

Wie man sein
Leben mit
Quantenphysik
ruiniert

KOSMOS

A stylized atom graphic with a glowing blue nucleus and several elliptical orbits in shades of blue and purple.

**Quanten
Bullshit**

Chris Ferrie



Chris Ferrie

Quanten Bullshit

Wie man sein
Leben mit
Quantenphysik
ruiniert

Aus dem Englischen
von Benjamin Schilling

KOSMOS

Für Albert Einstein

Das hier hätte Ihnen gar nicht gefallen



Welches Thema dich auch begeistert - auf unsere Expertise kannst du dich verlassen. Und das schon seit über 200 Jahren.

Unser Anspruch ist es, dich mit wertvollem Rat zu begleiten, dich zu inspirieren und deinen Horizont zu erweitern.

BEGEISTERUNG DURCH KOMPETENZ

Unsere Autorinnen und Autoren vereinen professionelles Know-how mit großer Leidenschaft für ihre Themen.

WISSEN, DAS DICH WEITERBRINGT

Leicht verständlich, lebensnah und informativ für dich auf den Punkt gebracht.

SACHVERSTAND, DEN MAN SEHEN KANN

Mit aussagestarken Fotos, Zeichnungen und Grafiken werden Inhalte besonders anschaulich aufbereitet.

QUALITÄT FÜR HEUTE UND MORGEN

Dafür sorgen langlebige Verarbeitung und ressourcenschonende Produktion.

Du hast noch Fragen oder Anregungen?

Dann kontaktiere unsere Service-Hotline: 0711 25 29 58 70

Oder schreibe uns: [kosmos.de/servicecenter](https://www.kosmos.de/servicecenter)

INHALT

- 9 **WAS HAT ES MIT DIESEM MERKWÜRDIGEN BUCH AUF SICH?**
- 18 **1 VERDAMMTE QUANTENENERGIE**
- 45 **2 VERFLIXTE MATERIEWELLEN**
- 76 **3 WIR HABEN KEINEN BLASSEN SCHIMMER, WAS LOS IST**
- 103 **4 DIESE ELENDE ZOMBIEKATZE**
- 129 **5 SCHNELLER ALS DAS LICHT**
- 158 **6 UNENDLICH VIELE WELTEN**
- 185 **7 VERDAMMTE QUANTENZAUBERTECHNIK**
- 208 **8 WAS ZUR HÖLLE MACHE ICH JETZT DAMIT?**

- 218 Danksagung
- 219 Quellenangaben
- 224 Impressum

WAS HAT ES MIT DIESEM MERKWÜRDIGEN BUCH AUF SICH?

Hi, ich bin Chris. Ich bin der Autor des Kindersachbuchbestsellers *Quantenphysik für Babys*. Falls Sie *dieses* Buch hier einem Kind vorlesen möchten, lassen Sie es bitte sein. Denn dieses Buch ist nichts für Kinder – zumindest nicht für Kinder im Jahr 2024. Vielleicht leben Sie in Wirklichkeit aber im Jahr 3024, und dann sage ich Ihnen: Weiter so, Sie Hipster aus dem 31. Jahrhundert, der die Klassiker liest. Mag sein, dass Schimpfwörter im Jahr 3024 als jugendfrei eingestuft werden. Es kann aber auch sein, dass es gar keine Altersfreigabe mehr gibt, weil wir in einer postapokalyptischen Welt leben, in der Kinder knallharte Typen sind, die gegen Roboter und andere Gefahren kämpfen. Doch schweifen wir nicht schon im ersten Abschnitt vom Thema ab.

Wo war ich? Ach ja, ich habe dieses Buch hier geschrieben. Vermutlich wollen Sie jetzt wissen, worum es darin geht. Zunächst einmal gehe ich davon aus, dass Sie dieses Buch aus zwei Gründen in die Hand genommen haben: 1. mein Name steht drauf und ich bin großartig, und 2. Sie finden Quantenphysik unheimlich spannend ... und ich bin immer noch großartig.

Entweder wollen Sie einfach nur Schadenfreude empfinden, während wir gemeinsam darüber lachen, auf welche alberne Art und Weise unsere Mitmenschen die Quantenphysik verhunzt haben, oder Sie wollen wirklich wissen, was den Geruch von Quantenbullshit ausmacht. Mit Quantenbullshit meine ich dabei die nicht enden wollenden, lächerlichen Versuche mancher Leute, das Wort *Quanten* vor allerlei zweifelhafte Produkte zu packen, die sie Ihnen verkaufen wollen, und Sie so davon zu überzeugen, dass das Produkt gleichzeitig irgendwie rätselhaft mystisch und wissenschaftlich anerkannt ist. Ich habe dieses Buch so geschrieben, als ob Sie zum zweiten Lager gehören würden, bin aber zuversichtlich, dass Sie dabei trotzdem das ein oder andere Mal kichern werden. Und wenn Sie irgendwann damit durch sind und zum Schluss nicht lachen, dann werden Sie definitiv heulen.

Sie haben wahrscheinlich schon festgestellt, dass der Untertitel des Buches Sarkasmus ist; ich will Ihr Leben eigentlich gar nicht ruinieren. In Wirklichkeit will ich Sie vor Quantenbullshit bewahren. Offensichtlich haben Sie ein gewisses Interesse an mir (wer sollte es Ihnen vorwerfen?), sind aber auch zutiefst von der Quantenphysik fasziniert. Das kann ich Ihnen definitiv nicht vorwerfen, denn Quantenphysik ist ziemlich abgefahren. Allerdings habe ich 15 Jahre meines Lebens damit vergeudet, sie zu studieren. Äh, was ich eigentlich sagen will, auf gar keinen Fall habe ich 15 Jahre meines Lebens damit *vergeudet*, sie zu studieren. Mist. Das klingt nicht so überzeugend, oder? Egal, jedenfalls waren Sie so schlau, das nicht zu tun. Ihre Faszination beruht auf spektakulären Behauptungen über die Quantenphysik aus Wissensmagazinen und Videos in den sozialen Medien. Doch leider hat das alles nur dazu beigetragen, Sie noch mehr zu verwirren.

