

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

### **Konstante konstanter**

Die Uhren würden anders ticken, wären die Konstanten der Natur nicht konstant. Allen voran die Atomuhren. Gingen die Elektronen der Atomuhren nur noch unregelmäßig über in die Energiezustände des Grundzustands eines Atoms, wäre die dabei ausgesandte Strahlungsfrequenz nicht mehr konstant. Dann könnten wir alle anderen Uhren einpacken; denn ihre Zeiger werden ausgerichtet an den Atomuhren. Atomuhren sind dabei nicht nur Standard für Uhren überhaupt, sondern auch Probestein für Naturkonstanten, genauer: für die Feinstrukturkonstante. Ihre Konstanz lässt sich umso genauer eingrenzen, desto präziser die Frequenz von Atomuhren gemessen wird. Die Frequenz der Strahlung entsteht beim Übertritt der Elektronen in verschiedene Energieniveaus eines Atoms, die dessen Feinstruktur ausmachen. Geologen und Astronomen haben die Konstanz der Feinstrukturkonstante immer wieder infragegestellt. Doch dürfte sie bis auf weiteres konstant bleiben. Physiker des National Institute of Standards and Technology in Gaithersburg haben den Spielraum möglicher Änderungen der Feinstrukturkonstante gehörig eingengt. Um das 20fache drückten sie die Änderungsobergrenze in zwei unabhängigen Experimenten.

Eine hohe Präzision der Frequenzmessung wird erreicht, indem man zwei Uhren vergleicht. Die amerikanischen Physiker verglichen einmal eine Cäsium-Uhr mit einer Quecksilber-Ionen-Uhr, das andere Mal mit einer Wasserstoff-Uhr. Die Cäsium-Uhr definiert seit 1967 die Zeiteinheit Sekunde. Eine Sekunde ist die Zeit, die verstreicht, bis der Wellenzyklus einer Strahlung, die Elektronen eines <sup>133</sup>Cäsium-Atoms beim Wechsel der Energieniveaus aussenden, sich etwa 9 Milliarden Mal wiederholt hat. Die ausgesandte Strahlung besitzt mit 9 Gigahertz die Frequenz einer Mikrowelle. Sie ist für das bloße Auge unsichtbar. Eine Quecksilber-Ionen-Uhr dagegen bezieht ihren Takt aus optischen Frequenzen, die man im Dunkeln sehen kann. Setzt man Messergebnisse der verschiedenen Gangart von beiden Uhren in die richtigen Gleichungen, erhält man eine Obergrenze, bis zu der sich die Feinstrukturkonstante in den 13,7 Milliarden Jahren seit Bestehen des Universums vergrößert haben könnte. Der Spielraum war schon minimal und wird jetzt noch kleiner. Die Fehlergrenzen für die Behauptung, dass die

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Feinstrukturkonstante konstant sei, ziehen sich immer enger zusammen. Die Behauptung könnte also stimmen.

Das legt auch das zweite Experiment nahe. Ganze sieben Jahre verfolgten die Wissenschaftler den Takt der Cäsium- und der Wasserstoff-Uhr mit ihren Messapparaten. Der Vergleich der Uhren galt dem Nachweis der räumlichen Invarianz. Diese besagt, dass sich die Frequenzen zweier Atomuhren, die mit den natürlichen Frequenzen der Übergangsstrahlung takten, proportional verschieben sollten, wenn sich das Gravitationsfeld für beide Uhren gleichermaßen ändert. Das heißt, der Frequenz der Uhren sollte es in einem homogenen Gravitationsfeld egal sein, wo und wann die Uhren aufgestellt werden. Gemessen wird die Frequenz beider Uhren, die sich in Ruhe befinden. Die Messung entspricht dann dem Vergleich der Geschwindigkeiten zweier Bezugssysteme. Das eine System ist in Ruhe, wenn die eine Uhr ihr Wellensignal sendet. Es wandert mit dem Signal mit zur anderen Uhr, wo das zweite Bezugssystem in Ruhe ist, wenn die andere Uhr das Wellensignal - zum Zeitabgleich - empfängt. Aus diesem Abgleich kann sich eine Rotverschiebung ergeben, die auf den Doppler-Effekt zurückgeht. Den Ergebnissen zufolge kann die Verschiebung nur minimalst sein. Auch die Obergrenze für die Verletzung der räumlichen Invarianz senkten die US-Forscher um das 20fache herab.

Ob die Konstanz der Konstanten ein Segen ist oder nicht, lässt sich schwer abschätzen. Das hängt wohl von der Konfession eines Physikers ab. Konservative Forscher sehen ihr mühsam errichtetes Gebäude gefestigt. Andere könnten ganz gut mit einer gewissen Inkonstanz leben. Sie passte ganz gut in ihre architektonischen Pläne einer neuen Physik, deren Fundament in schwingenden Saiten, so genannten Strings liegen soll. Anhänger der Stringtheorie sehen sich gezwungen, die Allgemeine Relativitätstheorie zu verletzen, um Gravitation und Quantenmechanik in einer Theorie zu vereinen. Hätten sich die Feinstrukturkonstante oder die Gravitationskonstante mit der Zeit geändert, wäre die Allgemeine Relativitätstheorie verletzt und indirekt die Stringtheorie bestätigt.