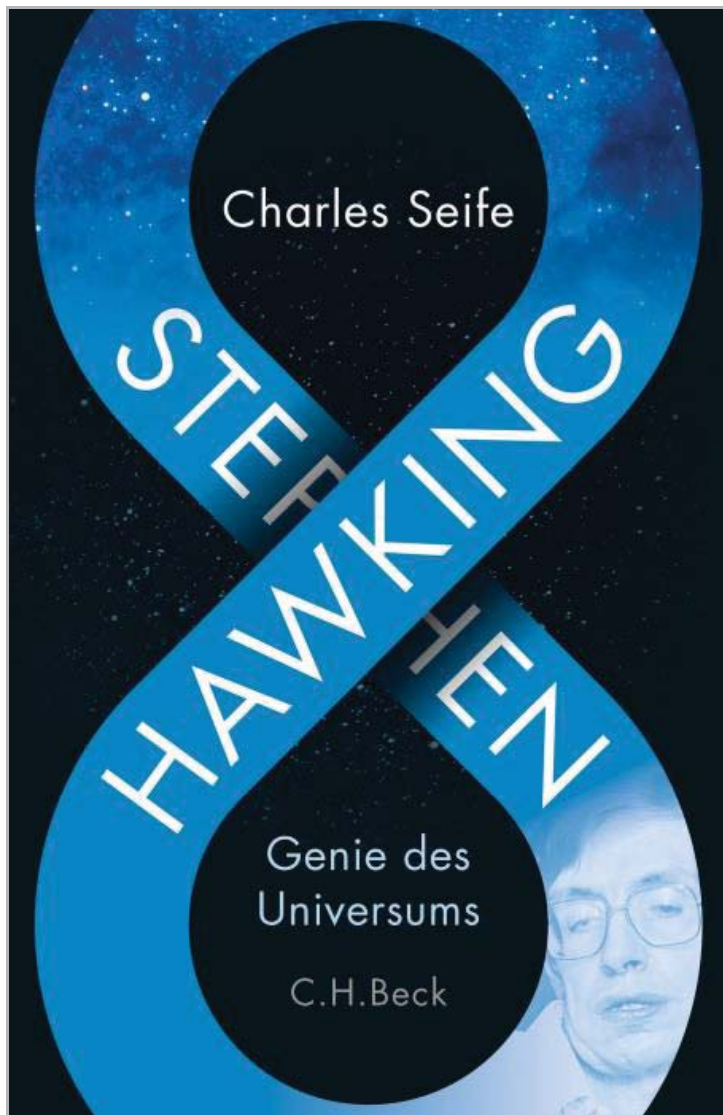


Unverkäufliche Leseprobe



Charles Seife
Stephen Hawking
Genie des Universums

2021. 488 S., mit 3 Graphiken
ISBN 978-3-406-77527-7

Weitere Informationen finden Sie hier:
<https://www.chbeck.de/32395365>

© Verlag C.H.Beck oHG, München
Diese Leseprobe ist urheberrechtlich geschützt.
Sie können gerne darauf verlinken.

Charles Seife

Stephen Hawking

Genie des Universums

Eine Biographie

*Aus dem Englischen
von Judith Elze
und Enrico Heinemann*

C.H.Beck

Titel der englischen Originalausgabe:
«Hawking Hawking. The Selling of a Scientific Celebrity»
Copyright © 2021 by Charles Seife

Zuerst erschienen 2021 bei Basic Books/Hachette Book Group, New York

Mit 3 Graphiken (bearbeitet von Shanti Chandrasekar)

Für die deutsche Ausgabe:
© Verlag C.H.Beck oHG, München 2021
www.chbeck.de
Umschlaggestaltung: Rothfos & Gabler, Hamburg
Umschlagabbildung: Stephen Hawking, 1988, © ullstein bild/mirrorpix;
Hintergrund: © Shutterstock/Yuriy Mazur
Satz: Gesetzt aus der Apollo und der Avenir
bei Fotosatz Amann, Memmingen
Druck und Bindung: Pustet, Regensburg
Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier
Printed in Germany
ISBN 978 3 406 77527 7



klimateutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig

Inhalt

Vorwort	7
-------------------	---

Teil I Der Vorhang fällt

Kapitel 1	Gleich neben Newton (2018)	15
Kapitel 2	Kräuselwellen (2014–2017)	27
Kapitel 3	Modelle (2012–2014)	69
Kapitel 4	Großer Entwurf (2008–2012)	93
Kapitel 5	Zugeständnisse (2004–2007)	113

Teil II Wirkung

Kapitel 6	Grenzen (1998–2003)	143
Kapitel 7	Information (1995–1997)	175
Kapitel 8	Bilder (1990–1995)	207
Kapitel 9	Blitzschlag (1987–1990)	241
Kapitel 10	Zündung (1981–1988)	275
Kapitel 11	Inflation (1977–1981)	311
Kapitel 12	Schwarzer Schwan (1974–1979)	333

Teil III Inspiral

Kapitel 13	Schwarzer Körper (1970–1974)	357
Kapitel 14	Schwarzes Loch (1965–1969)	385
Kapitel 15	Singularität (1962–1966)	405
Kapitel 16	Urstoff (1942–1962)	421
Kapitel 17	Auf den Schultern von Riesen	435

Anhang

Danksagung	449
Anmerkungen	451
Personenregister	483

Vorwort

Stephen Hawking mochte die *Daily Mail* weitaus lieber als sie ihn. Selbst im Vergleich zum sonstigen Niveau der englischen Boulevardpresse war die Wissenschaftsberichterstattung der Zeitung je nach Standpunkt des Lesers entweder lächerlich oder ärgerlich. Schlagzeile um Schlagzeile wurden die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung oftmals bis zur Unkenntlichkeit aufgebauscht und entstellt – Hauptsache, es erregte möglichst viel Aufmerksamkeit.

Keiner vermochte die Öffentlichkeit so zu faszinieren wie Stephen Hawking, also waren die Seiten der *Mail* regelmäßig mit seinem Namen geschmückt, wobei er selbst allerdings meist in wenig schmeichelhaftem Licht dastand. Der Professor trat gewöhnlich entweder als Untergangsprophet auf, wenn er vor der Klimaerwärmung, einem Aufstand der Roboter, einer Invasion Außerirdischer oder anderen Katastrophen warnte, oder er war Mittelpunkt eines Skandals um sein Sexleben, seine Ehen oder um Vorwürfe wegen Drogenmissbrauchs. Doch kurz vor Hawkings Tod Anfang 2018 betrat die *Daily Mail* neues Terrain.

«Ist Stephen Hawking durch eine ‹Puppe› ersetzt worden?», lautete die Schlagzeile. «Verschwörungstheoretiker behaupten, der WAHRE Professor sei TOT, und eine ‹Puppe› habe seinen Platz eingenommen. Zur Unterstützung ihrer These haben sie SECHS Anhaltspunkte vorzuweisen.»¹

In einem erstaunlich langen und detaillierten Artikel versuchte das Boulevardblatt zu beweisen, dass der geschätzte Physiker irgendwann Mitte der 1980er Jahre durch einen Betrüger ersetzt worden sei. So ungeheuerlich die These auch klingen mag – die *Daily Mail* erläuterte, angebliche Auffälligkeiten in Hawkings Erscheinungsbild während des Alterns (vor allem im Aussehen seiner Zähne), das unerwartet lange Leben angesichts einer Krankheit, die normalerweise innerhalb weniger Jahre tödlich verläuft, und eine Reihe weiterer Indizien wiesen darauf hin,

dass der echte Stephen Hawking verstorben und der Öffentlichkeit eine Reproduktion untergeschoben worden sei. «Die Stimme, die wir hören», so der Artikel, «gibt Informationen wieder, die Astrophysiker der NASA in einen Computer tippen – Informationen, die sie Hawkings Fans unterjubeln wollen, einem so leichtgläubigen und arglosen Publikum, dass es sich an jedes vermeintliche Wort von ihm klammert.»

Selbst für die bizarre Parallelwelt, die Klatschreporter heraufbeschwören, war dies doch sehr weit hergeholt. So weit hatten sie sich erst einmal aus dem Fenster gelehnt – fast genau fünfzig Jahre zuvor. 1969 überschlugen sich die Boulevardblätter mit Gerüchten, der Beatle Paul McCartney sei bei einem Autounfall ums Leben gekommen und durch einen Doppelgänger ersetzt worden.

Der Vergleich von Stephen Hawking mit Paul McCartney wird Hawkings einzigartiger Berühmtheit nicht ganz gerecht. Im Laufe der Geschichte gibt es vielleicht drei oder vier Wissenschaftler, deren Ruhm und öffentliches Ansehen sich mit Hawking vergleichen ließen: Einstein, Newton, Galilei – und vielleicht noch Darwin. Für die Medien und die breite Öffentlichkeit war Hawking zu einem herausragenden Symbol für den Triumph des Geistes geworden. Er war der genialste Mann der Welt, ein unübertroffener Kopf, der seine Zeit damit verbrachte, die tiefsten Mysterien des Universums zu ergründen.

Die Behauptung der *Daily Mail*, Hawking sei durch ein Phantom ersetzt worden, war nur die extremste und absurdeste der Falschdarstellungen, die seit Jahrzehnten in Presse und Öffentlichkeit über ihn kursierten. Das Bild des Professors hatte sich zu einem gewaltigen Widerspruch ausgewachsen: Auf der einen Seite erschien er der Welt als übernatürliches Wesen mit seinem Verstand, der dem gewöhnlicher Sterblicher und selbst dem anderer Wissenschaftsgenies so überlegen war, dass er eine Klasse für sich darstellte. Hawking war intellektuell auf einer Ebene angesiedelt, die sich jenseits alles Menschlichen befand. Auf der anderen Seite aber konnte man ihn fast wie ein seelenloses Objekt behandeln. Seine neurologische Krankheit beraubte ihn Stück für Stück der Fähigkeit, sich aus eigenem Antrieb zu bewegen, und ermöglichte ihm das Sprechen nur noch mithilfe einer computergenerierten Stimme. Für Gedankenlose lag da die Vorstellung nur zu nahe, Hawking sei kein echter Mensch, sondern etwas Künstliches, eine Art technologiegestützter Homunculus. Wie die *Daily Mail* es so rüde ausdrückte, war es oft nicht einmal möglich zu sagen, ob die Stimme, die da

aus seinem Computer kam, wirklich von diesem Wesen im Rollstuhl gesteuert wurde.*

Als er 2018 starb, war es fast unmöglich, unter all den symbolträchtigen Schichten noch den Menschen Hawking zu erkennen. Die lebendige Person aus Fleisch und Blut war schon beinahe zur Karikatur geworden. Obwohl alle, die Hawking kannten, ihn als einen höchst eigensinnigen und willensstarken Menschen beschreiben, war es unglaublich schwer, seinen echten Willen oder sein wahres Wesen hinter der öffentlichen Persona wahrzunehmen.

Um Stephen Hawking zu verstehen, muss man die Uhr zurückdrehen. Im letzten Drittel seines Lebens war er als der meistgefeierte lebende Wissenschaftler etabliert, obwohl seine tatsächlichen wissenschaftlichen Beiträge so gut wie nichts mehr zu seinem Ruhm beitrugen. Obgleich er regelmäßig in den Medien auftauchte, ging es in der Presse meist nicht um seine wissenschaftlichen Studien. In den letzten Jahrzehnten seines Lebens war von den Forschungsinhalten, denen Hawking sein Leben gewidmet hatte, nichts mehr von nachhaltiger Wirkung auf die Welt der Physik, sie wurden weitgehend unberücksichtigt gelassen. Er war wie ein kollabierter Stern; der Raum, der ihn umgab, strahlte hell von seiner Energie, doch im Kern gab es nur noch einen blassen Widerschein dessen, was er einmal gewesen war.

Gar nicht lange davor war Hawking eine Supernova gewesen. Das mittlere Drittel seines Lebens war von einer spektakulären, brillanten Transformation gekennzeichnet. Im Laufe zweier Jahrzehnte verwandelte sich Hawking von dem ziemlich unbedeutenden Physiker, der mit Kollegen (und Rivalen) daran arbeitete, die physikalischen Verhältnisse ganz am Anfang der Entstehung des Universums zu verstehen, in eine internationale Berühmtheit. In den klügsten Kopf der Welt. In das wissenschaftliche Äquivalent der Beatles. Als diese ebenso befriedigende wie

* Jede Begegnung mit Hawking, bei der seine Persönlichkeit authentisch und ungefiltert zum Ausdruck zu kommen schien, wurde von der Öffentlichkeit wie ein großes Geschenk gefeiert. Berühmt-berüchtigt sind zum Beispiel seine Fahrten mit dem Rollstuhl durch die Straßen von Cambridge, auf denen er – zum einhelligen Entzücken – andere Fahrzeuge einfach stur ignorierte. Als Hawking 2018 starb, ging auf Twitter ein langer Thread mit Geschichten von Leuten viral, die ihn mit ihrem Auto fast überfahren hätten.

schmerzhaft Metamorphose vollendet war, hatte Hawking mit einem Großteil seiner Vergangenheit gebrochen und an ihrer statt einen Mythos geschaffen.

Nur im ersten Drittel seines Lebens – also bevor er seinen Status und Ruhm erreicht hatte, bevor er sich in den klügsten Kopf der Welt und führenden Wissenschaftskommunikator verwandelt hatte – wird der wahre Mensch hinter der Legende sichtbar. Bei einer Umkehr der Erzählrichtung wird Hawkings eigentliche Brillanz wieder sichtbar. Eine Reise zurück in seine Jugend lässt nachvollziehen, wie er zu den entscheidenden wissenschaftlichen Erkenntnissen kam, die seinen Ruf begründeten. Dann wird der Ursprung seines Bedürfnisses erkennbar, es als Wissenschaftskommunikator zu Berühmtheit zu bringen. Und man versteht die Todesängste eines jungen, schwer erkrankten Mannes, den der Tod jederzeit abberufen kann, und den Antrieb, so schnell wie möglich eine Familie zu gründen und sich ein Vermächtnis aufzubauen.

Während eine wissenschaftliche Entdeckung mit der Zeit immer verständlicher wird, da weitere Wissenschaftler nach und nach ihre Erkenntnisse beisteuern, tritt Stephen Hawkings Leben umso klarer zutage, je weiter wir in der Zeit zurückgehen, je mehr wir von den übereinanderliegenden Schichten aus Ruhm und Legende abtragen. Am Ende erscheint ein ganz anderer Mensch vor uns, als es das Bild des in der Öffentlichkeit so beliebten Stephen Hawking vermittelt.

