

# Das wahre Wunder von Bern

Im Jahr 1905 revolutionierte ein junger Angestellter des Schweizer Patentamts namens Albert Einstein die Physik. Den Höhepunkt dieses „Wunderjahres“ erreichte er am 30. Juni zur Veröffentlichung ein: die Grundlage der speziellen Relativitätstheorie.

David Rennert

Wien – Die erste Ankündigung des wissenschaftlichen Erdbebens erfolgte am 18. Mai 1905: Albert Einstein schrieb an seinen Freund Conrad Habicht, der im Jahr zuvor Bern verlassen hatte, dass er die baldige Veröffentlichung von vier Arbeiten beabsichtige. Seit knapp drei Jahren begutachtete der 26-jährige Familienvater werktags Erfindungen im Schweizer Patentamt in Bern, doch seine Gedanken waren ganz woanders. An Selbstbewusstsein mangelte es ihm nicht: Er hatte nicht weniger im Sinn als eine Revolution.

Die erste Arbeit, so schrieb er Habicht, handle „über die Strahlung und die energetischen Eigenschaften des Lichtes und ist sehr revolutionär, wie Sie sehen werden. Die zweite Arbeit ist eine Bestimmung der wahren Atomgröße aus der Diffusion und inneren Reibung. Die dritte beweist, dass unter Voraussetzung der molekularen Theorie der Wärme in Flüssigkeiten suspendierte Körper eine wahrnehmbare, ungeordnete Bewegung ausführen müssen. Die vierte Arbeit liegt erst im Konzept vor und ist eine Elektrodynamik bewegter Körper unter Benützung einer Modifikation der Lehre von Raum und Zeit.“

Tatsächlich wurde das Jahr 1905 zum Annus mirabilis, dem Wunderjahr des Physikers und damit seiner Disziplin. So legte Einstein mit seiner Veröffentlichung zum photoelektrischen Effekt, in der er Licht als Partikelstrom beschrieb, eine Pionierarbeit der Quantentheorie vor. Mit seinen weiteren Schriften wurde er zu einem Mitbegründer der statistischen Mechanik, lieferte eine stabile theoretische Fundierung der damals noch umstrittenen Atomhypothese und warf schließlich mit seinem „Prinzip der Re-

lativität“ die bis dahin in der Physik herrschende Vorstellung von Raum und Zeit über den Haufen. Jede einzelne dieser Arbeiten hätte einen Nobelpreis verdient, wie der deutsche Physiker Carl Friedrich von Weizsäcker später schrieb.

Auf die Auszeichnung musste Einstein freilich noch länger warten, auch wenn er jahrelang regelmäßig dafür nominiert wurde. Als er sie 1921 schließlich in den Händen hielt, war es zwar eine seiner Arbeiten aus dem „Wunderjahr“, die damit prämiert wurde (die zum photoelektrischen Effekt), nicht aber die wichtigste und auch nicht ihre noch bedeutendere Weiterentwicklung.

Noch immer war die Theorie, mit der Einstein die Welt am nachhaltigsten veränderte, nicht hinlänglich anerkannt. Doch zurück ins Jahr 1905. Die vierte Veröffentlichung, die Einstein gegenüber Habicht erwähnte und die, wie wir aus dem Brief erfahren, Mitte Mai „erst im Konzept“ vorlag, nahm erstaunlich schnell Form an. Innerhalb weniger Wochen verfasste er die Grundlage der speziellen Relativitätstheorie und reichte sie am 30. Juni 1905 unter dem fast schon unscheinbaren Titel *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* in den *Annalen der Physik* ein, eine der ältesten Fachzeitschriften der Welt.

