

Daniel Bühne studierte von 1993 bis 1999 an der WWU Münster Physik, Mathematik und Sport. Der verheiratete Vater von drei Söhnen lebt im Hochsauerland und unterrichtet dort an einem Gymnasium. Darüber hinaus engagiert er sich vor allem in der Jugend- und Gemeindegarbeit.

Wenn nicht anders vermerkt, sind die Bibelzitate der überarbeiteten Elberfelder Übersetzung 2003, Edition CSV Hückeswagen, entnommen.

Die Bezugnahme auf Veröffentlichungen von Autoren, die im vorliegenden Werk erwähnt werden oder aus denen zitiert wird, muss nicht bedeuten, dass deren theologische und sonstige Ansichten vom Verfasser oder vom herausgebenden Verlag geteilt werden.

2. überarbeitete und erweiterte Auflage 2023

© 2023 by CLV
Christliche Literatur-Verbreitung e.V.
Ravensberger Bleiche 6 · 33649 Bielefeld
Internet: www.clv.de

Satz: EDV- und Typoservice Dörwald, Steinhagen
Illustrationen und Umschlag: Lucian Binder, Marienheide
Druck und Bindung: FINIDR, s.r.o., Český Těšín, Tschechien

Artikel-Nr. 256746
ISBN 978-3-86699-746-2

Widmung

*Dieses Buch widme ich meiner lieben Mama.
Ohne das, was sie mir mitgegeben hat,
wäre ich nicht in der Lage gewesen,
dieses Buch zu verfassen.*

Inhalt

Danksagungen	9
Vorwort	10
Einführung	13
Hinweis zum Aufbau des Buches	17
1 Ganz oder gar nicht – Das Grundprinzip der Quantenphysik	18
2 Alles relativ?! – Was die spezielle Relativitätstheorie uns lehrt	22
3 An den Grenzen der Logik – Die Doppelnatur des Elektrons	38
4 »Gottesteilchen« oder Gotteswerk?! – Die Entdeckung und Bedeutung des Higgs-Bosons	55
5 Grenzbereiche der Erkenntnis – Die Unschärferelation	61
6 Die Triebfeder unseres Lebens – Die starke Kraft	72
7 Ein omnipräsenter Gott?! – Verschränkung von Quantenobjekten	77
8 Hat die Naturwissenschaft Gott überflüssig gemacht? Ansichten eines aktuellen Nobelpreisträgers	81
9 Alles auf einen Blick	87
Epilog	88
Abkürzungen	90

»Wohl keine Entwicklung der modernen Wissenschaft hat das menschliche Denken nachhaltiger beeinflusst als die Geburt der Quantentheorie. Jäh wurden die Physiker eine Generation vor uns aus jahrhundertealten Denkmustern herausgerissen und fühlten sich zur Auseinandersetzung mit einer neuen Metaphysik aufgerufen. Bis zum heutigen Tag wähen die Qualen, die dieser Prozess der Neuorientierung bedeutete. Im Grunde haben die Physiker einen schweren Verlust erlitten: sie verloren ihren Halt in der Realität.«¹

1 Bryce DeWitt und Neill Graham, zitiert in: Nick Herbert, *Quantenrealität. Jenseits der Neuen Physik*, Basel: Birkhäuser Verlag, 1987, S. 31.

Danksagungen

Bei drei Personen möchte ich mich besonders bedanken, da sie maßgeblich am Zustandekommen dieses Buches beteiligt waren.

Zunächst einmal nenne ich Dr. Markus Spieker, der mich immer wieder antrieb, mit dem Schreiben dieses Buches zu beginnen. Des Weiteren danke ich Dir. u. Prof. a.D. Dr.-Ing. Werner Gitt, der das Buch fachlich untersucht und an vielen Stellen konstruktive Anregungen eingebracht hat. Zu guter Letzt ist es Dr.-Ing. William Kaal gelungen, die strukturierte und logische Gedankenführung des Buches zu optimieren.

Vorwort

Ist es uns nicht allen schon so ergangen, dass wir beim Lesen der Bibel auf vermeintlich widersprüchliche Stellen gestoßen sind? In der Tat gibt es gewisse Spannungsfelder in der Bibel, die wir verstandesmäßig nicht auflösen können.

Dieser Problematik nimmt sich der Physiker Daniel Bühne an und kommt zu bemerkenswerten Ergebnissen. Er trifft eine Auswahl von teilweise schwer verständlichen physikalischen Phänomenen, die er didaktisch so aufbereitet, dass auch naturwissenschaftliche Laien einen Zugang dazu finden. Nachdem der Leser mit diesen Erkenntnissen vertraut gemacht worden ist, werden die Fakten in Analogie zu biblischen Aussagen gebracht. Ich greife hier nur zwei der von ihm behandelten Phänomene heraus.