Der öffentliche Hawking war als klügster Mann der Welt berühmt, er verkörperte den absoluten Höhepunkt des wissenschaftlichen Intellektualismus. Der Mensch Hawking war brillant, sich dabei aber bewusst, dass die Kollegen in seinem Umfeld, die im Halbdunkel abseits der Öffentlichkeit harte Arbeit leisteten, ebenso brillant waren. Der öffentliche Hawking war der bedeutendste Wissenschaftskommunikator der Welt. Als Mensch gehörte er zu denen, die es mit der Kommunikation sehr schwer haben – als er schließlich berühmt war, konnte er, wenn überhaupt, nicht mehr als wenige Worte pro Minute äußern. Der öffentliche Hawking nahm seine körperliche Behinderung stoisch als lästige Unannehmlichkeit hin. Den Menschen Hawking hatte das Gebrechen ganz selbstverständlich in seiner gesamten Existenz geprägt: in seinem Aussehen, seiner Forschung, seinem Familienleben und schließlich auch seinem Ruhm. Für die Öffentlichkeit war alles, was er tat, außergewöhnlich, besonders und mutig – es war ein spektakuläres Ereignis, wenn er

sprach, wenn er aß, wenn er tanzte, wenn er arbeitete oder liebte. Für ihn selbst hingegen bedurfte es keines Mutes, er selbst zu sein.

Sogar Hawkings Kollegen und Rivalen fiel es nicht leicht, den Menschen von der Legende zu unterscheiden. «Ich spreche nicht von ihm als dem reinen Intellektuellen, der auf seinem magischen Rollstuhl durch das Universum rollt», sagt Leonard Susskind, Physiker an der Universität Stanford, der bezüglich der Eigenschaften der Schwarzen Löcher im Widerstreit mit Hawking lag. «Ich spreche von ihm als Menschen. Eigentlich konnte ihn keiner von uns wirklich kennenlernen.»²

Lassen wir also die Uhr rückwärtslaufen. Was dabei zum Vorschein kommt, ist der wahre Mensch, ebenso launisch, arrogant und hart wie warmherzig, geistreich und brillant. Komplex. Faszinierend. Singulär.

Zum Vorschein kommt: Stephen Hawking.

Teil I

Der Vorhang fällt

O Weise ihr, die ihr in Gottes heiligem Feuer
Steht wie im goldnen Mosaik auf einer Wand,
Entsteigt dem heiligen Feuer, im Wirbel kreist,
Und seid für meine Seele Lehrer im Gesang.
Verzehrt mein Herz; von Sehnsucht krank
Und angekettet an ein Tier das stirbt,
Weiß es nicht was es ist; und nehmt mich auf
Ins Kunstgebilde eurer Ewigkeit

William Butler Yeats, «Seefahrt nach Byzanz»

Kapitel 1

Gleich neben Newton (2018)

In den letzten einhundert Jahren wurden nur drei Wissenschaftler in der Westminster Abbey beigesetzt: Ernest Rutherford, der die Struktur des Atoms aufklärte, J. J. Thomson, der das Elektron entdeckte, und schließlich Stephen Hawking.

Die Urne mit Hawkings Asche wurde am 15. Juni 2018 in den Boden der Kathedrale eingelassen und, kaum einen Meter von den Gräbern Isaac Newtons und Charles Darwins entfernt, unter einer schieferschwarten Platte beigesetzt.

Hawking hatte sich öffentlich stets dagegen verwahrt, mit Newton verglichen zu werden, und jede derartige Anspielung entschieden als «Medienhype» zurückgewiesen. Doch die Öffentlichkeit stellte diese Verbindung gerne her: Hawking war der berühmteste Physiker seiner Zeit, besetzte in Cambridge den Lucasischen Lehrstuhl, den Newton dreihundert Jahre vor ihm innegehabt hatte, und hatte wie dieser einen Großteil seiner Karriere damit zugebracht, die Rätsel der Gravitationskraft zu lösen. Noch im Tod konnte sich Hawking, selbst wenn er gewollt hätte, nicht aus der Fessel des Vergleichs mit Newton befreien. Die beiden Wissenschaftler liegen nicht nur wenige Schritte voneinander entfernt begraben, ihre Grabsteine tragen zudem dasselbe Epitaph. Auf Newtons Grabmal aus weißem Stein prangt die lateinische Inschrift «Hic depositam est quod mortale fuit Isaaci Newtoni.» Auf Hawkings Grabstein stehen dieselben Worte, wenn auch nicht auf Lateinisch, sondern auf Englisch: «Here lies what is mortal of Stephen Hawking» (Hier ruhen die sterblichen Überreste Stephen Hawkings).¹

Obleich kleiner als Newtons, ist Hawkings Grabstein kunstvoller gestaltet. Der Schriftzug zieht sich sanft den Linien eines Wirbels entlang, die, in den Schiefer eingraviert, in ein ellipsenförmiges Nichts hineingezogen zu werden scheinen: Gaswolken, die im Schlund eines

schwarzen Lochs verschwinden. Links steht eine Gleichung, deren Schriftzeichen schwerelos wirken:

$$T = \hbar c^3 / 8\pi G M k$$

Kaum ein Betrachter des Grabsteins versteht die Bedeutung dieser Symbole. Für Stephen Hawking dagegen war diese Gleichung der Schlüssel zur Überwindung der Sterblichkeit.

* * *

Bis zu seinem Tod 2018 war Hawking einer der angesehensten Menschen auf unserem Planeten und wahrscheinlich auch der am leichtesten auszumachende. Kaum bewegungsfähig, an den Rollstuhl gefesselt und von einer ganzen Entourage von Krankenschwestern begleitet, konnte er sich nirgendwohin incognito begeben. Woran ihm auch nicht besonders viel gelegen hätte.

Die Öffentlichkeit verehrte Hawking, ohne genau zu wissen, warum. Für Einstein stand die Relativitätstheorie, für Newton das Gravitationsgesetz; die überwiegende Mehrheit von Hawkings Verehrern hatte dagegen kaum eine Ahnung, wofür Hawking seinen Ruf verdiente. Ebenso wenig verstanden sie, warum er in der Presse stets mit Einstein oder Newton verglichen wurde – ein Vergleich, den er bescheiden zurückwies, an dessen Pflege er aber zugleich hart arbeitete. Und selbst diejenigen, die eine vage Vorstellung von Stephen Hawkings Wissenschaft hatten, sahen nur einen winzigen Teil dessen, was Hawking zu Hawking machte. Denn er war nicht nur der Physiker Hawking, der Prominente Hawking, sondern auch der Selbstdarsteller, der Ehemann und Vater, die Symbolgestalt Hawking.

Diese Aspekte standen im Widerstreit miteinander: In dem Augenblick, in dem Hawking zu Ruhm kam, zerbrachen seine Ehe und seine Familie. Als Mensch war er von der pflegerischen Hilfe seiner Studenten abhängig, während er sie als Physiker doch zu seinem intellektuellen Nachwuchs heranziehen wollte. Er war womöglich der weltweit meistgefeierte Physikkommunikator, hatte aber enorme Schwierigkeiten, sich verständlich zu machen. Selbst das scheinbar unkomplizierteste Element seiner Persönlichkeit, seine Kompetenz als erstklassiger Physiker, ist viel komplexer, als es der erste Blick nahelegt. Wissenschaftler sahen Hawking

als einen Denker höchster Ordnung, doch zugleich rollten viele die Augen, wenn sie sich spätere Arbeiten anschauten, und zerrissen sie als nahezu bedeutungslos. Der wahre Hawking findet sich jenseits dieses komplexen Geflechts aus widersprüchlichen Narrativen.

Wie bei den Singularitäten, die er erforschte, hindern enorme Kräfte Außenstehende daran, Hawkings Innerstes auch nur zu erahnen. Hinter dem Ereignishorizont seines Ruhms aber ist eine reale Person vorhanden.

Diese Singularität ist äußerst vielfältig: ein herausragender Wissenschaftler, dessen Bedeutung fast durchgängig missverstanden wird; ein Mensch, der schwer gelitten und ebenso schweres Leid verursacht hat; ein Wissenschaftsstar, der Prominenz in der Forschung neu definierte und veränderte.

Die meisten, die etwas über Hawking wissen, lassen sich von einer Momentaufnahme aus seinem Leben blenden, von einem Bild aus dem turbulenten Jahrzehnt von 1980 bis 1990, als er von einem angesehenen, aber unbedeutenden Forscher aus einem vernachlässigten Teilbereich der Physik zu einem Mann mit einem der glanzvollsten Namen überhaupt aufstieg. Doch wie eine Supernova, die ihre Heimatgalaxie für kurze Zeit überstrahlt, zieht Hawkings Ruhm die Aufmerksamkeit auf sich und lenkt zugleich vom Eigentlichen ab – indem er Millionen von Menschen einlädt hinzusehen und zugleich den Stern selbst verbirgt, ein pulsierendes, entblößtes Objekt, das alles verloren hat, was einst an ihm hing.

* * *

Benedict Cumberbatch – ein Schauspieler, der Hawking in einem der vielen Kinofilme, Theaterstücke und Fernsehshows über das Leben des Physikers gespielt hatte – las am Großen Leseputz in der Westminster Abbey eine Passage aus der *Weisheit Salomos*:

Denn er hat mir gegeben gewisse Erkenntnis aller Dinge, dass ich weiß, wie die Welt gemacht ist, und die Kraft der Elemente; der Zeit Anfang, Ende und Mitte; wie der Tag zu- und abnimmt; wie die Zeit des Jahres sich ändert, und wie das Jahr herumläuft; wie die Sterne stehen.

Sicher oder – wie es in der englischen Bibelübersetzung heißt – unfehlbar (*unerring*) war Stephen Hawking nicht, aber er wollte Anfang und

Ende des Universums verstehen und hatte sich dies zum Beruf gemacht. Als er in den frühen 1960er Jahren mit seiner Forschung begann, war sein Fach, die Kosmologie, ein abseits schlummerndes Forschungsfeld, das über Jahrzehnte keine wesentlichen Fortschritte erlebt hatte. Als er starb, war es das wohl aufregendste Fachgebiet in der Physik, das einen Nobelpreis nach dem anderen einheimste (und es weiterhin tut), weil es unser Verständnis darüber verändert, wie das Universum entstanden ist.

Hawkings erstes bedeutendes Forschungsergebnis war eine wichtige Entdeckung über die Entstehung des Universums. Zu jener Zeit, 1965, versuchte man die Entstehung des Kosmos mit zwei konkurrierenden Modellen zu erklären: Entweder erneuerte er sich ewig aus sich selbst heraus oder er war aus einer gigantischen Explosion entstanden, die unter dem Begriff Big Bang oder Urknall bekannt ist. In seiner Doktorarbeit bewies Hawking, dass der Kosmos, wenn das Universum mit einem Urknall begonnen hatte, aus etwas heraus entstanden sein musste, das als Singularität bezeichnet wird: an einem Punkt, an dem die physikalischen Gesetze außer Kraft gesetzt sind, einem schier unendlich kleinen, aber sich grenzenlos auswirkenden Webfehler im Gefüge von Raum und Zeit. An einem Ort, an dem die Mathematik selbst scheitert. Die Erkenntnis war überwältigend: Wenn man an den Urknall glaubte, musste man hinnehmen, dass die uns bekannten physikalischen Gesetze ungeeignet sind, die Entstehung unseres Kosmos zu beschreiben. Diese Idee – heute als das Singularitäten-Theorem bekannt – war der Startpunkt für Hawkings Karriere.

Mit zunehmendem Selbstvertrauen und Rang war Hawking entscheidend dafür verantwortlich, dass sich die heute vorherrschende Theorie darüber festigte, wie sich das sehr frühe Universum ausdehnte: die sogenannte «Inflationstheorie». Hawking selbst allerdings sah seinen wichtigsten Beitrag zur Kosmologie in seiner Arbeit an einer ehrgeizigen, radikalen und umstrittenen Theorie, mit der er versuchte, die quantenmechanische «Wellenfunktion des Universums» zu berechnen. Er glaubte nicht nur, seine Theorie beschreibe den tatsächlichen Startpunkt von Raum und Zeit in unserem Kosmos, sondern war überzeugt, dass die Art ihrer Ausformulierung Gott überflüssig machte. «Wo wäre dann noch Raum für einen Schöpfer?», fragte er, sehr zum Ärger vieler Theologen (und mancher Wissenschaftler) weltweit.²

In Wahrheit jedoch ging es bei Hawkings wichtigster wissenschaft-

licher Arbeit nicht um die Entstehung unseres Universums oder um seine Wellenfunktion, sondern um eine andere Art Singularität: um die Singularität im Kern eines Schwarzen Lochs. Hawking widmete einen Großteil seines Lebens dem Versuch zu verstehen, wie sich diese rätselhaften Objekte verhalten, und begriff im bedeutendsten Augenblick seiner wissenschaftlichen Laufbahn, dass sie eine seltsame Eigenschaft besitzen, die sich niemand hatte vorstellen können.

Schwarze Löcher sind astronomische Körper, deren Gravitation so gewaltig ist, dass ihnen nichts mehr entkommt, was in allzu große Nähe zu ihnen gerät – nicht einmal Licht. Schwarze Löcher entstehen, wenn ein großer Stern untergeht. Wenn der Fusionsmotor in seinem Kern seinen Brennstoff aufgezehrt hat, kollabiert der Stern durch die eigene Schwerkraft. Im Bruchteil einer Sekunde stürzt er unter der gesamten Last seines Gewichts in sich zusammen, wobei seine Materiemassen zunächst zu einem undifferenzierten Brei aus Atomen zerquetscht und schließlich auch Letztere zerstört werden. Und ganz am Ende entsteht ... eine Singularität. Doch weil die Anziehungskraft rings um den kollabierten Stern herum so gigantisch ist, kann nichts, was sich der Singularität zu stark annähert, ihrer Einflusssphäre wieder entkommen, um die Geschichte des Geschehens zu erzählen. Es ist, als umgäbe den einstigen Stern nun ein unsichtbarer Schleier, der den Bereich markiert, an dem es kein Zurück mehr gibt: Was immer diesen sogenannten «Ereignishorizont» überschreitet, ist verloren und, so sehr es sich dagegen auch wehren mag, unwiderruflich dazu verdammt, im Schwarzen Loch zu verschwinden.

Denn Schwarze Löcher verschlucken selbst Licht, sie sind so schwarz, dass es schwärzer nicht geht. Sie sind die ultimativen Absorptionsmaschinen, die alle Helligkeit verschlingen, statt sie zu reflektieren. In den 1970er Jahren gelangte Hawking allerdings zu einer überraschenden Erkenntnis: Schwarze Löcher sind doch nicht absolut schwarz. Sie strahlen in alle Richtungen Teilchen aus, darunter auch Lichtteilchen. Meistens ist diese Strahlung – heute als *Hawking-Strahlung* bekannt – unglaublich schwach, bei weitem zu schwach, als dass sie aus überschaubarer Entfernung zu detektieren wäre. Trotzdem hat allein die Tatsache, dass es diese Strahlung gibt, einige schwerwiegende Konsequenzen. Denn wenn ein Schwarzes Loch Energie ausstrahlt, bedeutet dies, dass es am Ende verdampft – es explodiert in einem Strahlungsausbruch. Dies wiederum bedeutet, dass die Materie und Energie, die von

dem Schwarzen Loch verschluckt worden sind, schlussendlich wieder freigesetzt werden müssen. Und die Freisetzung dieser Materie und Energie führt, wie Hawking als Erster verstand, zu einem scheinbar unlösbaren Konflikt zwischen den beiden wichtigsten Säulen der modernen Physik: zwischen Einsteins Relativitätstheorie und der Quantentheorie. Die Entdeckung der Hawking-Strahlung stellte nicht nur die herkömmlichen Erkenntnisse über die Schwarzen Löcher auf den Kopf. Sie bedeutete einen echten Meilenstein bei dem Versuch, den Konflikt zwischen den beiden Theorien zu beheben. Und vielleicht konnte Hawking beide sogar durch eine allumfassende «Theorie von Allem» ersetzen.

