

Blumen auf Einsteins Grab

Albert Einstein starb im April 1955 in Princeton, in den Vereinigten Staaten. Er wartete auf sein Ende wie auf ein interessantes Naturphänomen. Es war Einsteins Wunsch, daß man seinen Körper verbrennen und die Asche an einem unbekannten Ort verstreuen möge. So ist es dann auch geschehen. Die Sauerstoff-, Kohlenstoff- und Wasserstoffatome sowie andere Atome, die in seinem Körper jahrzehntelang in idealer Weise angeordnet waren, gelangten rasch in den Kreislauf der Natur und fanden bald einen neuen Verwendungszweck.

Einstein hat also weder ein Grab noch fand eine Beerdigung statt. Es gibt keinen Ort, zu dem man an Gedenktagen pilgern könnte, um Blumen niederzulegen. Das war nicht einmal möglich, als im Jahr 2005 fünf Jahrzehnte seit Einsteins Tod und hundert Jahre seit seinen größten wissenschaftlichen Entdeckungen vergangen waren. Einstein hatte auch untersagt, aus seinem Arbeitszimmer und seinem Wohnhaus in Princeton ein Museum zu machen. Viele Menschen würden zu diesen Stätten wallfahren, um die erhebenden Gefühle zu erleben, die man vor den Denkmälern großer Persönlichkeiten der Geschichte empfindet, in diesem Falle den Nachhall eines großen Genies. Einstein wollte aber nicht, daß ihn die Menschen auf diese Weise anbeten.

Einstein war eine Persönlichkeit des öffentlichen Lebens und jeder Mann auf der Straße kannte ihn. Die Publicity begann, als astronomische Messungen während der Sonnenfinsternis 1919 die Richtigkeit der von ihm gefundenen Allgemeinen Relativitätstheorie bestätigten. Die Zeitungen schrieben über das Genie, das Isaac Newtons Theorien zu Fall brachte, die man jahrhundertlang für unfehlbar gehalten hatte. Man sprach über die neue Weltordnung und ihren Schöpfer Einstein. In der geistigen Leere der Nachkriegsjahre wurden Geschichten dieser Art begierig aufgenommen. Als Einstein 1933 aus Berlin in die Vereinigten Staaten übersiedelte, war er eine Berühmtheit, viel berühmter als jeder andere Wissenschaftler nach ihm. Er wurde mit Ehrungen überhäuft und trat überall auf. Präsident Roosevelt lud ihn ins Weiße Haus ein. Jeder Ausspruch Einsteins kam in die Schlagzeilen und die Veröffentlichungen seiner wissenschaftlichen Arbeiten waren große Medienereignisse.

In diesen Jahren entstand das stereotype Bild von Einstein als unvergleichlichem Genie, das in den höchsten Sphären der Wissenschaft schwebt, und so lebt er auch weiterhin in der Phantasie der Menschen. Er ist das Symbol der Weisheit, dessen Wert auch die Werbetexter nur allzu gut kennen. Das äußere Erscheinungsbild Einsteins, die in alle Windrichtungen abstehende Mähne, der dichte Schnurrbart und der verträumte Blick beschleunigen den Absatz der verschiedenartigsten „intelligenten“ Produkte. Die beste Art und Weise, die hellen Köpfe der Schulklassen zu ermutigen und den kleinen Berühmtheiten der Wissenschaft zu schmeicheln, besteht darin, sie als Einsteins zu bezeichnen. Das hört sich zwar auch wie ein Witz an, aber der Vergleich kann immer auch als echtes Lob aufgefaßt werden.

Einsteins besonderes Wesen führte dazu, daß sich die ihn umrankenden Legenden ins Unermeßliche steigerten. Während der Jahre in Amerika prägten sich seine bohemienhaften Veranlagungen immer weiter aus und kamen in seiner Lebensweise und in seinem Äußeren zum Vorschein. Das Bestreben, alle unwesentlichen Dinge auszumerzen, führte zu einer Elimination der Socken und der Hosenträger und machte Schlafanzüge, Smokinghemden, Krawatten und Besuche beim Friseur zu einem überflüssigen Luxus. Die Vernachlässigung des äußeren Erscheinungsbildes in Kombination mit einer ständig zunehmenden Geistesabwesenheit führte zu unzähligen amüsanten Geschichten. Andererseits gab Einsteins unabhängige und unbeugsame Haltung seinen gesellschaftlichen Aktivitäten ein außergewöhnliches Gewicht. Seine Stellungnahmen gegen den Krieg und seine Analysen globaler Ungerechtigkeiten fanden aufmerksame Zuhörer und wurden respektiert. Er war der Mann des Friedens, auch wenn ihn viele für den Vater der Atombombe hielten, hatte er doch die Gleichung $E = mc^2$ gefunden.