Es kommt aber noch schlimmer (zumindest für Sie). Quantenphysik ist nicht nur superverwirrend, sondern auch superwichtig. Sie

stellt die Grundlage aller modernen Technologien dar, weshalb Sie zumindest ein bisschen was davon verstehen sollten, richtig? Aber wie kann etwas so Wichtiges so verdammt kompliziert sein? Ich kann Ihnen mitteilen, dass es nicht Ihre Schuld ist, wenn Sie es nicht kapieren. Oder ist es doch ein bisschen Ihre Schuld? Jedenfalls ist es nicht meine Schuld, darauf können wir uns einigen. Die ganze Situation ist wirklich unglücklich. Sicherlich werde ich Ihnen nicht empfehlen, dass Sie sich 15 Jahre lang mit dem Studium der Quantenphysik befassen sollen. Was ich Ihnen aber tatsächlich empfehle, ist, ein paar Stunden mit mir hier zu verbringen, weil ich Ihnen genug Quantenwissen an die Hand geben werde, um Sie vor dem größten Bullshit zu beschützen, der darüber gefaselt wird.

Die Sache ist die: Die Quantenphysik stellt die mit Abstand akkurateste wissenschaftliche Theorie dar, die je erfunden wurde. Sie ermöglicht uns, die Struktur der Materie zu verstehen, um Materialien herstellen zu können, die sonst nirgendwo im Universum vorkommen – und zwar Atom für Atom. Sie ermöglicht uns, zu begreifen, woraus Sterne bestehen und was sich jenseits unserer Teleskope in den Tiefen des Kosmos verbirgt. Sie ermöglicht uns, Uhren zu fertigen, die auf die gesamte Lebensdauer des Universums gesehen nicht eine Sekunde nachgehen. Und ihr haben wir Laser, medizinische Scanner und den Computer zu verdanken, mit dem Sie im Internet dieses Buch hier geklaut haben. Gottverdammte Quantenphysik. Wenn ich könnte, würde ich sie heiraten.

Das hier ist trotzdem nicht nur irgendein weiteres Buch über die Quantenphysik. In diesem Buch geht es um Bullshit – nicht um irgendwelchen Bullshit, sondern um Quantenbullshit. Jawohl, der gute Stoff. Verglichen mit Quantenbullshit wirkt mittelmäßiger Bullshit fast schon genießbar. Keine Sorge, ich werde Ihnen nicht nahelegen, diesen oder irgendwelchen anderen Shit zu essen. Aber ich werde Ihnen von Leuten erzählen, die das besser tun sollten.

Auf jede Wissenschaftlerin oder jeden Ingenieur, die sich bei diesem Thema wirklich auskennen, kommt irgendetwas anderes, der behauptet, etwas von Quantenphysik zu verstehen, und sagt, dass dieses Wissen sein Leben verändert habe. Mag sein, dass die *Anwendung* der Quantenphysik dieser Person zu Heilung, finanziellem Erfolg oder spiritueller Erleuchtung verholfen hat. Das ist nicht nur unglücklich formuliert: Es ist verdammter Bullshit! Ich werde Ihnen zeigen warum.

Die westliche Kultur ist mit der Wissenschaft durch eine Art Hassliebe verbunden. Viele Leute hassen es, dass sie für Fortschritt steht, und wer will das schon? Es reicht mir völlig, hier neben meinem brennenden Reifenhaufen zu sitzen und Wiederholungen von Clint-Eastwood-Filmen zu schauen. Gleichzeitig habe ich aber auch gar kein Problem damit, mal eben ins Krankenhaus zu fahren, um mir die neueste, auf wissenschaftlicher Forschung basierende ärztliche Meinung einzuholen, wenn sich mein Fuß von der Schrotkugel, die mir mein Vetter versehentlich verpasst hat, grün färbt. Was steckt in dem Medikament da drin? Wissenschaft sagen Sie? Klingt großartig, jagen Sie's mir rein. Die Leute lieben die Wissenschaft, wenn sie ihre Vorurteile bestätigt oder ihnen den Arsch rettet. Und genau darin liegt das Problem.

Es gibt da draußen ein paar gerissene Individuen, die Ihnen ans Geld wollen – nennen wir Sie einfach Bullshit-Erzähler. Ich nehme Ihr Geld auch, wenn Sie es unbedingt loswerden wollen, aber ich werde nicht lügen, um es zu bekommen. Doch nicht jedes bisschen Bullshit beruht auf unverschämten Lügen; die „besten“ Falschdarstellungen von Wissenschaft sind eher raffiniert. Sie enthalten gerade so viel wissenschaftlich anmutenden Quatsch, damit das Ganze glaubwürdig klingt. Und welches ist die perfekte exotische Wissenschaft, die niemand noch nicht mal ansatzweise anzweifeln würde? Die Quantenphysik!

Ich weiß nicht, ob Sie dazu schon bereit sind, aber tippen Sie bei Google mal das Wort „Quanten-“ ein, gefolgt von irgendeinem Substantiv Ihrer Wahl. Wenn der zweite Wortteil nicht „-physik“ ist, können Sie fast darauf wetten, dass die Ergebnisse hauptsächlich Bullshit sind. Ich habe auf Instagram nach #quantumphysics gesucht, und einfach *alles* davon ist Bullshit.

Quantenheilung, Quantenliebe, Quantenkristalle, Quantenbewusstsein, Quantenmeditation, Quantenenergie ... nichts von alledem hat irgendwas mit Quantenphysik zu tun. Jetzt stecken wir allerdings in einer Sackgasse, weil man, wie es scheint, ein detailliertes Wissen über die Sache benötigt, um zu begreifen, wieso das alles Müll ist. Das ändert sich jetzt.