«Im Rückblick würde ich sagen, dass [Hawking] für die Wissenschaft drei große Beiträge geleistet hat. Einer ist das Singularitäten-Theorem [...]», sagt John Preskill, Physiker und ein Freund Hawkings. «Ein weiterer ist die Vorstellung von der Wellenfunktion des Universums. Der bei weitem wichtigste aber ist die Entdeckung der Hawking-Strahlung und ihrer Konsequenzen.»³

Die auf Hawkings Grabplatte eingravierte Gleichung ist die Hauptformel der Hawking-Strahlung – die Temperatur eines Schwarzen Lochs als eine Funktion seiner Masse, die die Menge und die Art der von ihm emittierten Strahlung bestimmt –, und sie ist auf der Grabplatte über das von ihr beschriebene Schwarze Loch gesetzt.

* * *

Zu den anschwellenden Klängen der großen Orgel in der Westminster Abbey sangen Tausende von Stimmen einstimmig eine alte englische Weise:

Father, hear the prayer we offer:
not for ease that prayer shall be,
but for strength that we may ever
live our lives courageously.*

* Vater, erhör unser Gebet: / nicht um ein leichtes Leben bitten wir, / sondern um die nötige Kraft, auf dass wir / unser Leben immer tapfer leben.

Im Alter von 21 Jahren wurde bei Stephen Hawking die tödlich verlaufende neurologische Krankheit amyotrophe Lateralsklerose (ALS) diagnostiziert und eine verbleibende Lebenserwartung von zwei bis drei Jahren vorausgesagt. Die nächsten 55 Jahre lebte er unter dem Damoklesschwert dieses Todesurteils, immer in der Ungewissheit, ob er den nächsten Geburtstag noch erleben würde. Alles, was Hawking in seinem Leben tat – eine neue Physik entdecken, Sachbücher schreiben, die zu Bestsellern wurden, um die ganze Welt jetten, drei Kinder erziehen –, vollbrachte er vor dem Hintergrund einer gnadenlosen Erkrankung, die ihn der Fähigkeit beraubte, zu gehen, zu schreiben, zu sprechen, eigenständig zu essen oder überhaupt einen Muskel seines Körpers zu bewegen. Doch Hawking empörte sich, wenn irgendwer sein Durchhaltevermögen angesichts der Krankheit – seine nahezu verbohrtete Sturheit – mit Tapferkeit verwechselte. «Ich finde es ein bisschen peinlich, dass die Leute meinen, ich hätte besonderen Mut», sagte er 1990 einem Reporter. «Dabei ist es nicht so, als hätte ich die Wahl und würde bewusst einen schwierigen Weg gehen. Ich habe in meiner Lage einfach das einzig Mögliche getan.»⁴

Als er *Eine kurze Geschichte der Zeit* veröffentlichte, den Bestseller, dessen Verkaufszahlen durch die Decke schossen und mit dem sein Name Ende der 1980er Jahre jedem ein Begriff wurde, war Hawking bereits an einen Elektrorollstuhl gefesselt, nicht mehr in der Lage zu sprechen und fast vollständig gelähmt. Sein einziges Kommunikationsmittel bestand aus einem Computer, den er mit einem Wippschalter von Hand bediente: Mühselig setzte er mithilfe dieses Schalters Satz für Satz zusammen und schickte sie an den Sprachsynthesizer, der die Worte dann aussprach.

Bei Veranstaltungen versammelten sich die Leute um Hawking, ohne so recht zu wissen, wie sie mit ihm umgehen sollten. Sie begegneten ihm mit einer merkwürdigen Mischung aus Ehrfurcht und Herablassung. Vom Verstand her war ihnen klar, dass Hawking zu den berühmtesten Physikern der Welt gehörte, sie behandelten ihn aber fast instinktiv wie ein Kleinkind, weil er durch seine Behinderung so schwer gehandicapt war. Und egal, was er sagte oder tat, es löste begeisterte oder staunende Ausrufe aus. 2011 schrieb Jane Fonda über ihren Besuch bei Hawking:

Ich kniete mich neben Stephens Stuhl und erinnerte ihn an das, was Beethoven gesagt hatte. Ich fragte ihn, ob auch ihn seine Krankheit in seiner Forschung

über den Ursprung des Universums weitergebracht habe, wie einst Beethoven die seine in seinen Einsichten vorangebracht hatte [...] Ich legte meinen Kopf an seine Schulter, und während er sich aufs «Schreiben» konzentrierte, beobachtete ich ihn und achtete genau auf die fast unmerklichen Regungen in seinem Gesicht. Dabei musste ich die ganze Zeit daran denken, dass dieser in einem verkümmerten Körper eingesperrte Mann Dinge verstand, die doch eigentlich weit jenseits dessen liegen, was dem menschlichen Verstand zugänglich ist.

Nach etwa fünf Minuten erschienen nach und nach einzelne Wörter auf dem Bildschirm: «Sie ... hat ... mich ... befreit» Ahaa!! [Regisseur] Moisés [Kaufman] und ich schauten uns fröhlich an. Wir waren uns sicher, dass wir nun unsere Annahme bestätigt bekämen. Stephen würde nun so was sagen wie: «Sie hat mich befreit, sodass ich die Ursprünge des Universums erkunden konnte ...» Wir warteten weitere Minuten, bis er den Satz fertigformuliert hatte ... und da kam das Ende: «Sie hat mich vom Unterrichten befreit!!!» Eine computergestützte Stimme sagte den Satz so laut, dass alle ihn hörten. Ich sah Stephen an und bemerkte so etwas wie ein verschmitztes Lächeln. Man hatte mir schon gesagt, er hätte einen launigen Humor. Den hatte er gerade bewiesen! Alle lachten. Er brauchte nicht mehr zu unterrichten!!! Das hatte er ALS zu verdanken. Aber klar doch!!!⁵

Nahezu reflexhaft unterstellten Besucher Hawking nicht nur eine tiefe Weisheit, sondern auch eine kindliche Einfachheit. Er war im Begriff, zu einem Guru, einer Symbolgestalt und Ikone zu werden, die schon fast ein Übermaß an Perfektion ausstrahlte. Völlig bewegungslos in seinem Rollstuhl sitzend, war Hawking zu einem reinen Geistwesen hochstilisiert, einem Mann, dem sein mächtiger Verstand ermöglichte, in Sphären zu entschweben, in die sich nichts anderes im Universum hineinwagen konnte.

Hawking war sich durchaus bewusst, dass dieser Mythos, dieser Archetyp mächtig genug war, um alle Spuren des Menschen, der dahinterstand, zu verwischen. «Dass man Stephen wegen seiner Behinderung für so eine Art reinen Geist hielt, verletzte ihn, glaube ich, sehr», sagt Christophe Galfard, einer der vielen Doktoranden, die Hawking über die Jahre betreute. «Der Mann, der hinter dem Wissenschaftler steckte, verblasste irgendwie hinter dem Bild vom Wissenschaftler.» Das wollte Hawking unbedingt verhindern. In seinem Privatleben weigerte er sich geradezu pathologisch, über seine Behinderung zu sprechen, geschweige denn Zugeständnisse an sie zu machen. Diese Halsstarrigkeit wurde zu einem wunden Punkt in seiner ersten Ehe. Als Physiker versuchte

Hawking Thesen zu entwickeln, die so tiefgründig und bedeutend waren, dass sie seine physischen Beeinträchtigungen als vollkommen irrelevant erscheinen ließen. «Ich hätte gern, dass man mich nicht als den behinderten Wissenschaftler sieht, sondern als einen, der zufällig behindert ist», sagte er gern. Doch zeitlebens befürchtete er, die Leute könnten seine Behinderung als Mitleidsfaktor sehen, als Grund, ihn anders zu beurteilen als andere Physiker. Oder schlimmer noch: als etwas, das ihn am Ende definieren würde. Seine Ängste waren nur allzu berechtigt.⁶

Die Behinderung war wesentlich für die Ikone Hawking, selbst wenn er sie als Mensch kaum wahrhaben wollte. Und so sehr er sich wünschte, dass die Menschen mehr in ihm sahen als sein Leiden, so sehr musste er doch zu seinem Kummer erkennen, dass seine Behinderung den Mittelpunkt seiner öffentlichen Persona bildete.

* * *

Neben der Familie, den Freunden und Prominenten füllten die Westminster Abbey bei Hawkings Trauerfeier auch 1000 Gäste, die unter mehr als 25 000 Normalbürgern ausgelost worden waren, um ihm die letzte Ehre zu erweisen. Die Anwesenden waren erstaunt, als sie ein letztes Mal Hawkings elektronische Stimme durch die Kirche hallen hörten, unterlegt von den langsamen, mäandernden Klängen eines Synthiejazz-Stücks, das der Komponist Vangelis eigens komponiert hatte. «Mir ist nur allzu bewusst, wie kostbar die Zeit ist. Nutzen Sie den Augenblick. Handeln Sie jetzt. Ich habe mein Leben damit verbracht, im Geist durch das Universum zu reisen.»⁷

Gleichzeitig sendete ein 30-Meter-Radioteleskop in Spanien zu den Klängen derselben Musik ebendiese Botschaft in den Weltraum – in Richtung eines nahen Schwarzen Lochs mit der Bezeichnung 1A 0620-00. Die nächsten 3500 Jahre werden Hawkings Worte in Lichtgeschwindigkeit auf ihr Ziel und ihren Untergang zuschießen.

Hawking hätte den Einfall genossen.

Schon bevor *Eine kurze Geschichte der Zeit* ihn zum internationalen Star machte, liebte Hawking die Selbstdarstellung und hatte ein natürliches Talent, sich ins Rampenlicht zu stellen. Selbst Wissenschaftskollegen gerieten in seinen Bann. Der Physiker Leonard Susskind, der über die Jahre einige von Hawkings Vorstellungen über die Funktionsweisen Schwarzer Löcher anfocht, schilderte, wie Hawking in einem Raum die

Aufmerksamkeit auf sich zog, wie alle Gespräche plötzlich verstummten, wenn die versammelten Physiker mitbekamen, dass er im Begriff war, etwas zu sagen. Eine lange Pause entstand, in der er dem Computer seine Antwort vorgab, und die Spannung wuchs, bis er sie häufig Minuten später wohlüberlegt mit einem einfachen Ja oder Nein in sich zusammenfallen ließ. Oder er gab ein umwerfendes Bonmot von sich. «Er war ein unglaublich gewitzter Mann. Kurz gesagt, er konnte das Eis brechen [...] ein witziger Kommentar konnte einen völlig aus der Fassung bringen, und schon krümmte man sich vor Lachen.» Vor großem Publikum war er noch effektvoller. Aus seinen Vorlesungen kamen die Leute höchst inspiriert und tief beeindruckt heraus.⁸

Hawking war nicht nur ein Meister darin, sich in den Mittelpunkt zu stellen, er wusste auch genau, wie er sich das Rampenlicht zunutze machen konnte. Schon als Doktorand sorgte er für Wirbel und begann sein Image als herausragender Kopf aufzubauen, indem er eine öffentliche Konfrontation mit dem damals berühmtesten Astrophysiker der Welt inszenierte. Und hatte er erst die Aufmerksamkeit der Leute, sicherte er sich mit seinem frechen, selbstironischen Sinn für Humor nicht nur ihre Gewogenheit, sondern hinterließ auch einen Eindruck tiefer Bescheidenheit: eine beachtliche Leistung, wenn man bedenkt, dass ihn selbst engste Freunde und Kollegen als überheblich und äußerst stur beschreiben.

Hawkings Interviews, seine Reisen, seine Gespräche, seine Schriften – und sogar ein Großteil seines sozialen und politischen Engagements – trugen zur Festigung seiner Stellung im Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit bei. Die Fotos von ihm bei den unterschiedlichsten Abenteuern – wie er im Rollstuhl durch die öden Weiten der Antarktis rollt oder lächelnd, von den Fesseln der Schwerkraft befreit, schwerelos in einem Zero-G-Airbus schwebt – erreichten Kultstatus und erschienen weltweit in Zeitungen und auf Websites. Jede öffentliche Äußerung landete in den Medien, selbst wenn sie noch so unausgegoren oder reine Schwarzmalerei war. Später in seiner Laufbahn warnte Hawking die Menschheit vor einem möglichen Untergangsszenario durch einen Asteroideneinschlag, durch einen Aufstand der Roboter oder gar durch eine Änderung in einer physikalischen Konstante mit katastrophalen Folgen.

War Hawking ein außergewöhnlicher Selbstdarsteller, so hatte seine Begeisterung, im Rampenlicht zu stehen, doch einen hohen Preis. Kaum hatte er weltweite Berühmtheit erlangt, ging unter dem entstandenen

Druck seine erste Ehe in die Brüche, und auch die Beziehung zu seinen Kindern litt unter den Belastungen. Obgleich ihn stets Krankenschwestern und Fans umschwirrten, war Hawking häufig einsam. Singulär.

Seine Singularität bestand darin, dass er es schaffte, einen geradezu außerirdischen Status zu erlangen. Er wurde als Genie in einem Atemzug mit Einstein, Newton und Galilei genannt und galt als Wissenschaftsprophet, der vom Berg Sinai herabgestiegen war, um die Menschen an seinem Wissen teilhaben zu lassen, als Philosophenguru, dessen Einsichten kommende Generationen inspirieren könnten, als ein Mann, der nicht daran dachte, sich von einer einschneidenden Behinderung einschränken zu lassen, wenn es um seine Errungenschaften ging. Ein starkes Image.

Aber selbst für diejenigen, die hinter die Fassade blickten und alle seine Schwächen und Marotten kannten, hatte er etwas Einmaliges, zutiefst Inspirierendes. Ray Laflamme, einer von Hawkings früheren Studenten – und Pflegern –, hat an seiner Bürowand ein Foto von Hawkings berühmtem Flug in die Schwerelosigkeit hängen. Im Gespräch über seinen früheren Mentor hält er plötzlich inne: «Ich habe Lungenkrebs, und da sind die Prognosen nicht so besonders. Aber dank der heutigen Medizin bin ich noch am Leben», sagt er. Dann zeigt er auf das Foto an der Wand mit Hawking, wie er lächelnd mitten in der Luft schwebt. «Deshalb hab ich dieses Foto hier hängen. Und wenn mich der Mut verlässt, dann schau ich es an und sage mir, dass dieser Kerl schließlich auch 50 Jahre überlebt hat. Mir würden ja schon 25 reichen.»⁹

Kapitel 2

Kräuselwellen (2014–2017)

Als morgens um 2.40 Uhr der Wecker klingelte, schluckte Barry Barish seine Enttäuschung herunter. «Ich dachte schon, sie hätten uns übergangen», erinnerte er sich später. Doch dann klingelte sein Handy.¹

Der frühmorgendliche Anruf ist eins der Klischees, wenn es um die Nobelpreisverleihung geht. Die Auserwählten sollen schlaftrunken die Überraschung erleben, dass sie mit einem Schlag zu einem Star werden. Es soll sie überwältigen und ihre Demut wecken – und vor allem soll es sie überrumpeln. Am Abend des ersten Montags im Oktober erwartet zahlreiche hochkarätige Physiker eine schlaflose Nacht. Aber noch nie, nicht einmal für einen klitzekleinen Moment, ging auch der Selbstsicherste von ihnen mit der eindeutigen Erwartung zu Bett, am nächsten Morgen den Nobelpreis zu gewinnen.