Als Einstein in die Vereinigten Staaten übersiedelte, waren seine kreativsten Jahre als Wissenschaftler für immer vorbei. In den letzten zwanzig Jahren seines Lebens schuf er nichts, was in der Geschichte der Wissenschaft Bestand gehabt hätte. Sein Stern sank unabwendbar am Horizont. Das Alter begann, seinen Tribut zu fordern. Die Zeit arbeitet gnadenlos gegen die Fähigkeit eines Wissenschaftlers, neue Entdeckungen zu machen. Einstein versuchte, seine letzte Sinfonie zu vollenden, die einheitliche Feldtheorie, mit der die Naturerscheinungen umfassend erklärt werden sollten. Aber er hatte hierfür die falsche Tonart gewählt und seine jahrelangen Anstrengungen führten nur zu einer Reihe von fehlgeschlagenen Themen mit Variationen. Die jüngere Forschergeneration machte sich bereits mit kleinen spöttischen Bemerkungen über ihn lustig; der Alte war immer deutlicher auf ein Nebengleis abgedriftet. Anstatt sich an der einheitlichen Feldtheorie zu versuchen, hätte Einstein auch in seinem Segelboot sitzen und Geige spielen können – das waren seine Lieblingshobbys – und sein Ruf als Wissenschaftler hätte in den Augen der Nachwelt nicht im Geringsten darunter gelitten.

1.1 Junges Gehirn

Einstein war ein großer Wissenschaftler, aber seine intellektuelle Kapazität war nicht besonders außergewöhnlich; Zeitgenossen berichteten, daß er verhältnismäßig langsam dachte. Als Physiker war er jedoch phänomenal. Er hatte eine starke physikalische Intuition, ohne die auch der genialste Mathematiker ein erbärmlicher Physiker ist, die aber andererseits aus einem durchschnittlichen Mathematiker – und ein solcher war Einstein im Vergleich zu vielen seiner Kollegen – einen glänzenden Physiker machen kann. Er hatte eine rege Phantasie und besaß die Fähigkeit, sich selbst die richtigen Fragen zu stellen. „Phantasie ist wichtiger als Wissen“, sagte er, „denn Wissen ist begrenzt. Wichtig ist, daß man nicht aufhört, zu fragen.“ Einstein gehört aufgrund seiner Leistungen zum Hochadel der Forschung in der Physik. In der Rangliste kann man schwerlich andere als Galileo Galilei und Isaac Newton vor Einstein einstufen, und neben ihm kaum einen anderen Physiker als James Clerk Maxwell.

Einstein vollbrachte seine größten Leistungen nicht in Amerika, wo er sich mit wirren Haaren und in abgerissener Kleidung zeigte, sondern als ordentlich gekleideter und korrekter Angestellter des Patentamtes in Bern und als junger Professor in Zürich, Prag und Berlin. In seinem jugendlichen Gehirn kreisten vorurteilslose Gedanken, die zu zwei großen Errungenschaften der Physik führten, zur Relativitätstheorie und zur Quantentheorie. Diese Theorien gehören zu den Eckpfeilern der heutigen Physik.

Ab 1905 hinterließ Einstein dauerhafte Spuren in der Geschichte der Physik. Es waren keine tastenden Schritte eines beginnenden Forschers, sondern selbstbewußte Spuren, gleichsam aus dem Nichts an die vorderste Front der Wissenschaft. Das Jahr 1905 war das Wunderjahr, auch als *annus mirabilis* bekannt. Einstein veröffentlichte damals vier Forschungsergebnisse, die zu Meilensteinen in der Geschichte der Wissenschaft wurden, und darüber hinaus erschien seine Dissertation. Sogar jede einzelne dieser Arbeiten hätte ihn weltberühmt gemacht, zusammen machten sie ihn unsterblich.

