationen nicht zu ändern, also invariant zu bleiben. Diese Größen werden Lorentz-Invariante oder Lorentz-Skalare genannt. Lorentz-Invarianz erreicht man, indem man alle physikalischen Gesetze mit Skalaren, Vektoren, Tensoren und Spinoren des so genannten Minkowski-Raumes formuliert.

...

### Exakte Tests durch Atomuhren

Im Rahmen der genauesten bisher vorgenommenen Tests der Relativitätstheorie wurden Atomuhren verwendet. Diese "ticken", indem Elektronen zwischen verschiedenen Energiezuständen wechseln und dadurch mit einer gegebenen Frequenz Lichtteilchen entsenden.

Da das Ticken einer Atomuhr von physikalischen Konstanten abhängig ist, würde, so die Grundidee von Lamoreaux, eine Variabilität derselben an unterschiedlichen Frequenzen der Uhren abzulesen sein.

...

#### Atomuhren

Atomuhren sind seit 1964 der Standard zur Zeit- und Frequenzmessung. Ihr Takt wird aus einem periodischen Vorgang auf atomarer Ebene abgeleitet. Ein Beispiel dafür ist die Cäsiumuhr, die eine ausgezeichnete Periodenkonstanz aufweist. Diese wird durch den Übergang der zwei Hyperfeinstrukturzustände des Grundzustands von Cs-133 definiert (SI-Sekunde). Die relative Genauigkeit liegt bei  $10^{-14}$  pro Tag. Die Caesiumuhr wird als Primärstandard eingesetzt, da die Frequenz, so die bisherige Annahme, keinen Alterungseinflüssen unterliegt.

→ [Mehr zu Atomuhren](#)

...

### Stringtheorie sagt variable "Konstante" voraus

Lamoreaux schlägt nun vor, physikalische Konstanten im Welttraum unter extremen Bedingungen zu messen. Die so genannte Feinstrukturkonstante Alpha, die die Stärke der elektromagnetischen Wechselbeziehung von Photonen und geladenen Teilchen bemisst, könnte nach den Vorhersagen der Stringtheorie nicht invariant sein.

...

#### Stringtheorie

Nach der String-Theorie sind die Grundbausteine des Universums nicht punktförmige Teilchen, sondern unvorstellbar winzige Saiten (englisch "strings"), deren Schwingungen alle beobachtbaren Teilchen und Kräfte ergeben sollen. Diese - offenen oder zu Schleifen geschlossenen - Strings sind nur etwa  $10^{-35}$  Meter lang und können wie eine Violsaite viele unterschiedliche Eigenschwingungen ausführen. Jeder Schwingungszustand hat eine bestimmte Energie und lässt sich als ein quantenmechanisches Teilchen betrachten.

Die String-Theorie ist deswegen von allgemeinem Interesse, weil sie einen wichtigen Schritt zur so genannten "GUT" ("great unifying theory") bzw. "TOE" ("theory of everything") darstellt. Eine große vereinheitlichende Theorie sollte die einander bislang widersprechenden Prinzipien der Makrophysik (Relativitätstheorie) und Mikrophysik (Quantentheorie) vereinen.

→ [Mehr zur Stringtheorie](#)

...

### Experiment nahe der Sonne

Bereits letztes Jahr hatten die NASA-Wissenschaftler Lute Maleki und John Prestage vorgeschlagen, eine Raumsonde bis auf drei Millionen Kilometer an die Sonne heranzubringen, um solche Tests durchzuführen. Zum Vergleich: Die Erde ist rund 150 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt.

Die Masse der Sonne beträgt etwa das 330.000-fache der Erde und würde Atomuhren einem derart extremen Gravitationspotential aussetzen, dass es zu messbaren Abweichungen der Feinstrukturkonstante kommen könnte.

Damit wäre es erstmals möglich, die String-Theorie vom Status eines abstrakten mathematischen Konzepts in den Rang einer empirisch getesteten Theorie zu heben.

→ [Los Alamos National Laboratory](#)

→ [NASA](#)

Mehr zu diesem Thema in [science.ORF.at](#)

→ [Stringtheorie: Auf der Suche nach der zehnten Dimension](#)

---

[ [ORF ON Science](#) : [News](#) : [Wissen und Bildung](#) ]

IHR KOMMENTAR ZU  
DIESEM THEMA ⓘ

[derdaniel](#) | 01.05, 21:56

%o)

\*jihahaha\* . ich habs gewusst, ich bin nicht verrückt, jetzt bekomme ich doch noch meinen einser in physik \*lach\* . na, spaß ;o) . is ja schon interessant :o) - variable konstanten, also ich glaub des bringt unseren mechaniklehrer doch noch um den verstand \*gg\* 📄↩

[gurney02](#) | 30.04, 14:47

habt ihr gewusst, dass strings so klein sind, dass wenn sie auf die Größe eines Baumes vergrößert werden würden, ein Atom die Größe des gesamten bekannten Universums haben müsste? 📄↩

[hefeweissbier](#) | 30.04, 02:13

Ähnliche Theorie

<http://www.evert.de/eft415.htm>

Interessant zu lesen (stark populärwissenschaftlich allerdings).