Außer dieses Mal. Es war der 3. Oktober 2017.

Zwei Jahre zuvor hatte ein neuartiges Teleskop eine so bedeutende Entdeckung ermöglicht, dass der Nobelpreis dafür nicht nur gesichert war, sondern auch bei der frühestmöglichen, nächsten Gelegenheit verliehen würde. Die Frage war nur, wie der Preis aufgeteilt werden würde. Obgleich Hunderte von Menschen an dem Teleskop und im dazugehörigen Observatorium arbeiteten, galt als Regel, dass er allenfalls drei Personen zuerkannt werden konnte.

Barish, der Direktor des Observatoriums, ging zuversichtlich zu Bett. Rainer Weiss vom Massachusetts Institute of Technology (MIT), der Jahrzehnte mit der Konstruktion des Geräts zugebracht hatte, war ein wenig bescheidener. Er ging an jenem Abend mit der Einschätzung zu Bett, dass seine Chancen auf den Nobelpreis bei gerade einmal 20 Prozent lägen. Der Dritte, der an jenem Abend in Erwartung auf den Nobelpreis einschief, war Kip Thorne, Theoretiker des California Institute of Technology (Caltech) und über 50 Jahre Hawkings Kollege und enger Freund.²

Wie Hawking hatte Thorne sein Leben der Erforschung der Schwarzen Löcher, der Gravitation und der Zeit gewidmet, und das neue Teleskop versprach neue Aufschlüsse zu ebendiesen Themen zu geben. Denn was Thorne, Barish und Weiss den Nobelpreis verschaffen sollte, war kein normales Teleskop, das Licht von weit entfernten Sternen aufnimmt. Das Laser-Interferometer-Gravitationswellen-Observatorium (kurz LIGO) war ein eigens entworfenes Instrument, das nicht Licht, sondern Gravitationswellen kollidierender Schwarzer Löcher aufspüren sollte. Mit ihm konnte Thorne endlich die Theorien überprüfen, die Hawking, er selbst und weitere Physiker in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren entwickelt hatten, zu einer Zeit, die so viele theoretische Erkenntnisse gebracht hatte, dass Thorne sie als das Goldene Zeitalter der Schwarzen Löcher bezeichnete. «Zu den nettesten Merkmalen dieses Goldenen Zeitalters gehörte, dass wir uns wechselseitig auf unsere Arbeit verlassen und auf ihr aufbauen konnten», schrieb Thorne. «Hawking legte die Fundamente, und seine Landsleute errichteten schrittweise ein ganzes Gebäude auf ihnen.»³

Mit seinem Nobelpreis erfüllte Thorne ein Versprechen, das er Hawking 15 Jahre zuvor zu dessen 60. Geburtstag gegeben hatte: «Ich fürchte, es ist weniger ein konkretes Ergebnis der Physik als vielmehr ein Versprechen», sagte Thorne. «Dein Geburtstagsgeschenk besteht darin, dass unsere Gravitationswellendetektoren [einschließlich LIGO] deine Prognosen aus dem Goldenen Zeitalter der Schwarzen Löcher bestätigen werden, und dass dies noch lange vor deinem 70. Geburtstag geschehen wird. Herzlichen Glückwunsch, Stephen!»⁴

* * *

Als Stephen Hawking 70 Jahre alt wurde, war er der berühmteste Wissenschaftler der Welt, und das bereits seit einigen Jahrzehnten. Selbst sein erster Gastauftritt in der Zeichentrickserie *Die Simpsons* – verlässlicher Indikator für einen Spitzenplatz in der Popkultur – lag schon fast 20 Jahre zurück. Und als Hawking in seine 70er kam, waren seine wichtigsten Forschungsergebnisse bereits seit zwei Generationen bekannt.

In den 2010er Jahren war Stephen Hawking eigentlich nicht als Wissenschaftler, sondern eher als Ikone der Popkultur berühmt. Gleich erkennbar an seinem Elektrorollstuhl, galt er inzwischen als Krönung des menschlichen Verstandes in Fleisch und Blut, auch wenn nur die

Wenigsten nachvollziehen konnten, womit sich dieser Verstand zeit seines Lebens befasst hatte.

Auch wenn der prominente Hawking vom Nimbus der Wissenschaft umgeben war, spielte diese für seinen Ruhm eine eher beiläufige Rolle. Ob seine neuesten Äußerungen zur Physik überhaupt Substanz hatten, war weitgehend unerheblich. Allein die Tatsache, dass er gelegentlich etwas dazu äußerte, war mehr als ausreichend, um seinen Status als Ikone abzusichern. Seine wissenschaftlichen Leistungen waren für die Öffentlichkeit eher uninteressant. Hawking strebte aber keine Berühmtheit an, die er seiner Persönlichkeit, seinem Gebrechen oder anderem abseits seiner Wissenschaft verdankte – er wollte wegen seiner Tätigkeit als Physiker berühmt sein.

Gegen Ende der 2010er Jahre keimte Hoffnung für eine späte Renaissance auf; die Physik, die aktuell am meisten für Aufregung sorgte, befasste sich mit Gravitationswellen und Schwarzen Löchern, Wissensbereichen, auf die Hawkings Arbeit am tiefgreifendsten eingewirkt hatte. Nach vielen Jahren harter Arbeit gewannen Physiker auf der ganzen Welt (darunter auch Hawkings bester Freund Kip Thorne) endlich erste Ergebnisse aus Experimenten, die das Versprechen womöglich einlösten und eine Reihe von Vorhersagen überprüften, die Hawking Jahrzehnte zuvor getroffen hatte. Vielleicht konnte Hawking nun endlich der Wunsch erfüllt werden, in erster Linie als brillanter Wissenschaftler und erst in zweiter als Star wahrgenommen zu werden. Würde er bei den Entscheidungen des Nobelkomitees jedoch außen vor bleiben, dann wäre dieser Traum geplatzt.

* * *

In seiner Forschung beschäftigte sich Stephen Hawking mit der Gravitation. Er verbrachte den größten Teil seiner beruflichen Laufbahn mit dem Versuch zu verstehen, wie sich Gravitation unter einigen der extremsten Bedingungen verhält, die im Universum auftreten können, vor allem im Umfeld Schwarzer Löcher. Und nun versprach die Entdeckung des LIGO-Observatoriums Wissenschaftlern erstmals einen direkten Einblick in die Materie, die den gewaltigen Gravitationsfeldern ausgesetzt war, deren Erforschung Hawking sein Leben gewidmet hatte.

Das LIGO ist derzeit etwas so Neues, dass die Wissenschaftler erst noch richtig verstehen müssen, was ihnen die Daten eigentlich verraten

können. Aber es hat ein neues, spannendes Kapitel in der Geschichte der Gravitationsforschung aufgeschlagen – in einer Geschichte, die in der Zeit vor etwas über dreihundert Jahren beginnt.

Ihre Einleitung ist bestens bekannt: 1666 saß Isaac Newton unter einem Apfelbaum und fragte sich, warum ein Apfel vom Baum auf den Boden gefallen war, statt in der Luft davonzufiegen. Von diesem Augenblick an machte Newton sich auf die Suche nach der Lösung eines Rätsels, das Philosophen seit Jahrtausenden beschäftigt, und wartete am Ende mit einer ebenso radikalen wie starken Lösung auf.

Newton stellte eine Theorie auf, die eine wechselseitige Anziehung zwischen allen Festkörpern beschrieb. Demnach zerren zwei beliebige Körper – egal, wo im Universum – irgendwie unsichtbar, unaufhaltsam und unerklärlich aneinander. Auf einen Apfel an einem Baum wirkt dann gleichzeitig nicht nur die Anziehung jedes einzelnen anderen Gegenstands auf der Erde ein, sondern auch die jedes Sterns im Universum, wie weit er auch entfernt sein mag. Newtons Gleichungen lieferten eine wunderbare, genaue Beschreibung der Gravitationskräfte, die auf Materie einwirken. Wie diese Kräfte aber arbeiten – woraus sie bestehen und wie sie auch auf große Entfernungen wirken können –, konnte Newton nicht erklären. Es sollte noch zweieinhalb Jahrhunderte dauern, bis es ein anderer Physiker konnte: Albert Einstein.

Einstein hatte nicht die Absicht, unser Verständnis der Gravitation zu revolutionieren. Als Student und junger Forscher beschäftigte er sich in seiner Arbeit mit Molekülen, Atomen und Staubpartikeln und nicht mit der Bewegung von Sternen und Planeten. Das Verhalten elektrischer und magnetischer Kräfte interessierte ihn mehr als das der Gravitationskräfte. Als er an einer Schwachstelle in den Gleichungen zu bohren anfang, mit denen sich die elektromagnetischen Felder beschreiben lassen, warf er unabsichtlich alles über den Haufen, was Wissenschaftler bis dato über Gravitation zu wissen meinten.

Denn diese sogenannten Maxwell-Gleichungen bargen einen winzigen Fehler: Bewegung bringt sie unweigerlich durcheinander. Unter bestimmten Umständen könnten zwei Beobachter, die sich in unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen – einer zum Beispiel an einem festen Standort, während der zweite in einem Zug vorbeiführe –, sogar widersprüchliche Ergebnisse aus den Gleichungen erhalten: Der eine sagt womöglich voraus, dass das Teilchen im Experiment nach rechts gezogen wird, während der andere prognostiziert, dass es nach links

gelenkt wird. So darf die Physik nicht arbeiten. Physikalische Gesetze – und die Gleichungen, mittels derer sie ausgedrückt sind – müssen für alle Betrachter gleichermaßen gelten, egal, wie diese sich bewegen.

Im Jahr 1905 wurde Einstein klar, dass er die Fehler in den Maxwell-Gleichungen mithilfe einiger Veränderungen in den bisher von Physikern genutzten Prämissen ausmerzen konnte. Doch brachten die veränderten Regeln eine Menge philosophischen Ballast mit sich. Vor allem eine – die Prämisse, nach der ein Lichtstrahl immer mit derselben Geschwindigkeit unterwegs ist – beleidigte ganz offenkundig den gesunden Menschenverstand.

Das heißt, Einstein behauptete nun, ein Lichtstrahl würde für jeden Beobachter stets in einer Geschwindigkeit von 300 Kilometern pro Sekunde vorbeiziehen, der Menge, die von Physikern als c bezeichnet wird. Sitzt man still, fliegt das Licht in der Geschwindigkeit c vorbei. Bewegt man sich mit einer Geschwindigkeit von 1600 Kilometern pro Stunde auf die Lichtquelle zu, auch egal: Das Licht zieht in derselben Geschwindigkeit c vorbei. Selbst wenn Sie sich noch so sehr bemühen, dem Lichtstrahl zu entkommen, indem Sie mit 99 Prozent der Lichtgeschwindigkeit davonfliegen, ändert das nichts am Ergebnis: Der Strahl fliegt mit der Geschwindigkeit c an Ihnen vorbei, genauso schnell, wie wenn Sie stillstehen würden. Das ergibt keinen Sinn ... es sei denn, wir justieren unser Denken über Geschwindigkeit nach.

Geschwindigkeit ist nur ein Maß dafür, welche Entfernung (zum Beispiel in Kilometern) ein Objekt in einer bestimmten Zeit (Sekunde) zurücklegt, sodass jede Änderung des Geschwindigkeitskonzepts automatisch bedeutet, dass an unserem Verständnis von Entfernung oder Zeit irgendetwas nicht stimmt. Oder, wie sich gezeigt hat, von beidem. Dies war eine von Einsteins bedeutendsten Erkenntnissen.

Einstein erkannte: Wenn sich alle Beobachter darüber eins waren, wie schnell das Licht unterwegs war, mussten sie sich über ihre Messungen von Entfernung und Zeit *uneins* sein. Das heißt, die Armbanduhr eines sich schnell bewegenden Beobachters wird in einem anderen Takt (nämlich langsamer) ticken als die eines stillstehenden Beobachters. Dessen Messstab muss länger sein, wenn er ihn mit dem eines sich schnell bewegenden Beobachters vergleicht.

Dies bedeutete eine bahnbrechende Veränderung gegenüber der Art, wie Physiker vor 1905 über das Universum nachgedacht hatten. Die Wissenschaft behauptete nun nicht mehr, dass die Länge eines Mess-

stabs eine feststehende, objektive Gegebenheit wäre. Beobachter, die sich auf unterschiedliche Weise bewegen, können sich uneinig darüber sein, wie lang dieser Messstab ist – und alles kann trotz ihrer jeweils einander widersprechenden Messungen zur selben Zeit richtig sein. Es gab keine «absolute» Länge, keine richtige Antwort. Und noch seltsamer: Die Zeit war nicht mehr unveränderlich, sie verging nicht mehr überall im Universum im selben Tempo. Es gab keine «absolute» Zeit mehr, keine Möglichkeit, dass jeder mit Blick auf den Moment, in dem ein Ereignis stattfindet, zum gleichen Ergebnis gelangte. Zeit und Raum waren nicht starr, sondern dehnbar. Dies erklärt denn auch, warum sämtliche Beobachter Licht exakt in der Geschwindigkeit c vorbeiziehen sehen. Die Unterschiede in ihrer Wahrnehmung von Zeit und Raum wirken so zusammen, dass allein die Lichtgeschwindigkeit eine universelle Konstante ist.

Einsteins Abhandlung von 1905 zeigte, dass Zeit, Länge und Bewegung auf eine Weise zusammenhängen, wie Galilei und Newton es sich nie erträumt hätten. Die Art, wie man sich durch den Raum bewegt, beeinflusst die Art des Ablaufs der Zeit und die Entfernung zwischen Objekten. Unsere Geschwindigkeit beeinflusst nicht nur, *wo* wir uns aufhalten, sondern auch, *welche Zeit* wir im Augenblick haben. Maxwells Gleichungen nachzubessern hatte hinsichtlich der Anschauungen einen hohen Preis. Tatsächlich aber wurden diese seltsamen Auswirkungen – Uhren, die plötzlich langsamer ticken, und Ähnliches – im realen Leben zahlreiche Male beobachtet. Zeit und Raum völlig unabhängig voneinander zu betrachten, hatte keinen Sinn mehr: Beide sind untrennbar miteinander verbunden.

Die Vorstellung vom absoluten Raum und von der absoluten Zeit war tief in den Bewegungsgesetzen verankert; Newtons Gleichungen, die bestimmten, wie sich Objekte bewegten, auf die Kräfte einwirken, setzten implizit voraus, dass Zeit und Entfernung unveränderlich sind. Wenn Einstein gezeigt hatte, dass die Prämisse von der universellen Zeit nicht stimmte, hieß dies, dass auch die Newtonschen Gesetze geringfügig Fehler enthalten mussten. Auf einer bestimmten Ebene hatte sich die gesamte Physik erledigt. Auch das Gesetz der universellen Gravitation.