Das Elektron kann sich einerseits als Materieteilchen erweisen, andererseits tritt es mit Welleneigenschaften in Erscheinung. Diese Doppelnatur konfrontiert uns mit einer physikalischen Wirklichkeit, die unserem Verständnis entgegensteht. Solche Phänomene sind Fakt, aber nicht erklärbar – und das gilt genauso bei etlichen scheinbar widersprechenden Aussagenpaaren in der Bibel. Bezüglich unserer Errettung lesen wir in der Bibel: »Bewirkt euer eigenes Heil mit Furcht und Zittern; denn Gott ist es, der in euch wirkt sowohl das Wollen als auch das Wirken, zu seinem Wohlgefallen« (Philipper 2,12-13). Sind wir es nun selbst, die wir durch unsere Anstrengung das Heil finden, oder ist es doch Gott, der es bewirkt? Theologische Streitgespräche führen hier zu keiner Lösung, aber die

Analogie zur Physik lässt uns unsere Denkgrenzen erkennen und demütig Gottes Wort in allem akzeptieren.

Ein weiteres physikalisches Phänomen, das uns hilft, biblische Zusammenhänge besser einordnen zu können, ist die heisenbergsche Unschärferelation, die Daniel Bühne in die folgende, leicht verständliche Form fasst: »Die Genauigkeit der einen Größe bedingt notwendigerweise die Ungenauigkeit der Komplementärgröße.« Er zeigt uns in seinem Buch, dass auch Gottes Wort in manchen Passagen eine solche Unschärfe aufweist, die auch durch noch so intensives Bibelstudium nicht zu beseitigen ist. Wie oft sind wir versucht, in biblische Aussagen mehr hineinzulegen, als dort geschrieben steht. Gott hat manche Details nicht so geoffenbart, wie wir es uns gern gewünscht hätten. Wie viele Spaltungen haben Gemeinden erlebt, nur weil manche »mehr wussten«, als die Bibel geoffenbart hat!

Der geneigte Leser fragt sich zu Recht, woran mag es liegen, dass wir bei so vielen physikalischen Phänomenen ihre analoge Entsprechung in der Bibel wiederfinden? So etwas kennt man doch von keinem anderen literarischen Werk. Und die Antwort dürfte nicht überraschen: Es handelt sich in beiden Fällen um denselben Autor – es ist Jesus Christus, der Sohn Gottes! »Durch ihn [= Jesus] hat er [Gott] auch die Welten geschaffen« (Hebräer 1,2; Schlachter 2000) – und damit ist auch alle Physik sein Werk. Bezüglich des Wortes Gottes, das er als Apostel verkündigt, schreibt Paulus in Galater 1,12: »Denn ich habe es weder von einem Menschen empfangen noch erlernt, sondern durch Offenbarung Jesu Christi.«

Dieses Buch halte ich besonders für zwei Personengruppen für sehr lesenswert. Zur ersten Gruppe gehören all jene, die in Jesus Christus bereits ihren Retter gefunden haben. Sie stoßen beim Lesen der

Bibel immer wieder auf Spannungsfelder, die sie nicht auflösen können. Da kommt dieses Buch von D. Bühne gerade recht. Dieselben Phänomene kennt die Physik auch. Da wir Physik stets mit Wahrheit und Wirklichkeit in Verbindung bringen, können wir es mit der Bibel genauso tun. Das stellt uns auf einen festen Untergrund, der nicht wanken kann.

Die zweite Gruppe, für die die Erkenntnisse dieses Buches bedeutsam sind, sind diejenigen Personen, die dem christlichen Glauben noch skeptisch gegenüberstehen. Sie werden überrascht sein, dass physikalische Gesetze und die Aussagen der Bibel viele Gemeinsamkeiten aufweisen. Das dürfte sie dazu anregen, dieses meistverbreitete Buch der Welt zur Hand zu nehmen, darin ausgiebig zu lesen und dann den zu finden, von dem dort ganz zentral die Rede ist: Jesus Christus!

Die Leser dieses sehr empfehlenswerten Buches werden staunend erkennen, dass selbst mithilfe physikalischer Phänomene ein Zugang zur Bibel möglich ist und der Glaube vertieft werden kann.

Werner Gitt

Einführung

»Ich hätte nie gedacht, dass Sie ein so gläubiger Mensch sind.« Solche oder ähnliche Aussagen habe ich in den 20 Jahren, seit denen ich als Mathematik-, Physik- und Sportlehrer an einem Gymnasium unterrichte, immer wieder von den Schülern gehört. Für viele von ihnen war ich zumindest in meinen ersten Berufsjahren ein Sportler. Zu dem Image eines Sportlers passt aus ihrer Sicht der christliche Glaube einfach überhaupt nicht. Noch unverträglicher erscheint ihnen die Gläubigkeit mit meiner naturwissenschaftlichen Ausrichtung. Ein Lehrer, der immer wieder logisches und strukturiertes Denken einfordert, kann doch nicht an das glauben, was die Bibel lehrt!

