

Einsteins Suche nach der Weltformel

Seit Jahrzehnten zerbrechen sich Physiker den Kopf für eine Theorie, die zugleich das Universum und die Atome erklärt. Das Grösste mit dem Kleinsten zu verbinden: Daran ist Albert Einstein als Erster gescheitert. Und vielen andern wird es ebenso ergehen. Denn der Traum vom universalen Gedankengebäude bleibt unerfüllbar, schreibt der Wissenschaftshistoriker Ernst Peter Fischer.

Den Nobelpreis für Physik hat Albert Einstein nicht für die Theorie bekommen, die heute am ehesten mit seinem Namen verbunden wird – also die Relativitätstheorie, die einen inneren Zusammenhang von Raum und Zeit erkennt und das heutige Verständnis des Universums liefert. Die hohe Auszeichnung aus Schweden ist dem grossen Star der Naturwissenschaft für seine von ihm selbst als revolutionär bezeichnete Entdeckung verliehen worden, dass die Eigenschaften von Licht nicht dadurch verstanden werden können, dass wir die Strahlen der Sonne und anderer Quellen als Welle verstehen.

Licht besteht Einstein zufolge auch aus Partikeln, und da die beiden anschaulichen Bilder der Welle und des Teilchens nicht zu einem verschmolzen werden können, spricht man von der Dualität – der Zweifelhait – des Lichts, die Einstein erkannt hat. Man kann auch sagen, Einstein hat uns erklärt, dass sich Licht nicht erklären lässt – jedenfalls nicht einfach. Es ist Einstein trotz grössten Anstrengungen bis zum Ende seines Lebens nicht gelungen, Licht so einheitlich zu verstehen, wie er es wollte. Wobei ihn ärgerte, dass viele Kollegen mit der dualen Deutung zufrieden waren. Jeder «Lump» meine heute zu wissen, was Licht ist, mokierte sich Einstein in den 1950er-Jahren, um hinzuzufügen: «Aber er irrt sich.»

Die Neigung der Physiker, die doppelte Natur des Lichts zu akzeptieren, hatte in den 1920er-Jahren stark zugenommen, als sich in eleganten Experimenten herausstellte, dass Dualität nicht nur eine Qualität des Lichts ist, sondern sich auch bei Elektronen und Atomen findet. Auch sie konnten als Welle und Teilchen auftreten, und plötzlich schien die Zweiteilung – die Dichotomie – der Schlüssel zu den tiefen Geheimnissen der Wirklichkeit zu sein.

Darüber hinaus servierte die Natur den Physikern eine Dopplung quasi auf dem Tablett, nämlich diejenige zwischen dem immateriellen Licht und den materiellen Atomen. Und schliesslich schwebte auch noch über all den wissenschaftlichen Dingen der Geist der Philosophie, der das Körperliche vom Seelischen

trennte und damit ebenfalls andeutete, dass die Einheit der Welt ihre Zweifelhait ist. Als dann im weiteren Verlauf der 1920er-Jahre klar wurde, dass sich die mathematische Beschreibung der Atome und des Lichts – sie ist heute unter dem Namen Quantenmechanik Standardlehrstoff an den Universitäten – auf zwei Arten aufschreiben und formulieren lässt, konnte sich kaum noch jemand dem Sog und der Attraktivität der Dualität entziehen.

Doch wie immer, wenn alles im Einklang zu marschieren schien, revoltierte das Denken Einsteins. Ihm kamen all diese Dopplungen und Dichotomien nicht ganz geheuer vor, und er fragte sich, ob es nicht doch eine Einheit – und zwar eine einheitliche Theorie – zu finden und zu formulieren gab. So begann seine Suche nach einer Weltformel, wie es manchmal heisst. Heute wissen wir, dass Einstein diese Suche vergeblich betrieben hat. Und nicht nur er, sondern alle, die in den fünfzig Jahren nach seinem Tod probiert haben, eine «Theory of Everything» aufzustellen.

Einsteins Zweifel an der Zweiteilung hat übrigens einen ganz persönlichen Hintergrund. Denn seine populärste Leistung, die oben erwähnte Relativitätstheorie, hat ihren Ausgangspunkt in einer Vereinigung gehabt, die Einstein als junger Mann vorgenommen

hat. Die Physik, die er am Anfang des 20. Jahrhunderts studierte, protzte mit zwei dicken Säulen, auf denen das Gebäude der Wissenschaft ruhte. Eine der Säulen hatte der Engländer Isaac Newton errichtet, als es ihm schon vor 1700 gelungen war, die Bewegung von materiellen Körpern in einer Theorie zusammenzufassen, die als Newtonsche Mechanik bekannt und berühmt geworden ist. Newtons Erfolg hatte damit zu tun, dass er zwei Welten als eine be-

schreiben konnte: nämlich das, was sich am Himmel zeigt, und das, was uns auf der Erde begegnet.