Auf den folgenden Seiten werden Sie sich genügend Quantenphysik aneignen, um sich selbst vor Bullshit zu schützen. Wir werden die Sache aber ein bisschen anders angehen als die meisten Bücher zu diesem Thema. Ich werde Ihnen *nicht* erzählen, dass Quantenphysik seltsam und geheimnisvoll ist und Ihr Weltbild zerstören wird. Ich werde Ihnen noch nicht einmal sagen, was Quantenphysik *ist*, sondern nur, was sie *nicht* ist.

(Okay, vielleicht werde ich Ihnen doch ein bisschen darüber erzählen, was sie ist.)

Die Wahrheit lautet, dass Quantenphysik kompliziert ist: genauso kompliziert wie alles andere, für das Leute Dokortitel bekommen. Nehmen wir zum Beispiel die Wirtschaftswissenschaften. Vielleicht erinnern Sie sich an ein Erlebnis aus jüngster Zeit, bei dem Sie einer Ökonomin in den Fernsehnachrichten zugehört haben. Als Sie ihre Worte hörten, hatten Sie das Gefühl, das ein oder andere verstanden zu haben. Die Realität sieht aber so aus, dass der Job einer Ökonomin genauso kompliziert ist wie der eines Quantenphysikers: Beides hat mit der Durchführung detaillierter Berechnungen mithilfe fortgeschrittener Mathematik zu tun. Der Unterschied ist, dass die Ökono-

min beim Sprechen von Dingen ausgeht, die für Sie von Bedeutung sind, zum Beispiel Geld. Wenn dagegen ein Quantenphysiker spricht ... na ja, ich weiß auch nicht. Quantenphysiker schaffen es nicht in die Nachrichten.

In der Ökonomie geht es um Güter und Dienstleistungen und Geld. Doch obwohl diese Dinge im fortgeschrittenen Fachwissen eigentlich komplizierte technische Bedeutungen haben, *erspüren* Sie dennoch einen gewissen Bezug zu ihnen. Die Quantenphysik behandelt im Gegensatz dazu einen Teil der Welt, zu dem wir keinen direkten Zugang haben. Kein Mensch hat je ein Atom mit eigenen Augen *gesehen*. Die Bezeichnung Atom ist ein Name, den wir einer Sache geben, die in unseren *Theorien* auftaucht. Sie würden sich gern vorstellen, dass es ein *reales* Ding ist, doch das ist es nicht. Es handelt sich um eine Idee, auf die wir nur als Symbol in langen Gleichungen mit dem Finger zeigen können.

Bestimmt denken Sie mittlerweile *Gäh!* *Sie langweilen mich jetzt schon. Wieso wiederholen Sie nicht einfach ein paar oberflächliche Banalitäten zum Thema Immobilienpreise, damit ich meinem Nachbarn bei unserem morgendlichen Smalltalk irgendwas erzählen kann?*

Was ist da also schiefgelaufen? Die Sache ist kompliziert. Auf der einen Seite sind die Studienobjekte in der Quantenphysik weit von unseren Alltagserfahrungen entfernt – wir können sie nicht einmal sehen! Auf der anderen Seite haben wir, die Quantenphysikerinnen und -physiker, noch immer nicht herausgefunden, wie wir mit unseren eigenen Kolleginnen und Kollegen in verständlicher Sprache über dieses Zeug reden können, geschweige denn mit Außenstehenden. Trotzdem haben wir weitergemacht und damit angefangen, öffentlich über Quantenphysik zu reden. Und wenn Enthusiasten von echten Wissenschaftlern erzählt bekommen, dass Quantenphysik etwas Magisches und Geheimnisvolles ist, dann führt das zu Dingen wie

Quantenheilschmuck, was (falls Sie bis jetzt noch nicht mitbekommen haben, wohin die Reise geht) Bullshit ist.

Ich fand die ganze Geheimnistuerei rund um die Quantenphysik schon immer sehr ironisch. Die Wissenschaftskommunikation liebt es, die Geschichte von der wissenschaftlichen Revolution als Sieg der Wissenschaft über den Aberglauben immer wieder neu zu erzählen. Man widmet sein Leben der Wissenschaft in dem Bemühen, Rätsel zu lösen – und nicht, neue zu erschaffen. Das ist eine mühselige Aufgabe, schließlich haben die Menschen eine Faszination für das Geheimnisvolle. Doch es ist die Wissenschaft, die es uns heute erlaubt, fiktive Bücher zu lesen und fiktive Filme zu schauen, während wir ganz genau wissen, dass das Dargestellte nur Fantasie ist.

Schön und gut, ich stelle meine Zweifel gern hinten an, während ich irgendwelchen Superhelden dabei zusehe, wie sie gegen die Gesetze der Physik verstoßen, wohl wissend, dass die Welt beim Verlassen des Kinos noch immer intakt sein wird. Aber dann mussten ein paar Physiker alles kaputt machen, indem sie lauthals für das „Rätsel“ der Quantenphysik Werbung machten.

Werfen Sie einen Blick auf die folgende Tabelle, die die Toptitel der Bücher miteinander vergleicht, die mir in den Sparten Quantenphysik und Ökonomie vorgeschlagen wurden. Merken Sie einen Unterschied?

Titel in der Quantenphysik	Titel in der Ökonomie
Das Handbuch des Quantenastrologen ¹	Der Wohlstand der Nationen
Durch zwei Türen gleichzeitig ²	Das Kapital im 21. Jahrhundert
Mehr als schräg: Warum alles, was Sie über Quantenphysik zu wissen glaubten, ganz anders ist ³	Schnelles Denken, langsames Denken
Das Quantenrätsel ⁴	Nudge: Wie man kluge Entscheidungen anstößt
Die Realität ist nicht das, was sie scheint ⁵	Freakonomics: Überraschende Antworten auf alltägliche Lebensfragen ⁶

Ich habe mindestens eins der Quantenbücher gelesen, und es war nicht komplett schlecht. Doch die Buchtitel sprechen Bände. Warum sollte man versuchen, jemanden aufzuklären, indem man demjenigen von vornherein sagt, dass es ihn verwirren wird? Die knappe Antwort darauf ist einfach: So hat man das schon immer gemacht – und einigen Leuten, die es so gemacht haben, hat man Nobelpreise verliehen. Wieso also etwas ändern, das doch funktioniert, richtig? Falsch.