Tatsächlich wird mein Glaube immer wieder von zum Teil recht massiven Zweifeln erschüttert. Und es kann gut sein, dass der Naturwissenschaftler in mir zum Zweifeln und Hinterfragen neigt. Es ist leider auch oft so, dass diese Zweifel mir den Mut und den Elan rauben, froh meinen Glauben zu bekennen. Deshalb bin ich sehr dankbar dafür, dass das Studium physikalischer Erkenntnisse mir in einigen geistlichen Bereichen Sicherheit gebracht hat. Was Gott in der Natur geschehen lässt, sollte auch im geistlichen Leben möglich sein. Es ist also nicht so, dass ich trotz meines Physikstudiums Christ bin. Vielmehr kann ich sagen, dass das Physikstudium meine Überzeugung von der Glaubwürdigkeit des christlichen Glaubens gefestigt hat.

Teilweise helfen uns auffällige Analogien zwischen der Natur und der Lehre der Bibel, biblische Aussagen besser zu verstehen und zu glauben. In anderen Fällen können die Naturphänomene uns vielleicht helfen, mit Spannungsfeldern der Bibel besser umzugehen und

Aussagen, die sich für uns zu widersprechen scheinen, besser nebeneinander stehen zu lassen.

Fast scheint es mir in einigen Bereichen so, als habe Gott absichtlich Gesetze in seine Schöpfung eingebaut, um uns Menschen zu helfen, geistliche Wahrheiten annehmen zu können. An anderen Stellen wirkt es so, als habe Gott mit Humor unergründliche Geheimnisse in die Natur integriert, um uns Menschen zu zeigen, dass wir bei unserem Streben nach Perfektion und Allwissenheit gewisse Grenzen nie werden sprengen können.

Was mein Anliegen in diesem Buch sein soll, ist, eine Brücke zwischen physikalischen Naturphänomenen und zentralen geistlichen Bibelthemen zu schlagen.

Mir ist bewusst, dass die großen Themen und Spannungsfelder innerhalb der Bibel schon seit Jahrhunderten hinreichend ausgelegt bzw. diskutiert worden sind. Kapazitäten, die sich besser in der Bibel auskennen als ich, haben ihr gewichtiges Wort hierzu abgegeben.

Wenn also in diesem Buch Themen wie »Auserwählung oder freie Entscheidung des Menschen«, »Absolute oder relative Wahrheit«, »Können wir Gottes Wirken und seinen Willen erkennen?« behandelt werden, erhebt das Buch keinen Anspruch, zu diesen Themen neue Erkenntnisse oder bessere Erklärungen als die bereits vorliegenden zu liefern.

Was ich beabsichtige, ist, die teilweise verblüffenden Parallelen zwischen diesen recht kontrovers diskutierten Themen und Phänomenen aus der Physik aufzuzeigen. Und vielleicht wird die Lektüre dem einen oder anderen Leser helfen, innerlich ruhig über manche Spannungsfelder der Bibel zu werden. Wenn außerdem ein wenig Interesse und Faszination für eher unbekanntere physikalische Naturphänomene geweckt würde, wäre das ein schöner Nebeneffekt.

Die Kapitel des Buches sind jeweils folgendermaßen aufgebaut: Zum einen wird ein physikalisches Themengebiet so einfach vorgestellt, dass auch ein neugieriger Leser ohne größere mathematische und physikalische Begabungen und Vorkenntnisse es verstehen kann. Zum anderen wird dann jeweils versucht, eine Brücke zu einer Kernaussage der Bibel zu schlagen.

Das Buch ist keinesfalls eine abgeschlossene Abhandlung. Sicherlich gibt es noch viel mehr inspirierende Analogien zwischen den Naturgesetzen und biblischen Wahrheiten. Vielleicht bekommt ja der eine oder andere Leser Lust, sich weiterhin mit dieser Thematik zu beschäftigen.

Es ist derselbe Gott, der die Regeln der Natur aufgestellt und den Weg zum ewigen Leben ersonnen hat. Von daher sollte es nicht überraschen, dass viele Dinge übereinzustimmen scheinen. Der Gott, der immer derselbe bleiben wird, hat sich in der Natur und in seinem Wort geoffenbart. Diese Offenbarungen passen zueinander und ergänzen sich wunderbar.

Theodor Hänsch vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching äußerte einmal: »Wir verstehen nicht, warum unsere Erklärungen funktionieren, und hoffen auf eine tiefere Erklärung.«² Als Christ ist für mich die tiefere Erklärung, dass ein allmächtiger Gott die Gesetzmäßigkeiten, die wir mathematisch zu beschreiben versuchen, in die Natur hineingelegt hat.

