



MICHIO KAKU

DIE PHYSIK DES UNMÖGLICHEN

BEAMER, PHASER, ZEITMASCHINEN

372003

ISBN 978-3-7089-1400-0

rowohlt
e-BOOK

Die Physik des Unmöglichen

Beamer, Phaser, Zeitmaschinen

Aus dem Englischen von Hubert Mania

 **rc**wohlt
e-BOOK

Werden wir irgendwann durch Wände gehen können? In Raumschiffen mit Lichtgeschwindigkeit zu fernen Planeten reisen? Wird es uns möglich sein, Gedanken zu lesen? Oder Gegenstände allein mit unserer Willenskraft zu bewegen? Bislang waren derlei Fähigkeiten Science-Fiction- und Fantasy-Helden vorbehalten. Aber müssen sie deshalb auf immer unerreichbar bleiben?

Der renommierte Physiker Michio Kaku zeigt uns, was nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft möglich ist und was vielleicht in Jahrhunderten oder Jahrtausenden realisierbar sein wird. Seine Ergebnisse überraschen – und eröffnen faszinierende Perspektiven auf die Welt von morgen.

«Eine großartige Quelle der Wissenschaftsunterhaltung.»

DIE ZEIT

«Man wird geradezu hineingezogen in die Welt der kleinsten Teilchen und größten Dimensionen – und stellt mit Verwunderung fest, dass es trotz der phantastischen Ideen letztlich um den eigenen Alltag geht.»

Saarländischer Rundfunk

Michio Kaku, geboren 1947, ist einer der Väter der Stringtheorie und zählt zu den berühmtesten Physikern der Welt. Er arbeitet und lehrt als Professor für theoretische Physik an der City University of New York. Wie Albert Einstein und Stephen Hawking ist er auf der Suche nach der einen Theorie von allem zur Erklärung der fundamentalen Kräfte der Natur.

Inhaltsübersicht

Widmung

Vorwort

Erster Teil Unmöglichkeiten ersten Grades

1. Kraftfelder
2. Unsichtbarkeit
3. Phaser und Todessterne
4. Teleportation
5. Telepathie
6. Psychokinese
7. Roboter
8. Außerirdische und UFOs
9. Raumschiffe
10. Antimaterie und Antiuniversen

Zweiter Teil Unmöglichkeiten zweiten Grades

11. Schneller als das Licht
12. Zeitreisen
13. Paralleluniversen

Dritter Teil Unmöglichkeiten dritten Grades

14. Perpetuum mobile
15. Präkognition

Epilog: Die Zukunft des Unmöglichen

Dank

Anmerkungen

Bibliographie

Register

*Ich möchte dieses Buch meiner lieben Frau Shizue sowie
Michelle und Alyson widmen.*

Vorwort

Wenn eine Idee anfangs nicht absurd klingt, besteht keine Hoffnung für sie.

ALBERT EINSTEIN

Werden wir eines Tages durch Wände gehen? Raumschiffe bauen, die sich schneller fortbewegen als das Licht? Die Gedanken anderer Menschen lesen? Unsichtbar sein? Objekte allein kraft unserer Gedanken bewegen? Unsere Körper blitzartig durch den Weltraum transportieren?

Schon als Kind haben mich diese Fragen fasziniert. Und als Jugendlicher war ich, wie viele Physiker, von der Aussicht begeistert, auf Zeitreise zu gehen, Strahlenpistolen zu haben sowie Kraftfelder, Paralleluniversen und dergleichen zu erforschen. Magie, phantastische Literatur und Science-Fiction-Geschichten regten meine Vorstellungskraft an, und so begann meine lebenslange Liebe zum Unmöglichen.

Ich erinnere mich an die Wiederholungen alter *Flash-Gordon*-Comics im Fernsehen. Jeden Samstag saß ich wie gebannt vor dem Bildschirm und staunte über die Abenteuer von Flash, Dr. Zarkov und Dale Arden. Ich war

hingerissen von der umwerfenden futuristischen Technik, die ihnen zur Verfügung stand: Raumschiffe, Unsichtbarkeitsschilde, Strahlenpistolen und Städte im Himmel. Nie verpasste ich eine Folge. Mit dieser Sendung erschloss ich mir eine völlig neue Welt. Ich war begeistert von der Vorstellung, eines Tages mit einer Rakete zu einem fremden Planeten zu reisen und sein exotisches Territorium zu erforschen. Ich geriet in den Sog dieser phantastischen Erfindungen und war davon überzeugt, dass mein eigenes Schicksal mit den Wundern der Wissenschaft verknüpft war, die in dieser Sendung in Aussicht gestellt wurden.