Einiges auf everts umfangreicher Website ist jedoch unerschlüssig. Einem Physiker wird es wohl die Zehennägel hochdrehen, besonders wenn man sein Fachgebiet neudeutsch schreibt ;-) 📄↩

[cyberpeps](#) | 29.04, 20:49

C

z.B.: die Spukhafte Fernwirkung korrelierter Zwillinge. Erfolgt ohne Zeitunterschied egal wie weit die Partner voneinander entfernt sind -> schneller als Licht!!!! 📄↩

[jedi](#) | 29.04, 22:47

quantenmechanik und RT

da QM ist noch immer nicht ganz verstanden und die 2 theorien sind noch nicht gänzlich vereint.

[il60](#) | 29.04, 17:51

Lichtgeschwindigkeit ist nicht konstant das wurde auch schon hundertmal i Experiment nachgewiesen, aber immer wieder wegerklärt (Korff'sches Theorem\_ "Weil, so schließt er messerscharf, nicht sein kann, was nicht sein darf") - und zwar daruch, daß mechanische Uhren halt zu ungenau seien.

Es deutet jedenfalls alles darauf hin daß die Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum mit der Zeit abnimmt, vielleicht sogar exponentiell. D.h. daß alle unsere Messungen von so-und-so-vielen Lichtjahren zwar eine

eindeutige Entfernung abgeben, aber keine eineutige Zeit (das Licht ist eben nicht vor so und so vielen Jahren abgestrahlt worden, sondern später). Das Universum ist dann nicht 14 Mrd. Jahre alt, sondern weniger...

Und Einstein hat nie behauptet, daß die Geschwindigkeit des Lichts konstant sei - sondern nur, daß nichts schneller durch das All flitzt als Licht, was populärwissenschaftlich und in Zeitungen gerne verwechselt wird, es paßt dann ja so schön in unser vom-Urknall-zu-Darwin Weltbild.



[tukonni](#) | 29.04, 19:19

Welche Experimente?

Kannst du mir bitte irgendwelche Experimente nennen, die eine Nichtkonstanz der Lichtgeschwindigkeit ergeben? Das würd mich nämlich wirklich interessieren. Vielleicht hast du ja einen Link oder so.

[wulfgäng](#) | 29.04, 21:17

nicht faseln bitte!

Das mit den Experimenten hab ich zwar auch schon gehört, aber noch nichts konkretes dazu gelesen - würde mich auch interessieren.

Aber jetzt zur Berichtigung:

Dass Einstein nie behauptet haben soll, die Lichtgeschwindigkeit sei konstant, ist Blödsinn, denn auf diesem "Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit" (und dem Relativitätsprinzip) hat er seine RT aufgebaut.

Was er hingegen nie behauptet hat, ist, dass nichts schneller als das Licht durch das All flitzen kann, sondern, dass materielle Körper nicht von  $v < c$  auf  $v \geq c$  beschleunigt werden können. Dass es aber prinzipiell "irgendwas" gibt das sich schneller als Licht bewegt ist daher aus Sicht der RT nicht verboten (Stichwort Tachyonen).

[fhaselbein](#) | 29.04, 21:37

Frage an die Herren Physiker

Wie kam Einstein überhaupt auf die Idee  $E=mc^2$ ??

Warum gerade  $c^2$  und nicht  $c$  oder  $c^3$ ?? oder  $m/c^2$ ?

[onlinesk8er](#) | 29.04, 22:10

@fhaselbein

Eine gern zitierte Quelle, um Deine Frage (warum  $c^2$  und nicht  $c^{-2}$  etc) zu beantworten, ist [Larson G.: The Far Side Gallery 2] etwa Seite 55.

[sensortime.com](#) | 29.04, 22:17

an tukonnii

Nichtkonstanz der Lichtgeschwindigkeit:

empirisch nachgewiesen im sog. "Bose-Einstein-Kondensat"

siehe: Photonen gebremst, gespeichert und wiederhergestellt

<http://www.heise.de/tp/deutsch/html/result.xhtml?>

[url=/tp/deutsch/inhalt/co/4714/1.html&words=Bose%20Einstein%20Kondensat](http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/4714/1.html&words=Bose%20Einstein%20Kondensat)

mfg Erich B.