Das Studium dieser Gesetzmäßigkeiten und Phänomene kann uns auch im geistlichen Leben helfen; das ist die Grundthese dieses Buches.

2 <https://www.wissenschaft.de/allgemein/die-verdammte-quantenspringerei> (abgerufen am 3.5.2021).

»Alles hat er schön gemacht zu seiner Zeit; auch hat er die Ewigkeit in ihr Herz gelegt, ohne dass der Mensch das Werk, das Gott gewirkt hat, von Anfang bis Ende zu erfassen vermag. Ich habe erkannt, dass es nichts Besseres unter ihnen gibt, als sich zu freuen und sich in seinem Leben gütlich zu tun; und auch, dass er isst und trinkt und Gutes sieht bei all seiner Mühe, ist für jeden Menschen eine Gabe Gottes.

Ich habe erkannt, dass alles, was Gott tut, für ewig sein wird: Es ist ihm nichts hinzuzufügen und nichts davon wegzunehmen; und Gott hat es so gemacht, damit man sich vor ihm fürchte« (Prediger 3,11-14).

Diese Verse des weisen Königs Salomo belegen, dass die Bibel von der Richtigkeit meiner These ausgeht. Die Art, wie Gott die Natur erschaffen hat, soll unsere Gottesfurcht vermehren.

Wenn dieses Buch diesem Anliegen zuträglich ist, hat es seinen Sinn schon voll erfüllt.

Hinweis zum Aufbau des Buches

Die eingerahmten Abschnitte sind immer die Ausführungen zu den physikalischen Inhalten. Sie sind meiner Einschätzung nach recht unterschiedlich leicht zu verstehen. Außerdem sind sie nicht immer wichtig für das Verständnis der nachfolgenden Inhalte. Der Leser kann diesbezüglich selbst entscheiden, ob er den einen oder anderen Kasten lieber intensiv studieren, überfliegen oder gar auslassen möchte.

Ganz oder gar nicht – Das Grundprinzip der Quantenphysik

Die Welt der kleinsten Teilchen, um die es in diesem Buch in erster Linie gehen soll, funktioniert ganz anders, als wir es aus dem Alltag gewohnt sind.

Wir gehen selbstverständlich davon aus, dass Zustände harmonisch ineinander übergehen. Ein kleiner Baum, der jetzt 1,20 m hoch ist, wird in ein paar Jahren vielleicht 3,50 m hoch sein. Dies bedeutet aber automatisch, dass er in der Zeit bis dahin alle möglichen Zwischengrößen durchläuft. Jede mögliche Höhe zwischen 1,20 m und 3,50 m wird er zwischendurch einmal haben, anders geht es nicht.

Und wenn es gestern 15,3 °C warm gewesen ist, heute jedoch nur noch 12,7 °C gemessen werden, so ist jedem logisch denkenden Menschen klar, dass die Temperatur beim Sinken bis zu 12,7 °C alle möglichen Zwischentemperaturen mindestens einmal durchlaufen haben muss.

Bei den Quantenteilchen ist genau dies nicht der Fall. Elektronen, Protonen, Photonen etc. können nur spezielle, festgelegte Zustände einnehmen, die nicht harmonisch ineinander übergehen. Statt harmonisch von einem Energieniveau in ein anderes überzugehen, kann etwa das Elektron in der Atomhülle des Wasserstoffatoms nur Quantensprünge zwischen verschiedenen Energieniveaus machen. Beispielsweise könnte ein Elektron von einem Energieniveau der Energie -3,4 eV auf ein Energieniveau von -13,6 eV springen. Zwischen diesen

beiden Niveaus existiert jedoch kein mögliches Energieniveau, das das Elektron einnehmen könnte.

Dieses Prinzip der gequantelten Zustände durchzieht die komplette Welt der kleinsten Teilchen. Schaut man sich beispielsweise die Ladungen von Atomen an, finden wir dasselbe Phänomen. Nicht jede elektrische Ladung ist möglich, sondern nur Vielfache der Elementarladung $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.³ Ein Atom kann also niemals eine elektrische Ladung von $2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ besitzen. Diese Ladung ist unmöglich! Die kleinstmögliche Ladung ist $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, der nächstmögliche Wert dann $3,204 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ – eben das Doppelte von $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Warum kann das Elektron im Wasserstoffatom keine Energieniveaus zwischen den beiden oben genannten Werten einnehmen? Warum an allen Ecken diese diskreten Werte, die die kleinsten Teilchen annehmen können, dazwischen jedoch nichts? Wieso keine harmonischen Übergänge, sondern nur Quantensprünge?