Wie sich herausstellen sollte, war ich nicht der Einzige. Mancher erfolgreiche Wissenschaftler kam durch die Beschäftigung mit Science-Fiction zu seiner Disziplin. So war beispielsweise der großartige Astronom Edwin Hubble von Jules Vernes Werk fasziniert. Nachdem er dessen Bücher gelesen hatte, gab Hubble seine aussichtsreiche Anwaltskarriere auf, ignorierte den Wunsch seines Vaters und begann eine wissenschaftliche Laufbahn. Schließlich wurde er zum bedeutendsten Astronomen des 20. Jahrhunderts. Die Vorstellungskraft von Carl Sagan, ein ebenfalls berühmter Astronom und Bestsellerautor, wurde durch Edgar Rice Burroughs' Mars-Abenteuerromane angeregt. Wie dessen Romanheld John Carter träumte auch Sagan davon, eines Tages den Marssand zu untersuchen.

Ich war noch ein Kind, als Albert Einstein starb, aber ich erinnere mich, dass die Leute mit gedämpfter Stimme über sein Leben und Sterben sprachen. Am nächsten Tag sah ich in der Zeitung ein Foto mit dem Manuskript seiner größten unvollendeten Arbeit auf seinem Schreibtisch. Was konnte denn so schwierig sein, dass der größte Wissenschaftler unserer Epoche es nicht zu Ende bringen konnte? Im Artikel wurde behauptet, dass Einstein einen unmöglichen Traum gehabt habe, also mit einem so komplizierten Problem befasst gewesen sei, an dem ein Sterblicher einfach scheitern musste. Es dauerte einige Jahre, bis ich herausfand, worum es in dem Manuskript ging, nämlich um eine große einheitliche und «allumfassende Theorie». Sein Traum, der die letzten drei Jahrzehnte seines Lebens beherrscht hatte, half mir, meine eigene Vorstellungskraft auf einen Punkt zu konzentrieren. Ich wollte einen bescheidenen Beitrag zu den Anstrengungen leisten, Einsteins Arbeit zu vollenden und die Naturgesetze zu einer einzigen Theorie zu vereinen.

Mit zunehmendem Alter erkannte ich allmählich, dass Flash Gordon zwar der Held war und immer das Mädchen kriegte, der Wissenschaftler jedoch die Fernsehserie überhaupt erst möglich machte. Ohne Dr. Zarkov hätte es kein Raumschiff und keine Ausflüge nach Mongo gegeben. Und die Rettung der Erde schon gar nicht. Sieht man vom

Draufgängertum einmal ab, dann gäbe es ohne die Wissenschaft keine Science-Fiction.

Mir wurde klar, dass diese Geschichten aus Sicht der betroffenen Wissenschaft undenkbar und nichts weiter als Höhenflüge der Einbildungskraft waren. Zum Erwachsenwerden gehörte aber der Verzicht auf solche Phantasien. Der Ernst des Lebens, so wurde mir gesagt, zwingt den Menschen, das Unmögliche aufzugeben und sich mit dem Machbaren abzufinden.

Allerdings kam ich zu dem Schluss, dass ich, sollte meine Begeisterung für das Unmögliche andauern, den Schlüssel dafür im Reich der Physik suchen müsste. Ohne fundiertes physikalisches Wissen würde ich endlos weiter über Zukunftstechniken spekulieren, ohne jemals zu verstehen, ob sie realistisch wären. Ich erkannte, dass ich mich in fortgeschrittene Mathematik versenken und theoretische Physik studieren müsste. Und genau das habe ich getan.

In der Garage meiner Mutter bastelte ich für mein Forschungsausstellungsprojekt an der Highschool einen Atomzerstäuber. Von der Firma Westinghouse besorgte ich mir 400 Pfund ausgediente Transformatoren. In der Weihnachtszeit wickelte ich 35 Kilometer Kupferdraht um das Fußballfeld der Highschool. Daraus wurde schließlich ein Betatron-Teilchenbeschleuniger mit einer Leistung von 2,3 Millionen Elektronenvolt, der sechs Kilowatt schluckte – was der elektrischen Gesamtleistung unseres Haushalts

entsprach – und ein Magnetfeld erzeugte, das den Erdmagnetismus um das 20000 fache übertraf. Mein Ziel war es, genügend Gammastrahlen zu erzeugen, um Antimaterie herzustellen.

