



SCHWEIZERISCHE LANDESBIBLIOTHEK / SLD, BERN (L.F. ASTROFOTO (R.))



Physik-Revolutionär Einstein (um 1905), Galaxien, Atombombentest, Einstein-Formel: Raum, Zeit, Energie, Masse, Strahlung, Licht – nichts war

# Das Wunder von Bern

Weltweiser, Genie, trotteler Professor: Wie kein anderer Wissenschaftler wurde Albert Einstein zur Pop-Ikone. In dieser Woche eröffnet der Bundeskanzler die Feiern zum 100. Geburtstag der Relativitätstheorie. Doch was war das Geheimnis der einsteinschen Geniestreiche?

**W**ohl nie ist eine Revolution rotz-löfflicher angekündigt worden. Bloßes „Gepappel“ nennt Albert Einstein, was er da an Conrad Habicht schreibt, und ein „wenig bedeutsames“ zudem. Dann folgt eine Schimpftirade: „Sie eingefrorener Walfisch“, raunzt er den Freund an und poltert gleich weiter: „Sie geräuchertes, getrocknetes, eingebüschtes Stück Seele!“ Habicht solle gefälligst öfter von sich hören lassen.

Dann erst kommt Einstein zur Sache: „Vier Arbeiten“ verspricht er, dem Freund demnächst zuzusenden. Unter anderem gehe es darin um eine „Modifikation der Lehre von Raum und Zeit“. Das, so meint Einstein, „wird Sie sicher interessieren“.

Dieses Understatement sucht seinesgleichen. Denn die vier Artikel, von denen Einstein hier spricht, zählen zum Erstaunlichsten, was je ein Mensch ersonnen hat. Gleichsam über Nacht katapultierten sie

die Physik vom 19. ins 20. Jahrhundert und wenig später machten sie ihren Autor, einen Berner Patentprüfer, vom Mister Nobody zum Jahrhundertgenie.

Das gesamte Begriffsinventar der Physik stellt der junge Tausendsassa auf den Prüfstand; fast nichts hält seiner scharfsinnigen Kritik stand. Raum, Zeit, Energie, Masse, Strahlung, Licht – nichts ist nach Einstein mehr das, was es vorher war. Den das gesamte Weltall ausfüllenden Äther,





nach ihm mehr das, was es vorher war



$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

seinerzeit für einen Physiker so selbstverständlich wie heute Galaxien oder Quarks, schafft er kurzerhand ab. Stattdessen läutet er die Ära der Atome und Quanten ein.

Geradezu unheimlich mutet an, mit welcher Unfehlbarkeit der Außenseiter Einstein Rätsel knackte, an denen Professoren auf der ganzen Welt verzweifelt waren – oder aber er entdeckte die Rätsel überhaupt erst als solche. „Er scheint einen direkten Draht zum Herrgott gehabt zu haben“, wundert sich der US-Physiker und Essayist Jeremy Bernstein. „Einsteins physikalische Intuition war so übermächtig,

dass sich fast alles, was er anpackte, in Gold verwandelte.“

Nicht nur Kollegen zeigten sich fassungslos angesichts solcher Schaffenskraft. Auch ein ganzes Heer von Biografen und Wissenschaftshistorikern grübelte seither: Wie nur war es möglich, dass ein einzelner Mann das gesamte

Fundament der Physik wanken ließ? Welches Geheimnis verbirgt sich hinter dieser beispiellosen Abfolge von Geistesblitzen?

Gerade einmal 26 Jahre alt ist der Revoluzzer aus Bern, weder hat er einen Dokortitel noch eine akademische Stellung. 48 Stunden wöchentlich verbringt er an seinem Schreibtisch im Patentamt, abends erwarten ihn in der möblierten Wohnung in der Kramgasse eine Frau und ein einjähriger Sohn. Noch nie hat er mit einer der Koryphäen seines Fachs ein Wort gewechselt: Planck, Lorentz, Boltzmann – sie alle kennt er nur aus den Fachzeit-

CORBIS / PICTURE PRESS (L); AKG (R.)





Teilnehmer der Solvay-Konferenz 1911\*: Haben Vordenker und Vollender der Relativitätstheorie je ein Wort miteinander gewechselt?

schriften. Und doch reicht ihm das aus, sie zu überflügeln. Ließe sich die Geschichte eines Genies bilderbuchhafter ersinnen?

Einsteins Alter allein erscheint dabei noch gar nicht so außergewöhnlich; oft genug erwies sich jugendlicher Übermut als förderlich bei wissenschaftlichen Pioniertaten. Auch Niels Bohr war schließlich erst 28, als er sein Atommodell präsentierte; William Lawrence Bragg durfte gar schon mit 25 den Nobelpreis für die Entwicklung der Röntgenstrukturanalyse entgegennehmen. Und als dann auch noch eine Handvoll Twens rund um Werner Heisenberg die Gesetze der Quantenmechanik austüftelten, da galt es endgültig als ausgemacht, dass, wer erst einmal die 30 überschritten hat, in der Physik bereits zum alten Eisen zählt.

Nein, es ist mehr als sein Alter, was Einstein einzigartig macht. Kein anderer war so sehr Außenseiter wie er, und keiner zetzelte in einem einzigen Jahr gleich drei Revolutionen auf einmal an: In jenem einen

Wunderjahr 1905 hob er nicht nur die Relativitätstheorie aus der Taufe, er ebnete auch der zweiten großen Umwälzung des Denkens den Weg: der Quantenmechanik. Er allein hatte damit jene beiden Säulen errichtet, auf denen seine Nachfolger das gesamte Gebäude der modernen Physik errichteten. Gleichsam nebenbei lieferte er dann in seiner Arbeit über die sogenannte brownsche Molekularbewegung noch einen maßgeblichen Beweis für die damals noch umstrittene Existenz der Atome.

Und als sei all das noch nicht genug, setzte er am Ende des Jahres noch eins drauf: Wieder bekam der Gymnasiallehrer Habicht im Schweizer Kanton Graubünden Post aus Bern. Diesmal wusste sein genialer Freund von einer Idee zu berichten, die nicht nur „bestechend“, sondern auch „lustig“ sei. Ganz geheuer scheint die Sache aber auch Einstein selbst nicht gewesen zu sein. Vorsichtshalber merkt er an: „Ob der Herrgott nicht darüber lacht und mich an der Nase herumgeführt hat, das kann ich nicht wissen.“

Die Rede ist hier von einer verblüffenden Schlussfolgerung aus der Relativitätstheorie:

Beim Rechnen war Einstein auf jene Schicksalsformel gestoßen, die inzwischen mehr als jede andere mit seinem Namen verbunden ist:  $E = mc^2$ . Masse, so die Aussage dieser Gleichung, ist nichts anderes als eine Form von Energie – und zwar eine extrem dicht gepackte. Ein einziges Kilogramm, ganz gleichgültig ob aus Wasser, Sand oder Stein, würde, vollkommen in Energie umgewandelt, ausreichen, um einen Ozeandampfer wie die „Titanic“ 75 Jahre lang nonstop mit voller Kraft fahren zu lassen.

Kein Zweifel: Wer eine solche Ungeheuerlichkeit am Schreibtisch auszubrüten vermag, der lädt ein, ihn ins Übermenschliche zu verklären – zumal Einstein auch ansonsten kaum eine Gelegenheit ausließ, das Klischee des genialen Gelehrten zu bedienen: Schlurfte er nicht in Filzpantoffeln zum Wochenmarkt? Schrieb er nicht Briefe auf kariertem Papier, das er achtlos aus Rechenheften gerissen hatte? Lernte er nicht erst in zweiter Ehe das Zähneputzen? Und dann war da ja auch noch die wirre, später schlohweiße Mähne, die sein verschmitztes Gesicht wie einen Heiligenschein umrahmte.