Jetzt werden wir sie also nicht mehr los, diese von Fachleuten gebilligte Wahrnehmung, dass Quantenphysik etwas Rätselhaftes ist. Hm, Moment mal ... wissen Sie, was noch alles rätselhaft ist? Liebe,

1 *The Quantum Astrologer's Handbook*. Eigene Übersetzung, Titel liegt nicht auf Deutsch vor (Anm. d. Übers.).

2 *Through Two Doors at Once*. Eigene Übersetzung, Titel liegt nicht auf Deutsch vor (Anm. d. Übers.).

3 *Beyond Weird: Why Everything You Thought You Knew about Quantum Physics Is Different*. Eigene Übersetzung, Titel liegt nicht auf Deutsch vor (Anm. d. Übers.).

4 *Quantum Enigma*. Eigene Übersetzung, Titel liegt nicht auf Deutsch vor (Anm. d. Übers.).

5 *Reality Is Not What It Seems*. Eigene Übersetzung, Titel liegt nicht auf Deutsch vor (Anm. d. Übers.).

6 Na gut, okay, man kann nicht jedes Mal gewinnen.

Erfolg, Glück, Gesundheit, wer den Superbowl gewinnen wird. Vorhang auf für die Scharlatane. Das Argument ist einfach: Die Liebe ist rätselhaft und das Gleiche gilt auch für die Quantenphysik; deshalb sind sie das Gleiche.

Wissen Sie was? Ich habe bei Ihnen schon jetzt ein gutes Gefühl, deshalb werde ich Ihnen ein Geheimnis anvertrauen. Sie dürfen es niemandem verraten und auch nicht dazu verwenden, dumme Leute zu betrügen, solange diejenigen nicht dieses Buch gelesen haben. Große Macht bringt große Verantwortung mit sich, oder so ähnlich. Hier sind sie also: die vier Schritte, wie Sie mit dem Verkauf von Müll zu wahren Quantenerfolg gelangen:

1. Behaupten Sie, dass Ihr beknacktes Produkt diverse Probleme schneller und effektiver löst als es Fachleute, zum Beispiel richtige Ärzte, können.
2. Räumen Sie ein, dass es sich dabei um eine scheinbar wundersame Behauptung handelt und das Ganze ein Rätsel ist, das es zu lösen gilt.
3. Erklären Sie, dass das Verfahren kompliziert ist, aber auf den Prinzipien der Quantenphysik beruht.
4. Sagen Sie, dass das zuvor erwähnte Rätsel damit gelöst ist. So beseitigen Sie alle Konflikte und stellen Ihr Opfer ... äh ... Ihren Kunden zufrieden.

Was sagen Sie? Rückenschmerzen? Ich hätte da diesen Stein ... äh ... Kristall, der sie Ihnen sofort nehmen wird.

Wie, Sie haben nicht gemerkt, dass das Sarkasmus war? Grundgütiger, wir haben noch einen weiten Weg vor uns.

1

VERDAMMTE QUANTENENERGIE

Energie. Sie ist überall um uns herum. Sie ist in uns. Sie ist die lebensspendende Kraft des Universums, und sie ist es, die uns mit dem Kosmos verbindet. Wir sind durch Quantenfäden direkt in die Struktur der Raumzeit eingewoben. Wahnsinn! Das ist verdammt tiefgründig – oder doch einfach nur Bullshit? Tut mir leid, wenn Sie an derartigen Blödsinn glauben und ich damit Ihre heile Welt zerstöre, aber das ist Bullshit. Auf jeden Wissenschaftler, der das Wort *Energie* auf eine berechtigt sinnvolle Weise verwendet, kommt irgendein Quacksalber, der Ihnen damit das Geld aus der Tasche zieht.

Energie ist das am häufigsten missbrauchte Konzept in der Wissenschaft. Angeblich steckt sie in Heilkrallen, man kann sie ausbalancieren und „anzapfen“ oder sich mit ihrer Hilfe sogar per Telekinese mit einem Laserschwert bewaffnen. Na gut, das Letzte ist ziemlich cool – aber trotzdem Bullshit. Und wenn Sie fragen, was genau diese Energie im Inneren der Heilkrallen ausmacht, dann wird Ihnen Ihr Guru vielleicht irgendeinen tiefsinnigen Quantenquatsch erzählen. Alles ... totaler ... Bullshit.

Dabei gibt es Quantenenergie *wirklich*. Sie ist nur nicht das, wofür Sie sie halten, wenn Sie Ihre Informationen aus den lustigen Memes irgendwelcher Wellness-Influencer beziehen, die Ihnen von Leuten aus der Schulzeit auf Facebook geschickt wurden, die Sie seitdem nie

wiedergesehen haben. Tut mir leid, Wie-auch-immer-du-heißt, aber dein Pyramidenschema für Wellnessprodukte interessiert mich nicht. Erinnern Sie sich daran, als Facebook noch eine Website war, auf der man Leute „angestupst“ hat, um danach eine Woche lang auf eine Antwort zu warten? Ach ja, die guten alten Zeiten ...

PAPA, WO KOMMT DIE ENERGIE HER?