In der ersten Arbeit¹ stellte er die Hypothese auf, daß das Licht aus „kleinsten Portionen“, den Lichtquanten oder Photonen, besteht, und erklärte mit ihrer Hilfe unter anderem den photoelektrischen Effekt, das heißt, wie das Licht und andere elektromagnetische Strahlen Elektronen aus einer Metalloberfläche lösen. Diese Arbeit bestätigte die fünf Jahre zuvor von Max Planck aufgestellte Theorie der Quantisierung der elektromagnetischen Strahlung, ging aber viel weiter als die Plancksche Theorie. Das veranlaßte mit der Zeit auch andere Wissenschaftler zu der Feststellung, daß die Quanten Bestandteil der realen Natur sind. Die Mikrostruktur der Materie war eine *terra incognita*, in die Einstein mutig und enthusiastisch als einer der Ersten – so wie Livingstone in Afrika – eindrang und einen großen Umbruch in der Physik einleitete.

¹ Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt.

Einstein wollte seine wissenschaftlichen Entdeckungen nicht revolutionär nennen, sondern sprach lieber von einem kontinuierlichen Entwicklungsstrom der Wissenschaft, zu dem er seinen eigenen Beitrag leistete. Sollte aber dennoch jemand irgendwelche Ergebnisse unbedingt als revolutionär bezeichnen wollen, dann verdiente nach Einsteins Meinung die Entdeckung der Lichtquanten am ehesten eine solche Charakterisierung. Für diese Arbeit erhielt er seinerzeit auch den Nobelpreis.

Nachdem Einstein seine Arbeit über Lichtquanten fertiggestellt hatte, schrieb er eine kurze Dissertation über die Bestimmung der Größe von Molekülen² und gleich danach einen Artikel über die Brownsche Bewegung, die zu derselben Thematik gehört³. Der Schotte Robert Brown hatte bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die „haltlose“ Zitterbewegung bemerkt, die kleine Partikel in einer Flüssigkeit vollführen. Er sah dieses unregelmäßige Wandern, als er Blütenstaubpartikel unter dem Mikroskop betrachtete, und er dachte, der Grund hierfür sei eine dem Blütenstaub innewohnende Lebenskraft. Als offensichtlich wurde, daß sich auch Sandkörner, die aus anorganischer Materie bestehen, genauso bewegen, mußte die vielversprechende Erklärung fallengelassen werden.

Einstein kannte Browns Arbeit nicht, aber er sagte auf der Grundlage seiner eigenen Berechnungen vorher, daß die Wassermoleküle durch ihre Zusammenstöße die kleinen, im Wasser befindlichen Partikel zu einer zufälligen Zickzack-Bewegung veranlassen. In einer Flüssigkeit und in einem Gas ist die Anzahl der Moleküle so riesig, daß es unmöglich ist, die Bewegung einzelner Moleküle zu verfolgen und vorherzusagen. Der Österreicher Ludwig Boltzmann hatte eine Theorie entwickelt, in der er das Verhalten von Molekülen statistisch beschrieb. Einstein leitete mit Hilfe dieser Theorie die Bewegung eines Partikels in einer Flüssigkeit ab, wenn die Moleküle mit diesem Teilchen zusammenstoßen. Das Partikel stößt nicht immer in allen Richtungen mit der gleichen Anzahl von Molekülen zusammen; vielmehr ändert sich diese Anzahl statistisch und aus dieser Schwankung folgt die Zitterbewegung des Partikels. Einstein erklärte auch, wie man das Phänomen dazu verwenden kann, die Größe der Wassermoleküle zu schätzen.

Einsteins Erklärung für die Brownsche Bewegung scheint nicht sehr überraschend zu sein. Heutzutage weiß jedes Grundschulkind: Hält man eine Hand in warmes Wasser, dann wird das Wärmegefühl durch das Aufprallen der Wassermoleküle auf die Haut verursacht. Vor hundert Jahren war jedoch die Existenz von Atomen und Molekülen, die für unsere Augen unsichtbar sind, nicht einmal unter den Wissenschaftlern eine allgemein akzeptierte Tatsache. Die Reise in den Mikrokosmos hatte gerade erst begonnen.