Mein Forschungsprojekt brachte es bis zur National Science Fair und führte schließlich zur Erfüllung meines Traums. Ich bekam ein Stipendium für die Harvard University, wo ich endlich mein Ziel in Angriff nehmen konnte. So wurde ich theoretischer Physiker und konnte in die Fußstapfen meines Vorbilds Albert Einstein treten.

Inzwischen bekomme ich sogar E-Mails von Science-Fiction- und Drehbuchautoren, die mich bitten, ihnen bei der Ausarbeitung ihrer Geschichten an den Grenzen der Naturgesetze zu helfen.

Die relativität des «Unmöglichen»

Als Physiker habe ich gelernt, dass sich das «Unmögliche» häufig als relativer Begriff erweist. Ich erinnere mich, dass während meiner Schulzeit meine Lehrerin eines Tages zu der Weltkarte an der Wand ging und auf die Küstenlinien von Südamerika und Afrika zeigte. Es sei doch in der Tat ein seltsamer Zufall, dass die beiden Gebilde beinahe wie zwei Teile eines Puzzles zusammenpassten. Sie erzählte uns von den Spekulationen einiger Wissenschaftler, Amerika und Afrika könnten vor langer Zeit einmal Teile desselben riesigen Kontinents gewesen sein. Aber das sei

natürlich Blödsinn. Keine Kraft könne wohl jemals zwei gigantische Erdteile auseinandertreiben. Daraus folgte sie, eine solche Vermutung sei unsinnig.

Gegen Ende des Schuljahres nahmen wir die Dinosaurier durch. Sei es nicht merkwürdig, fragte uns die Lehrerin, dass die Dinosaurier viele Millionen Jahre lang die dominierenden Lebewesen auf der Erde waren und eines Tages verschwanden? Niemand wusste, warum sie alle plötzlich gestorben waren. Ein paar Paläontologen vermuteten, ein Meteorit aus dem Weltall habe sie getötet, aber das sei selbstverständlich unmöglich und gehöre eigentlich schon in die Welt der Science-Fiction.

Heute wissen wir, dass die Kontinente sich durch Plattentektonik tatsächlich bewegen und dass vor 65 Millionen Jahren ein riesiger Meteorit von etwa zehn Kilometern Durchmesser mit großer Wahrscheinlichkeit die Dinosaurier und die meisten anderen irdischen Lebewesen ausgelöscht hat. In der kurzen Zeitspanne meines eigenen Lebens habe ich erfahren, wie das vermeintlich Unmögliche immer wieder zu bestätigter wissenschaftlicher Erkenntnis avancierte. Ist es daher wirklich so undenkbar, dass wir eines Tages in der Lage sein werden, uns von einem Ort zum anderen zu «beamen» oder ein Raumschiff zu bauen, das uns zu Sternen bringen wird, die viele Lichtjahre von uns entfernt sind?

Normalerweise würden zeitgenössische Physiker derartige Kunststücke für völlig ausgeschlossen halten. Aber könnten sie vielleicht in ein paar Jahrhunderten Wirklichkeit werden? Oder in 10000 Jahren, wenn unsere Technik weiter fortgeschritten ist? Oder in einer Million Jahren? Um es anders zu formulieren: Wären wir irgendwie in der Lage, einer Zivilisation zu begegnen, die der unsrigen um eine Million Jahre voraus wäre, würde uns dann deren Alltagstechnik nicht wie Zauberei vorkommen? Dies ist eine zentrale Frage, die in diesem Buch immer wieder auftauchen wird: Muss etwas auch in künftigen Jahrhunderten oder Jahrmillionen undenkbar bleiben, nur weil es heute «unmöglich» erscheint?