\* Oben: mit Max Planck (1), Hendrik Antoon Lorentz (2), Marie Curie (3), Henri Poincaré (4) und Albert Einstein (5); unten: Conrad Habicht, Maurice Solovine, Einstein.

**Privatstunden in**  
**Mathematik u. Physik**  
 für Studierende und Schüler erteilt  
 gründlichst  
**Albert Einstein, Inhaber des eidgen.**  
 polyt. Fachlehrerdiplooms,  
**Berechtigungs-gasse 32, 1. Stod.**  
**Probefstunden gratis. ,4977°**



Einstein-Annonce im „Berner Anzeiger“, Olympia-Akademie\*: Club rund um „Albertus Ritter von Steissbein“



Was Wunder, dass ein solcher Mann zur Ikone taugte. Auf Kaffeetassen, T-Shirts und Postkarten lebt er fort. Pepsi-Cola, die Scientology-Sekte und Hollywood bemächtigten sich seiner. Das Nachrichtenmagazin „Time“ kürte ihn zur „Person des Jahrhunderts“.

Für sechseinhalb Millionen Dollar kam im Jahre 1944 eine Einstein-Handschrift unter den Hammer. Welcher andere Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts brächte es auch nur auf ein Hundertstel?

„Mit mir hat man einen Kultus betrieben, dass ich mir vorkomme wie ein Götzenbild“, so klagte Einstein bereits im Jahre 1920. Und natürlich wollte jeder diesen Götzen für sich reklamieren. Ob nun aus Oxford, Harvard oder Paris: Dutzendweise wurden dem berühmten Professor die Ehrendoktorhüte angetragen; er spottete nur, der Teufel scheiße eben stets auf den größten Haufen. Vier Nationen – Deutschland, die Schweiz, Israel und die USA – betrachteten ihn als einen der ihren. Einstein selbst plädierte für eine Weltregierung.

Auch in diesem Jahr, in dem sich die Geburtsstunde der Relativitätstheorie zum hundertsten Mal jährt, wird allerorten um die Wette gefeiert: In München (wo Einstein ein Gymnasium besuchte, über dessen Kasernenhofton er später oft klagte) widmet sich das Deutsche Museum dem „Abenteuer der Erkenntnis“; die Stadt Bern (deren Universität er einen „Schweinstall“ schalt) lädt Künstler und Denker zum Einstein-Festival; Berlin (von wo er 1932 emigrierte, weil es ihm zu „brenzlich“ wurde) versammelt zur Geburtstagsparty möglichst viele Nobelpreisträger; und auch das Sommerhaus in Caputh am Templiner See (das die Nazis enteignet) wurde pünktlich zum Jubiläum wieder hergerichtet.

13 Millionen Euro lässt sich Forschungsministerin Edelgard Bulmahn die Feierlichkeiten kosten. Ansonsten aber ist der Jahrestag Chefsache: Bundeskanzler



ULSTEIN BILDDIENST

**Forscher Einstein vor dem Einstein-Turm in Babelsberg\*:** Direkter Draht zum Herrgott

Schröder will es sich nicht nehmen lassen, an diesem Mittwoch höchstpersönlich das Einstein-Jahr einzuläuten. Ein klein wenig vom Glanz des Genialen, so hofft er wohl, möge auch auf ihn abstrahlen. Physik, Formeln, abstrakte Theorien: All das hat

werden kann. Renns Ziel: den Erkenntnisprozess so detailliert wie möglich zu rekonstruieren, der zu Einsteins epochalen Einsichten führte.

Versuche, die Geniestreiche des Berner Patentangestellten zu erklären, hat es immer wieder gegeben.

Der Harvard-Forscher Howard Gardner etwa meint, Einstein sei so vielen Geheimnissen der Natur auf die Spur gekommen, weil er nie seine kindliche Naivität verlor. Bei seiner These vom „ewigen Kind Einstein“ kann sich der Psychologe auf den großen Physiker selbst berufen. Der nämlich sagte: „Der Erwachsene denkt nicht über die



Raum-Zeit-Probleme nach. Ich dagegen habe mich so langsam entwickelt, dass ich erst anfang, mich über Raum und Zeit zu wundern, als ich bereits erwachsen war.“ Naturgemäß sei er dabei tiefer in die Materie eingedrungen als ein gewöhnliches Kind.

Der Wissenschaftshistoriker Peter Galison wiederum, auch er ein Forscher von der Harvard University, will ein technisches Problem als Ursprung der Relativitätstheorie ausgemacht haben: Um die Jahrhundertwende wurde die Synchronisierung von Bahnhofsuhrn zum technischen Problem. Bei seiner Arbeit, so glaubt Galison, müsse Einstein unweigerlich auch auf Patentanträge zu diesem Thema gestoßen sein. Diese hätten ihn dann zum Nachdenken über das Wesen der Gleichzeitigkeit inspiriert.

Der wohl bizarrste Versuch aber, das Geheimnis des großen Physikers zu lüften,

normalerweise wenig Sex-Appeal. Aber wenn es sich mit dem Namen Einstein verbinden lässt, das weiß auch Schröder, ist es massentauglich wie die Fußballweltmeisterschaft.

Aber trägt der Rummel auch dazu bei, das Wunder Einstein begreiflicher zu machen? Oder wird hier nur ein Geniekult bedient, der den Menschen Einstein vollends ins Mythische entrückt und damit den Blick gänzlich verstellt auf das, was er in seinem „annus mirabilis“, dem Wunderjahr 1905, wirklich vollbrachte?

„In gewissem Sinne wird Einsteins Leistung wohl immer etwas Wundersames anhaften“, sagt Jürgen Renn, Deutschlands bekanntester Einstein-Experte. Und doch hat Renn sich darangemacht, dieses Wunder zu enträtseln. Am Berliner Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte hortet er Briefe, Handschriften, Zeitungsartikel – jedes nur irgend verfügbare Dokument über Einstein, dessen er habhaft



ANG

**Familienvater Einstein (1904)\***  
Revoluter in möblierter Wohnung

\* Oben: Vom Architekten Erich Mendelsohn entworfen, diente der Turm Experimenten zur Überprüfung der Allgemeinen Relativitätstheorie; unten: mit Ehefrau Mileva und Sohn Hans Albert.

# Ritt auf dem Lichtstrahl

Einsteins Weg zur Relativitätstheorie

Es scheint wie das harmlose Gedankenexperiment eines Teenagers, und doch war es der Keim einer epochalen Idee: Was, so fragte sich der 16-jährige Schüler Albert Einstein, geschieht, wenn ich auf einer Lichtwelle reite?

Die Frage lädt ein zu amüsanten Spekulationen: Kann ich mein eigenes Bild überholen? Sehe ich mich dann selbst

chen also unterschiedliche Angaben darüber, wo sich das Licht nach einer Stunde befindet. Oder, allgemeiner formuliert: Wann und wo sich etwas ereignet, ist abhängig davon, wer es betrachtet.

Schon nach kurzer Zeit, so stellte Einstein bei sorgfältiger Analyse der Situation fest, werden auch die Uhren der beiden Physikerfreunde voneinander ab-

Schwerkraft nicht mit Licht-, sondern mit unendlicher Geschwindigkeit. Verschwände also urplötzlich die Sonne, würde die Erde demnach im selben Moment aus ihrer Bahn geschleudert. Wenn aber, wie es Einsteins Theorie fordert, nichts schneller ist als das Licht, müsste die Erde noch acht Minuten lang – so lange braucht Licht von der Sonne bis zur Erde – auf ihrer Bahn wandern, ohne dass sich das Verschwinden der Sonne bemerkbar macht. Was aber ist wahr?