Der erste Hinweis darauf, dass mit dem Gravitationsgesetz etwas nicht stimmte, ergab sich aus einer anderen Erkenntnis Einsteins von 1905: Nicht nur Länge und Zeit, sondern auch die Masse eines Objekts

hängt von der Bewegung des Beobachters ab, bei deren Berechnung Einstein damals die Maßeinheit Avoirdupois verwendete. Je schneller sich das Objekt bewegt, desto schwerer scheint es einem stationären Beobachter zu sein. Ein völlig unbewegtes Objekt hat demnach eine geringere Masse (seine «invariante Masse» oder «Schwerpunktsenergie»), als wenn es in Bewegung ist (seine «relativistische Masse»). Ende 1905 wurde Einstein allmählich die Beziehung zwischen der Energie eines Objekts, E , und seiner Masse, m , klar, was schließlich zur berühmten Formel $E = mc^2$ führte.

Hinterfragt man aber erst einmal das Wesen von Masse, hat dies unweigerlich Folgen für die Gravitation.

1907 erkannte Einstein, dass Gravitation keine spezielle, unveränderliche Eigenschaft von Festkörpern ist. Dieselbe Kraft kann auch auf andere Weise, zum Beispiel durch Bewegung, entstehen: Wenn ein Fahrstuhl seine Fahrt nach oben ganz plötzlich beschleunigt, spürt man eine Kraft, die nach unten drückt und, ähnlich der Erdgravitation, als «Schwerkraft» wahrgenommen werden kann. Wie Raum und Zeit, wie Masse und Energie hängt die Schwerkraft damit zusammen, wie Gegenstände und Beobachter sich bewegen. Raum, Zeit, Masse, Energie und Gravitation waren in einem komplizierten Tanz miteinander verwoben, aus dem sie sich unmöglich befreien konnten.

Einstein brauchte noch bis 1915, um diese grundlegende Einsicht in eine Reihe von Gleichungen zu überführen, in eine Sammlung mathematischer Gesetze, die diesen komplizierten Tanz beschreibt. (2001 merkte Hawking mit trockenem Humor an, diese bahnbrechenden Neuerungen hätten Einstein von Frau und Kindern entfremdet und seien mit dem Scheitern seiner Ehe einhergegangen. «Dass er die Kriegsjahre als Junggeselle ohne häusliche Verpflichtungen erlebte, hat womöglich dazu beigetragen, dass diese Zeit für ihn wissenschaftlich so fruchtbar ausfiel.»⁵) Diese «Feldgleichungen» schnüren Masse und Energie, Raum und Zeit und Schwerkraft gleichsam zu einem Paket zusammen und sehen so aus:

$$G_{\mu\nu} = (8\pi G/c^4)T_{\mu\nu}$$

Dabei beschreiben sie tatsächlich eine gleichmäßig gekrümmte Oberfläche, in der Sprache der Mathematik eine *Mannigfaltigkeit*. Ihre rechte Seite steht für alle Materie und Energie in einer Region von Raum und Zeit. Die linke Seite beschreibt die Krümmung ebendieser Region. Und

Gravitation ist nichts anderes als eine Manifestation dieser Krümmung. Das Rätsel des Gravitationsfeldes und die Fragen dazu, wie voneinander entfernte Objekte sich über weite Strecken auf unsichtbarem Weg gegenseitig anziehen können, sind somit gelöst. Gravitation ist nichts weiter als Geometrie.*

Dieses atemberaubende Konzept lässt sich nur mit höherer Mathematik nachvollziehen. Man kann es jedoch mit einem recht guten Vergleich veranschaulichen: Man stelle sich die Raumzeit als Matratze, als gespanntes Gummituch oder eine beliebige andere elastische Oberfläche vor. Ein in die Raumzeit eingebetteter Klumpen aus Materie und Energie (etwa ein Stern) verhält sich ungefähr so wie ein schweres Objekt, das auf besagtem Gummituch liegt: Er krümmt die Oberfläche, sodass eine Delle entsteht. Wenn ein anderes Objekt (etwa ein Komet) an dem Stern vorüberzieht, verändert diese Krümmung seine Laufbahn. Statt weiter geradeaus zu sausen, bewegt sich der Komet wegen der Krümmung auf den Stern zu. Das ist Gravitation: Die «Anziehung» zwischen massereichen Körpern ist tatsächlich das äußere Zeichen dafür, wie sie die Raumzeit krümmen.

Bis hier passt diese sogenannte Gummituchanalogie. Während das Gummituch aber zweidimensional ist, erstreckt sich die Mannigfaltigkeit der Raumzeit in vier Dimensionen. Und dabei besitzen drei davon (die bekannten räumlichen oben–unten, links–rechts, vorne–hinten) andere Eigenschaften als die letzte (die die Zeit beschreibt). Masse und Energie krümmen alle vier Dimensionen: Ein Körper, der an einem Stern vorbeizieht, wird auf seiner Bahn nicht nur wegen des Raums, sondern auch wegen der Zeit abgelenkt – Masse und Energie in seiner Nähe beeinflussen auf geringfügige Weise den Gang seiner Uhr. Dennoch ist die Gummituchanalogie nützlich, wenn es darum geht, die allgemeine Relativität zu beschreiben und aufzuzeigen, wie sich diese Beschreibung von Newtons Konzept der Bewegung und Gravitation unterscheidet.

Einstein hatte Glück. Eine Reihe von Experimenten wies die Relativitätstheorie mit Leichtigkeit nach. Die Unterschiede zwischen Newtons universeller Schwerkraft und der einsteinschen Gravitation

* «Die Raumzeit gibt der Materie vor, wie sie sich zu bewegen hat; die Materie diktiert der Raumzeit, wie sie sich krümmen muss», so der bekannte Ausspruch des Physikers John Wheeler.

sind gewöhnlich sehr geringfügig, können aber unter bestimmten Bedingungen deutlich sichtbar werden. Wenn Objekte sich besonders rasant – nahezu mit Lichtgeschwindigkeit – oder sehr dicht an sehr massereichen Körpern wie Sternen vorbei bewegen, sagen Einsteins Feldgleichungen Phänomene voraus, die mit den Newtonschen Gesetzen nicht absehbar sind. Sobald Forscher eine der Auswirkungen dieser Relativität zu entdecken vermochten, konnten sie zeigen, dass die einsteinschen Gleichungen mehr als eine mathematische Fata Morgana waren. Manche dieser Experimente ergaben sich sofort, andere waren erst Jahrzehnte darauf oder noch später möglich.

Das erste Experiment ergab sich 1919 mit einer Sonnenfinsternis.

War die Raumzeit tatsächlich gekrümmt, wie Einsteins Gleichungen es nahelegten, musste ein gerade verlaufender Lichtstrahl von einem massereichen Objekt wie der Sonne abgelenkt werden, wenn er dicht an ihm vorbeilief – gerade so, als schiene er durch eine Linse. Dieser *Gravitationslinseneffekt* müsste dann sichtbar sein: Wenn das Licht eines weit entfernten Sterns in der Nähe der Sonne verläuft, verursacht die Verzerrung der Raumzeit eine winzige Abweichung in der scheinbaren Position des Sterns am Himmel – Sterne, die dicht am Rand der Sonne stehen, erscheinen am Himmel am falschen Ort. Wenn sich während einer Sonnenfinsternis kurzfristig der Mond vor die Sonne schiebt, können Astronomen die Standorte von sonnennahen Sternen messen und daraufhin prüfen, ob sie sich in ihrer üblichen Position befinden (wie es laut Newton der Fall sein müsste) oder ob sie, (laut Einstein) durch die Gravitationslinse leicht verschoben, an einem anderen Ort erscheinen. Also stellte Sir Arthur Eddington, damals Sekretär der Royal Astronomical Society, zwei Expeditionen zusammen, die bei einer bevorstehenden Sonnenfinsternis die Position von Sternen messen sollten. Und siehe da: Einstein hatte Recht! Die Sterne hatten sich bewegt. Newton war vom Sockel gestoßen.

Sozusagen über Nacht war Albert Einstein zu einer internationalen Berühmtheit geworden.*

* * *

* Rückblickend ist keineswegs klar, ob Eddingtons Messungen ausreichten, um Einsteins Hypothesen zu beweisen, aber das war zur damaligen Zeit nicht von Belang.

Kaum 100 Jahre nachdem Einstein zum bekanntesten Gesicht der Wissenschaft aufgestiegen war, nahm Stephen Hawking seine Stelle als größter Wissenschaftsprominenter ein. Allerdings hatten sich die an eine derartige Berühmtheit gestellten Erwartungen inzwischen ein wenig geändert.

«Ich habe die Daten seit der Fußballweltmeisterschaft 1966 analysiert und zwei der wichtigsten Fragen beantwortet, die die Fans umgetrieben haben», verkündete Hawking 2014 im Souterrain des Londoner Savoy Hotels vor der versammelten Menge der Journalisten. «Erstens, was sind die besten Voraussetzungen für Englands Erfolg, und zweitens, wie erzielt man beim Elfmeterschießen ein Tor?»⁶

Gesponsert wurde dieses Ereignis von Paddy Power, einem Buchmacher mit Sitz in Dublin, vor allem bekannt dafür, dass er nach öffentlicher Aufmerksamkeit heischte, indem er bizarre Wetten anbot. («Während die Ölkatastrophe im Golf von Mexiko in den zweiten Monat geht, ohne dass es nennenswerte Zeichen eines Abklingens gäbe», so kündigte das Unternehmen kurz nach dem Unfall der Deepwater Horizon 2010 an, «nimmt Paddy Power als führender Anbieter Wetten darüber entgegen, welche Arten als erste aussterben werden. Ganz oben auf der Liste mit Gewinnchancen von 5:4 steht die bereits stark vom Aussterben bedrohte Atlantik-Bastardschildkröte ...»⁷) Diesmal versuchte Paddy Power auf andere Weise, Aufmerksamkeit zu erregen.

«Die von mir verwendete Technik nennt sich allgemeine Modellierung logistischer Regression», verkündete Hawking. Dabei war seine «Analyse» alles andere als wissenschaftlich. «Unsere Siegeschancen lassen sich mittels einer Reihe von Variablen berechnen. Statistisch gesehen, sind in England rote Trikots erfolgreicher.»

Aus irgendeinem Grund begeistert sich die britische Presse offenbar übermäßig für Marketingstrategien, die im Gewand unsinniger mathematischer Formeln daherkommen, so zum Beispiel mit einer Formel für die beste Pizza in einer Werbekampagne für eine Pizzakette, mit einer Gleichung für den jämmerlichsten Tag des Jahres, die die Briten dazu ermuntern soll, das Paket einer Reiseagentur für einen Wochenendausflug zu buchen, mit der Formel für perfekte Pfannkuchen als Werbung für eine beschichtete Pfanne einer Supermarktkette und so fort. Um der Formel eine gewisse Glaubwürdigkeit zu verleihen, sieht sich der Werbetreibende gewöhnlich nach einem Wissenschaftler oder Mathematiker um, der bereit ist, dem albernen Unterfangen ge-

gen eine Handvoll Cash seinen Namen zu leihen. Meist handelt es sich um Wissenschaftler, die keinen Ruf zu verlieren haben, wenn sie unsinnige Gleichungen erstellen. «Alle sind von den Firmen als PR-Gags in Auftrag gegeben, und damit erschöpft sich ihre Bedeutung auch schon», schrieb ein Wissenschaftsjournalist im *Guardian*. «Sie werden überwiegend von Wissenschaftlern erstellt, deren Namen dem Nobelkomitee nicht bekannt sind.»⁸

Diesmal verhielt sich das zweifellos anders.

Bei seinem Auftritt vor der Presse schien Hawking zum Spaß aufgelegt. («Wissenschaftlich ausgedrückt», hob er an, «trifft die englische Mannschaft nicht mal ein Scheunentor, selbst wenn sie davorsteht.») Dennoch überrascht es, dass ein so bedeutender Wissenschaftler für einen derart lächerlichen Werbegag seinen Namen hergab. Selbst für Paddy Power war es ein Schock. Ein Sprecher des Wettbüros räumte später ein, er hätte nie erwartet, dass Hawking sich auf das Angebot einlassen würde. «Wir gaben seiner Zustimmung nur ein Prozent Chance», sagte er. «Aber er stimmte zu. Ich war völlig perplex.»⁹

Als die Journalisten bei den Vertretern von Paddy Power nachfragten, wie viel Hawking für den Auftritt bekommen hätte, hielten sie sich bedeckt. Hawking selbst soll gesagt haben, er habe die Vergütung zwischen zwei Wohltätigkeitsorganisationen aufgeteilt, von denen die eine sich der Rettung von Kindern in Syrien und die andere sich der Motoneuron-Krankheit widmet, die bei ihm als Student diagnostiziert worden war.¹⁰

* * *

Wie man sie auch nennen mag – eine Motoneuron-Erkrankung, die Lou Gehrig-Krankheit oder amyotrophe Lateralsklerose (ALS) –, sie lag als ständiger Schatten über Hawkings Leben. Nachdem er im Alter von 21 Jahren seine Diagnose erhalten hatte, betrug seine erwartbare Lebenszeit noch höchstens zwei oder drei Jahre. Und doch hat er diese Zeit um das 20fache überlebt. Obwohl er einige Begegnungen mit dem Tod hatte, starb er erst in seinen Siebzigern.

Die Krankheit hatte ihn körperlich hilflos gemacht, ihm die Fähigkeit geraubt, zu sprechen, zu essen oder auch nur den Kopf aufrecht zu halten – er konnte so gut wie keinen Muskel mehr bewegen. Er benötigte rund um die Uhr Pflege, doch das britische Gesundheitssystem stellte

nicht ansatzweise genügend Geld zum Überleben bereit. Und die Pflege war sehr, sehr kostspielig. Obgleich Hawking mit dem Verkauf seiner Bücher Millionen verdiente – vor allem sein erstes, beim Lesepublikum beliebtes Buch *Eine kurze Geschichte der Zeit* verkaufte sich 10 Millionen Mal –, schien er nie genug Geld zu haben, als dass es ihm ein dauerhaftes Gefühl von Sicherheit gegeben hätte, so Al Zuckerman, der mehr als 30 Jahre Hawkings Literaturagent war.

Einige Jahre vor Hawkings Tod, so berichtet Zuckerman, «wurde mir gesagt, Hawking brauche dringend Geld. Ob ich etwas tun könne, um seine Einnahmen zu verbessern?» Zuckerman wandte sich mit Vorschlägen – so etwa der Möglichkeit, einige seiner Bücher für Online-Seminare zu verwerten – an eine Reihe von Leuten in der Verlagsbranche. «Außerdem wandte ich mich an Stiftungen mit der Bitte, ihn und seine Forschung zu unterstützen.» Doch es kam einfach nichts zustande.¹¹

* * *

Einstein und Hawking besetzten als Prominente dieselbe Nische – beide trugen das Image, als klügster Mann der Welt zu gelten, mit gemischten Gefühlen –, und es ist kein Zufall, dass Hawkings Forschungsbereich auf Einsteins Vermächtnis aufbaute. Hawking war ein Meister der Relativitätstheorie Einsteins geworden und sagte wie Letzterer Phänomene vorher, die niemand sich je hätte vorstellen können.