Angeichts der bemerkenswerten wissenschaftlichen Fortschritte im letzten Jahrhundert – vor allem durch die Konzepte der Quantenmechanik und der allgemeinen Relativitätstheorie – ist es heute möglich, grob abzuschätzen, wann, falls überhaupt, einige dieser phantastischen Techniken Wirklichkeit werden könnten. Im Rahmen weiter fortgeschrittener Denkmodelle, wie etwa der Stringtheorie, werden inzwischen sogar Konzepte, die an Science-Fiction grenzen wie Zeitreisen und Paralleluniversen, von Physikern neu bewertet. Werfen wir einmal einen Blick auf die technischen Fortschritte, die vor 150 Jahren von Wissenschaftlern als «unmöglich» bezeichnet wurden. 1863 hatte Jules Verne seinen Roman

Paris im 20. Jahrhundert geschrieben, den er in seiner Schublade verwahrte und der mehr als 100 Jahre verschollen blieb, bis er zufällig von seinem Urenkel entdeckt und erstmals 1994 veröffentlicht wurde. Darin stellte Verne sich vor, wie es im Paris des Jahres 1960 aussehen würde. Er bringt eine Technik zum Einsatz, die im 19. Jahrhundert zweifellos als unmöglich betrachtet wurde, nämlich Faxgeräte, ein weltumspannendes Kommunikationsnetzwerk, Wolkenkratzer aus Glas, benzinbetriebene Automobile und Hochgeschwindigkeitszüge auf Stelzen.

Es überrascht kaum, dass Verne derlei erstaunlich genaue Vorhersagen machen konnte, denn er fühlte sich in der Welt der Wissenschaft zu Hause und kommunizierte mit den herausragenden Köpfen seiner Zeit. Da er großes Verständnis für die Grundlagen der Wissenschaft aufbrachte, gelang ihm dieser bemerkenswerte Blick in die Zukunft.

Bedauernswerterweise vertraten einige der bedeutendsten Wissenschaftler des 19. Jahrhunderts die entgegengesetzte Position und hielten so manche Technik für völlig ausgeschlossen. Lord Kelvin, der vielleicht prominenteste Physiker des Viktorianischen Zeitalterser liegt neben Isaac Newton in der Westminsterabtei begraben –, behauptete, dass Flugapparate, die «schwerer sind als Luft», undenkbar seien. Röntgenstrahlen

betrachtete er als Schwindel, und für das Radio sah er keine Zukunft. Lord Rutherford, der den Atomkern entdeckte, verwarf die Möglichkeit einer Atombombe und bezeichnete sie als «Unsinn». Chemiker des 19. Jahrhunderts erklärten die Suche nach dem Stein der Weisen – eine sagenhafte Substanz, die Blei in Gold verwandeln sollte – zur wissenschaftlichen Sackgasse. Die damalige Chemie beruhte auf der grundlegenden Unwandelbarkeit von Elementen wie etwa Blei. Dennoch ließen sich mit Atomzerstäubern, also mit Teilchenbeschleunigern von heute, Bleiatome zumindest prinzipiell in Goldatome verwandeln. Stellen Sie sich vor, wie phantastisch den Menschen zu Beginn des 20. Jahrhunderts Fernsehen, Computer und das Internet vorgekommen wären.

Es ist noch gar nicht so lange her, da wurden schwarze Löcher als Science-Fiction betrachtet. Einstein höchstpersönlich schrieb 1939 einen Artikel, in dem er «bewies», dass die Bildung schwarzer Löcher ausgeschlossen sei. Und trotzdem haben das Hubble-Teleskop und das Chandra-Röntgenteleskop tausende schwarze Löcher im Weltraum entdeckt.

All dies wurde deshalb als «unmöglich» betrachtet, weil die grundlegenden Gesetze der Physik im 19. und frühen 20. Jahrhundert unbekannt waren. Angesichts der riesigen Lücken im damaligen wissenschaftlichen Verständnis –

insbesondere auf der atomaren Ebene – ist es kein Wunder, dass derlei Fortschritte als undenkbar galten.