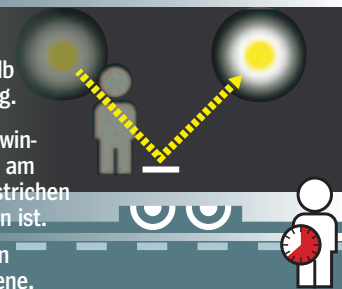
Instinktiv spürte Einstein: Wollte er seine Relativitätstheorie retten, so musste er Schwerkraft und Raumzeit verknüpfen. Dazu nahm er an, dass jede Masse die

## Spezielle Relativitätstheorie

**1** Ein Zugreisender misst die Zeit, die ein Lichtstrahl benötigt, um die Distanz von der Deckenlampe zum Spiegel am Boden und wieder zurück zu bewältigen. Für ihn bewegt sich der Lichtstrahl in vertikaler Richtung.



**2** Für den Betrachter auf dem Bahnsteig bewegen sich Lampe und Spiegel in Fahrtrichtung. Während das Licht sich auf dem Weg zum Spiegel befindet, fährt der Zug weiter – der Weg für das Licht wird deshalb länger. Dasselbe gilt auch für den Rückweg.

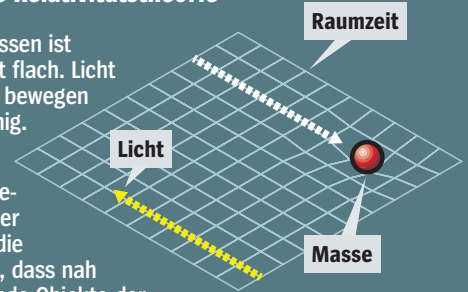


**3** Ausgehend davon, dass die Lichtgeschwindigkeit für beide gleich ist, wird der Mann am Bahnsteig behaupten, dass mehr Zeit verstrichen ist, während das Licht hin- und hergelaufen ist.

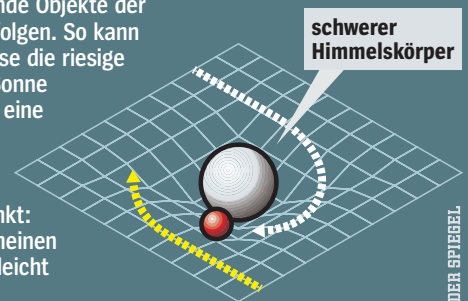
Dies bedeutet, dass die Uhr des Reisenden langsamer zu gehen scheint als seine eigene.

## Allgemeine Relativitätstheorie

**1** Ohne Massen ist die Raumzeit flach. Licht und Materie bewegen sich geradlinig.



**2** Ein masse-reicher Körper verkrümmt die Raumzeit so, dass nah vorbeifliegende Objekte der Krümmung folgen. So kann beispielsweise die riesige Masse der Sonne die Erde auf eine Umlaufbahn zwingen. Selbst Licht wird abgelenkt: Sterne erscheinen am Himmel leicht verschoben.



DER SPIEGEL

im Rückspiegel? Und was liegt vor mir? Was Einstein nicht ahnte: Er war auf ein Grundproblem der Physik seiner Zeit gestoßen. Denn die Mechanik lehrt, dass, wer einer davonlaufenden Welle schnell genug hinterherrast, diese irgendwann erreichen wird. Den Gleichungen der Elektrodynamik zufolge aber bewegt sich eine Lichtwelle, ganz gleichgültig wie schnell ein Verfolger hinter ihr hereilt, immer mit Lichtgeschwindigkeit von ihm fort.

Jahrelang grübelte Einstein über diesen Widerspruch. Dann begriff er: Er musste sich vom alten Verständnis von Raum und Zeit verabschieden. Eine einfache Überlegung macht dies deutlich: Wenn ein Forscher dem Licht in einem ICE mit 250 Stundenkilometern hinterherfährt, dieses ihm aber immer noch mit Lichtgeschwindigkeit davoneilt, dann wird er nach einer Stunde behaupten, der Lichtstrahl sei inzwischen um 250 Kilometer weiter vorangekommen, als es einem Kollegen erscheint, der auf dem Bahnsteig zurückgeblieben ist. Beide ma-

weichen: Der Reisende im ICE wird behaupten, die Bahnhofsuhr ticke langsamer, während umgekehrt der Mann am Bahnsteig zu dem Ergebnis kommt, dass die Zeit im Zug langsamer verstreicht. Dieser paradox anmutende Zusammenhang wird verständlich, wenn man sich vorstellt, der Reisende im Zug messe die Zeit mittels kleiner Spiegel (siehe Grafik).

Raum und Zeit sind relativ, also abhängig vom Betrachter – wie eine Bombe schlug diese Erkenntnis in der Forschergemeinde ein. Bald stellten die Mathematiker fasziniert fest, dass in Einsteins Relativitätstheorie Raum und Zeit zu einer vierdimensionalen Raumzeit verschmelzen. Einstein selbst hatte sich unterdessen bereits an den nächsten großen Schritt gemacht: von der „speziellen“ zur „allgemeinen Relativitätstheorie“.

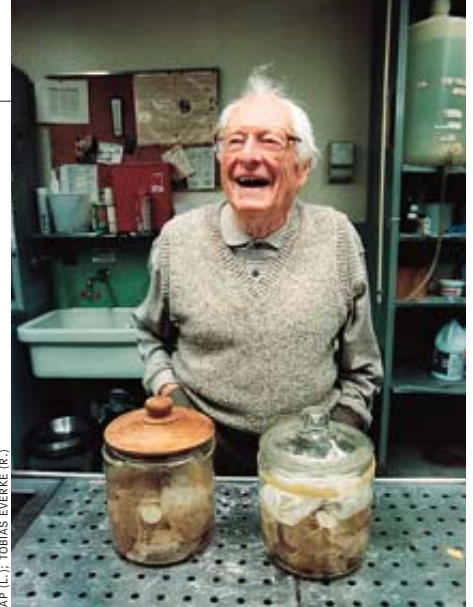
Denn noch wies seine Theorie einen grundlegenden Fehler auf. Sie war nicht vereinbar mit den Gesetzen der Gravitation, die einst Newton formuliert hatte. Dessen Theorie zufolge überträgt sich die

Raumzeit rund um sich herum verbiegt, ähnlich wie eine Membran vom Gewicht einer Kugel eingedellt wird. Andere Körper wiederum spüren diese Raumkrümmung und bewegen sich entsprechend.

Die Vorhersagen dieser Theorie unterscheiden sich nur in winzigen Nuancen von denjenigen Newtons – am augenscheinlichsten durch ein anderes Verhalten des Lichts.

Denn Licht versucht stets, auf dem kürzest möglichen Weg von einem Ort zum anderen zu gelangen. In einem ungekrümmten Raum ist das immer eine Gerade. In einem gekrümmten Raum aber kann die kürzeste Verbindung zweier Punkte auch gebogen sein. Deshalb, so Einstein, müsse ein Lichtstrahl beim Passieren großer Massen von diesen abgelenkt werden. Bei einer Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 bestätigte sich die Vorhersage – diese Entdeckung erst machte Einstein, der zuvor nur unter seinen Kollegen berühmt war, über Nacht zum globalen Superstar.