Dennoch war es nicht leicht, ein Schwergewicht wie Einstein zu überbieten; nicht nur hatte dieser ein völlig neuartiges mathematisches Rahmenwerk für Gravitation, Raum und Zeit aufgestellt, sondern dies auch zu einer Zeit vollbracht, als Astronomen und Experimentalphysiker auch die Möglichkeiten hatten, seine Vorhersagen zu überprüfen und folglich zu zeigen, dass dieser junge wissenschaftliche Emporkömmling Newton zu Recht entthront hatte. Hawkings Theorien dagegen eigneten sich unglücklicherweise nicht so gut für einen praktischen Nachweis.

Der Gravitationslinseneffekt war nur eines von vielen neuen Phänomenen, die in Einsteins Feldgleichungen steckten und darauf warteten, von Forschern in Experimenten überprüft zu werden. Die entsprechenden Methoden zu finden war bloß eine Frage der Zeit. Die Sonnenfinsternis von 1919 bot eine solche Gelegenheit. Bald fanden Physiker eine weitere Möglichkeit. Die allgemeine Relativitätstheorie sagte nicht nur

voraus, dass die Bahn des Lichts durch starke Gravitationsfelder gekrümmt würde, sondern auch, dass sich seine Farbe verändern würde. Licht, das aus einer tiefen Delle im Gravitationsfeld entweicht, müsste rötler sein als anderes, das aus einer ungekrümmten Region der Raumzeit stammt. 1924 gelangten die Astronomen zur Überzeugung, dass sie diese «gravitative Rotverschiebung» nachgewiesen hätten. Einstein hatte wieder einmal Recht gehabt.*

Noch länger – fast ein Dreivierteljahrhundert – dauerte es, bis es gelang, einen sogar noch schwächeren Effekt zu messen: den relativistischen «Frame-Dragging-» oder «Lense-Thirring-Effekt». Entsprechend Einsteins Feldgleichungen krümmt ein rotierendes massereiches Objekt die Raumzeit ein wenig anders als ein stationäres. In den frühen 2000er Jahren kamen Wissenschaftler diesem Effekt auf die Spur: zunächst beim Beobachten von Materie, die um massereiche Sterne wirbelte, dann bei der Entdeckung geringfügiger Veränderungen in der Bewegung von Satelliten, die die Erde umkreisen.

Doch die Vorhersage von Einsteins Feldgleichungen mit den radikalsten und einschneidendsten Folgen – wichtiger als der Gravitationslinseneffekt, die gravitative Rotverschiebung oder das Frame-Dragging – war die *Gravitationsstrahlung*.

Die Relativitätstheorie besagt, dass Materie und Energie in einer Region der Raumzeit deren Krümmung bestimmen. Was aber geschieht, wenn die dortige Materie und Energie eine plötzliche Veränderung erfahren – und sich auf neue Weise anordnen? Vielleicht ereignet sich eine Supernova; vielleicht krachen zwei massereiche Sterne ineinander, oder es handelt sich nicht einmal um ein gewaltiges Ereignis, sondern einfach nur um zwei massereiche Objekte, die einander umkreisen und so dafür sorgen, dass sich die Materie in einer kleinen Region ständig neu verteilt und ordnet. In den Fällen, wo sich die Verteilung von Masse und Energie in einer Region verändert, sagen die Feldgleichungen voraus, dass diese Veränderungen Kräuselungen im Gewebe der Raumzeit

* Wie bei Eddingtons Beobachtungen bei der Sonnenfinsternis waren diese Messungen von Walter Adams in Wahrheit zu fehleranfällig, um als eine Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie gelten zu können. Später jedoch konnte die gravitative Rotverschiebung (und der Gravitationslinseneffekt) durch genauere Beobachtungen mit hoher Präzision nachgewiesen werden.

hervorrufen können, Wellen, die sich energiegeladen mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. (Auch hier ist die Gummituchanalogie eine Hilfe: Man stelle sich zwei Eisenkugeln vor, die einander in der Mitte des Tuchs umkreisen. Man kann sich leicht ausmalen, dass diese einander umkreisenden Kugeln Wellen im Tuch schlagen.*)

Diese Vorhersage Einsteins ließ sich experimentell womöglich am schwierigsten nachweisen. Verzerrungen der Raumzeit durch Gravitationswellen sind gewöhnlich völlig unscheinbar und geringfügig. Daher ist es extrem schwierig, die Wellen aufzuspüren – im Erfolgsfall ein nobelpreisträchtiges Unterfangen. In den frühen 1970er Jahren machten zwei Astronomen – Russell Hulse und Joe Taylor – eine indirekte Beobachtung: Sie hatten ein halbes Jahrzehnt lang zwei massereiche, umeinanderkreisende Sterne ins Visier genommen und stellten fest, dass diese auf ihren Umlaufbahnen zunehmend aus dem Takt gerieten. Hulse und Taylor zeigten, dass sich die Verkleinerung der Umlaufbahn der Sterne wunderbar mit dem Energieverlust deckte, wie ihn Einsteins Feldgleichungen vorhergesagt hatten. Es war, wie Taylor es später ausdrückte, «eine neue und umfassende Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie», die den beiden 1993 den Nobelpreis einbrachte.¹²

So weit zur indirekten Sichtung von Gravitationswellen. Was sich Wissenschaftler aber *in Wahrheit* wünschten, war eine direkte Beobachtung, wie sich Gravitationswellen in der Raumzeit ausbreiten und das Gewebe von Raum und Zeit verzerren. Diese Wellen bewirken, dass sich die Messstäbe dehnen und stauchen und die Uhren beschleunigen und verlangsamen, während sie vorüberziehen. Wie aber sollte man sie aufspüren? Ihre Effekte sind minimal – kilometerlange Messstäbe würden ihre Länge um erheblich weniger als die Größe eines Protons verändern. Mit Lasern jedoch und einer Menge raffinierter Technik ist der Nachweis gerade noch zu erbringen. Laser lassen sich als außerordentlich präzise Entfernungsmesser einsetzen, und wenn Wissenschaftler zwei solcher Lasergeräte im rechten Winkel zueinander positionieren, können sie Gravitationswellen tatsächlich nachweisen. Wenn eine Welle

* Aber auch hier gilt: Bei dem «Tuch» handelt es sich nicht um eine zweidimensionale Oberfläche, sondern um eine vierdimensionale Mannigfaltigkeit, die Zeit und Raum gleichermaßen umfasst. Zudem entstehen die Wellen nur unter ganz bestimmten Umständen, sodass der Vergleich in mancher Hinsicht hinkt.

durch sie hindurchläuft, verändert sich die Krümmung der Raumzeit. Durch ihren Stauch- und Dehneffekt wird das eine Lasergerät gestreckt und das andere gestaucht: Ihre Länge ändert sich in Relation zueinander.

Die Methode ist nicht fein genug, als dass man mit ihr die langsame Schrumpfung der Umlaufzeit von Sternen des Taylor-Hulse-Typs aufspüren könnte. Die von ihnen ausgesandte Gravitationsenergie in Form von Wellen ist zu schwach. Für gewaltigere Ereignisse aber, bei denen sich in einer kleinen Raumzeitregion große Massen von Materie und Energie neu ordnen, müsste ein ausreichend gut konstruiertes Instrument theoretisch eine durchlaufende Gravitationswelle direkt beobachten können.

Welche Art von Ereignissen wäre da gewaltig genug? Wenn es um Gravitationsgewalt geht, sind Schwarze Löcher als die extremsten Objekte im Universum wohl kaum zu überbieten. Da sie dichter und im Gegensatz zu den meisten Sternen völlig finster sind, sind gravitationsbedingte Ereignisse von außergewöhnlicher Gewalt am ehesten von ihnen zu erwarten. Und seit bereits mehr als 30 Jahren wussten die Wissenschaftler, dass ihre gewaltige Gravitation sie zu einer brillanten Quelle von Gravitationsstrahlung, von Gravitationswellen machte, die nur darauf warteten, entdeckt zu werden.

Um nichts anderes ging es beim LIGO.

Das LIGO – das Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (Gravitationswellen-Observatorium) – besteht aus zwei riesigen L-förmigen Lasermessgeräten, die darauf ausgerichtet sind, die geringfügige Verzerrung der Raumzeit durch eine Gravitationswelle zuerspüren. Sie sind so empfindlich, dass sie schon durch die sanften Erschütterungen der Erde, ein leises Rauschen von meilenweit entferntem Verkehr, ja selbst die Schwingungen der Kettensägen in einem nahe gelegenen Wald ständig durchgeschüttelt werden. Und eben dies hatte das LIGO in den Jahren nach seiner Inbetriebnahme registriert: Verkehr, Bodenerschütterungen und Kettensägen. Keine Gravitationswellen.

Doch dann, eines frühen Septembermorgens, registrierten die Zwillingdetektoren ein Beben, ein Zittern, das immer schneller wurde, nach einer Zehntelsekunde wieder abriss und nur schwache Echos zurückließ. Es handelte sich um Gravitationswellen. Zwei riesige Objekte – Schwarze Löcher –, jedes etwa 30-mal so groß wie unsere Sonne, umkreisten einander auf immer enger werdenden Umlaufbahnen, bis sie ineinanderkrachten und zu einem sogar noch größeren Schwarzen Loch

verschmolzen. Die Gravitationswellen, die von diesem Todestanz ausgestoßen wurden, hatten bis zur Erde mehr als eine Milliarde Lichtjahre zurückgelegt. Als diese Wellen durch uns hindurchliefen, dehnten sie das Gewebe von Raum und Zeit und zogen es wieder zusammen – eine Verzerrung, die die Menschheit nach Jahrzehnten vergeblicher Bemühungen endlich aufspüren konnte. Es war das erste Mal, dass Gravitationswellen direkt beobachtet worden waren, und das erste Versuchsergebnis, das die Vorhersagen über Schwarze Löcher bestätigte, die Stephen Hawking und seine Kollegen über 40 Jahre zuvor im Goldenen Zeitalter der Schwarzen Löcher getroffen hatten.¹³

* * *

Doch die Theoretiker der Schwarzen Löcher hatten, schon bevor das LIGO zum ersten Mal Gravitationswellen entdeckte, eine aufregende Zeit erlebt, also in der langen – nämlich 15 Jahre andauernden – Phase, in der sich die Experimentalphysiker noch Sorgen machten, ob der eine halbe Milliarde Dollar teure Versuch überhaupt je die erhofften Antworten geben würde. Es brodelte unter der Oberfläche, man stritt um eine der großen offenen Fragen bezüglich der Schwarzen Löcher. 40 Jahre später loderte die Debatte wieder auf, und Hawking wollte sich mit ins Getümmel stürzen.

Die Anatomie eines Schwarzen Lochs setzt sich eigentlich aus zwei Teilen zusammen. Hawking befasste sich zu Beginn seiner Laufbahn mit dem Zentrum eines Schwarzen Lochs, einer Region, in der die physikalischen Gesetze außer Kraft gesetzt sind: einer Singularität. Niemand weiß so recht, was in der Singularität geschieht, eben weil die mathematischen Werkzeuge, die wir zum Verständnis der Gravitation verwenden – also die allgemeine Relativitätstheorie –, hier ihren Dienst versagen. Die Theorie geht davon aus, dass sich die Raumzeit als glatte Oberfläche, als eine Mannigfaltigkeit darstellen lässt. Eine Singularität ist ein Punkt, an dem diese Hypothese versagt, weil dort im Gewebe der Raumzeit ein Loch aufklafft. Nachdem Hawking einigen höchst bedeutsamen Eigenschaften der Singularität auf die Spur gekommen war, wendete er seine Aufmerksamkeit dem zweiten Teil der Anatomie des Schwarzen Lochs zu. Jedes Schwarze Loch wird von einer Region begrenzt, aus der heraus es kein Entkommen mehr gibt, einer Art Schleier, der die Singularität umhüllt. Diese Region ist der sogenannte Ereignishorizont.

Mit gesundem Abstand verhält sich ein Schwarzes Loch wie jeder andere Stern oder jedes andere massereiche Gravitationsobjekt. Ein Raumschiff kann sich ihm nähern, es umkreisen und seine Triebwerke hochfahren, um sich wieder davon zu machen. Je weiter sich das Raumschiff dem Schwarzen Loch nähert, desto mehr Schub braucht es, um sich dem Griff des Schwarzen Lochs zu entziehen und sicher davonzukommen. Die Gravitationskraft eines Schwarzen Lochs ist aber so groß, dass ein Astronaut, der sich ihm zu sehr genähert hat, erschrocken feststellen wird, dass der notwendige Schub für ein Entkommen aus dieser Anziehungskraft unendlich groß ist. Das heißt, das Raumschiff kann niemals genug Energie aufbringen, um dem Schwarzen Loch zu entkommen – ganz egal, wie stark seine Triebwerke und wie groß seine Treibstoffreserven sind. Das Raumfahrzeug hat einen sogenannten Point of no Return erreicht, eine Region, in der nichts im Universum der Anziehungskraft des Schwarzen Lochs standhält. Dies ist der Ereignishorizont, dieser äußerste Grenzbereich, der Schwarze Löcher so besonders macht. Keine Materie, kein Teilchen, kein Licht, rein gar nichts kann zurückkehren, wenn es den Ereignishorizont erst einmal überschritten hat. Alles, was sich über ihn hinauswagt, ist vom Rest der Schöpfung unwiderruflich abgeschnitten. Es ist fast so, als würde das, was den Ereignishorizont durchschritten hat, in ein völlig anderes Universum eintreten. Für unseres ist es für immer verloren.

Ein Ereignishorizont ist als abstrakte Grenze eine kompliziertere Angelegenheit, als es zunächst scheinen könnte. Jahrzehntlang gingen die Physiker davon aus, dass es in der Nähe eines Ereignishorizonts nichts Besonderes zu sehen gäbe. Schließlich ist er ein Portal, das nur in einer Richtung Einlass gewährt und direkt in den Schlund eines Schwarzen Lochs führt, sodass dieses niemals Licht ausstrahlen kann. Alles Licht, das aus dem Inneren des Ereignishorizonts schiene, würde umgehend wieder verschluckt werden. Um die Region eines Ereignishorizonts müsste vollkommene Finsternis herrschen. Das dachten die Wissenschaftler zumindest.

Hawkings großer wissenschaftlicher Triumph Mitte der 1970er Jahre war der Nachweis, dass diese Auffassung falsch war. Mithilfe mathematischer Berechnungen zeigte er, was ein Teleskop nicht sehen konnte: Direkt an der Grenze des Ereignishorizonts gab es ein schwaches Schimmern. Der Point of no Return war gar nicht so gesichtslos wie gedacht.