Energie gibt es schon immer – sowohl im wörtlichen wie auch im übertragenen Sinn! Das Universum begann als ein Fünkchen Energie und dann – BUMM! – Materie und Zeugs. Zumindest denken wir das. Man sagt, die Urknalltheorie sei *nur* eine Theorie. Doch sie ist eine verdammt gute Theorie und noch dazu die beste, die wir momentan haben. Eines Tages wird sie von einer neuen abgelöst werden, so läuft das in der Wissenschaft eben. Wir halten uns an das, was funktioniert, was sich mit unseren Beobachtungen deckt und nützlich ist ... bis irgendetwas Besseres auftaucht. Dieses „Bessere“ wird allerdings nicht irgendeine magische Theorie sein, die Liebe, Physik und die Unsterblichkeit der eigenen Seele miteinander verbindet, sondern ein wohldurchdachtes mathematisches Modell. Es gibt nicht „die eine“ Theorie mit der einen universellen Wahrheit. Das heißt aber trotzdem nicht, dass alle Theorien gleich wären. So ist zum Beispiel die, die Sie auf der Hundewiese im Park gehört haben, wahrscheinlich völliger Schwachsinn ... aber ich schweife ab. Wo war ich gleich? Ah ja, der Punkt ist, dass Energie, das physikalische Etwas, das hinter der ständig veränderten Bewegung von Objekten steckt, schon lange vor uns Menschen existierte.

So viel zur Energie als *Sache*. Energie als *Idee*, wie sie sich die Menschen ausgedacht haben, gibt es erst seit ein paar tausend Jahren – im Grunde, seit irgendwelche Leute damit angefangen haben, Pfeifen

zu rauchen und ihre Gedanken aufzuschreiben. Doch erst vor einigen hundert Jahren nahm die Vorstellung von Energie allmählich auch in physikalischer Hinsicht Gestalt an. So lautet die erste technische Definition von Energie in all ihrer ruhmreichen Sprachstelzigkeit folgendermaßen:

Das Produkt der Masse eines Körpers und dessen
Geschwindigkeit zum Quadrat kann zutreffend als dessen
Energie bezeichnet werden.

Das heißt also Energie = Masse \times Geschwindigkeit \times Geschwindigkeit. Geschwindigkeit ist so etwas Tolles, dass wir es gleich zweimal multiplizieren. Und weil Geschwindigkeit für Wegstrecke durch Zeit steht, ist Energie gleich Masse mal Wegstrecke zum Quadrat geteilt durch Zeit zum Quadrat. Uff, ein ganz schöner Brocken! Aber wie dem auch sei, diese Definition hat der Energie auch *Einheiten* beschert. Eine davon, heutzutage Joule genannt, entspricht einem Kilogramm mal Quadratmeter geteilt durch Quadratsekunde. Schnappen Sie sich einen großen Apfel und halten Sie ihn rund 30 Zentimeter hoch über dem Boden fest. Wenn Sie es noch genauer haben wollen, suchen Sie sich einen 100 Gramm schweren Apfel und halten Sie ihn einen Meter hoch in die Luft.¹ Ihn in diese Position zu bringen, hat Sie ein winziges Joule Energie gekostet, und wenn Sie ihn loslassen, setzt er genau dieselbe Energiemenge wieder frei. Genau in dem Augenblick, bevor er auf dem Boden auftrifft, wird er mit 16 Kilometern pro Stunde unterwegs sein. Energie. Sie ist messbar und sie ist präzise. Was sie hingegen nicht ist: eine uralte Lebenskraft, die das gesamte Universum durchdringt.

1 Ganz genau, ihr Ewiggestrigen, wir machen's metrisch. Kommt damit klar!

Die Idee einer übernatürlichen Energiequelle hat sich bis heute gehalten und im Laufe der Jahrhunderte zahlreiche Formen angenommen. Das beweist, wie attraktiv diese Idee ist. Und trotzdem ist jedes beliebige vorwissenschaftliche Verständnis von Energie, wie auch immer man es nennen mag, genau das: vorwissenschaftlich. In Wahrheit ist es nachweislich sogar *unwissenschaftlich* – das heißt, man kann zeigen, dass es keinerlei Realitätsgrundlage besitzt. Etwa so wie eine Reality-TV-Show: Sie ist insofern real, als dass es sich wirklich um eine Fernsehsendung handelt, in der echte Menschen vorgeben, echte Dinge zu tun, doch mit *Realität* hat sie nichts zu tun. Es gibt jede Menge *Konzepte* von Energie, aber nur eine einzige Realität.

Wenn man es nicht besser weiß, ist das schön und gut. Doch dank der Wissenschaft wissen wir es heute besser. Trotzdem wird genau diese Wissenschaft – dieselbe, die uns messbare Ergebnisse liefert – gegen uns verwendet! Hausierer von New-Age-Weisheiten benutzen den Wissenschaftsjargon, um damit ihre Ideen zu rechtfertigen. In früheren Tagen gab die Bewegung der Sterne und Planeten falschen Anlass zu unsinnigen Prophezeiungen. Zur Zeit der wissenschaftlichen Revolution lieferten Magnetismus oder Gravitation die Mechanismen für alternative Behandlungsmethoden oder kostenlose Energie. Doch inzwischen dreht sich alles nur noch um Quanten.

VERZICHTEN SIE AUF VORHERSAGEN, WENN SIE VORHABEN, BERÜHMT ZU WERDEN

Bevor ich Ihnen sage, *was* Quantenenergie ist, müssen wir zunächst einen kleinen Exkurs dazu machen, *warum* Quantenenergie existiert. Nehmen wir an, Sie sind namhaft genug, um Ihren eigenen Wikipedia-Artikel zu haben. Stellen Sie sich jetzt vor, dass Sie etwas so dermaßen Dummes gesagt hätten, dass Ihre Wiki-Biografie einen

ganzen Abschnitt namens „Äußerungen, die sich später als falsch erwiesen haben“ enthält. Wow, das muss ja richtig dummes Zeug gewesen sein. Entweder das, oder Sie sind Lord Kelvin, der berühmte Physiker aus dem 19. Jahrhundert, der mal gesagt hat: „Es gibt in der Physik nun nichts Neues mehr zu entdecken. Was jetzt noch übrig bleibt, sind immer genauere Messungen.“²