Hirnstrommessung an Einstein (1950), Pathologe Harvey mit Einstein-Hirn: Reliquie vom Rang eines Heiligenfingers

bestand darin, dort zu suchen, wo sich das Wunder vollzogen hatte: in Einsteins Gehirn. Durch dieses Netz von Synapsen und Dendriten musste schließlich der berühmte Geistesblitz gezuckt sein, in jener denkwürdigen Maiennacht des „annus mirabilis“: Angeregt hatte Einstein beim Spaziergang mit seinem Kollegen Michele Besso über das Wesen der Zeit debattiert; am nächsten Morgen begrüßte er Besso triumphierend mit den Worten: „Danke dir, ich habe mein Problem vollständig gelöst.“

Natürlich konnte das Unterfangen, in Einsteins Hirn das materielle Substrat dessen zu finden, was in jener Nacht geschah, nur scheitern. Und doch musste es unternommen werden: Allzu sehr war die Figur Einstein von Legenden umwoben.

Es war Thomas Stoltz Harvey, Chefpathologe des Princeton Hospital, der in den Besitz von Einsteins Denkkorgan geriet. Er wurde vor genau 50 Jahren mit der Obduktion des Jahrhundertgenies betraut. Die Todesursache, ein Aorten-Aneurysma, war schnell ermittelt. Viel interessanter aber schien Harvey das Hirn. Er konnte der Versuchung nicht widerstehen, sägte auch die Schädelkalotte auf und entnahm daraus 1,2 Kilogramm Nervengewebe.

Nur, was nun anstellen mit dem so geborgenen Schatz? Harvey war ratlos. Hoffnungslos überfordert, fotografierte er das legendäre Gehirn von allen Seiten, schnitt

es sodann in 240 Stückchen, fixierte einige davon in Paraffin und verschickte sie an zumeist eher dubiose Experten in Venezuela, Kanada oder China. Die untersuchten die Hirnwürfelchen dann auf Alzheimer-Fibrillen, vermaßen die Rindendicke oder zählten Neuronen oder versuchten das einsteinsche Erbgut zu isolieren.

Was dabei herauskam, ist der Rede nicht wert. Und doch hatte Harvey eines bewirkt: Einsteins Hirn stieg gleichsam in den Rang einer Reliquie auf, wie der Zürcher Wissenschaftshistoriker Michael Hagner anmerkt. Es sei nur eine Frage der Zeit, bis eines der Hirnstückchen, wie der Finger oder das Haar eines Heiligen, in irgendeiner Ausstellung zu bestaunen sein wird.

Es gibt freilich noch eine ganz andere Möglichkeit, Einsteins Genialität zu entzählen: sie nämlich schlicht zu bestreiten. Kaum eine andere Koryphäe der Physik ist so oft des Plagiats bezichtigt worden wie er. Besonders die Entdeckung der Relativitätstheorie hat man Einstein immer wieder absprechen wollen. Kurz vor Einsteins Tod etwa behauptete der Mathematiker Edward Whittaker in einem umfangreichen Übersichtswerk, Einsteins Beitrag zur neuen Lehre von Raum und Zeit sei marginal gewesen. Der so Beleidigte reagierte verschüffelt: „Ich halte es nicht für ein verständiges Geschäft, meine paar Ergebnisse als Eigentum zu verteidigen wie ein alter Geizhals die paar Kröten, die er mühsam zusammengerackert hat.“

Der in regelmäßigen Abständen immer wieder aufflackernde Zweifel an Einsteins Autorschaft offenbart nicht nur, wie viele Neider es gibt. Er liegt auch im Wesen der Theorie, um die es hier geht.

Denn es ist in der Tat verblüffend, wie viele Teile der Relativitätstheorie bereits bekannt waren, ehe der Berner Patentprüfer die Bühne betrat. Kaum eine der Formeln, die Einstein in seiner berühmten Arbeit mit dem Titel „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ niederschrieb, war wirklich neu. Ja, viele waren längst zum Gemeingut unter den Experten geworden. Und doch hat-

te niemand erkannt, was aus diesen Formeln folgt: ein völlig neues Konzept von Raum und Zeit (siehe Kasten).

Genau an diesem Punkt setzt der Berliner Historiker Renn an: Wie viel war schon vor Einstein bekannt? Und worin genau bestand der wesentliche Schritt, der über alles zuvor Gedachte hinausführte?

Vor allem der große niederländische Physiker Hendrik Antoon Lorentz war weit auf dem Weg hin zur Relativitätstheorie vorangeschritten. Er hatte eine Theorie über das Verhalten bewegter Elektronen formuliert, und dabei war ihm aufgefallen, dass er die Zeitkoordinate auf ganz seltsame Weise manipulieren musste, damit seine Gleichungen einen Sinn ergaben. Doch das hielt Lorentz nur für einen mathematischen Trick, dem er keinerlei Bedeutung für die wirkliche Welt beimaß.

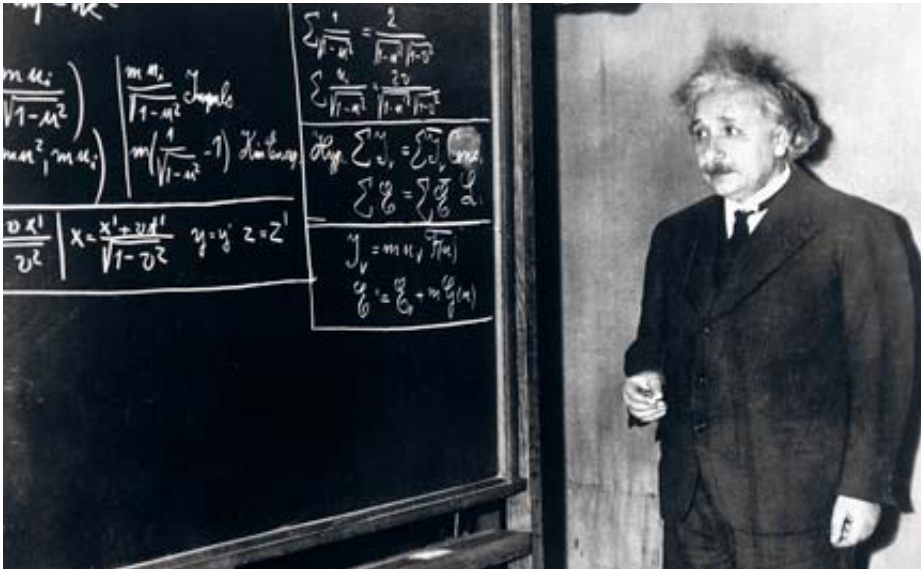
Noch einen Schritt weiter war der französische Mathematiker Henri Poincaré gegangen. Er hatte sich gründlich mit dem lorentzischen Formelwerk befasst und kam zu dem Schluss: „Vielleicht müssen wir eine neue Mechanik entwerfen. Die Lichtgeschwindigkeit wäre darin eine nicht überwindbare Grenze.“ Für eben das, was Poincaré hier vorschlägt, erntete Einstein später den Ruhm.

Warum nur, so fragt sich, blieb Poincaré so kurz vor dem Ziel stehen? Fast scheint es, als habe er die Schwelle zur modernen Physik bereits überschritten, nur dass er es selbst nicht merkte. Und dabei war er eigentlich bestens gerüstet: Er war ja nicht nur einer der brilliantesten Mathematiker seiner Zeit. Er war auch als Philosoph und hellsichtiger Denker berühmt – ein Universalgelehrter, der kühne Ideen nicht scheute. Wieso also schreckte er vor dem einen Gedanken, der ihn zur Relativitätstheorie geführt hätte, zurück? So betrachtet liegt das eigentlich Wundersame an der neuen Lehre von Raum und Zeit weniger darin, dass Einstein sie entdeckte, als vielmehr darin, dass sie Poincaré entging.

Ob Vordenker und Vollender der Theorie je ein Wort miteinander gewechselt ha-



Wissenschaftshistoriker Renn  
Wie viel war schon vor Einstein bekannt?