## Folgenreicher Aufsatz

Auf 30 Seiten widersprach Einstein der Existenz eines Äthers, die bis dahin zur Erklärung der Ausbreitung von Licht herangezogen worden war, postulierte die Lichtgeschwindigkeit als absolute Geschwindigkeitsgrenze und verlieh damit Raum und Zeit völlig neue Eigenschaften: Egal ob oder wie schnell man sich einem Lichtstrahl annähert, dieser be-



Albert Einstein auf einer Aufnahme aus dem Jahr 1905. In diesem Jahr veröffentlichte der noch weitgehend unbekannteste Physiker einige seiner wichtigsten Arbeiten, die Anerkennung dafür folgte erst später.

wegt sich stets mit derselben Geschwindigkeit auf einen zu – diese ist mit anderen Worten in allen Bezugssystemen konstant. Raum und Zeit lassen sich demnach nicht getrennt voneinander messen, damit ist auch Gleichzeitigkeit eine relative Eigenschaft. Es gibt also weder einen absoluten Raum noch eine absolute Zeit, sondern nur relative Bewegungen. Die verblüffenden Konsequenzen

dieser Erkenntnis sind schwerwiegend: Demnach sind schnell bewegte Körper in Bewegungsrichtung von außen betrachtet kürzer als ruhende – das Phänomen der Längenkontraktion kommt zum Tragen.

Eine andere Folge ist die Zeitdilatation, die sich vereinfacht so auf den Punkt bringen lässt: Ein Zeitintervall wird für bewegte Beobachter gedehnt – bewegte Uhren

gehen also langsamer. Das berühmte Zwillings-Gedankenexperiment verdeutlicht den Effekt: Ein Raumfahrer, der mit einer schnellen Rakete reist, altert langsamer als sein auf der Erde verbliebener Zwillingsbruder. Bei den Geschwindigkeiten, die wir im Alltag zurücklegen, lässt sich die Zeitdilatation nicht wahrnehmen, sie lässt sich aber etwa in Experimenten mit Atomuhren an Teilchenbeschleunigern nachweisen.

Eine weitere Konsequenz der speziellen Relativitätstheorie ergänzte Einstein noch im September 1905 mit der Einreichung der Arbeit *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* – die Äquivalenz von Masse und Energie, die sich in der vielleicht berühmtesten aller Formeln äußert:  $E = mc^2$ .

## Langsame Revolution

Doch so revolutionär Einsteins Arbeiten von 1905 auch waren, der Knalleffekt blieb aus. Zu seiner großen Enttäuschung folgte auf seine Veröffentlichungen zunächst eisiges Schweigen in der wissenschaftlichen Community: keine leidenschaftlichen Angriffe auf seine Arbeit, keine Referenzen und schon gar keine Angebote, das Patentamt zugunsten einer Universität zu verlassen.

Erst nach und nach trudelten Briefe anderer Physiker ein. Als Einstein 1907 den langen Weg von der speziellen zur allgemeinen Relativitätstheorie einschlug, war er noch immer weitgehend unbekannt, die Universität Bern lehnte seinen Antrag auf Habilitation in diesem Jahr ab.

An seinem Ziel langte Einstein schließlich im November 1915 an, als er die *Feldgleichungen der Gravitation* veröffentlichte und damit die allgemeine Relativitätstheorie zum Abschluss brachte. Immerhin: Die Revolution, die so langsam angeht, dauert bis heute an.

## Nobellaureaten warnen Trump vor Klimawandelfolgen

Bei Lindauer Nobelpreisträgertagung werden molekulare Maschinen und menschengemachter Klimawandel diskutiert

Tanja Traxler aus Lindau

Wer dieser Tage das malerische Städtchen Lindau am Bodensee besucht, hat gute Chancen, der einen oder anderen Geistesgröße der Wissenschaft zu begegnen. Nirgendwo sonst sind derzeit so viele Nobelpreisträger versammelt wie bei der 67. Nobelpreisträgertagung, die noch bis Freitag in Bayern stattfindet. Neben den Feierlichkeiten rund um die Vergabe der Nobelpreise in Stockholm ist Lindau der zweitgrößte Treffpunkt von Nobellaureaten.