Newtons Mechanik wurde im 19. Jahrhundert durch den Schotten James Clerk Maxwell ergänzt, der in einer geschlossenen Theorie zusammenfassen konnte, wie elektrische und magnetische Felder Kräfte hervorbringen und zum Beispiel Ladungen verschieben und Ströme entstehen lassen können. Diese zweite Säule erlaubte praktische Anwendungen in Form elektromagnetischer Wellen, mit denen wir heute alle vertraut sind, wenn wir Radio hören oder Handys benutzen. Dabei entsteht solch eine Welle als Wechselwirkung aus einem elektrischen und einem magnetischen Feld. Erneut ist hier aus zwei Dingen eins gemacht worden, nämlich aus den beiden Bereichen der Elektrizität und des Magnetismus das eine Gebiet der Elektrodynamik. Und es ist dieses Wort, das im Titel der Arbeit von Einstein aus dem Jahre 1905 erscheint, mit der er die Relati-

vitätstheorie einführt. Einstein äussert sich «Zur Elektrodynamik bewegter Körper», also zu der Frage, wie Maxwell und Newton zusammenpassen.

Zu Einsteins Zeiten waren die elektromagnetischen Wellen neu und deshalb sehr beeindruckend. Ihre Existenz machte über jeden Zweifel hinaus deutlich, dass Maxwells Gleichungen stimmten, und so schön dies war, so deutlich trat damit ein Dilemma zutage. Was Maxwell gefunden hatte, stimmte nämlich nicht völlig mit dem überein, was bei Newton über bewegte Körper stand. In Maxwells Elektrodynamik tauchte eine Konstante auf, die es bei Newtons Mechanik nicht geben konnte. Gemeint ist die Geschwindigkeit des Lichts. Wenn man zwei Taschenlampen vor Augen hat, von denen sich eine in der Hand eines Mannes an einem Bahnhof befindet, während die andere in der Hand einer Frau in einem Zug vorbeifährt, dann sagt Newtons Physik voraus, dass sich das Licht in den beiden Fällen unterschiedlich

schnell ausbreitet – wie es der gesunde Menschenverstand auch erwartet. Maxwells Physik hingegen konstatiert, dass Licht in beiden Fällen die gleiche Geschwindigkeit besitzt, was auf den ersten Blick unsinnig zu sein scheint.

Die ersten Versuche, beide Theorien in Einklang zu bringen, mühten sich deshalb auch damit ab, an Maxwells Gleichungen etwas zu ändern. Bis Einstein kam und stattdessen an Newtons Monument kratzte. Er sah, dass es trotz den Widerständen im allgemeinen Verständnis eine Möglichkeit gab, die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in die Mechanik bzw. in die Gesetze der mechanischen Bewegung einzuführen. Dazu musste er etwas an unserem Verständnis von Raum und Zeit ändern und beide nicht mehr als isolierte Grössen nebeneinander herlaufen lassen, sondern in Beziehung zueinander setzen. Einstein machte erneut aus zwei Dingen eins – nämlich aus Raum und Zeit die Raumzeit, und mit ihr ergaben plötzlich Newton und Maxwell gemeinsam Sinn.

Es war also offensichtlich: In der Physik kommt der grosse Erfolg, wenn man vereinheitlicht. Und so stellte Einstein sich in der zweiten Hälfte seines Lebens die Aufgabe, diesen gelungenen Schritt noch einmal zu vollziehen. Inzwischen stand seine Wissenschaft auf zwei anderen Säulen: einer, die Einstein selbst und fast alleine errichtet hatte – gemeint sind seine Relativitätstheorien –, und einer zweiten, zu der neben ihm noch viele andere Forscher beigetragen hatten – gemeint ist die Physik der Atome, die als Quantenmechanik bekannt ist. Der erste Teil dieser Bezeichnung macht auf das Problem aufmerksam, um das es Einstein vor allem ging.

Während sich die alte Zweiteilung von Newton und Maxwell durch die Unterscheidung zwischen materiellen und immateriellen Dingen zuordnen liess – Newton erklärte die Bewegung von Kugeln, und Maxwell beschrieb die Ausbreitung von Licht –, konnte die neue Zweiteilung auf die Grössenordnungen zurückgeführt werden, um die es in den Theorien ging. Einsteins relativistische Beschreibung von Raum und Zeit erfasste mit dem Kosmos das Grösste, das wir kennen, während die Quantenphysik mit den Atomen das Kleinste darstellte.

Natürlich bewegen sich Elektronen in Atomen anders als Planeten um die Sonne, und niemand wird erwarten, dass sich auf Anhieb eine Formel für beide Regionen der Wirklichkeit angeben lässt. Aber wer den Traum der Vereinheitlichung hegt, möchte wenigstens die Möglichkeit haben, einen mathematischen Ausdruck zu finden, aus dem sich die beiden Theorien ableiten lassen. Dies geht natürlich nur, wenn sich kein prinzipielles Hindernis zeigt, an dem man immer scheitern muss. Doch genau dies war und ist der Fall, wenn man Einsteins Kosmologie und die heute gültige Physik der Atome – die Quantenphysik – betrachtet. Zwischen beiden klafft eine Lücke im wahrsten Sinne des Wortes: nämlich das Quantum, das der Theorie der Atome den Namen gibt.



Zuckerdose mit Monogramm «HE» für Einsteins Vater Hermann (Historisches Museum Bern). BILDER: ZVG