»Die Quantenmechanik ist sehr Achtung gebietend. Aber eine innere Stimme sagt mir, dass das noch nicht der wahre Jakob ist. Die Theorie liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. Jedenfalls bin ich überzeugt, dass der nicht würfelt.«⁴ So äußerte Einstein in einem Diskurs mit anderen führenden Quantenphysikern. Niels Bohr (erhielt 1922 für seine Arbeiten am Atommodell den Nobelpreis) erwiderte: »Es kann doch nicht unsere Aufgabe sein, Gott vorzuschreiben, wie er die Welt regieren soll.«⁵

3 C steht für Coulomb. Ein Coulomb ist definiert als die elektrische Ladung, die innerhalb einer Sekunde durch den Querschnitt eines Leiters transportiert wird, in dem ein elektrischer Strom der Stärke von einem Ampere fließt.

4 Einstein in einem auf den 4. Dezember 1926 datierten Brief an Max Born. Siehe <https://www.aphorismen.de/zitat/115581> (abgerufen am 3. 5. 2021).

5 S. M. Markus, *Der Gott der Physiker*, Basel: Birkhäuser, 1986, S. 327.



Niels Bohr (1885 – 1962), der große dänische Physiker, der für seine Verdienste rund um die Erforschung der Struktur der Atome 1922 den Nobelpreis erhielt.

Es ist und bleibt ein Rätsel. Wir als Christen glauben, dass sich ein genialer Designer all die mysteriösen Zusammenhänge ausgedacht hat.

Und Bohrs Antwort trifft schon ziemlich genau die Haltung, die auch Paulus einnimmt, wenn er schreibt: »Wer bist du denn, o Mensch, der du das Wort nimmst gegen Gott? Wird etwa das Geformte zu dem, der es geformt hat, sagen: Warum hast du mich so gemacht?« (Römer 9,20).

In der Glaubensrealität ist es nicht anders als in der Quantenphysik. Wohl möglich, dass es uns nicht gefällt, wenn die Bibel sagt: »Und es ist in keinem anderen das Heil, denn es ist auch kein anderer Name unter dem Himmel, der unter den Menschen gegeben ist, in dem wir errettet werden müssen« (Apostelgeschichte 4,12).

Aber wenn die Bibel wirklich das sein sollte, was sie beansprucht – die geoffenbarte Wahrheit Gottes –, dann müssen wir auch oder erst recht auf diesem Gebiet das akzeptieren, was unser Schöpfer und Erlöser sich als Weg zum Heil für uns Menschen ausgedacht hat.

Genau wie in der Quantenphysik gibt es auch hier keine Zwischenzustände, es gilt ganz klar: alles oder nichts. In Gottes Wort heißt es dazu: »Wer den Sohn hat, hat das Leben; wer den Sohn Gottes nicht hat, hat das Leben nicht« (1. Johannes 5,12).

»Wer nicht mit mir ist, ist gegen mich«, sagt Jesus an anderer Stelle (Matthäus 12,30). Ein Mittelding ist hier kategorisch ausgeschlossen, es gibt keine 50%-Christen. Entweder wir glauben, dass Jesus unser Retter und Herr ist, und sind bereit, ihm nachzufolgen, oder wir gehören zu seinen Feinden. Neutralität ist an dieser Stelle kein möglicher Zustand ...

2

Alles relativ?! –

Was die spezielle Relativitätstheorie uns lehrt

»Manche Männer bemühen sich lebenslang, das Wesen einer Frau zu verstehen. Andere befassen sich mit weniger schwierigen Dingen, wie z. B. der Relativitätstheorie.«⁶

Albert Einstein

Kaum eine Theorie hat das bisherige Denken derart auf den Kopf gestellt wie die spezielle Relativitätstheorie. Grundsätze, die bis dahin als unantastbar galten, wurden mit der 1905 von Einstein veröffentlichten Theorie mit einem Schlag über den Haufen geworfen. Unglaublich erscheinende Gedankenexperimente wie das im Folgenden zitierte resultierten aus der neuen Erkenntnis:

Wenn wir z.B. einen lebenden Organismus in eine Schachtel hineinbrächten und ihn dieselbe Hin- und Herbewegung ausführen ließen wie vorher die Uhr⁷, so könnte man es erreichen, dass dieser Organismus nach einem beliebig langen Fluge beliebig wenig geändert wieder an seinen ursprünglichen Ort zurückkehrt, während ganz entsprechend beschaffene Organismen, welche an den ursprünglichen Orten ruhend geblieben sind, bereits längst neuen Generationen Platz gemacht haben. Für den bewegten Organismus

6 <https://www.zitate.eu/autor/albert-einstein-zitate/281790> (abgerufen am 3. 5. 2021).