Dozent Einstein (beim Vortrag in Pittsburgh, 1935): Begnadeter Früchtepflücker

ben, ist nicht bekannt. Ein einziges Mal, so scheint es, haben sich die Wege der beiden gekreuzt: Auf dem Foto des sogenannten Solvay-Kongresses 1911 sind sie zu sehen. Am Tisch sitzend, ist der vollbärtige Senior ins Gespräch mit der Radiumforscherin Marie Curie vertieft. Direkt hinter ihm steht, den Blick versonnen ins Leere gerichtet, der 25 Jahre jüngere Einstein.

Ob sie dort miteinander sprachen? Ob sich Poincaré darüber beklagte, dass Einstein ihn nicht zitiert hatte? Ob Einstein verriet, dass er bereits an einem noch größeren Wurf arbeitete, einer Allgemeinen Relativitätstheorie, die auch die Schwerkraft umfassen sollte?

Darüber lässt sich nur spekulieren. Nahe gekommen, so viel ist sicher, sind sich die beiden Giganten des Geistes nicht. Eine seltsame wechselseitige Berührungsangst hat sie voneinander getrennt. Noch 1909, vier Jahre nach Einsteins „annus mirabilis“, äußerte sich Poincaré über die „Mécanique nouvelle“, die „neue Mechanik“, ohne ein einziges Mal den Namen Einstein zu erwähnen. Und auch Einstein hat sich in seinen Schriften fast nie über den großen französischen Kollegen geäußert. Nur ein Mal ist vom „scharfsinnigen und tiefen Poincaré“ die Rede.

Und doch besteht kaum ein Zweifel daran, dass die Gedanken des Franzosen tief auf Einstein gewirkt haben. Denn es ist recht genau überliefert, über welchen Büchern er, gemeinsam mit zwei Freunden, in Bern gebrütet hat. „Akademie Olympia“ nannte sich der kleine Debattierclub, der Einstein wegen seiner Ausdauer beim Philosophieren den Ehrentitel „Albertus Ritter von Steissbein“ verlieh. Vor allem sei es Poincarés Werk „La science et l’hypothèse“ gewesen, das sie alle „Wochen hindurch fesselte und faszinierte“, berichtete später einer der drei Diskutanten.

So konnte Einstein ernten, was Lorentz und Poincaré gesät hatten. Und das, so der Berliner Historiker Renn, lässt seine Leistung leichter begreifbar erscheinen. „Bei vielen entsteht der Eindruck, Einstein habe die Relativitätstheorie aus dem Nichts geschaffen“, sagt er. „In Wirklichkeit pflückte er nur reife Früchte.“ Damit wolle er keineswegs die epochale Bedeutung Einsteins in Frage stellen, fügt Renn hinzu: „Es bleibt ja die Frage, warum gerade er diese Früchte pflückte.“

Möglicherweise hätte Einstein selbst dieser Deutung gar nicht widersprochen. Seinem Brieffreund Habicht jedenfalls schreibt er, nachdem er sein Ideenfeuer-

werk abgebrannt hatte, dass ihm nun langsam die Munition ausgehe: „Es gibt nicht immer ein reifes Spintisierthema.“

Wenn Einstein sich tatsächlich vor allem dadurch auszeichnete, ein begnadeter Früchtepflücker zu sein, dann hätte er es kaum besser treffen können: Wohl nie zuvor hatten so viele reife Äpfel am Baum der physikalischen Erkenntnis ge hangen wie in jenen Jahren. Und mehr noch: Sie hingen so versteckt, dass es sehr scharfer Augen bedurfte, sie aufzuspiiren.

Paradoxerweise waren viele Physiker sogar überzeugt, ihr Fach näherte sich allmählich der Vollendung. Max Planck hatte man zu einem anderen Studium geraten: Zu wenig gebe es in der Physik noch zu entdecken. Und auch Albert Michelson, eine der Koryphäen seines Fachs, hielt es für „wahrscheinlich“, dass „die meisten grundlegenden Prinzipien gesichert“ seien.

Drei große Theoriegebäude hatten die Physiker errichtet, „Kontinente“ nennt sie der Berliner Renn. Das eigentliche Herzstück des Fachs war die Mechanik, die beschreibt, wie sich feste Körper unter dem Einfluss äußerer Kräfte bewegen. Schon im 17. Jahrhundert hatte Isaac Newton ihr eine mathematische Gestalt gegeben.

Daneben war im 19. Jahrhundert die Elektrodynamik getreten, die sich mit dem Verhalten von Elektronen und Magneten, von elektrischen Feldern und Strömen befasst. Dass sich die ganze Fülle elektromagnetischer Phänomene in einen Satz von nur vier Gleichungen fassen lässt, hatte der britische Physiker James Clerk Maxwell 1864 herausgefunden. Die verblüffendste Folgerung aus seinem Formelwerk: Licht ist seinem Wesen nach nichts anderes als eine durch den Raum laufende elektromagnetische Welle.

Neben diesen beiden Theorien bestand die Physik des angehenden 20. Jahrhunderts aus noch einem dritten großen Teilgebiet: der Thermodynamik, die dem Wesen der Wärme gewidmet ist. Wie sehr dehnt sich ein Körper bei Hitzezufuhr aus? Wie viel Energie ist nötig, um ihn zum Schmelzen zu bringen? Und wie breitet sich die Wärme in ihm aus? Auf all diese Fragen gibt dieser Zweig der Physik Antworten.

## Albert Einsteins Lebenslauf

$$-K_x = \frac{\partial K}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(\lambda \gamma_x \gamma_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\lambda \gamma_x \gamma_y) + \frac{\partial}{\partial z}(\lambda \gamma_x \gamma_z) + \frac{\partial}{\partial x}(\lambda \gamma_x)$$

**1879**  
Geburt Einsteins  
am 14. März in Ulm

beziehung mit  
Mileva Marić,  
einer Kommilitonin

**1904**  
Sohn Hans Albert  
kommt zur Welt

**1910**  
Sohn Eduard  
wird geboren

**1915**  
Vollendung der  
Allgemeinen  
Relativitätstheorie

**1933**  
Emigration in die USA

**1896**  
Beginn des Studiums  
in Zürich

**1902**  
Geburt von Tochter  
Lieserl; Anstellung  
am Patentamt in Bern

**1905**  
„annus mirabilis“  
mit fünf epochalen  
Veröffentlichungen

**1914**  
Antrittsrede an der  
Königlich Preußischen  
Akademie der  
Wissenschaften;  
Trennung von Mileva  
und den Söhnen

**1922**  
Einstein erfährt,  
dass ihm der  
Physik-Nobelpreis  
für das Jahr 1921  
verliehen wird

**1933**  
Warnung vor möglicher  
deutscher Atombombe

**1897**  
Erster Briefwechsel  
und spätere Liebes-

**1903**  
Hochzeit mit Mileva

**1909**  
Professor in Zürich

**1955**  
Einstein stirbt  
am 18. April  
in Princeton





LEO BAECK INSTITUTE, N. Y.

**Emigrant Einstein in New York (um 1935):** Vier Nationen betrachten ihn als einen der ihren

Wie drei formvollendete Monolithe füllten diese drei Theorien die Landschaft der Physik. Die Vorstellung, dass jede dieser Theorien nur eine andere Ansicht eines großen Ganzen erlaubt, lag den Physikern jener Zeit fern. Die Idee der großen Vereinheitlichung blieb späteren Generationen vorbehalten.