Nach Meinung vieler führender Physiker durfte man Atome und Moleküle nicht als reale Bestandteile der Materie ansehen, weil es nicht möglich war, sie

² Die Dissertation trägt den Titel *Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen*.

³ *Die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*.

direkt zu beobachten. Damals blieben sie sogar für die besten Mikroskope unsichtbar, aber mit den heutigen Elektronenmikroskopen kann man die einzelnen Atome sehen. Die Tatsache, daß man Atome und Moleküle zur Erklärung beobachtbarer Phänomene verwenden konnte, wie es Boltzmann getan hatte, berechtigte nach Auffassung der besagten Physiker noch nicht dazu, diese Teilchen als reale Bestandteile der Natur zu betrachten. Boltzmann stritt deswegen heftig, besonders mit dem Deutschen Wilhelm Ostwald, dem weltweit führenden Forscher auf dem Gebiet der physikalischen Chemie. Ein weiterer bekannter Gegner der Boltzmannschen Theorie war der österreichische Physiker, Philosoph und Anti-Atomist Ernst Mach. Von den Atomen als realen Struktureinheiten der Materie wollte der Atomgegner Mach nichts wissen; er lehnte sie als unüberprüfbare Hypothese ab. „Ich glaube nicht, daß Atome existieren“, bemerkte er trocken auf einer Konferenz, als Boltzmann seinen Vortrag über die statistischen Gesetze des Mikrokosmos beendet hatte.

Die abschließende Lösung des Streits über die Realität der Moleküle und Atome erfolgte durch Einsteins theoretische Arbeit zur Brownschen Bewegung und zur Größe der Moleküle sowie durch die experimentellen Untersuchungen des Franzosen Jean Perrin, welche die Richtigkeit der theoretischen Schlussfolgerungen Einsteins bestätigten. Diese Forschungsergebnisse machten die Atome und Moleküle zu konkreten Bestandteilen der Natur. Einstein trat bereitwillig an die Seite Boltzmanns, um die Atomistik zu verteidigen, denn er liebte es, Breschen in die Hauptströmung der Physik zu schlagen. Er tat das wie immer mit einer nahezu grenzenlosen Selbstsicherheit.

1.2 Der Raum beginnt zu leben

Am nachhaltigsten bleibt Einsteins Wunderjahr 1905 aber wegen der Relativitätstheorie in Erinnerung. Einstein legte in seiner dritten Arbeit⁴ des Jahres seine Spezielle Relativitätstheorie vor, die die Grundlagen der Physik erschütterte. Als Veröffentlichung war die Arbeit bis zum Äußersten ausgefeilt und abstrakt; aus allem ging hervor, daß Einstein der Sachverhalt glasklar geworden war. Entscheidend waren seine Einsichten in die Beschaffenheit von Raum und Zeit. Diese Einsichten ließen ihn die Mysterien des Elektromagnetismus und des Äthers in neuem Licht erblicken und er vermochte, die Teile des Puzzles korrekt zusammenzusetzen. Es war nicht die plötzliche Erleuchtung durch einen Geistesblitz, denn Einstein hatte über diese Fragen schon seit langem, seit seiner Schulzeit, nachgedacht.

Zehn Jahre später revolutionierte Einstein die Begriffe von Raum und Zeit noch umfassender. Er vollendete damals seine Allgemeine Relativitätstheorie zu einer neuen Theorie der Gravitation. Er zeigte, daß die Gravitation mit Hilfe der Struktur von Raum und Zeit ausgedrückt werden kann. Der Raum lebt in den Ereignissen der Natur. Die Himmelskörper formen Raum und Zeit

⁴ Zur Elektrodynamik bewegter Körper.

in ihrer Umgebung derart, daß sich die vertrauten Regeln der Geometrie ebenso ändern wie der Lauf der Zeit. Auch das Licht wird unter dem Einfluß der Gravitation abgelenkt. Diese Vorhersage wurde 1919 experimentell bestätigt und machte Einstein auf einen Schlag weltberühmt.