Das Studium des Unmöglichen

Ironischerweise sind durch das Studium des Unmöglichen gar nicht selten lohnende und völlig unerwartete Wissenschaftsbereiche erschlossen worden. So hat beispielsweise die jahrhundertelange frustrierende und vergebliche Suche nach einem Perpetuum mobile Physiker zu der Erkenntnis geführt, dass eine solche Maschine ein Ding der Unmöglichkeit sei, was schließlich auf die Formulierung des Energieerhaltungssatzes und der drei Sätze der Thermodynamik hinauslief. Demnach hatten all die Anstrengungen ihren Anteil an der Erschließung des völlig neuen Zweigs der Thermodynamik, die einen Beitrag zur Grundsteinlegung für die Dampfmaschine, das Maschinenzeitalter und die moderne Industriegesellschaft leistete.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts behaupteten Wissenschaftler, es sei «unmöglich», dass die Erde ein paar Milliarden Jahre alt sei. Lord Kelvin erklärte rundweg, eine geschmolzene Erde würde innerhalb von 20 bis 40 Millionen Jahren abkühlen. Damit stand er im Widerspruch zu Geologen und den von Darwin beeinflussten Biologen, die behaupteten, das Alter der Erde ließe sich womöglich in Jahrmilliarden messen. Das

Undenkbares erwies sich mit der Entdeckung der Kernkraft durch Madame Curie und andere schließlich doch als möglich. Denn nun wurde deutlich, wie das Erdinnere in der Tat über Milliarden Jahre hinweg flüssig bleiben konnte.

Wenn wir das Unmögliche ignorieren, dann geschieht das auf eigene Gefahr. In den 1920er und 1930er Jahren stand Robert Goddard, der Begründer der modernen Raketentechnik, im Kreuzfeuer der Kritik jener, die nicht daran glaubten, dass Raketen jemals in den Weltraum vordringen würden. Sie nannten sein Streben spöttisch «Goddards Torheit». Die Redakteure der *New York Times* wetterten 1923 gegen Goddards Arbeit: «Professor Goddard kennt offenbar nicht den Zusammenhang zwischen Aktion und Reaktion sowie die Notwendigkeit, etwas Besseres als ein Vakuum zur Verfügung zu haben, auf das reagiert werden muss. Es mangelt ihm an jenem Grundlagenwissen, das täglich an jeder Highschool vermittelt wird.» Raketen seien ein Ding der Unmöglichkeit, schnauften die Redakteure, da es im Weltraum keine Luft gäbe, gegen die man sich ins Zeug legen könne. Leider gab es einen Staatschef, der das Potenzial von Goddards «unmöglichen» Raketen ganz klar erkannte, nämlich Adolf Hitler. Im Zweiten Weltkrieg brachte die Bombardierung Londons mit undenkbar

fortschrittlichen V2-Raketen der Stadt Tod und Zerstörung und zwang sie beinahe in die Knie.

Das Studium des Unmöglichen hat vielleicht sogar den Lauf der Weltgeschichte geändert. In den 1930er Jahren war die Ansicht weit verbreitet, dass so etwas wie eine Atombombe ein Ding der «Unmöglichkeit» sei. Selbst Einstein glaubte nicht daran. Die Physiker wussten zwar, dass laut Einsteins Formel $E = mc^2$ eine ungeheure Energie im Atomkern verborgen war, aber die von einem einzigen Kern abgegebene Energie war viel zu unbedeutend, um sie in Erwägung zu ziehen. Doch der Atomphysiker Leo Szilard erinnerte sich, den 1914 von H.G. Wells geschriebenen Roman *Befreite Welt* gelesen zu haben, in dem Wells die Entwicklung der Atombombe vorhersagte und dass ihr Geheimnis 1933 von einem Physiker entdeckt werde. Das Buch geriet zufällig 1932 wieder in Szilards Hände. Angespornert von dem Roman, kam er 1933 – genau wie Wells es zwei Jahrzehnte zuvor prophezeit hatte – auf die Idee, die Leistung eines einzigen Atoms mittels einer Kettenreaktion zu vergrößern, sodass die Energie der Spaltung eines einzelnen Urankerns billionenfach verstärkt werden konnte. Daraufhin setzte Szilard eine Reihe entscheidender Experimente an und brachte geheime Gespräche zwischen Einstein und Präsident Franklin D. Roosevelt in Gang, die schließlich zum Manhattan Project führten, dessen Ziel der Bau der Atombombe war.

Wir sehen, dass das Studium des Unmöglichen immer wieder völlig neue Perspektiven eröffnet und den Horizont von Physik und Chemie erweitert hat, sodass die Wissenschaftler gezwungen waren, den Begriff des «Unmöglichen» neu zu definieren. Wie Sir William Osler einmal sagte: «Die Weltanschauungen einer Epoche haben sich in der darauf folgenden Ära als Absurditäten erwiesen, und die Dummheiten von gestern wurden zu den Weisheiten von morgen.»