[www.sensortime.com](http://www.sensortime.com)

[vanguard2k](#) | 29.04, 22:20

@fhaselbein

Hm... gute Frage. Ich weiß jetzt nicht genau mit ihren Anwendungen beschäftige, ich weiß gerade einmal das was die Herren vor mir schon geschrieben haben.

Ich kann mir nur eine Möglichkeit denken wie physikalische Formeln oder Gesetze entstehen. Wenn man Proportionalitäten aufstellt und dann verknüpft.

Ich meine, warum wird die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde gemessen und nicht in Metern mal Sekunde? Tja. Wenn ich bei konstanter Geschwindigkeit sage ich habe mehr Weg zurückgelegt muss sich dementsprechend auch die Zeit ändern, sonst stimmen die Zusammenhänge nicht mehr. Dass die Relativitätstheorie nicht so einfach ist wie die Formel für die Geschwindigkeit ist mir schon klar, nur denke ich einfach, dass überhaupt Formeln generell entweder aus Herleitungen und/oder solchen Überlegungen entstehen.

Oder anderes Beispiel: Newton's Gesetz für die Gravitationskraft.

F ist direkt proportional zur Masse  $m_1$  d. ersten Körpers  $F \sim m_1$

F ist direkt proportional zur Masse  $m_2$  d. zweiten Körpers  $F \sim m_2$

F ist indirekt proportional zum Quadrat der Entfernung  $r$  der beiden Körper  $F \sim 1/r^2$

=> F ist direkt proportional zu  $m_1 \cdot m_2 / r^2$

Dieses Verhältnis wird eben durch die Gravitationskonstante ausgedrückt sodass die Formel

$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$  entsteht.

VanGuard

[fhaselbein](#) | 29.04, 22:33

@vanguard

hmm naja nicht wirklich ausreichend die Antwort, wenn ich  $c$  als Konstante (wie so oft in der Mathematik/Physik) auffasse, die für die Lichtgeschwindigkeit steht, so versteh ich zwar, wie man auf  $E=m$  kommt, skaliert um einen gewissen Faktor sagen wir  $k$ , sofern diese - und das sagt ja Einstein - linear voneinander abhängen. Aber wieso nicht eine Konstante  $k$ , egal welche Zahl (Gravitationskonstante ist offensichtlich durch Beobachtungen entstanden, oder gibts da eine axiomatische herleitung dafür?) sondern eben genau dieses  $c^2$ , was ja auch wieder eine Konstante ist (sofern Einstein recht hatte) und nicht was anderes?

[wulfgäng](#) | 29.04, 22:37

@onlinesk8er

den witz wollt ich auch grad empfehlen :-D genial!!!

@fhaselbein:

die "seriöse" antwort: nur  $c^2$  ergibt auf der linken seite die dimension energie ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ )

[kastor1](#) | 30.04, 09:23

Warum  $m \cdot c$  hoch 2

Es ist doch zumindest ein starkes Indiz, wenn bei einer Gleichung die physikanische Dimension von vornherein stimmt, ohne dimensionshaltigen Korrekturfaktor (wie etwa die Gravitationskonstante). Bei Einsteins Vorzeigeformel ergibt es sich so, weil die Dimension von Energie eben  $m$  hoch 1 mal  $s$

noch 2 mal t hoch -2 ist.

Wenn man sich nicht einmal mehr auf die Konstanz der Konstanten verlassen kann, ist das ein ganz guter Strohhalm zum Anhalten.

Die ORF.at-Foren sind allgemein zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussionsatmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge sowie Beiträge, die dem Ansehen des Mediums schaden, zu löschen und nötigenfalls User aus der Debatte auszuschließen.

Sie als Verfasser haften für sämtliche von Ihnen veröffentlichte Beiträge selbst und können dafür auch gerichtlich zur Verantwortung gezogen werden. Beachten Sie daher bitte, dass auch die freie Meinungsäußerung im Internet den Schranken des geltenden Rechts, insbesondere des Strafgesetzbuches (Üble Nachrede, Ehrenbeleidigung etc.) und des Verbotsgesetzes, unterliegt. Die Redaktion behält sich vor, strafrechtlich relevante Tatbestände gegebenenfalls den zuständigen Behörden zur Kenntnis zu bringen.

Die Registrierungsbedingungen sind zu akzeptieren und einzuhalten, ebenso Chatiquette und Netiquette!

[Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)