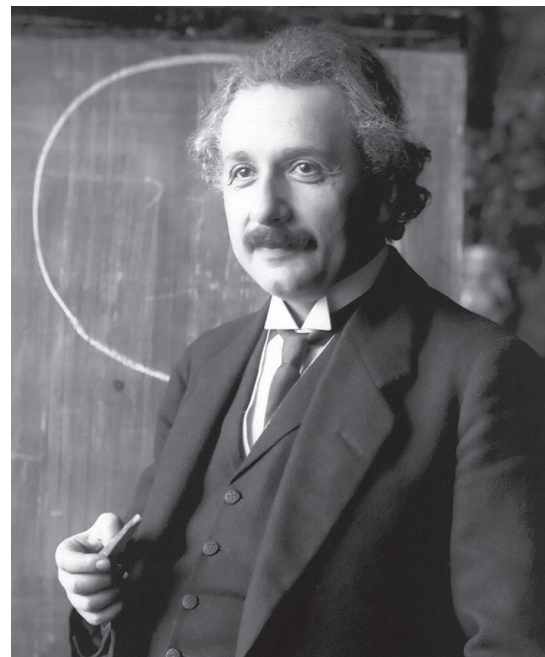
7 A. d. A.: Diese wird annähernd mit Lichtgeschwindigkeit bewegt.

war die lange Zeit der Reise nur ein Augenblick, falls die Bewegung annähernd mit Lichtgeschwindigkeit erfolgte! Dies ist eine unabwiesbare Konsequenz der von uns zugrunde gelegten Prinzipien, die die Erfahrung uns aufdrängt.⁸

In einer abgewandelten Version dieses Gedankenexperiments, das in diesem Zusammenhang sehr häufig als Veranschaulichung genutzt wird, bedeutet das: Geht einer von zwei Zwillingen auf eine »Raumfahrt«, so ist er nach seiner Rückkehr zur Erde jünger als sein zu Hause gebliebener Zwilling Bruder.

So absurd es erscheinen mag: Ein mit großer Geschwindigkeit bewegter Mensch altert relativ zu einem nicht bewegten Menschen langsamer.

Albert Einstein (1879 – 1955) stellte die allgemeine und spezielle Relativitätstheorie auf. Den Nobelpreis bekam er allerdings 1921 für seine Erkenntnisse rund um die Lichtquanten.



⁸ Albert Einstein, *Die Relativitäts-Theorie*, In: Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 56. Jahrgang, 1911, S. 12.

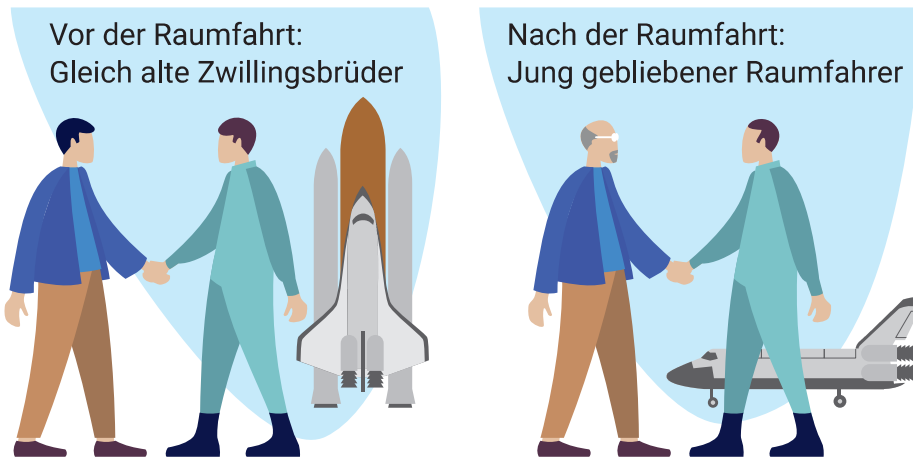


Abbildung 1

Oder anders ausgedrückt: Eine Uhr, die sich relativ zu einem Beobachter schnell bewegt, geht für diesen Beobachter langsamer.

Was für den kritischen Leser wie eine unglaubliche Hypothese anmutet, ist in zahlreichen Experimenten belegt worden. Eines dieser Experimente wird nun präsentiert. Danach werden einige der Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie erläutert.

Dass die Theorie sonst nicht zu erklärende Phänomene verstehbar macht, soll vorab am Beispiel des Myons, eines der Elementarteilchen, veranschaulicht werden:⁹

9 A.d.H.: In Bezug auf die mit Anführungszeichen gekennzeichneten Textteile vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Myon> (abgerufen am 3. 5. 2021).

»Das Myon ... ist ein Elementarteilchen, das in vielen Eigenschaften dem Elektron ähnelt. Wie das Elektron besitzt es eine negative Elementarladung und einen Spin von $\frac{1}{2}$.« Das Myon hat aber eine etwa 207-mal größere Masse als das Elektron.