Manche Physiker pflichten dem berühmten Ausspruch von T.H. White bei, der in *Der König auf Camelot* schrieb: «Alles, was nicht verboten ist, muss obligatorisch sein.» In der Physik finden wir ständig Indizien dafür. Wenn es kein Naturgesetz gibt, das ein neues Phänomen ausschließt, finden wir schließlich heraus, dass dieses Phänomen existiert. Das ist ein paarmal bei der Suche nach neuen subatomaren Teilchen passiert. Bei der Untersuchung der Grenzen des Verbotenen haben Physiker schon häufig unerwartet neue Naturgesetze entdeckt. Eine logische Folgerung aus T.H. Whites Statement könnte auch lauten: «Alles, was nicht unmöglich ist, ist obligatorisch!»

So hat beispielsweise Stephen Hawking zu beweisen versucht, dass Zeitreisen unmöglich seien, indem er ein neues physikalisches Gesetz vorstellte, das sie verbot. Er nannte es die «Chronologieschutz-Vermutung». Unglücklicherweise war er nach jahrelanger harter Arbeit

nicht in der Lage, dieses Prinzip zu beweisen. Und tatsächlich haben Physiker nun das genaue Gegenteil gezeigt, dass nämlich ein Gesetz zur Verhinderung von Zeitreisen über die uns heute zur Verfügung stehende Mathematik hinausginge. Heutzutage müssen die Physiker ihre Verantwortung sehr ernst nehmen, weil es kein Gesetz gibt, das die Existenz von Zeitmaschinen verhindert.

Ich möchte in diesem Buch Techniken betrachten, die heute zwar als «unmöglich» gelten, die aber vielleicht in einigen Jahrzehnten oder Jahrhunderten alltäglich geworden sein werden.

Eine «unmögliche» Technik hat sich inzwischen bereits als machbar erwiesen, nämlich das Phänomen der Teleportation – zumindest auf atomarer Ebene. Noch vor ein paar Jahren hätten Physiker das Senden oder «Beamen» eines Objekts von einem Ort zu einem anderen für eine Verletzung quantenphysikalischer Gesetze gehalten. Die Autoren der Fernsehserie *Raumschiff Enterprise* waren in der Tat so beeindruckt von der Kritik einiger Physiker, dass sie «Heisenberg-Kompensatoren» erfanden, um diesen vermeintlichen Mangel ihrer Teleportationsapparate wegzuerklären. Heute können Physiker dank eines kürzlich geschehenen Durchbruchs Atome durch ein Zimmer oder Photonen unter der Donau entlangteleportieren.

Die Zukunft vorhersagen

Es ist immer ein wenig gefährlich, Vorhersagen zu machen, vor allem, wenn es dabei um künftige Jahrhunderte oder gar Jahrtausende geht. Der Physiker Niels Bohr liebte den Ausspruch: «Voraussagen zu treffen ist schwierig. Vor allem, wenn es dabei um die Zukunft geht.» Aber es gibt einen elementaren Unterschied zwischen der Zeit von Jules Verne und unserer Gegenwart. Heute sind wir mit den grundlegenden Naturgesetzen im Großen und Ganzen vertraut. Physiker verstehen sie inzwischen entlang einer schwindelerregenden Skala von 43 Größenordnungen: vom Inneren des Protons bis zum expandierenden Universum. Deshalb können die Wissenschaftler mit berechtigtem Selbstvertrauen die groben Umrisse künftiger Technik skizzieren und besser zwischen jenen Technologien unterscheiden, die lediglich unwahrscheinlich sind, und denen, die wahrhaft unmöglich erscheinen.

Deshalb teile ich die «unmöglichen» Dinge in diesem Buch in drei Kategorien ein.

Die erste nenne ich «Unmöglichkeiten ersten Grades». Es sind Techniken, die heute noch nicht möglich sind, die aber keine bekannten Naturgesetze verletzen. Deshalb könnten sie, in veränderter Form, noch in diesem oder vielleicht im nächsten Jahrhundert möglich werden. Dazu gehören Teleportation, Antimaterie-Maschinen, bestimmte Formen der Telepathie, Psychokinese und Unsichtbarkeit.