Lord Kelvin ist so alt, dass er vermutlich nie in einem Auto gesessen hat. Daher kann man, glaube ich, guten Gewissens sagen, dass in der Physik nach ihm noch ein paar kleinere Entdeckungen gemacht worden sind. Tatsächlich gab es schon *zu seinen Lebzeiten* noch jede Menge beobachtete Phänomene, für die es keinerlei Erklärung gab. Aber reiten wir nicht länger auf Kelvin rum. Er war damals schon richtig alt und verschroben und wahrscheinlich zu sehr damit beschäftigt, anderen Leuten wütende Briefe über das Alter der Erde zu schreiben (bei dem er übrigens auch um ein paar Milliarden Jahre daneben lag). Wäre er hier und heute am Leben, wäre er einer von denen, die AUF TWITTER BELEIDIGENDE DINGE IN GROSS- BUCHSTABEN TIPPEN, was sich für einen der führenden Köpfe der Wissenschaft – oder das Oberhaupt eines Staates – nicht sonderlich ziemt.

Doch jetzt, zweihundert Jahre später, spielt sich unser Leben in Farbe ab, und wir haben die Quantenphysik. Das Leben ist gut. Nein, jetzt mal ehrlich, dieser Mist ist echt kompliziert. Wer zum Teufel hat sich das ausgedacht? Nun ja, das Ganze ist nicht nur so zum Spaß passiert, das kann ich Ihnen sagen. Kein Mensch hatte vor den 1980ern Spaß. Eigentlich kam es nur dazu, weil ein paar alte europäische Typen nicht begreifen konnten, warum Dinge glühen, wenn sie heiß werden. Ja, ja, echt peinlich, ich weiß.

2 Okay, vielleicht hat er nicht genau das gesagt, aber das lassen wir am besten die Historiker herausfinden. Die haben weiß Gott genügend Zeit.

Wenn etwas richtig heiß wird, glüht es. Das weiß jedes Kind – zumindest nachdem es zum ersten Mal auf diese verführerisch glühende Herdplatte gefasst hat. Aber hier kommt der aufregende Teil: Das Ding glüht immer in derselben Farbe – *ganz egal, woraus es besteht*. Wenn ein Stück Eisen 1000 °C hat, glüht es rot. Wenn sich Lava mit 1000 °C aus einem Vulkan ergießt, glüht sie rot. Wenn Sie Ihren Backofen auf 1000 °C stellen ... na ja, dann werden Sie wahrscheinlich irgendetwas in Brand stecken, aber nicht, bevor das Ragout fin tiefrot zu glühen beginnt!

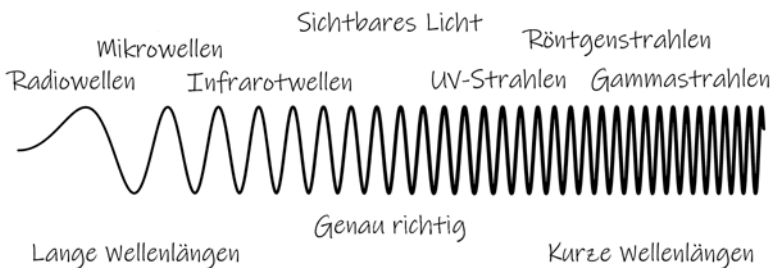
Das ist ein Muster. Wenn in der Natur ein unerklärtes Muster auftaucht, werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor Freude ganz hibbelig. Ungefähr so, wie wenn man ein Kind mit einem Eis überrascht, nur dass wir nicht von einem Kind reden, sondern von einem Erwachsenen, und es nicht um Eiscreme geht, sondern um eine Tabelle voller numerischer Daten. Na gut, das ist überhaupt nicht vergleichbar.

Sie denken sich jetzt vielleicht: *Ich habe schon ein paar ältere Leute gesehen, die den ganzen Tag lang irgendwelche Muster stricken, während sie sich Seifenopern und die 24-Stunden-Nachrichten anschauen. Was kann daran schon so aufregend sein?* Ich rede hier nicht von solchen Mustern. *Okay, na gut ... die Fliesen in meinem Bad sind gemustert.* Jetzt werden zumindest schonmal die *Mathematiker* nervös. Um allerdings *Physikerinnen und Physiker* richtig in Aufregung zu versetzen, muss man in der Natur ein Muster finden, das nicht so offensichtlich ist. Noch besser ist sogar ein Muster, das sich mit gängigen Theorien nicht erklären lässt. Sie fragen sich jetzt vielleicht: *Wieso zur Hölle sollte es jemandem Spaß machen, für irgendetwas keine Erklärung zu haben?* Was soll ich sagen: Physiker haben einen schrägen Geschmack.

Das Eisen, die Lava und das Ragout fin glühen bei 1000 °C also im exakt selben Rotton. Warum? Das wusste vor 1900 niemand, und

tatsächlich *konnten* die armen Schlucker von damals es auch gar nicht wissen. Das liegt daran, dass das Phänomen nicht mithilfe der Physik vor 1900 erklärt werden kann, die heutzutage *klassische* Physik genannt wird – in Analogie zur *klassischen* Musik, die genauso wenig erklären konnte, was zur Hölle da los war. Doch während alle anderen die Korken knallen ließen, als schriebe man das Jahr 1899, war Max Planck im Begriff, eine Revolution einzuläuten.