Heuer nehmen 28 Nobelpreisträger an der Tagung teil – die meisten aus dem Fachbereich Chemie, auf dem der Schwerpunkt der diesjährigen Tagung liegt. Weiters nehmen rund 420 Nachwuchswissenschaftler aus rund 80 Ländern teil.

Den verheerenden Auswirkungen des Klimawandels war die Eröffnungsrede von Steven Chu, Physiknobelpreisträger und ehemaliger US-Energieminister unter Barack Obama, gewidmet. Da Chu kurzfristig verhindert war, wurde die Rede von Nobelpreisträger William E. Moerner verlesen. Chu kritisierte die Haushaltskürzungen

beim Umweltschutz unter dem aktuellen US-Präsidenten Donald Trump. Zudem forderte er ein Umdenken in Bezug auf den Klimawandel und betonte die Relevanz faktenbasierter Forschung für die globale Klimapolitik. „Es gibt zahlreiche Leute und Politiker, die den Nutzen wissenschaftlicher Entdeckungen sehr schätzen, die aber nicht den wissenschaftlichen Konsens akzeptieren, dass Menschen unser Klima verändern“, kritisierte Chu.

## Moralisches Problem

Beim Klimawandel gehe es auch um ein fundamentales moralisches Problem. Chu: „In allen Kulturen ist das Konzept der generationenübergreifenden Gerechtigkeit tief verwurzelt. Eine der größten Grausamkeiten des Klimawandels ist, dass diejenigen, die es am stärksten treffen wird, am wenigsten dafür können: die Armen und diejenigen, die noch nicht geboren worden sind.“ Daher appellierte Chu an die Nachwuchswissenschaftler: „Bündelt eure Kräfte, um den Klimawandel zu bekämpfen!“

Neben dem Klimawandel und der Rolle der Wissenschaft in

einem „postfaktischen“ Zeitalter sind in Lindau diese Woche auch sogenannte molekulare Maschinen Thema. Von den drei Wissenschaftlern Bernard Feringa, Jean-Pierre Sauvage und Franzer Stoddart, die dafür 2016 den Chemie-nobelpreis erhalten haben, nehmen die ersten beiden ebenfalls an der Lindauer Nobelpreisträgertagung teil.

Bei einem Scientific Breakfast, das vom österreichischen Wissenschaftsministerium im Rahmen der Tagung ausgetragen wurde, appellierte Feringa an die eu-

ropäischen Länder, ein wissenschaftliches Großprojekt zu lancieren, das sich der Erforschung von Möglichkeiten widmet, um etwa Kohlenstoffdioxid zu recyceln. Von der Größe sollte es mit dem Kernforschungszentrum Cern vergleichbar sein. „Wir müssen eine Möglichkeit finden, den CO<sub>2</sub>-Kreislauf zu schließen“, sagte Feringa. CO<sub>2</sub> in Chemikalien umzuwandeln sei zwar eine interessante Option. Das CO<sub>2</sub>-Problem könne aber letztlich nur dann gelöst werden, wenn es gelinge, den Kreislauf zu schließen. Es müsse also ein Prozess gefunden werden, der Kohlenstoffdioxid etwa in Treibstoff umwandelt, mit dem wiederum Flugzeuge oder Ähnliches betrieben werden können.

„Gerade jetzt ist es ein aufregender Moment, Wissenschaftler zu sein“, sagte Feringa. Bei vielen der globalen Probleme, vor denen die Menschheit steht, müssten Chemiker eine leitende Rolle dabei einnehmen, Antworten zu finden.

➔ Vorträge der Nobelpreisträger zum Nachsehen: [www.lindau-nobel.org](http://www.lindau-nobel.org)  
Die Reise wurde von der Lindauer Nobelpreisträgertagung bezahlt.



Der Chemiker Bernard Feringa fordert ein Klimagroßprojekt.

Foto: AFP / ANP / Siese Veenstra