Vielleicht war das der Grund dafür, dass kaum ein Physiker merkte, wie sehr diese drei Theorien, so brillant und schlüssig ihre mathematische Form auch erscheinen mochte, einander letztlich widersprachen. „An den Rändern“, so Renn in seiner geologischen Metaphorik, „rieben diese Kontinente aneinander.“ Die Folge der tektonischen Verschiebung: „An den Faltungszonen häuften sich die Probleme.“

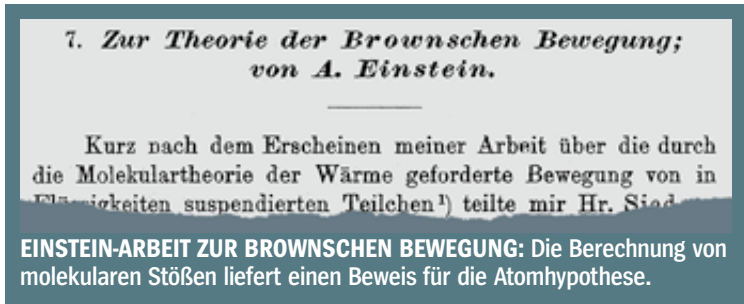
Rückblickend ist es erstaunlich, dass keiner der bedeutenden Physikprofessoren jener Zeit spürte, wie sehr es da im Untergrund knirschte. Eigentlich, so scheint es, mangelte es ja nicht an ungelösten Problemen: Zum einen stellten sich die Forscher den leeren Raum als aufgefüllt mit Äther vor. Diesen dachten sie sich als durchsichtige Substanz, in der sich elektromagnetische Wellen ausbreiten wie Schall in der Luft. Doch woraus dieser Äther eigentlich bestehen sollte, wussten sie nicht. Warum bremst er nicht die Bewegung der Planeten und Sterne, die ihn doch offenbar durchpflügen? Strömt er, und wenn ja, wohin und wie schnell? Und warum ist dann nir-

gendwo etwas zu spüren von Ätherwinden? Keine dieser Fragen vermochten die Physiker zu beantworten.

Noch offensichtlicher scheint es aus heutiger Sicht, dass die Antwort auf eine zweite Frage ein Umdenken unumgänglich machen würde: die Frage nach dem Aufbau aller Materie. Zwar war die Vorstellung, dass alle Stoffe aus kleinsten Teilchen, den Atomen, zusammengesetzt sind, für die Chemiker längst eine Selbstverständlichkeit.

Es bedurfte eines Außenseiters, um die Betriebsblindheit zu überwinden – und der saß, wie sich zeigte, im Patentamt von Bern. Fernab aller wissenschaftlichen Kongresse und Institute brütete Einstein dort vor sich hin. Und wie ein Galeriebesucher, der die großen Konturen eines Gemäldes erst erkennt, wenn er einige Schritte zurücktritt, so offenbarte sich dem Eigenbrötler, was dem Blick der Fachexperten verborgen geblieben war.

Während die anderen großen Physiker noch am Feinschliff ihrer alten Theorien arbeiteten, richtete Einstein sein Interesse auf das Verhältnis dieser Theorien zueinander. Nicht umsonst geht jede der drei Revolutionen, die er lostrat, von Problemen aus, die sich an den Grenzen der drei großen physikalischen Wissensbereiche aufgetan hatten:



**EINSTEIN-ARBEIT ZUR BROWNSCHEN BEWEGUNG:** Die Berechnung von molekularen Stößen liefert einen Beweis für die Atomhypothese.

Der Physikergemeinde indes reichten die Indizien nicht. „Ham’s ans g’sehn?“, raunte der österreichische Naturforscher Ernst Mach jeden Kollegen an, der wieder einmal von Atomen sprach.

Das Wesen des leeren Raums und die Struktur aller Materie: Sind das nicht Rätsel genug, um wirklich überraschende Antworten erwarten zu dürfen? Heute erscheint es schwer begreiflich, doch die Tragweite der ungeklärten Fragen war den Zeitgenossen nicht bewusst. Zu sehr waren sie befangen im alten Denken, das alle drei Teildisziplinen der Physik getrennt betrachtete.

- ▶ Seine Arbeit über die brownsche Molekularbewegung schlägt die Brücke von der Mechanik zur Thermodynamik. Einstein geht dabei von der Annahme aus, dass Wärme nichts anderes als das ungeordnete Umherschwirren von Molekülen ist. Dann rechnete er aus, wie die kleinen Ruß- oder Staubpartikel von diesen umherflirrenden Molekülen ständig hin und her gestoßen werden, und stellte fest, dass sich diese Zickzackbewegung unter dem Mikroskop beobachten lässt.
- ▶ In seinem Artikel zur Quantenhypothese befasst sich Einstein zunächst mit der





FOTOS: DPA

**Revolutionäre Wilbur und Orville Wright, Flugversuch: Überall wurden neue Ideen geboren**

Wärmestrahlung, die von allen warmen Körpern ausgesandt wird. Scharfsinnig erkannte er hier einen Konflikt zwischen Elektro- und Thermodynamik – ein Widerspruch, der sich nur auflösen lasse, wenn die Vorstellung dessen, was Licht ist, grundlegend verändert werde: In bestimmten Situationen verhalte es sich, als bestehe es nicht aus elektromagnetischen Wellen, sondern aus einzelnen, winzigen Energiepaketen.

► Die Relativitätstheorie schließlich ist in der Reibungszone von Mechanik und Elektrodynamik angesiedelt. Einstein war einer der wenigen, die begriffen, dass beide Theorien in ihrer klassischen Form nicht miteinander vereinbar waren. Die einzige Möglichkeit, sie miteinander zu versöhnen, bestand darin, das Konzept von Raum und Zeit grundlegend zu reformieren.

Einsteins Vorgehensweise ist dabei stets die gleiche: Zunächst prangert er einen logischen Widerspruch im Gefüge der Physik an. Die Suche nach einer Auflösung führt ihn dann dazu, die damals allzu unreflektiert benutzten Begriffe – Licht, Materie, Zeit – vorbehaltlos auf ihre Bedeutung hin abzuklopfen. Was alle Vorgänger für selbstverständlich hielten, wagte er, in Frage zu stellen.

So gelang es ihm, die drei großen Theoriegebäude der Physik miteinander zu verstreben. Erst dank Einstein erschienen sie nun wie verschiedene Ansichten ein und derselben Natur – die Vorstellung einer einheitlichen Naturbeschreibung war geboren; eine Idee, welche die Physik fortan maßgeblich bestimmen sollte. Wer heute mit den geistigen Erben Einsteins spricht, der spürt schnell, wie stark sie beiseelt sind vom Glauben daran, dass sich alles Dasein zurückführen lassen müsse auf einige wenige Grundprinzipien der Natur – und letztlich

womöglich sogar auf eine einzige Weltformel.

Stets hat Einstein dieser Gedanke fasziniert, oft hat er geschwärmt vom „herrlichen Gefühl, die Einheitlichkeit eines Komplexes von Erscheinungen zu erkennen, die der direkten sinnlichen Wahrnehmung als ganz getrennte Dinge erscheinen“.

Das Unsichtbare sichtbar machen, die Wahrheit jenseits der Wahrnehmung offen legen – immer wieder hat es Versuche gegeben, dies nicht nur als persönliches Anliegen Einsteins, sondern auch als Ausdruck seiner Zeit zu deuten. Stützen lässt sich die These sogar auf den Meister selbst: Sein Beitrag zur Physik, so sagte er einmal, erscheine im Rückblick betrachtet „fast wie das unpersönliche Produkt einer Generation“.

Und eine ungewöhnliche Generation war es fürwahr, die damals die öffentliche Bühne betrat. Überall wurden neue Ideen und Visionen entworfen. Allerorten lag Revolution in der Luft.