Die zweite Kategorie habe ich als «Unmöglichkeiten zweiten Grades» bezeichnet. Es sind Techniken, die am äußersten Rand unseres Verständnisses der physikalischen Welt angesiedelt sind. Sollten sie überhaupt möglich sein, dann ließen sie sich erst im Lauf künftiger Jahrtausende oder Jahrmillionen verwirklichen.

Die letzte Kategorie nenne ich «Unmöglichkeiten dritten Grades». Diese Techniken verletzen die bekannten Naturgesetze. Erstaunlicherweise gibt es nur sehr wenige solcher unmöglichen Techniken. Sollte sich herausstellen, dass sie realisierbar sind, würde dies einen grundlegenden Wandel unseres Physikverständnisses bewirken.

Ich glaube, die Klassifizierung ist bedeutsam, weil so viele in der Science-Fiction vorkommende Technologien von Wissenschaftlern rundweg als völlig unmöglich abqualifiziert werden, womit sie eigentlich nur sagen wollen, dass sie für eine primitive Zivilisation wie die unsrige undenkbar sind. Die Besuche Außerirdischer werden beispielsweise ausnahmslos als unmöglich bewertet, weil die Entfernungen zwischen den Sternen so enorm groß sind. Während interstellare Reisen für uns eindeutig ausgeschlossen sind, könnten sie für eine Zivilisation, die der unsrigen um Jahrhunderte, Jahrtausende oder Jahrmillionen voraus ist, durchaus im Bereich des Realen liegen. Deshalb ist es wichtig, eine Rangliste für solche «Unmöglichkeiten» aufzustellen.

Techniken, die unsere jetzige Zivilisation nicht verwirklichen kann, sind nicht unbedingt auch für andere Zivilisationstypen unmöglich. Deshalb müssen Behauptungen über Möglichkeiten und Unmöglichkeiten stets technische Entwicklungen in Erwägung ziehen, die unserem Stand der Dinge um Tausende oder Millionen von Jahren voraus sind.

Carl Sagan schrieb einmal: «Was bedeutet es für eine Zivilisation, eine Million Jahre alt zu sein? Radioteleskope und Raumschiffe haben wir erst seit ein paar Jahrzehnten; unsere technische Zivilisation ist ein paar hundert Jahre alt ... eine fortschrittliche, viele Millionen Jahre alte Zivilisation bewegt sich genauso weit außerhalb unseres Spielraums, wie wir selbst über ein Buschbaby oder einen Makaken hinausgewachsen sind.»

Bei meiner eigenen Forschungsarbeit konzentriere ich mich auf die Vervollständigung des Einstein'schen Traums einer «vereinheitlichten Theorie». Ich finde es wirklich berauschend, an einer «endgültigen Theorie» mitzuarbeiten, die ein paar der schwierigsten «unmöglichen» wissenschaftlichen Fragen von heute klären könnte – etwa, ob Zeitreisen möglich sind, was sich im Inneren eines schwarzen Lochs befindet oder was vor dem Urknall geschah. Noch immer hänge ich meinen Tagträumen von meiner lebenslangen Liebe zum Unmöglichen nach und frage mich, ob und wann manche

dieser Unmöglichkeiten wohl einmal zum Alltag gehören werden.

Erster Teil

Unmöglichkeiten ersten Grades

1. Kraftfelder

I. «Wenn ein angesehener, aber älterer Wissenschaftler behauptet, dass etwas möglich ist, hat er mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit recht. Wenn er behauptet, dass etwas unmöglich ist, hat er höchstwahrscheinlich unrecht.»

II. «Der einzige Weg, die Grenzen des Möglichen zu finden, ist, ein klein wenig über diese hinaus in das Unmögliche vorzustößen.»

III. «Jede hinreichend fortschrittliche Technologie ist von Magie nicht zu unterscheiden.»

ARTHUR C. CLARKES «DREI GESETZE»

«Schilde hoch!»

In zahllosen *Raumschiff-Enterprise*-Episoden ist dies der erste Befehl, den Captain Kirk seiner Besatzung zuruft. Die Kraftfelder werden aktiviert, um die Enterprise gegen feindliches Feuer zu schützen.

Die Kraftfelder sind entscheidend in *Raumschiff Enterprise*, der Verlauf einer Schlacht hängt unmittelbar von ihrer Stabilität ab. Immer wenn ihnen Leistung entzogen wird, treffen zerstörerische Schläge auf den Rumpf des Sternenschiffs, bis schließlich die Kapitulation unvermeidlich wird.