Es war damals schon eine ganze Weile bekannt, dass Licht eine Welle aus elektromagnetischer Strahlung ist. Ich weiß, das ist eine geballte Ladung Wissenschaftsjargon, aber dafür gibt es wirklich keinen besseren Ausdruck. Das ist durchaus überraschend, weil man es sich ganz leicht vorstellen kann. Stellen Sie sich vor, Sie bewegen einen Ball mit einer elektrischen Ladung auf und ab. Sie könnten zum Beispiel einen Luftballon nehmen und ihn an Ihren Haaren reiben. Abgesehen davon, dass Sie dadurch ein bisschen albern aussehen, erzeugen Sie auf diese Weise eine Welle aus elektromagnetischer Strahlung. Im Grunde gleichen Sie dadurch einem kleinen Funkturm, der elektrische Ladungen ein paar tausendmal pro Sekunde auf- und abschüttelt. Wie oft Sie den geladenen Ball in einer Sekunde auf und ab bewegen, wird als *Frequenz* bezeichnet. Merken Sie sich das. *Frequenz*. Sprechen Sie es laut aus, denn es wird nochmal wichtig werden. Haben Sie es getan? Na los, kommen Sie schon. Und? Ich warte ... haben Sie es schon getan? Okay, ist gut, ich höre ja schon auf.



Die Frequenz des Lichts bestimmt dessen Farbe. Diese Frequenz kann jeden beliebigen Wert annehmen, auch wenn wir sie im Allgemeinen in ein paar Kategorien einteilen, um ihnen Namen geben zu können. Die Leute lieben es, Dinge zu benennen, und Wissenschaftler bilden da keine Ausnahme. Richtig kleine Frequenzen heißen Radiowellen. Wenn wir die Frequenz erhöhen, kommen zuerst Mikrowellen, dann Infrarotwellen, dann Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigoblau und Violett. Als nächstes kommen die Ultraviolettstrahlen (UV), dann die Röntgenstrahlen und zu guter Letzt die Gammastrahlen, welche die Strahlen mit den höchsten Frequenzen sind, denen wir einen Namen gegeben haben. Sie alle sind „Farben“ des Lichts, pulsierende elektromagnetische Wellen, die mit einer Milliarde Kilometern pro Stunde herumflitzen. Einen winzigen Bruchteil davon können unsere Augen wahrnehmen, während das Allermeiste davon für uns unsichtbar ist. Wenn wir es sehen könnten, wäre das ein heftiger Trip! Wie in der obligatorischen Szene in einem jener alten Disneyfilme vor den 1960ern, in der jemand betrunken oder high wird. Echt abgefahren, stimmt's, Dumbo?

Alles mit einer Temperatur leuchtet in einem bestimmten Farbbereich. Sogar Sie leuchten, wenn auch im Infrarotbereich. Sie haben richtig gehört, Ihre Partnerin oder Ihr Partner im Bett neben Ihnen ist eine Strahlungsquelle. Am besten ziehen Sie heute Nacht Ihr Aluhütchen auf. Demzufolge stand Max Planck vor einer leichten Aufgabe: eine Erklärung dafür zu finden, wie etwas Heißes diese ganz spezifischen Farben – oder im Wellensprech „Frequenzen“ – hervorbringen konnte. Total einfach, oder?

Mit unsäglichlicher Genialität stieß er auf die Lösung. Na gut, in Wahrheit stellte er eine blinde Vermutung auf, die auch mehr oder weniger funktionierte, ihm aber gar nicht gefiel. Also erzählte er auch anderen Leuten davon, denen das Ganze auch nicht gefiel. Und mit diesem Hack rief er die Quantenphysik ins Leben. Wenn Sie das

nächste Mal den Spruch „aus etwas eine Wissenschaft machen“ hören, dann denken Sie daran, dass wir die meiste Zeit nur auf irgendwelchen Ideen rumhacken, bis sie irgendwann funktionieren. Wissenschaft. Klappt ... irgendwie ... immer!

Sie fragen sich jetzt womöglich: *Wieso hat es Planck und seinen Zeitgenossen nicht gefallen, wenn es doch funktioniert hat?* Na ja, wir dürfen nicht vergessen, dass die Uhren im Jahr 1900 anders getickt haben. Die Leute von damals mochten die Vorstellung einer einzigen Quelle der Wahrheit ganz gern – anders als heute, wo sich jeder in den sozialen Medien seine eigene Realität ausdenken kann. Planck wollte kein Radikaler sein, der sich Ideen zusammenschusterte. Er und alle anderen wünschten sich eine Erklärung, die in das vorhandene Weltbild passte. Doch kann man es ihnen wirklich zum Vorwurf machen, dass sie es bequem haben wollten?

QUANTENSPRÜNGE ... WIE IM FERNSEHEN, NUR MIT RICHTIGER WISSENSCHAFT

Hack, was für ein komisches Wort. Hack. Sagen Sie es laut. Ich verspreche Ihnen, dass die Leute in Ihrer Nähe zu lachen anfangen werden. Wie sah nun dieser Hack von Planck überhaupt aus, und warum nennen wir ihn so? Kurz ausgedrückt: Max Planck sagte, dass die Schwingungen, die das Licht, das vom heißen Objekt ausgeht, erzeugen, nur auf ganz bestimmten Frequenzen liegen könnten statt auf irgendeiner beliebigen Frequenz. Das Ganze ist ein *Hack*, weil es vollkommen willkürlich ist. Es ist, als würde man sagen, dass man Eis nur löffelweise essen kann statt jede x-beliebige Menge davon abzulecken. (Hier bin ich übrigens voll auf Plancks Seite. Essen Sie Ihr verdammtes Eis! Wir haben nicht den ganzen Tag Zeit, Ihnen beim Schlecken zuzusehen.)

Da es allerdings ziemlich nervt, ständig über schnell schwingende (oszillierende) Dinge nachzudenken, lassen Sie uns lieber über Energie sprechen. Es gibt im Grunde zwei Arten von Energie: kinetische und potenzielle. Kinetisch heißt einfach nur bewegt. Dinge, die in Bewegung sind, haben Energie. Das ist die Quintessenz der ganzen Idee. Aber auch unbewegte Dinge können Energie haben, wenn sie das *Potenzial* zur Bewegung besitzen – daher der Name. Das alles lässt sich gut an einem Beispiel zeigen, und ich habe ein richtig gutes ausgesucht: einen Oszillator!