»Myonen wurden 1936 von Carl D. Anderson und Seth Neddermeyer bei der Untersuchung von kosmischer Strahlung entdeckt.« Myonen entstehen in einer Höhe von etwa 10 km über der Erdoberfläche durch Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit Atomkernen der Atmosphäre. Die Myonen bewegen sich dabei mit einer Geschwindigkeit von 99,95% der Lichtgeschwindigkeit in Richtung Erdoberfläche, zerfallen aber nach kurzer Zeit in ein Myon-Neutrino, ein Anti-Elektronneutrino und ein Elektron.

Die soeben erwähnten Zerfallsprodukte sind an dieser Stelle nicht weiter von Bedeutung; wichtig ist nur die Tatsache, dass ein Myon instabil ist, also schon nach kürzester Zeit wieder zerfällt.

Myonen kann man auch künstlich im Labor herstellen. Dort misst man eine mittlere Lebensdauer von ca. $t = 2,2\mu\text{s}$ (das sind nur 0,0000022s). Wir kennen also die Geschwindigkeit, mit der das Myon – startend aus einer Höhe von ca. 10 km – auf die Erdoberfläche zurast, und die durchschnittliche Lebensdauer.

Klassisch kann man demzufolge mit der Formel

$$\text{Strecke} = \text{Geschwindigkeit} \cdot \text{Zeit}$$

sofort ausrechnen, dass solch ein Myon im Schnitt nur 660 m weit kommen dürfte und dann zerfallen müsste. Es ist also nach den klassischen Gesetzen unmöglich, dass solch ein Myon die 10 km bis zur Erde überlebt.

Tatsächlich können die aus der Atmosphäre kommenden Myonen jedoch auf der Erdoberfläche nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis steht scheinbar im Widerspruch zu den gerade angestellten Überlegungen. Wie kann es sein, dass Teilchen, die nur etwa 0,0000022s überleben und somit nur ca. 660 m zurücklegen können, den etwa 10 km langen Weg zur Erde überstehen?

Im Bezugssystem des Myons, das sich Richtung Erde bewegt, ruht das Myon und hat die oben angegebene Lebensdauer von $t = 2,2 \mu\text{s}$, die wir ja auch bei den hier auf der Erde künstlich im Labor hergestellten Myonen nachmessen können. Für einen Beobachter auf der Erde jedoch bewegt sich das Myon mit sehr hoher Geschwindigkeit auf die Erde zu. Nun wurde ja bereits eingangs erläutert, dass einem wichtigen Ergebnis der speziellen Relativitätstheorie zufolge die Zeit, die der Beobachter auf der Erde für einen Vorgang im Bezugssystem des Myons misst, länger ist als die Zeit, die ein Beobachter im System des Myons für den gleichen Vorgang messen würde. Rechnet man mit den von Einstein hergeleiteten Formeln aus, welche Zeit also für einen Beobachter auf der Erde vergehen würde, während im System des Myons seine Lebensdauer von $2,2 \mu\text{s}$ abläuft, so ergibt sich eine etwa 50-mal so große Zeit.

Ganz einfach formuliert sagt Einsteins Theorie also Folgendes:

Während für das System, in dem das Myon ruht, $2,2 \mu\text{s}$ vergehen, werden hier auf der Erde etwa $50 \cdot 2,2 \mu\text{s}$ gemessen. In dieser Zeit kann das Myon 33 km zurücklegen, sodass auf einmal erklärbar wird, warum das Myon die 10 km bis zu uns auf der Erdoberfläche »überlebt«, sodass wir es nachweisen können.

Ohne Einsteins Erklärung könnte man das Ankommen der Myonen auf der Erde unmöglich logisch erklären!

Die zu beobachtenden Phänomene entsprechen also genau dem, was die Relativitätstheorie berechnet: Die Lebensdauer des Myons hängt von dem Bezugssystem ab, aus dem man es beobachtet.

Es würde den Rahmen dieses Buches sprengen, die komplette spezielle Relativitätstheorie darzustellen. Damit der wissenschaftsinteressierte Leser aber das Gedankenprinzip, dem die ganze Theorie zugrunde liegt, nachvollziehen kann, soll im Folgenden die Relativität von Gleichzeitigkeit und Zeit erklärt werden.

Relativität der Gleichzeitigkeit

Zwei Ereignisse, die in einem Bezugssystem gleichzeitig stattfinden, finden in einem dazu bewegten Bezugssystem nicht gleichzeitig statt.

Es ist auch für Laien relativ einfach, diesen Sachverhalt zu verstehen. Stellen wir uns einen Bahndamm vor, an dem sich zwei Punkte A und B befinden (siehe Abbildung 2). Genau in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten sitzt in einem wartenden Zug ein Beobachter, wir nennen ihn Person X. Sendet man nun von A und B gleichzeitig jeweils einen Lichtblitz aus, werden beide Blitze natürlich aufgrund der gleichen Entfernung kurze Zeit später gleichzeitig bei Person X eintreffen.