Seither versuchen die Kosmologen, die Eigenschaften des Ereignis-

horizonts zu bestimmen. Was passiert genau, wenn ihn ein Stück Materie überquert und in die Singularität eines Schwarzen Lochs fällt? Was würde ein Astronaut beim Sturz in ein Schwarzes Loch sehen, wenn er diese Grenze überschritte? Leider widersprechen die Wissenschaftler einander bereits, wenn sie die einfachsten Fragen zu den Schwarzen Löchern zu beantworten versuchen. Ein solcher Widerspruch gab den Anstoß zu Stephen Hawkings letzter Forschungsarbeit, seinem letzten wissenschaftlichen Kreativitätsschub. Es war sein allerletzter Versuch, die Geheimnisse des Schwarzen Lochs zu ergründen.

Die Relativitätstheorie besagt, dass ein Beobachter in freiem Fall die Effekte der Gravitation eigentlich nicht spüren dürfte.* Dies impliziert, dass ein Astronaut, der in ein Schwarzes Loch stürzt, beim Durchqueren des Ereignishorizonts nichts Auffälliges bemerken wird – keine physische Grenze und kein sonstiges Zeichen wird also den Point of no Return markieren. Kosmologen nennen dies das «Kein-Drama-Postulat». Doch 2012 veröffentlichten die vier Wissenschaftler Joe Polchinski, Ahmed Almheiri, Donald Marolf und James Sully einen richtungsweisenden Aufsatz, in dem sie – überzeugend – darstellten, dass dieses Postulat falsch sein musste, falls Hawking mit seinem Schimmern der Schwarzen Löcher Recht behielt. Tatsächlich würde der Astronaut einer gewaltigen «Feuerwand» aus Strahlung begegnen und sofort verglühen. Das klingt aber doch ganz schön nach Drama.

Das glaubte Hawking nicht. Als Experte der Relativitätstheorie war er fest überzeugt von der Grundannahme, dass ein Beobachter in freiem Fall von der Anziehung durch ein Gravitationsfeld nichts mitbekommt. Eine Feuerwand würde dem Beobachter dagegen verraten, dass er es mit dem Gravitationsfeld des Schwarzen Lochs zu tun hatte (wenn auch nur für den Sekundenbruchteil bis zu seinem Verglühen). Hawkings Meinung nach passte eine solche Verhaltensweise nicht zu Schwarzen Löchern.

Polchinski und seine Kollegen hatten allerdings ein gewichtiges Argument vorgebracht. Irgendetwas stimmte definitiv nicht mit dem Bild von den Schwarzen Löchern, ebenjenem Bild, das Hawking über

* Außer, technisch gesehen, im Fall der Gezeitenkräfte: einer Dehnkraft, die den Astronauten schließlich, während er auf die Singularität zufällt, zu Spaghetti macht. Bei ausreichend großen Schwarzen Löchern sollte diese Gezeitenkraft am Ereignishorizont keine Rolle spielen.

die letzten 50 Jahre mitgeprägt hatte. Eine Lösung musste her, und Hawking war entschlossen, sie zu finden.

Ende 2013 verkündete er einer Gruppe von Physikern, die ihm mit Achtung, aber auch mit Skepsis begegneten, ihr bisheriges Denken über Schwarze Löcher sei grundlegend falsch. Es gebe, erklärte er mit seiner vertrauten, computergenerierten Stimme, «keine Ereignishorizonte und keine Feuerwände [...], diesen Ereignishorizont, von dem viele von Ihnen ausgehen, kann es gar nicht geben». Dieser Auftritt war rätselhaft; Hawking leugnete offenbar genau das, was ein Schwarzes Loch zum Schwarzen Loch macht: die Existenz seines Ereignishorizonts. Aber kaum jemand außerhalb des Spezialgebiets der Kosmologie, das sich mit Schwarzen Löchern befasst, hatte die leiseste Ahnung, was Hawking damit andeuten wollte. Und selbst seine Physikerkollegen begriffen nicht so recht, worauf er hinauswollte.¹⁴

Hawking schien zu behaupten, dass es am Ende doch keinen Ereignishorizont gab, der von einer Seite her undurchdringlich war. Vielmehr sollte hineingestürzte Materie wieder entweichen und vom Schwarzen Loch wieder ausgestoßen werden können. Theoretisch ging also doch keine Information verloren. Leider lieferte Hawking nur so wenige Details, dass nicht einmal Spezialisten seine Argumentation nachvollziehen konnten. «Es klingt fast so, als wollte er die Feuerwand durch eine Chaoswand ersetzen», sagte Polchinski einem Reporter. Ein anderer Physiker am Caltech, Sean Carroll, fügte hoffnungsvoll hinzu: «Sehr wahrscheinlich hat Hawking noch ein besseres Argument zur Hand und muss es nur noch zu Papier bringen.»¹⁵

Anfang 2014 brachte Hawking es schließlich zu Papier, ohne dass es viel geholfen hätte. Er veröffentlichte im Internet einen Artikel, der im Wesentlichen eine wörtliche Wiedergabe seiner Rede von 2013 war und keine weiteren Details enthielt, die seine Physikerkollegen hätten unter die Lupe nehmen können. Er hatte nur ein paar Sätze hinzugefügt, von denen einer darauf abzielen schien, die Vorstellungskraft der Leser zu wecken. Denn der Meister der Schwarzen Löcher erklärte nun plötzlich: «Die Abwesenheit eines Ereignishorizonts bedeutet, dass es keine Schwarzen Löcher gibt – zumindest nicht im Sinne eines Systems, aus dem Licht nicht in die Unendlichkeit entfliehen könnte.»¹⁶

Die Nachricht verbreitete sich rasch um die Welt. «Stephen Hawking behauptet, es gibt keine Schwarzen Löcher, und Einstein dreht sich im Grab um», titelte eine grammatikalisch überforderte Zeitung groß und

breit auf der ersten Seite. «Stephen Hawking erstaunt die Physiker, indem er erklärt: «Es gibt keine Schwarzen Löcher»», behauptete eine weitere. Verglichen mit den Feuerstürmen, die Hawking in seiner Glanzzeit entfacht hatte, war dies nur eine kleine Rauchfahne. Aber immerhin berichteten die Presseagenturen von Bangladesch bis Kanada endlich einmal wieder über die Forschungen des Physikers. Es war das erste Mal seit einem Jahrzehnt.¹⁷

* * *

Dabei war es nicht etwa so, dass die Medien Hawking ignoriert hätten. Im Gegenteil. Nur war es in den Schlagzeilen nie um seine Wissenschaft gegangen, sondern eher um seine öffentlichen Erklärungen – oder um sein Privatleben. Kein anderer Wissenschaftler, nicht einmal Einstein, hatte die Öffentlichkeit mit seiner Lebensgeschichte, die zudem zahlreiche Male verfilmt worden war, so sehr gefesselt.

«Der mit Spannung erwartete Film «Die Entdeckung der Unendlichkeit» von Focus Features hatte Sonntagabend in Toronto Premiere, bejubelt von den bislang stürmischsten Ovationen des ganzen Festivals», schrieb Hollywoods Branchenblatt *Variety* begeistert. «Stephen Hawkings Biopic mit Eddie Redmayne und Felicity Jones (als seine Frau Jane Hawking) in den Hauptrollen ließ kein Auge trocken.»¹⁸

Es war nicht der erste Film über Hawking, aber wohl der erfolgreichste. (Bald schon verschaffte er dem schlaksigen, sommersprossigen Redmayne einen Oscar für seine Darstellung des Physikers im Kampf gegen die Krankheit, die ihn zunehmend unbeweglich machte.) Im Kern jedoch war *Die Entdeckung der Unendlichkeit* eine echte Liebesschnulze, die Hawking selbst mit einigem Spott als «weitgehend wahr» beschrieb.¹⁹

Die Geschichte beginnt mit dem jungen Stephen als einem unbeholfenen – gesunden – Wunderknaben, der sein Studium an der Universität Cambridge aufnimmt. Kurz nach der Begegnung mit Jane Wilde als der Liebe seines Lebens wird bei ihm die Motoneuron-Krankheit diagnostiziert, zwei Jahre sollen ihm noch bleiben. Natürlich stürzt er in Wut und Verzweiflung. Janes Liebe holt ihn aus dem tiefen Loch heraus, und Stephen beschließt, aus der ihm verbleibenden Zeit das Beste zu machen, indem er die Zeit selbst erforscht.

Die Liebesgeschichte steht von Anfang an unter einem schlechten Stern. Jane und Stephen streiten den ganzen Film hindurch über die

Religion. Als gläubige Anglikanerin deutet sie seine Arbeit – seine Versuche, «mit einer einzigen Gleichung zu beweisen, dass die Zeit einen Anfang hatte ... mit einer einzigen, eleganten Gleichung, die alles erklären wird» – abwechselnd als Bestätigung und Leugnung der Existenz des Schöpfers, der ihr doch so viel bedeutet. Und als sich Stephens Krankheit zusehends verschlimmert, bittet Jane den verwitweten Chorleiter Jonathan Hellyer Jones um Unterstützung im Haushalt und darum, Stephens Kindern ein Ersatzvater zu sein. Jane verliebt sich in ihn, und als Stephen seiner Frau mitteilt, dass er «nichts dagegen hat», wenn Jones ins Haus kommt, verrät sein gequälter Gesichtsausdruck, was diese Erlaubnis in Wahrheit für ihn bedeutet.²⁰

Doch Jane widersteht der Versuchung, ihren Gefühlen nachzugeben. Der Film lässt durchblicken, dass ihre Beziehung zu Jones trotz der gegenseitigen Anziehung ganz und gar keusch bleibt. Erst als Stephen sich in seine Krankenschwester verliebt – was zu einem tränenreichen und lyrischen Abschied führt, nach dem sich die Wege trennen –, kann Jane den unterdrückten Gefühlen endlich nachgehen. Doch die Getrennten bleiben Freunde, und der Film endet damit, dass sich das Paar Hand in Hand liebevoll anschaut, während ihre drei glücklichen Kinder in der Nähe spielen.

Außer in den wenigen Momenten von Verzweiflung und Schmerz trägt der von Redmayne gespielte Hawking stets ein verzerrtes, schalkhaftes Grinsen auf dem Gesicht. Er zeigt sich auch dann noch umgänglich und mitfühlend, als er seine Frau nach 24 Jahren Ehe wegen der Krankenschwester verlässt, die ihn verführt hat. Felicity Jones in der Rolle der Jane wirkt gereizt. Ihre Versuche, sie stoisch und entschlossen darzustellen, kommen so rüber, als wäre sie von der Krankheit ihres Mannes genervt. Das entsprach aller Wahrscheinlichkeit nach nicht Janes Vorstellungen, als sie sich zum Verkauf der Filmrechte zu ihrem Buch bereit erklärte.

Die Entdeckung der Unendlichkeit basiert auf Jane Hawkings 500 Seiten langer Autobiographie *Die Liebe hat elf Dimensionen. Mein Leben mit Stephen Hawking*, die eine überarbeitete Fassung ihres früheren 600-seitigen, offenerherzigen Buches *Music to Move the Stars* war. In ihren Büchern hatte Jane das Narrativ unter Kontrolle. Dass die Kinoversion die Geschichte nicht so erzählte, wie sie es erwartet hatte, störte sie sichtlich.

«Der Film zeigt eigentlich nur einen Teil unseres Lebens in Cambridge», sagte Jane Hawking gegenüber *The Guardian* und erklärte, der Film vermittele kein Gefühl davon, welche Belastung es bedeutete, sich

um Stephen zu kümmern, vor allem angesichts all der Reisen, die er unternehmen musste. (Ihre Bitte, eine Videomontage mitaufzunehmen, die das hektische Packen und Verstauen und sonstige Reisevorbereitungen zeigen sollte, wurde abgewiesen.) Auch gefiel ihr gar nicht, dass sie im Film «anscheinend keinerlei Freunde oder Beziehungen hatte». «Ich wusste, dass Fehler im Film für immer das Bild in der Öffentlichkeit prägen würden. Und genauso ist es geschehen», sagte sie und fügte hinzu: «So was wollte ich natürlich nicht. Ich fand es sehr irritierend. Glauben Sie bloß nie, was Sie in einem Film vorgesetzt bekommen.»²¹

Obgleich der Film auf der Autobiographie seiner Frau basierte und nicht auf seiner eigenen, trug Hawking eine Menge zur Produktion bei. Er verbrachte Zeit mit Redmayne und ließ dem Produktionsteam sogar seine charakteristische Roboterstimme. «Anfangs hatten wir diese künstliche Version seiner Stimme verwendet, die das Unternehmen für uns hergestellt hatte», sagte Redmayne der Kinozeitschrift *Empire*. «Am Ende [eines frühen Test-Screenings] gab er uns das Copyright, seine tatsächliche Stimme zu nutzen.»^{22*}

Jane erhielt als Autorin des Buches, das dem Film zugrunde lag, im Abspann natürlich einen Ehrenplatz, ihr Name erscheint direkt nach dem Regisseur, den Produzenten und dem Drehbuchautor in gleich großer Schrift.^{23**}

Dann folgen die Schauspieler und das Filmteam sowie Dutzende Dankesbekundungen, darunter an verschiedene Kunstschaffende, an Drehorte und Organisationen, die der Reproduktion von Bildern im Film zustimmten. Selbst Janes Eltern, die schon Jahre vor den Dreharbeiten gestorben waren, wurde ein besonderer Dank zgedacht.

Keinerlei Erwähnung im Abspann fand dagegen: Stephen Hawking.

* * *

* Inwieweit Hawking und seine Nachlassverwalter bestimmen konnten und können, wie Dritte seine Kunststimme verwenden dürfen, ist eine interessante juristische Frage. Das Computerprogramm wurde von anderen entwickelt und kann daher von anderen genutzt werden. Trotzdem ist es ebenso eindeutig wie sein Gesicht mit ihm assoziiert. Ich bin zwar auf Warenzeichen in Zusammenhang mit Hawkings Namen gestoßen, aber auf kein Copyright und ebenso wenig auf einen Hinweis darauf, ob ihm ein solches zusteht.

** Die Schriftgröße scheint in Hollywoodkreisen eine große Rolle zu spielen.

Hawking hatte eigene Filmprojekte, wenn auch nie annähernd in der Größenordnung der Produktion, an der seine Exfrau mitgewirkt hatte. (*Die Entdeckung der Unendlichkeit* brachte weltweit über 120 Millionen Dollar ein.^{24*}) Der Professor und seine Roboterstimme tauchten regelmäßig in den Wissenschaftssendungen der Kabel-TVs auf.