Erinnern Sie sich, als ich Ihnen von Physikern und ihren Mustern erzählt habe? Nun, das Lieblingsmuster von uns Physikerinnen und Physikern ist ein gleichförmiger Oszillator. Wieso? Hauptsächlich aus Faulheit. Eine gleichförmige oszillierende Bewegung lässt sich in mathematische Gleichungen verwandeln, die man leicht lösen kann. Sie können sich gar nicht vorstellen, wie wichtig das für uns ist. Die meisten unserer Gleichungen lassen sich nämlich überhaupt nicht lösen, sodass es ein Segen ist, ein Beispiel zu finden, das man tatsächlich lösen kann.

Oszillatoren sind überall: Kinder auf Schaukeln, Pendel an Uhren, die Zylinder in einem Automotor, die Flügel eines Kolibris, die Saiten einer Gitarre, meine Grundhaltung gegenüber den meisten Menschen vor und nach den Nachrichten, und so weiter und so fort. An welches der Beispiele denken Sie gerade? An den Kolibri, ich wusste es. Sie stellen sich gerade vor, wie diese süßen kleinen Flügel wie verrückt flattern. Dabei bewegen Kolibris ihre Flügel viel zu schnell, als dass wir erahnen könnten, dass sich die Flügel – zumindest für einen kurzen Moment – überhaupt nicht bewegen. Wie bitte?! Stimmt ja gar nicht! Wie kann das sein?

Stellen Sie sich stattdessen ein Kind auf einer Schaukel auf. Wenn sich das Kind auf der Schaukel dem höchsten Punkt der Schaukelbewegung nähert, wird es immer langsamer und kommt tatsächlich

ganz zum Stillstand. Dann schreit es „noch höher!“, während Sie murmeln: „Nichts könnte mir mehr Spaß machen als die Eintönigkeit dieser sinnlosen Aufgabe.“ Aber was für ein Glück! Denn während Sie Ihr Kind (oder irgendein anderes, falls Sie keins haben) anschubsen, können Sie über Physik nachdenken. Hat das Kind auf dem Höhepunkt des Schaukelns, wenn es sich überhaupt nicht bewegt, Energie? Aber ja doch! Das ist *potenzielle* Energie. Es handelt sich um Energie in Wartestellung, wie die Energie einer gespannten Feder oder einer Batterie. Sie hat das *Potenzial*, Bewegung zu erzeugen. Eine Schale voll Müsli auf dem Fußboden hat keine potenzielle Energie, aber eine Schale voll Müsli am Rand der Küchenarbeitsplatte macht mich fuchsteufelswild. Jetzt mal ehrlich, Sie haben die ganze Arbeitsplatte zur Verfügung und stellen die Schale genau da hin – verstehen Sie denn gar nichts von potenzieller Energie?

Und während das Kind vor und zurück schaukelt (und Sie allmählich den Versta ... ähm ... über Physik nachdenken), wechselt seine Energie ständig zwischen kinetischer und potenzieller Energie hin und her. Doch hier kommt der Knackpunkt: Die Gesamtenergie, das heißt die kinetische plus die potenzielle Energie, ist konstant. Vielleicht erinnern Sie sich ja noch an das Mantra des ersten Physikjahres in der Schule: *Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden*. Und genau das ist übrigens auch die Quintessenz einer guten wissenschaftlichen Idee. Sie nimmt etwas Kompliziertes und macht daraus etwas Einfaches.

Jede gleichförmig oszillierende Sache besitzt Energie – und auch wenn sich die *Form* jener Energie womöglich verändert, bleibt die Gesamtenergie doch dieselbe. Statt über Plancks Idee also in Form von Lichtfrequenzen (Farben) nachzudenken, können wir sie uns auch in Form von *Energie* vorstellen, was eine viel vertrautere Vorstellung ist.

Was macht Energie? Sie *fließt*, richtig? Die Energie eines Kindes auf einer Schaukel fließt genauso von kinetisch zu potenziell und zurück, wie auch seine Bewegung ein fließender Vorgang ist. Wenn

sich Dinge fließend bewegen, bezeichnen wir das als *kontinuierlich*. Wir erwarten also, dass Energie etwas Kontinuierliches ist. Falsch gedacht!

Planck machte die Entdeckung, dass Energie nicht *kontinuierlich* ist (geschmeidig, so wie richtige Erdnussbutter aussehen muss), sondern *diskret* (stückig, genau wie diese „100 % natürliche“ Hipster-Erdnussbutter „ohne chemische Zusätze“, ihr verdammten Millennials!). Und während alle anderen nach einer Lösung für das Problem suchten und dabei jeden x-beliebigen Wert für die Energie zuließen, behauptete Planck, dass die Energie nur in Häppchen vorliegen könne. Und der winzigste Bruchteil von Energie ist ein Quant – daher der Name. Merken Sie sich das für Ihren nächsten Quizabend.

Planck gab an, dass diese Idee lediglich ein mathematischer Trick sei und nicht ernst genommen werden solle. Ein knallharter Physiker nahm sie allerdings nicht nur ernst, sondern hob sie sogar auf die nächste Stufe. Sie könnten schon mal von ihm gehört haben. Sein Name war Albert Einstein.

Einstein machte sich ebenfalls über das Licht Gedanken und griff dazu auf Plancks Idee zurück. Das Resultat war seine Erkenntnis, dass das Licht selbst als Häppchen aus Energie daherkam, die wir heutzutage *Photonen* nennen.

Inzwischen wissen wir, dass jede der vier fundamentalen Kräfte von einem dieser Quantenenergiehäppchen getragen wird, die wir manchmal als Teilchen bezeichnen. Das ist alles. Das ist Quantenenergie. Ich werde Ihnen nochmal einen Kasten drumherum machen, damit Sie es nicht vergessen.

In der klassischen Physik ist Energie kontinuierlich (geschmeidig). In der Quantenphysik ist Energie diskret (stückig).