

kommt man zu alternativen Synchronisierungen wie der Lorentz-schen, die im Grunde darin besteht, die Uhren eines Inertialsystems als für alle verbindlich zu erklären, um den Preis einer Aufgabe des gleichen physikalischen Verfahrens der Längenmessung in allen Inertialsystemen. Eine solche Einführung einer absoluten Zeit widerspricht, wenn nicht dem Buchstaben, so doch dem Geist des Relativitätsprinzips. Meiner Ansicht nach sollte man die SRT als eine Theorie der Struktur der Raumzeit in Abwesenheit von Gravitationsfeldern sehen. Dann ist die Einsteinsche Synchronisierung praktisch zwingend und zwar nicht als Methode, sondern im Ergebnis: viele denkbare Synchronisationsmethoden (durch symmetrische Bewegung von Uhren, durch Verwendung von Schall statt Licht) führen zu identischen Gleichzeitigkeitsbeziehungen. Dass eine solche Synchronisierung in der *Allgemeinen* Relativitätstheorie nicht mehr eindeutig möglich ist und Symmetrien des Problems gelegentlich andere Synchronisationsverfahren nahelegen (z. B. auf einer rotierenden Scheibe), steht auf einem anderen Blatt – solche Synchronisierungen führen auch in der Regel zu nichtkonstanter Lichtgeschwindigkeit in nicht frei fallenden Systemen.

KLAUS KASSNER

Erwiderung von Claus Lämmerzahl:

Wie Herr Kassner korrekt sagt, gibt es auch in der nichtrelativistischen Physik ein Relativitätsprinzip. Allerdings kann man m. E. aus dem Zusammenhang ersehen, dass in dem Artikel nur das speziell relativistische Relativitätsprinzip gemeint sein kann, da es ja ausgehend von der SRT um die Konsequenzen für z. B. die Theorie der Gravitation ging.

In Bezug auf die Synchronisierung bin ich weitgehend anderer Meinung als Herr Kassner. Wenn man die Arbeiten zur Synchronisierung von Reichenbach über Grünbaum und Winnie bis hin zu Mansouri und Sexl beachtet, ist klar, dass die Synchronisierung eine reine Konvention ist. Alle Experimente zum Test der SRT *müssen* unabhängig von der Synchronisation sein und dürfen insbesondere nur das „Konstrukt“ der synchronisierungsunabhängigen Zwei-Wege-Lichtgeschwindigkeit beinhalten. Das sieht man

besonders klar am Beispiel der berühmten Michelson-Morley- und Kennedy-Thorndike-Experimente, die ja die Isotropie und Konstanz der Zwei-Wege-Lichtgeschwindigkeit, und nur dieser, testen. Über die Einweg-Lichtgeschwindigkeit machen diese Experimente überhaupt keine Aussage. Auch bei Zeitdilatationsexperimenten oder Experimenten zum Doppler-Effekt geht, wie man bei Diskussion des GP-A-Uhrenexperiments oder der Photonenabsorptionsexperimente ganz klar sieht, nur die Zwei-Wege-Lichtgeschwindigkeit ein. Dem Photon ist es bei der Absorption durch ein Atom vollkommen egal, wie der Experimentator seine Uhren stellt.

Beim Test der Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit der Quelle, wie es mittels Doppelsternen durchgeführt worden ist, ist das Ergebnis durchaus synchronisierungsabhängig. Trotzdem kann man, wenn man alles mit *demselben* Messgerät ausmisst, die Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit der Quelle nachweisen.

Herr Kassner behauptet, dass das Relativitätsprinzip etwas mit der Synchronisierung zu tun hat. Dem ist nicht so. Wie in dem Artikel ausgeführt, macht das Relativitätsprinzip Aussagen über Effekte, über das Ergebnis von Experimenten. Hier kann man als Beispiel wieder die Absorption von Photonen anführen, ein Effekt, der bei gleicher Wahl von Anfangs- und Randbedingungen in allen Inertialsystemen gleich ablaufen sollte, wobei aber die Photonen und Atome sich wie gesagt nicht darum scheeren, wie die Uhren im Labor gestellt sind. Wenn Herr Kassner von Längen spricht, die er messen will, muss er angeben, welchen Ruhraum er wählt, und das ist wieder äquivalent zu einer Wahl einer Synchronisation, die nicht unbedingt die Einsteinsche zu sein braucht. Seiner Bemerkung „Meiner Ansicht nach sollte man die SRT als eine Theorie der Struktur der Raumzeit in Abwesenheit von Gravitationsfeldern sehen“ kann ich nur zustimmen. Das ist selbstverständlich und wurde in meinem Artikel (und zwar auf Seite 78) gesagt.

Planck und die Quantenhypothese

Zu: „Sehr revolutionär, wie Sie sehen werden“ von David Cassidy, März 2005, S. 39

Der Artikel „Sehr revolutionär...“ hat mir gefallen; vielen Dank. Aber: zu Anfang des Artikels stimmt das Entscheidende nicht! David Cassidy zitiert Max Plancks wichtige Arbeiten von 1900 und 1901, gibt aber leider eine unrichtige Zusammenfassung! Max Planck hat keineswegs zunächst die Quantenhypothese zur Deutung angenommen. So stellen wir die Situation zwar heute in den Vorlesungen dar, denn mit den „diskreten Energieelementen“ als (Einsteins) Ansatz lässt sich Plancks Formel leicht ableiten. Max Planck hatte eine weitaus schwierigere Aufgabe.