Das übliche Bild von Einstein ist, daß er ein unvergleichliches Genie war und seine komplizierten mathematischen Gedankengebäude das Auffassungsvermögen eines gewöhnlichen Sterblichen überschreiten. Man ist nicht daran gewöhnt, seine Leistungen mit alltäglichen Erscheinungen in Verbindung zu bringen; es besteht die Meinung, daß sich Einsteins Ergebnisse mehr auf das Weltbild beziehen und auf solche fernen Dinge beschränken, wie Sterne, Schwarze Löcher, die Entstehung des Universums und auf Geschwindigkeiten, die man sich mit dem gesunden Menschenverstand unmöglich vorstellen kann. Diese Vorstellungen werden der tatsächlichen Bedeutung Einsteins nicht gerecht. Seine vielseitigen Leistungen sind in unzähligen Dingen unseres täglichen Lebens erkennbar und haben einen großen Einfluß auf viele Gebiete der heutigen Physik.

Die Relativitätstheorie, deretwegen Einstein am bekanntesten ist, war nicht seine wichtigste wissenschaftliche Entdeckung. Wichtiger für das Verstehen der Natur sind die obengenannte Theorie der Lichtquanten und der Nachweis dessen, daß die Atome und die Moleküle konkrete Bausteine der Materie sind. Das waren riesige Leistungen, wenn man bedenkt, was sich in der Physik später ereignet hat. Die Quantentheorie ist das wichtigste Gedankenfundament der Physik der vergangenen hundert Jahre. Ohne Quantentheorie wäre ein sehr großer Teil der heutigen Technologie nicht realisierbar gewesen. Aber anders als die Relativitätstheorie, die sich seit Einsteins ursprünglicher Formulierung nicht sehr geändert hat, wurde die Quantentheorie im Ergebnis der Anstrengungen unzähliger Wissenschaftler ständig weiterentwickelt. Diese Weiterentwicklung ähnelt einem robusten Baum, der einst von Einstein gepflanzt wurde. Einsteins Anteil als Initiator der Quantentheorie droht in Vergessenheit zu geraten und das umso mehr, weil er sich später von der Quantenmechanik lossagte, die er für eine unzulängliche Theorie hielt.

1.3 Genie im Einweckglas

Einsteins Wunsch, seinen Körper verbrennen zu lassen, erfüllte sich nicht ganz so, wie es seine Absicht war. Der Pathologe Thomas Harvey, der die Obduktion durchführte, entnahm Einsteins Gehirn eigenmächtig und verwahrte es. Er entnahm auch die Augen und übergab sie Einsteins ehemaligem Augenarzt. Als die Sache herauskam und Harvey in die Enge getrieben wurde, holte er von Einsteins Sohn Hans eine widerwillige Zustimmung zu seiner Maßnahme ein. Nach einiger Zeit wurde Harvey von seiner Pathologenstelle entlassen, weil er nicht bereit war, das Gehirn einem Krankenhaus zur Verwahrung zu geben.

Harvey war kein Hirnspezialist, aber er hoffte, daß man in Einsteins Gehirn besondere Eigenschaften finden würde, die Aufschluß über das Genie geben. Er hatte das Gehirn vier Jahrzehnte in seinem Besitz – in 240 Teile zerlegt und in zwei Konservengläser verpackt – und er nötigte einer Reihe von Hirnforschern Proben davon auf. Seine Ziele waren aufrichtig und er versuchte nicht, mit Einsteins Gehirn reich zu werden. Er nahm den Schatz in Amerika überall dorthin mit, wohin ihn das Schicksal verschlug. Er bot Einsteins Enkeltochter das Gehirn an, aber aus irgendeinem Grund interessierte sie sich nicht für das Glas, in dem sich ein gutes Kilo ihres Großvaters befand.

Über die physiologische Struktur des Einsteinschen Gehirns sind drei wissenschaftliche Veröffentlichungen erschienen, die letzte im Jahr 1999 in der angesehenen britischen Zeitschrift *The Lancet*. Man fand im Gehirn nichts Wunderbares, außer daß es mehr als zehn Prozent kleiner war als das Gehirn eines durchschnittlichen Mannes; es hatte die Größe eines Frauenhirns. Das ist an und für sich eine Überraschung, weil Einstein einen großen Kopf hatte, wie seine Mutter bereits während der Geburt feststellen konnte.