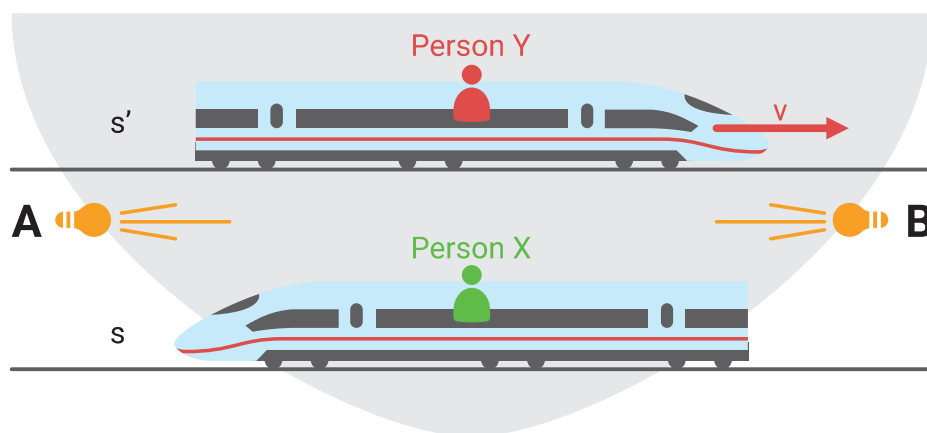


Abbildung 2

Wenn wir uns aber nun einen Zug vorstellen, in dem Person Y sitzt und der mit hoher Geschwindigkeit v so am Bahndamm entlangrast, dass er zum Zeitpunkt des Aussendens der Lichtblitze genau auf einer Höhe mit Person X ist (siehe Abbildung 2), so beobachtet Person X vom Bahndamm aus, dass die Lichtblitze Person Y nicht zeitgleich erreichen. Bei Person Y wird nämlich der Lichtblitz von B merklich früher eintreffen als der von A. Dies liegt daran, dass der Zug ja in der Zeit, in dem die Lichtblitze sich ausbreiten, dem Lichtblitz von B entgegenfährt, während man sich vom Lichtblitz aus A entfernt. Da also der von B ausgehende Lichtblitz eine kürzere Strecke bis zu Person Y zurücklegen muss als der Lichtstrahl von A, werden bei Person Y die Lichtstrahlen nacheinander und nicht gleichzeitig eintreffen.

Abbildung 3 zeigt es ganz eindeutig: Bei Person X werden die Strahlen von A und B in Kürze gleichzeitig eintreffen. Dagegen ist bei Person Y der Strahl B bereits angekommen, während der Strahl A noch unterwegs ist.

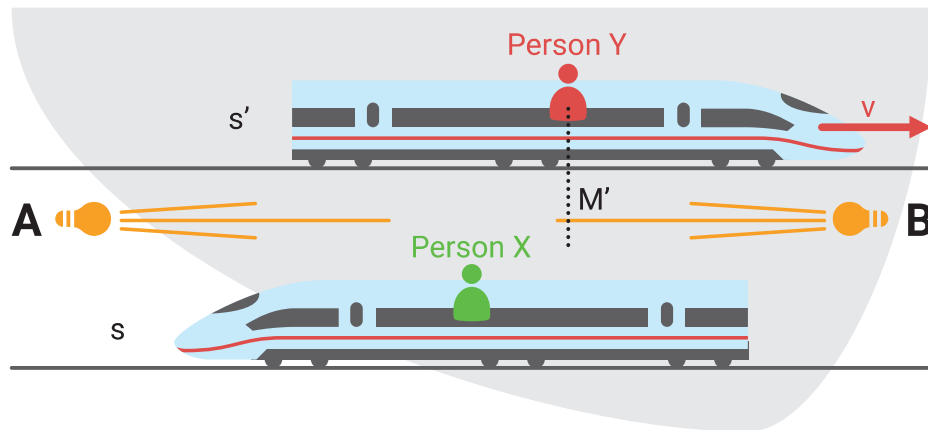


Abbildung 3

Das Ereignis, das also für Person X in der Mitte des am Bahnsteig stehenden Zuges gleichzeitig stattfand, findet für Person Y im schnell vorbeirasenden Zug nicht gleichzeitig statt. Bei ihr kommt der Lichtstrahl von B eher an als der von A.

Das bedeutet: Es gibt keine universelle Gleichzeitigkeit. Das, was für Person X gleichzeitig abläuft, registriert der dazu bewegte Beobachter (Person Y) nicht gleichzeitig.

Und beide Beobachter haben aus ihrer Beobachterposition heraus recht mit ihrem Urteil.

Falls der interessierte Leser auch noch etwas über die Relativität der Zeit erfahren möchte, kann er den nachfolgenden Abschnitt in Angriff nehmen.