Maßgeblichen Anteil daran hatte sicher die Technik: Plötzlich sprengte sie Grenzen, die lange als unüberwindlich gegol-

ten hatten: Radiowellen übertrugen Musik von einer Stadt in die nächste. Automobile begannen, durch die Städte zu rattern. Die Gebrüder Wright erhoben sich in die Lüfte.

Einstein selbst war in seiner Jugend unmittelbar Zeuge des technischen Fortschritts geworden. Sein Vater war Teilhaber einer Firma, die Dynamos, Stromzähler und Lampen herstellte – Spitzentechnologie in der damaligen Zeit. Die „Electrotechnische Fabrik J. Einstein & Cie.“ war es auch, die erstmals das Münchner Oktoberfest in elektrisches Licht tauchte.

Aber auch in der Welt des Geistes regte sich Neues. Arnold Schönberg machte sich daran, die überkommene Harmonielehre einzumotten; eine Hand voll Künstler in Dresden schlossen sich unter dem Namen „Die Brücke“ zusammen, um mit alten Sehgewohnheiten aufzuräumen; und auch Franz Kafka und James Joyce, große Neuerer der Literatur, waren Altersgenossen von Einstein. „Wäre ich Transzendentalist, ich würde all das als Ausdruck einer aufgewühlten Welt-Seele betrachten“, erklärte der Literat Edgar Laurence Doctorow kürzlich auf einer Konferenz, auf der Gelehrte aus aller Welt über Einsteins Einfluss auf Wissenschaft, Gesellschaft und Kultur debattierten. Titel seines Aufsatzes: „Das Ungesehene Sehen“.

Mit Einstein sei „Das unsichtbare Jahrhundert“ angebrochen, meint auch der Romanautor und Wissenschaftsjournalist Richard Panek. So heißt sein Buch, in dem er den Vater der Relativitätstheorie mit dem zweiten großen wissenschaftlichen Übervater des Jahrhunderts vergleicht: Sigmund Freud. Beide, so seine These, hätten sie verborgene Universen ausgeleuchtet – Einstein dasjenige von Raum und Zeit, Freud das des Unbewussten.

Der Wissenschaftshistoriker Arthur Miller wiederum sieht auffällige Parallelen zwischen Einstein und Pablo Picasso, der kurz nach der Veröffentlichung der Relativitätstheorie sein epochemachendes kubistisches Bild „Les Femmes d'Alger“ malte: Beide großen Pioniere, so Miller, erfuhren am Anfang ihrer Karriere Armut und Ablehnung; beide bezogen Inspiration von einem Freundeskreis, der auch aus fachfremden Teilnehmern bestand; beide markierten mit ihrem Werk in ihrem jeweiligen Gebiet den Startpunkt der Moderne.

Vor allem aber arbeiteten beide am selben Problem: Raum und Zeit in den Griff zu bekommen. Während Einstein darüber grübelte, was es eigentlich bedeutet, wenn zwei Menschen an verschiedenen Orten



CORBIS (L.); PETER APRAHAMIAN / CORBIS (R.)

**Revolutionär Freud, Analyse-Couch: Ungesehenes Sehen**



behaupten, ihre Uhren zeigten die gleiche Zeit, versuchte Picasso in einem einzigen Bild gleichzeitig verschiedene Ansichten ein und desselben Sujets zu vereinen.

Und eine weitere auffällige Gemeinsamkeit: Beide, Einstein und Picasso, waren beeinflusst durch die Gedanken Poincarés. Während in Einsteins privatem Debattekreis, der „Akademie Olympia“, Poincarés Schriften auf dem Programm standen, wandte sich die „bande à Picasso“ demselben Denker zu.

Warum aber ging die Saat gerade bei diesen beiden auf? Wodurch stachen sie heraus aus der großen Zahl anderer Leser Poincarés?

Im Falle Einsteins zumindest war lange Zeit keineswegs offensichtlich, dass hier ein Genie heranwuchs. Seine Leistungen in der Schule waren gut, doch ließen sie nichts Überraschendes erwarten. Nicht als Wunderkind empfanden ihn die Lehrer, eher schon als Rebell.

Schon von früh auf hasste Einstein äußeren Zwang. Die strenge Schule in Mün-

chen war Einstein ein Graus; die Lehrer in der Volksschule verglich er später mit „Feldwebeln“, diejenigen des Gymnasiums mit ranghöheren „Leutnants“.

Er wird es dem Personal nicht leicht gemacht haben. In der Schule eröffnete ihm ein Lehrer: „Ihre bloße Anwesenheit verdirbt mir den Respekt in der Klasse.“ An der Hochschule klagte ein Professor: „Sie sind ein kluger Bursche. Aber Sie haben einen großen Fehler: Sie lassen sich nie etwas sagen.“ Aber Einstein wollte sich eben nichts sagen lassen. Einen Brieffreund ließ er wissen: „Autoritätsduselei ist der größte Feind der Wahrheit.“

Gewiss, Halsstarrigkeit macht einsam, doch das war Einstein nur recht. Nie verließ ihn das Bedürfnis nach dem, was er „köstliche Einsamkeit“ nannte. Der Scharfsinn, mit dem er Unstimmigkeiten zu erspüren wusste, isolierte ihn auch. Stets umging ihn „ein nie sich legendes Gefühl der Fremd-

heit“. Als „richtigen Einspänner“ bezeichnete er sich, „der dem Staat, der Heimat, dem Freundeskreis, ja, selbst der engeren Familie nie mit ganzem Herzen angehört hat“. Er hasste es, wenn seine zweite Frau Elsa von „wir“ sprach. „Rede von dir oder von mir“, herrschte er sie dann an.

Auch in seinem Fach, der Physik, erkannte er keine Autoritäten an. Schnell hatte er heraus, dass keiner seiner Professoren Bewunderung verdiente. Denn in Zürich, wo er das Polytechnikum besuchte, waren wirklich herausragende Lehrkräfte im Fach Physik rar. Die Chance, bei bedeutenden Forschern zu hören, hätte er dagegen in der Mathematik gehabt; doch er ließ sie weitgehend ungenutzt verstreichen. Lieber studierte Einstein daheim „mit heiligem Eifer die Meister der theoretischen Physik“. Er lernte, doch nur das, was er lernen wollte.



Denn Einstein war Autodidakt. Was er wusste, hatte er sich in Zeitschriften oder Büchern angelesen. Begierig hatte er schon als Teenager Alexander von Humboldts „Kosmos“ gelesen und natürlich die geradezu enzyklopädischen, in romantischem Naturverständnis schwelgenden „Naturwissenschaftlichen Volksbücher“ von Aaron Bernstein. Bald hatte er sich so ein beachtliches Überblickswissen verschafft, das er beständig durch die Lektüre neuester Forschungsberichte erweiterte.

Gerade dieses Wissen, das frei war vom Scheuklappendenken in Fachdisziplinen, erlaubte es Einstein später, die Grenzbereiche seiner Wissenschaft kontrastreicher zu erkennen – die Geschichte der Berner Geniestreiche lehrt den Nutzen der heute vielerorts beschworenen Interdisziplinarität.

Doch natürlich konnte es nicht ausbleiben, dass Einstein mit seinem sich keiner Autorität beugenden Wesen aneckte im akademischen Betrieb. Zunächst schien ihm deshalb alles andere als eine glanzvolle Karriere bevorzustehen.

Im Physikalischen Praktikum erhielt er „wegen Unfleiss“ einen Verweis. Und auf seinem Abschlusszeugnis des Zürcher Polytechnikums stand eine recht mäßige Gesamtnote.