Ein Dokumentarfilm über *Das Stammzellenuniversum mit Stephen Hawking*, den der Sender Discovery Science im April 2014 ausstrahlte, beginnt mit einer Aufnahme des Physikers in seinem Rollstuhl, überblendet von einer Spiralgalaxie, die mit leuchtenden Kugeln langsam seinen Körper umkreist, während er erzählt: «Ich habe mein Leben mit der Erforschung der Mysterien des Kosmos zugebracht, aber es gibt noch ein anderes Universum, das mich fasziniert: Es ist in unserem Körper verborgen.» Worauf sich die Galaxie plötzlich zusammenzieht und auf Hawkings Oberkörper in sich zusammenstürzt. Und mit einem Knall entfaltet sich erneut eine Galaxie, die mit ihren unscharfen, glühenden Kügelchen um den Physiker kreist. «Unsere eigene, persönliche Zellen-galaxie. Heute stehen wir an der Schwelle zu einem neuen Zeitalter der Medizin. Einem Zeitalter, in dem wir unseren Körper von allen Krankheiten heilen können, und das nur, weil wir Zellen in uns haben, die besondere Kräfte besitzen.»²⁵

Man möge Hawking die Übertreibung nachsehen; schließlich ist er Kosmologe und kein Biologe oder Mediziner. Die unbeholfene Szene, in der die Brücke von der Galaxie zu den Zellen geschlagen wird, soll überspielen, dass Hawking in Sachen Stammzellenforschung keinerlei Expertise hat oder womöglich gar nichts darüber weiß. Es kommt nicht darauf an. Hawking ist die personifizierte Wissenschaft. Sein bloßer Auftritt signalisiert dem Publikum, dass es ernstzunehmende, neueste Forschungsergebnisse erwarten darf. Hawkings sechsteilige Serie *Science of the Future*, ausgestrahlt 2014 im National Geographic Channel, beschäftigte

* Selbst bei einem derartigen Kassenschlager verdient der Autor nicht unbedingt viel. Eine Meldung an die US-Börsenaufsicht von 2006 legte die Bedingungen von Janes Vertrag für die Filmrechte zu *Music to Move the Stars* offen. Demnach erhielt sie für die Option zur Verfilmung 2000 Dollar, und für den Fall, dass der Film je produziert würde, 2,5 Prozent des Produktionsbudgets und einen Anteil am Nettogewinn in gleicher Höhe. Sollte der Vertrag zu ihrem Buch *Die Liebe hat elf Dimensionen* ähnlich lautend gewesen sein, dürfte sie an der Verfilmung höchstens einige hunderttausend Dollar verdient haben.

sich mit Themen wie virtuelle Realität, Roboter, Städtebau und Militärtechnik – nichts also, was auch nur annähernd mit seinen Forschungsbereichen zu tun gehabt hätte. Hawking hatte seine Stimme und seinen Namen hergegeben und der Sendung so mehr Glaubwürdigkeit verliehen. Viel mehr vermochte (und brauchte) er nicht beizusteuern.

Einzigartig unter den Stars von heute, konnte Hawking seine Stimme buchstäblich an eine Produktion verleihen. Wegen einer Tracheotomie, die ihm Mitte der 1980er Jahre das Leben rettete, hatte Hawking seine Kehlkopffunktion und somit sein Sprechvermögen verloren. Ein Team von Ingenieuren und Softwareentwicklern rüstete seinen Rollstuhl mit einem Computersystem aus, das er sogar mit seinen schwindenden motorischen Fähigkeiten steuern konnte. In dieses System war ein Sprachsynthesizer eingebaut. Hawking konnte langsam einen Satz bilden und ihn dann mit einer kleinen Muskelzuckung an die Sprachbox verschicken, die die eingegebenen Worte dann so gut wie möglich artikulierte.

Hawkings Stimme war buchstäblich entkörperlicht: Sie residierte in einem kleinen Computer, der unabhängig von seinem Herrn handeln konnte – und dies auch tat.

Manchmal ließ Hawking, statt seine Sätze in mühseliger Kleinarbeit selbst zusammenzustoppeln, andere für ihn Sätze bilden und speicherte sie in seinem Computer ab, um sie nach Belieben nutzen zu können.* Mit einem Zucken, einem Muskelsignal schickte er diese fremden Worte durch die Verlängerung seines Körpers, um sie über seine Sprachbox zu seinen eigenen werden zu lassen.

Hawking brauchte in seinem Rollstuhl noch nicht einmal persönlich aufzutreten. Als die Produzenten von *Die Entdeckung der Unendlichkeit* seine Stimme nutzen durften, hatte er Filmemachern schon fast 30 Jahre wiederholt die Genehmigung zur Nutzung seines Sprachsynthesizers erteilt. Errol Morris, der 1990 die Verfilmung von *Eine kurze Geschichte der Zeit* drehte, sagt, Hawking habe ihm eine Kopie seiner Sprachbox-Software gegeben, sodass er dessen Stimme auch in Abwesenheit des Wissenschaftlers generieren konnte. «Theoretisch hätte ich Hawking

* In seiner Bestzeit brachte Hawking es auf gerade einmal 15 Wörter pro Minute, typischer waren 3 Wörter pro Minute oder weniger. Zum Vergleich: Bei gesunden Menschen liegt das Tempo, über den Daumen gepeilt, im Englischen bei rund 120 Wörtern pro Minute.

alles sagen lassen können. Das ist ein ganz schön merkwürdiges Gefühl», sagt Morris. «Du tippst einfach einen Satz ein, speicherst ihn ab und stellst ihn dann in den Film.» Als Morris an einer von Hawkings Aussagen gefeilt hatte, fiel es diesem sofort auf. «Er sagte: <Sie haben das geändert>», erinnert sich Morris, «und dann sagte er noch: <Aber so gefällt es mir besser.>»²⁶

Anders als ein regulärer Schauspieler verhaspelte Stephen Hawking sich nie im Text. Dieser musste ja nur korrekt im Computer eingegeben werden, damit er Satz für Satz wieder richtig herauskam. Und da Hawking beim Sprechen die Lippen nicht bewegte, brauchte ein Regisseur mit unbegrenztem Zugriff auf Hawkings Sprachbox nur die einzelnen Aufnahmen von ihm mit den Worten aus dem Computer zu unterlegen, damit es so aussah, als hätte er sie gerade selbst eingegeben – egal, ob die Mitteilungen ans Publikum nun von ihm stammten oder ob er selbst sie vielleicht noch nie gehört hatte. Wenn Hawking einer Filmproduktion seine Stimme überließ, gestand er dem Regisseur eine fast unumschränkte Verfügungsgewalt über sie zu – und erwies ihm ein unglaubliches Entgegenkommen, mit dem sich viel Geld sparen ließ. Man benötigte nur ein paar Szenen mit dem Physiker im Rollstuhl und einige Nahaufnahmen, die die Bewegungen seines Auges oder seinen unbequem auf der Schulter liegenden Kopf zeigten (gewöhnlich mit langsam kreisenden Spiralen in einem holzgetäfelten Raum), und das war es für die Produktion. Die Cutter konnten dann nach Belieben Aufnahmen zusammensetzen und mit Wörtern unterlegen, die auf dem Sprachsynthesizer abgespeichert waren.*

Im Jahr 2016 gab Hawking seinen Namen für eine schräge Fernsehserie her, die öffentliche US-Fernsehsender ausstrahlten. Teils als Reality

* Trotzdem konnte Hawking als Schauspieler mitunter schwierig sein. Der Regisseur eines Dokumentarfilms von 2005 erzählte der Soziologin Hélène Mialet, dass Hawking einmal völlig verspätet zu einem Drehtermin erschienen und überraschend gereizt vor Drehende wieder verschwunden sei. Als der Regisseur später versuchte, die Hawking-Stimme zu bekommen, fahndete der Regisseur «im Internet nach einer ähnlichen Stimme, aber wir fanden keine». Am Ende ließ sich der Physiker dann doch noch überzeugen, das vorbereitete Skript zu «verlesen». Hélène Mialet, *Hawking Incorporated: Stephen Hawking and the Anthropology of the Knowing Subject*, Chicago: University of Chicago Press, 2012, S. 96 ff.

Show, teils als Wissenschaftsdokumentation angelegt, zeigte sie einen Stephen Hawking, der als *Genius* Kandidaten aufforderte, Probleme zu lösen, die wissenschaftliche Prinzipien illustrierten. (In einer Folge wurde einem Team zum Beispiel die Aufgabe gestellt, einen Kübel mit Eis zu schmelzen, ohne dabei auf eine der üblichen Wärmequellen zurückzugreifen. Am Ende kamen die Kandidaten darauf, eine Metallstange hin und her zu biegen und so mechanische Energie in Wärmeenergie zu verwandeln.) Für die gesamte Serie, die aus sechs einstündigen Folgen bestand, brauchte der Regisseur von Hawking keine vier Minuten Filmmaterial. Die Cutter verwendeten immer wieder die gleichen Aufnahmen aus einer kleinen Sammlung – jeweils unterschiedlich zusammengeschnitten, digital farblich bearbeitet, leicht verfremdet oder sogar im Rücklauf, um sie anders aussehen zu lassen. Nur für besonders aufmerksame Beobachter war erkennbar, dass es immer dasselbe Filmmaterial war, obwohl Hawking in einer Folge über Chemie, in der nächsten über Evolution und in der dritten über die Ausdehnung des Universums redete.²⁷

«Im Scherz hab ich da zu ihm gesagt, dass er der erste TV-Sprecher ist, der nicht spricht», erzählt Errol Morris.²⁸

* * *

Zu einem langsamen, gemächlichen Beat ertönt klagend die elektrische Gitarre, erhebt ein sanftes, katzenartiges Wehklagen und verklingt dann wieder. Wie aus dem Nichts schaltet sich eine Roboterstimme ein. «Die Sprache hat die Mitteilung von Gedanken ermöglicht und die Menschen in die Lage versetzt zusammenzuarbeiten, um Unmögliches zu schaffen», sagt Hawking. Keyboard und Gitarre schrauben sich in einer Stimmlage immer weiter in die Höhe, während er seinen Monolog fortsetzt. «Die größten Errungenschaften der Menschheit wurden durch Worte erreicht.»

Es war nicht Hawkings erster Auftritt in einem Album von Pink Floyd. Zwei Jahrzehnte davor hatte der Physiker seine Stimme schon zu ihrem Song «Keep Talking» beigesteuert. 2014 beschloss Pink Floyd nach 20 Jahren erstmals wieder ein Album zu veröffentlichen, und wieder enthielt es eine Aufnahme von Hawking, «Talkin' Hawkin'». Mit Hawkings fremd klingender Stimme fiel sie so psychedelisch aus wie der frühere Song.

Hawking wurde in der Welt des Rock allmählich zu einer festen Größe. 2015 begleitete er U2 – wenn auch nur virtuell – auf ihre iNNO-CENCE+eXPERIENCE-Tournee. Bei jedem Auftritt wurde den Fans ein Video präsentiert, in dem Hawking erklärte: «Ein Planet. Eine Menschheit. Wir sind verschieden und doch alle eins.» Dieser Text löste bereits Jubel aus, noch mehr jubelte das Publikum aber, wenn er kurz darauf verkündete: «Wir geben den gewählten Mandatsträgern ihre Macht und können sie ihnen auch wieder nehmen.»²⁹

Als Hawking seine Gage für das U2-Video erhielt, war seine Stiftung gegründet und auch bereits aktiv. Bei einem Galadinner im Herbst 2015 in der Londoner Royal Institution of Great Britain kamen er und weitere Prominente – wie etwa Eddie Redmayne – zusammen, um dieses neue Projekt des Physikers zu lancieren: Zur Förderung der Kosmologie und zur Unterstützung von Menschen mit ALS vergab die Stiftung kleine Stipendien an junge Briten, damit sie an dem sogenannten Space Camp teilnehmen konnten, und erstellte sogenannte Scitunes – Musikvideoclips mit wissenschaftlichen Inhalten für den Unterricht in der Schule –, zudem finanzierte sie Forschungen über das früheste Universum. Von Hawkings Schwester Mary, seinem Freund Kip Thorne und seinem Kollegen aus Cambridge Malcolm Perry geleitet, warb die Stiftung schon bald um Spenden.

In ihrem ersten Finanzbericht erklärte die Hawking Foundation, sie habe aus einer Reihe von Quellen 26 000 Pfund eingenommen: darunter aus den Rechten am U2-Video, der Vermarktung einer Serie von Briefmarken, die auf der Isle of Man emittiert wurden (eine der Briefmarken zeigte Hawkings linke Gesichtshälfte, perfekt gespiegelt durch Einsteins rechte Gesichtshälfte auf einer anderen Marke derselben Serie), und dem Verkauf von Duftkerzen. Die Summe war nicht besonders hoch – direkte Spenden brachten rund das Doppelte ein.³⁰

Angesichts der spärlichen Mittel, die in die Kassen der Stiftung flossen, dürfte auch Hawking im Tausch für seinen guten Namen vergleichsweise nur Almosen erhalten haben. Trotz der Versuche seines Agenten, weitere Finanzquellen zu erschließen, hatte er sich für einen neuen Weg entschieden.

«Er hatte eine Besprechung mit mir anberaunt», sagt Al Zuckerman. Er arbeitete seit den frühen 1980ern mit Stephen Hawking, seit dieser beschlossen hatte, ein populärwissenschaftliches Buch zu schreiben. «Ich habe ihm zu einer Menge Geld verholfen», sagt Zuckerman schmun-

zelnd. «Oder sollte ich sagen: Er hat mir zu einer Menge Geld verholfen?» Obwohl er schon so lange für Hawking arbeitete, hatte er nie einen Exklusivvertrag mit ihm abgeschlossen und wickelte auch nicht alle seine gewinnbringenden Projekte ab. «Er hatte ein Büro mit wechselnder Besetzung, das mit Anfragen für Auftritte Hawkings – mal in Universitäten, mal bei Konferenzen – bestürmt wurde und wirklich einiges Geld für ihn hätte lockermachen können», sagt Zuckerman. «Aber seine Leute waren eher unbedarft, sodass die meisten Anfragen gar nicht erst auf meinem Tisch landeten.» Es war nicht gerade ein effizientes Arrangement, schien aber Hawking und Zuckerman gleichermaßen zufriedengestellt zu haben. Daher kam die Besprechung für Zuckerman völlig überraschend.³¹

«Wir trafen uns also gemeinsam mit [seiner Anwältin], die mich feuern wollte. Und das tat sie dann auch», sagt Zuckerman. «Ich denke, er wollte mehr Geld verdienen. Dabei hatte ich mich so intensiv auf die Suche nach weiteren Einkommensquellen gemacht. Aber als es hart auf hart kam, entschied er sich für seinen Briten.» (Robert Kirby, einen Agenten, der Hawking in dessen letzten beiden Lebensjahren vertrat und jetzt, während das vorliegende Buch geschrieben wird, seinen Nachlass verwaltet.)

Inzwischen sind etwa drei Jahre seit dieser Besprechung vergangen, und Zuckerman scheint noch immer etwas perplex. «Er hat sich für Kirby entschieden, und ich habe keine Ahnung, warum. Ich habe mich wirklich ins Zeug gelegt, um Geldquellen für ihn ausfindig zu machen, und weiß nicht, ob ich was Falsches gesagt habe», erklärt Zuckerman. «Aber ich fürchte, bei der Besprechung habe ich den Fehler gemacht, fast nur mit seiner Anwältin zu sprechen. Sie hatte ja einen Draht zu ihm und verstand immer auf Anhieb, was er sagte. Sie konnte antworten, obwohl er abgewandt dasaß und die ganze Zeit nur auf seinen Computer schaute. Ich hätte nicht sie, sondern ihn direkt ansprechen müssen. Aber, na ja», seufzt Zuckerman. «Zum Glück bin ich für mein Auskommen, für mein Leben nicht mehr angewiesen auf ...» Er verstummt.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de