Plancks Ableitung (1900) war eine sehr raffinierte, rein thermodynamisch-elektromagnetische Betrachtung. Er „definierte“ die Entropie *S* eines Resonators mit der Schwingungszahl *ν* und der Energie *U*. Darin tauchen zwei positive Konstanten *a* und *b* auf. (Plancks Gl. 41) Er nutzt den zweiten Hauptsatz und die Vermehrung der Entropie. Zum Schluss vergleicht Planck seine Theorie mit den Messungen von Paschen für den Exponenten der Wienschen Formel und erhält so $b = 6,885 \times 10^{-27}$ erg sec. Später wird *b* in *h* umgetauft.

Man weiß, dass sich Max Planck erheblich gegen jegliche Quanten-Interpretation wehrte. Er war vermutlich besorgt, dass so eine diskrete Mathematik entstünde, welche die Stetigkeit der mathematischen Funktionen gefährdet und damit den schönen Differentialgleichungen und so überhaupt der klassischen Physik den Garaus gemacht hätte.

Ich weiß, keiner liest heute mehr die beiden ersten Arbeiten von Max Planck. Wir Physiker verdrängen immer unsere Originalquellen, weil wir Neues stets in ein konsistentes, möglichst einfaches und widerspruchsfreies System einarbeiten. Ein Studium lohnt sich aber, obwohl diese peniblen und genialen Arbeiten nicht einfach zu verstehen sind. Beeindruckend, wie allein klassische Thermodynamik und saubere Messdaten zwangsläufig zur Quantentheorie führten!

HANS-JOACHIM QUEISSER

Prof. Dr. Hans-Joachim Queisser
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart

Dr. Otwin Breitenstein, Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle

Erwiderung von David Cassidy:

Der Brief von Herrn Queisser bezieht sich auf einen einleitenden Satz über Plancks Arbeiten 1900-1901. Der Hinweis auf „diskrete Energieelemente“ sollte nicht implizieren, dass Planck die Quantenhypothese eingeführt hatte, wie ich in den nachfolgenden Sätzen versucht habe zu verdeutlichen. Im weiteren Artikel diskutiere ich Plancks Arbeit und wie sich Einsteins Beiträge davon unterscheiden ausführlicher. Ich denke, dass Herr Queisser und ich letztlich vollständig einer Meinung sind.

stitut oder einer anderen Universität, oft auch im Ausland. Solche Forschungsarbeit können sich die Professoren auch von ihrer gastgebenden Institution entsprechend vergüten lassen. In Berkeley wird das 9-Monatsgehalt in 12 gleichen Raten ausgezahlt, so dass in jedem Monat eine Zahlung eingeht und das Sommergehalt eine zusätzliche Leistung darstellt. Ähnlich könnte ich mir im Prinzip auch eine Implementierung in Deutschland vorstellen: Man könnte die augenblicklichen Gehälter zu 9-Monatsgehältern umwidmen und es z. B.

Projektleitern erlauben, in jedem Forschungsantrag maximal jeweils einen Monat zusätzliches „Forschungsgehalt“ zu beantragen. So würden aktive Forscher mit einer nicht unbeträchtlichen zusätzlichen Gehaltsperspektive von maximal 33 % ausgestattet, ohne die jetzt bestehenden Gehälter zu verringern. Für Professoren bietet sich die neue W-Besoldung, die ja leistungsbezogene Elemente erhalten soll, für eine solche Möglichkeit besonders an.

Höheres Gehalt dank Drittmitteln?

Zu: „Wettbewerb um die besten Köpfe“ von Eicke R. Weber, Februar 2005, S. 3

Die Anmerkungen von Eicke Weber sind sehr überzeugend, vor allem der Satz: „Zentrales Element für die beeindruckende Erfolgsstatistik der Spitzenuniversitäten in den USA ist der intensive Wettbewerb um Forschungsmittel, der jedem Professor eine direkte Rückkopplung zwischen seinem Erfolg in der Forschung und der Zahl seiner Mitarbeiter sowie sogar seinem persönlichen Gehalt bringt.“ Dass man durch Einwerben von Drittmitteln die Zahl seiner Mitarbeiter erhöht, das leuchtet mir ja ein, aber wie soll sich das auf das Gehalt auswirken? Darf sich in den USA der Projektleiter etwa einen Teil der Mittel auf sein Gehalt schreiben, oder darf er mehr als einen Job haben? Bei uns in Deutschland ist beides undenkbar. Deshalb wäre ich für weitere Erläuterungen dankbar, wie das in den USA gehandhabt wird, und wie er sich die Umsetzung solch einer Gehaltspolitik hier in Deutschland vorstellen könnte.

OTWIN BREITENSTEIN

Antwort von Eicke R. Weber:

Ich werde gern versuchen, diesen Prozess und einen Vorschlag, wie er vielleicht auch in Deutschland implementiert werden könnte, kurz zu erläutern. In den USA ist es üblich, dass Professoren nur für neun Monate des Jahres bezahlt werden. Sie können sich dann die drei Sommermonate entweder aus eigenen Forschungsprojekten bezahlen, oder aber diese Zeit außerhalb der Universität verbringen, z. B. in der Industrie, an einem Forschungs-