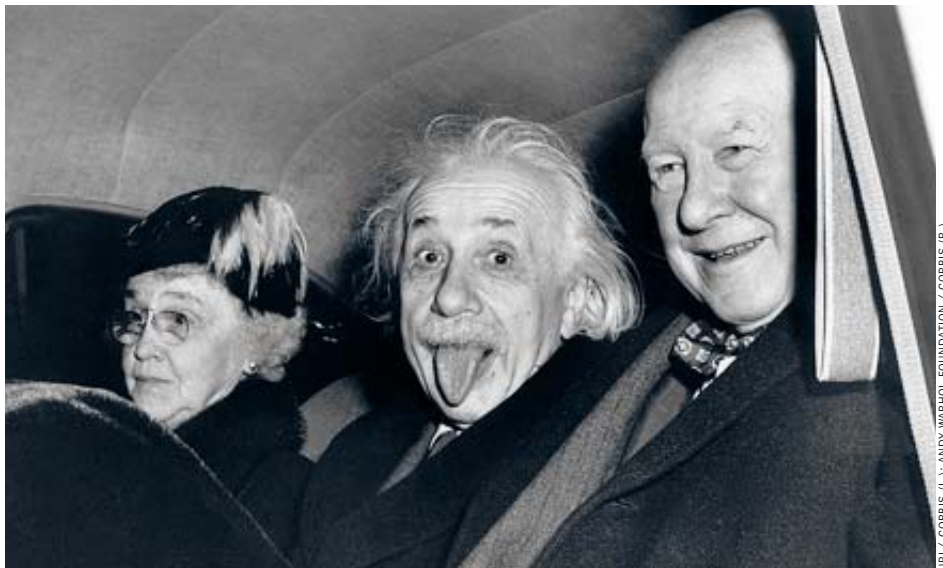
Die Stellensuche, die sich anschloss, mutete geradezu kläglich an. Erst bewarb sich Einstein in Zürich auf Assistentenstellen – vergebens. Als Einziger der vier



Revolutionär Picasso, Gemälde „Les Desmoiselles d'Avignon“: Raum und Zeit in den Griff kriegen

2004 THE MUSEUM OF MODERN ART/VG BILDKUNST, BONN 2005 (L.); AKG (R.)





Pop-Ikone Einstein\*: Fortleben auf Kaffeetassen, T-Shirts und Postkarten

Absolventen ging Einstein leer aus. Unverdrossen feuerte der Jungforscher eine Bewerbungskanone ab. Am 12. April 1901 zum Beispiel scheint er einen ganzen Stapel Postkarten versandt zu haben; zwei fast exakt gleichlautende Exemplare fanden sich später in Leiden und Berlin.

Besonders rührend klingt die flehentliche Bitte von Einsteins Vater Hermann, die dieser – ohne Wissen seines Sohnes – an den berühmten Chemiker Wilhelm Ostwald in Leipzig schickte: „Mein Sohn fühlt sich nun in seiner gegenwärtigen Stellenlosigkeit tief unglücklich & täglich setzt sich die Idee stärker in ihm fest, dass er mit seiner Karriere entgleist sei & keinen Anschluss mehr finde.“

Fruchten tat all das gar nichts. Im Gegenteil: Auch der erste Versuch, in Zürich zu promovieren, scheiterte. Das Einzige, was noch von dem Fiasko zeugt, ist eine Quittung, auf der Einstein die Rückerstattung der „Promotionsgebühr von Frk. 230 (Zweihundertdreißig) in baar“ bestätigt wird. Einstein sah sich schließlich genötigt, im „Berner Anzeiger“ um Schüler für Privatstunden zu werben.

Und blies der so vielfach Abgewiesene Trübsal? Keineswegs. Nichts vermochte sein Selbstbewusstsein zu erschüttern. Unbeirrt und durchaus frohgemut hielt Einstein an der Überzeugung fest, dass er dazu berufen sei, notfalls in Feierabendarbeit, Großes zu schaffen. „Es lebe die Unverfrorenheit! Sie ist mein Schutzengel in dieser Welt“, schrieb er, allen Widernissen und Rückschlägen zum Trotz, an seine Freundin und spätere Frau Mileva Marić.

\* Links: an seinem 72. Geburtstag, als er, im Auto zwischen einem befreundeten Ehepaar sitzend, dem Fotografen die Zunge herausstreckt; rechts: Porträt von Andy Warhol, 1980.

Dieses unerschütterliche Selbstbewusstsein, gepaart mit einer rebellischen Natur und umfassendem Überblickswissen über weit auseinanderliegende Zweige der Physik: Das war das Gemenge, das Einsteins Geniestreiche möglich machte. Vielleicht, so spekuliert sein Biograf Albrecht Fölsing, war es bei einem Mann mit solchen Voraussetzungen sogar von Vorteil, dass er sich nicht in einem der führenden Institute in Diskussionen mit den Spitzenforschern verstrickte, sondern in der Diaspora seinen Gedanken nachging.

**6. Über einen  
die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes  
betreffenden heuristischen Gesichtspunkt;  
von A. Einstein.**

Zwischen den theoretischen Vorstellungen, welche sich die  
Physiker über die Gase und andere ponderable Körper ge-

**EINSTEIN-ARBEIT ÜBER DIE QUANTENNATUR DES LICHTS: Anders als  
damals üblich wird Licht nicht als Welle, sondern als Teilchen aufgefasst.**

Wird aber jemals wieder so etwas möglich sein? Wird es noch einmal solchen Außenseiter geben, der über die gesamte Elite der Physik triumphiert? Immer wieder wird im Rahmen der Jubiläumsfeiern diese Frage gestellt werden.

Vermutlich wird man sie mit „Nein“ beantworten müssen, denn die Physik ist im Laufe der vergangenen 100 Jahre eine andere geworden. So komplex und mit so viel komplizierter Mathematik ist sie inzwischen befrachtet, dass ein Einzelner sich kaum im Alleingang ein umfassendes Überblickswissen wird aneignen können. Und so viel ist sicher: Ohne seine tiefen Kenntnisse hätte Einstein all seine Intuition nichts genützt.

Und doch gibt es erstaunliche Parallelen zwischen den Problemen, vor die sich

heutige Physiker gestellt sehen, und jenen, auf die Einstein stieß: „Vieles, was uns heute beschäftigt, erinnert an die Zeit damals“, meint etwa James Peebles, einer der führenden Kosmologen der Welt.

In der Tat: Wie damals, so glauben die Physiker auch heute wieder, dass der Kosmos gefüllt ist mit einem eigenartigen Fluidum nicht näher bekannter Natur. Nur heißt dieses heute nicht „Äther“, sondern „Dunkle Energie“. Wie damals sind alle Forscher von ihrer Existenz überzeugt, ohne jedoch zu wissen, woraus diese seltsame allgegenwärtige Energie eigentlich besteht.

Und auch das zweite große Rätsel an der Schwelle zur modernen Physik findet heute eine verblüffende Entsprechung: Wieder deutet sich an, dass die Welt, mit hinlänglich starker Vergrößerung betrachtet, ihren kontinuierlichen Charakter verliert.

Damals war es die Materie, die sich als aus winzigen Teilchen, den Atomen, zusammengesetzt erwies. Diesmal sind zwar die Atome bis in all ihre Bestandteile hinein verstanden. Doch dafür zeichnet sich nun ab, dass auch Raum und Zeit selbst eine körnige Struktur zu haben scheinen.

Wenn er allerdings diese kleinsten Einheiten von Raum und Zeit genauer untersuchen will, muss sich der Einstein von morgen schon etwas einfallen lassen: Selbst wenn es gelänge, diese Atome der Raum-Zeit mit einem Mikroskop um das Milliardenfache des Milliardenfachen des Milliardenfachen zu vergrößern, wären sie immer noch nicht viel größer als jene Atome, denen Einstein einst auf der Spur war.

JOHANN GROLLE