Harvey gab Einsteins Gehirn in den 1990er Jahren schließlich dem Krankenhaus von Princeton zurück. Dort befindet es sich noch immer, an einem geheimen Platz. Auf Wunsch steht Einsteins Gehirn aber Forschern zur Verfügung und kann von Journalisten bewundert werden. Unlängst erhielt ein italienischer Hirnforscher eine Gehirnprobe, um zu klären, ob Einstein an Demenz litt. Sicher sind noch viele andere Untersuchungen zu erwarten, denn Einsteins Name garantiert den Autoren eine todsichere Publizität, egal wie signifikant diese Untersuchungen und ihre Ergebnisse sind.

1.4 Einstein lebt

Im toten Gehirn Einsteins hat man also vergeblich nach physiologischen Spuren seines Genies gesucht. Im Gegensatz hierzu braucht man in der Physik überhaupt nicht nach den Spuren seines Genies zu forschen, denn diese treten uns überall entgegen. Wenn wir an Einsteins Lebenswerk erinnern wollten, dann könnten wir Blumen an jeder Automatiktür niederlegen, jedes Kopiergerät, jeden CD-Player, jeden DVD-Player und jede Digitalkamera mit Schleifen schmücken, und wir könnten jeder Fernbedienung zugprostet, die auf der Couch, auf dem Tisch oder auf dem Fußboden herumliegt. Wie unzulänglich wäre doch unser Weltbild, wenn wir nicht wüßten, daß Moleküle und Atome tatsächlich existieren, daß es im Weltall Millionen und Abermillionen von Schwarzen Löchern gibt, und daß das Universum expandiert. Einsteins Werk hat unser Weltbild geformt und seine Spuren sind in nützlichen und unentbehrlichen Dingen des täglichen Lebens sichtbar. Es ist sein Verdienst, daß wir leichter leben und mehr wissen.

Einsteins Weg zum Wissenschaftler war schwierig, aber der grenzenlose Glaube an die eigenen Fähigkeiten führte ihn zu großartigen Leistungen. Er war ein besonderer Mensch, scharfzüngig, radikal und von Widerspruchsgeist

durchdrungen, in seinen menschlichen Beziehungen selbstsüchtig und auch gnadenlos. Er konnte auch arrogant und provozierend selbstbewußt sein, weswegen er nicht zu den Lieblingsschülern der Lehrer gehörte. Sogar in Wissenschaftlerkreisen zählte er nicht zu den Beliebtesten. Er hatte nicht viele Partner, mit denen er zusammenarbeitete, und er hat auch keinen einzigen Nachwuchsforscher herangezogen. Er versuchte, alles nach seinem eigenen Kopf zu tun. Er riß sich entschlossen auch von den persönlichen Fesseln der Erwartungen, Wünsche und primitiven Gefühle los, um – wie er selbst sagte – möglichst frei zu sein. Er war einer der unabhängigsten und freiesten Menschen, die die Erde jemals gesehen hat.

Die Physik war für Einstein alles und vor der Natur verneigte er sich demutsvoll, sie entschädigte ihn für die Religion. Man sagt, Physik sei eine Experimentalwissenschaft, aber Einstein zeigte, daß sie auch eine theoretische Wissenschaft ist. Seine wichtigsten Entdeckungen waren das Ergebnis reinen Denkens. Das Unbegreiflichste an der Natur bestand seiner Meinung nach darin, daß der Mensch deren Wirkungsprinzipien mit seinem Gehirn verstehen kann, wenn auch oft nur sehr mühsam. Viele wichtige Einsichten entstammten seinem eigenen Gehirn, aber er stand demütig vor unserer immer größer erscheinenden Unwissenheit. Er wollte nicht an der ihm zu Ehren veranstalteten Feier zum 50. Jahrestag der Relativitätstheorie teilnehmen, weil der Mensch noch viel zu wenig über die fundamentalen Geheimnisse der Natur wisse und weil dieser Umstand keine geräuschvolle Feier rechtfertige. Auch auf seinem Sterbebett blätterte er noch seine Berechnungen durch. „Aber der Teufel zählt die Jahre gewissenhaft“ und der letzte große Fund blieb aus.

Die Weltlinie - Albert Einstein und die moderne Physik

Maalampi, J.

2008, XII, 181 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-72409-4