Was also ist ein Kraftfeld? In Science-Fiction-Romanen ist das Konzept trügerisch einfach: eine dünne, unsichtbare, aber undurchdringliche Barriere, die wirksam Laserstrahlen und Raketen gleichermaßen abwehren kann. Auf den ersten Blick erscheint ein Kraftfeld derart simpel, dass seine Funktion als Schlachtfeldschild auf der Hand zu liegen scheint. Schon erwartet man, dass irgendwann ein risikofreudiger Erfinder die Entwicklung eines Verteidigungskraftfeldes bekannt gibt. In Wahrheit ist es jedoch wesentlich komplizierter. So wie Edisons Glühbirne die moderne Welt revolutionierte, könnte sich auch ein Kraftfeld erheblich auf alle unsere Lebensbereiche auswirken. Das Militär könnte Kraftfelder benutzen, um unverwundbar zu werden und ein undurchdringliches Schutzschild gegen feindliche Flugkörper und Projektile errichten. Theoretisch ließen sich auch Brücken, Autobahnen und Straßen einfach auf Knopfdruck bauen. Ganze Städte könnten augenblicklich aus der Wüste sprießen, deren Wolkenkratzer ausschließlich aus Kraftfeldern bestünden. Über Ansiedlungen errichtete

Kraftfelder würden den Bewohnern erlauben, die Auswirkungen des Wetters – heftige Winde, schwere Schnee- und Wirbelstürme – beliebig abzumildern. Der Bau von Städten auf dem Meeresboden unter dem sicheren Baldachin eines Kraftfeldes wäre denkbar. Glas, Stahl und Beton ließen sich vollständig ersetzen.

Und dennoch stellt sich die Erzeugung eines solchen Kraftfeldes im Labor womöglich als eine der schwierigsten Herausforderungen schlechthin dar. Tatsächlich sind manche Physiker der Meinung, es sei eigentlich unmöglich, ohne dabei die Eigenschaften des Feldes zu verändern.

Michael Faraday

Das Kraftfeldkonzept stammt aus der Arbeit des bedeutenden englischen Wissenschaftlers Michael Faraday, der im 19. Jahrhundert lebte.

Faradays Eltern gehörten der Arbeiterklasse an. Sein Vater war Schmied, und der junge Michael fristete in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts ein armseliges Dasein als Buchbinderlehrling. Er war fasziniert von den erstaunlichen Durchbrüchen, die mit der Entdeckung der geheimnisvollen Eigenschaften zweier neuer Kräfte einhergingen, nämlich der Elektrizität und des Magnetismus. Faraday verschlang alles, was ihm zu diesen Themen in die Hände fiel, und besuchte die Vorlesungen

von Professor Humphry Davy an der Royal Institution in London.

Eines Tages erlitt Professor Davy bei einem Unfall mit Chemikalien schwere Augenverletzungen und bot Faraday den Job als sein Sekretär an. Allmählich gewann Faraday das Vertrauen der Wissenschaftler an der Royal Institution und erhielt die Erlaubnis, eigene wichtige Experimente durchzuführen, wenngleich er nicht immer mit Respekt behandelt wurde. Im Lauf der Jahre wurde Professor Davy zunehmend eifersüchtig auf die Genialität, die sein junger Assistent zeigte. Sein Ruhm verbreitete sich in den Kreisen der Experimentalphysiker und überstrahlte schließlich Davys eigenes Renommee. Als der Professor 1829 starb, gelangen Faraday ein paar spektakuläre Durchbrüche, die zur Erzeugung von Generatoren führten, die schon bald ganze Städte mit Energie versorgen und den Lauf der Weltzivilisation verändern sollten.

Der Schlüssel zu Faradays größter Entdeckung waren seine «Kraftfelder». Verteilt man Eisenspäne auf einen Magneten, stellt man fest, dass die Späne ein spinnennetzartiges Muster erzeugen, das den ganzen Raum einnimmt. Das sind Faradays Kraftlinien, die in graphischer Form beschreiben, wie elektrische und magnetische Kraftfelder den Raum durchdringen. Will man beispielsweise die Magnetfelder der Erde graphisch darstellen, dann kommen die Linien in der Nordpolregion