

Mathias Hübner

Quantendynamik

Eine Studie für Ingenieure

Quantendynamik

Eine Studie für Ingenieure

Mathias Hüfner

Covergestaltung: Mathias Hüfner KI gestützt

Quantendynamik

Eine Studie für Ingenieure

Mathias Hüfner



Wenn du die Geheimnisse des Universums ergründen möchtest,
denke in Begriffen wie Energie, Frequenz und Schwingungen.

- Nicola Tesla -

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.dnb.de abrufbar.

Die automatisierte Analyse des Werkes, um daraus Informationen insbesondere über Muster, Trends und Korrelationen gemäß §44b UrhG („Text und Data Mining“) zu gewinnen, ist untersagt.

© 2026 Dr Ing. Dipl Phys. Mathias Hüfner

Herstellung und Verlag:

BoD · [Books on Demand GmbH](#), Überseering 33, 22297 Hamburg

ISBN: 978-3-6963-1782-9

**Die Darstellung unserer Welt ist widersprüchlich,
denn Wahrheit ist nicht absolut, sondern eine Bewertung
von Aussagen beruhend auf Interessen.
So erleben wir die Welt surreal.**

**Im 19. Jahrhundert wurde die Welt erforscht und die Ergebnisse
zu Theorien verdichtet. Im 20. Jahrhundert wurden Theorien er-
funden und danach die Welt interpretiert.**

**Ich vertraue der Mathematik erst, wenn ich sie in eine Reihe von
Messwerten einsperren kann. Außerhalb dieses Bereiches
entwickelt Mathematik ihr Eigenleben.**

**Der Unterschied zwischen einem Physiker und einem Ingenieur
ist, dass sich der Physiker auf die Lehrmeinung berufen kann,
während der Ingenieur für seinen Fehler haften muss.**

**Lieber Leser, habe deshalb Mut, dich deines eigenen Verstandes
zu bedienen.**

Ein ganz kleines Reh stand am ganz kleinen Baum
still und verklärt wie im Traum.
Das war des Nachts elf Uhr zwei.
Und dann kam ich um vier
Morgens wieder vorbei.
Und da träumte noch immer das Tier.
Nun schlich ich mich leise - ich atmete kaum -
gegen den Wind an den Baum,
und gab dem Reh **einen ganz kleinen Stips**.
Und da war es aus Gips.

Joachim Ringelnatz

In Erinnerung an meinen Vater
Ingenieur Friedebert Hüfner

Zeitleiste der modernen Physik des 20. Jahrhunderts

Die moderne Physik des 20. Jahrhunderts bricht mit der klassischen Physik und besteht aus der Einsteinschen Relativitätstheorie und der Bohr-Heisenbergschen Quantentheorie. Als einige der wichtigen Meilensteinen der modernen Physik werden allgemein angesehen:

- 1900 Max Planck führt die Quantentheorie ein, indem er vorschlägt, dass Energie quantisiert ist und in diskreten Paketen namens „Quanten“ vorliegt.
- 1905 Albert Einstein veröffentlicht die spezielle Relativitätstheorie, in der er Maxwells Gleichungssystem symmetrisiert hat und es seiner Dynamik beraubt hat.
- 1908 Hermann Minkowski stellt die Relativitätstheorie und die Lichttheorie als Raumzeit dar und verwirrt damit die Physikwelt.
- 1911 Ernest Rutherford begründet das Kernmodell des Atoms, indem er entdeckt, dass der größte Teil der Masse und positiven Ladung in einem kleinen, dichten Kern konzentriert ist. Die erste Solvay-Konferenz mit dem Thema „Theorie der Strahlung und Quanten“ wurde von Hendrik Antoon Lorentz geleitet und befasste sich mit den unterschiedlichen Ansätzen der Klassischen Physik und der im Entstehen begriffenen Quantenphysik. Sie endete ohne Ergebnis. Man wollte sich aber wieder treffen.
- 1915 Albert Einstein veröffentlicht die Allgemeine Relativitätstheorie, nach der das Licht infolge der gekrümmten Raumzeit durch die Gravitation abgelenkt würde. Diese wird nicht mehr als Kraft sondern als geometrische Eigenschaft gedeutet. Ungeklärt ist der Zusammenhang mit der Quantentheorie.
- 1924–1927 Louis de Broglie, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg und andere entwickeln die Quantenmechanik, eine Theorie, die das Verhalten subatomarer Teilchen beschreiben soll.
- 1927 George Lemaître und George Gamow schlagen die Urknalltheorie vor, die postuliert, dass das Universum aus einer Urexplosion entstanden sei.

- 1931 Erstes Elektronenmikroskop von Ernst Ruska und Max Knoll
- 1932 James Chadwick entdeckt das Neutron, ein instabiles Teilchen, was aus dem Atomkern stammt. Es schien keine Wechselwirkung mit der Umgebung zu haben, weshalb es als neutral angesehen wurde. In Atomkerne eindringende Neutronen destabilisieren diese und machen sie radioaktiv.
- 1936 Neugründung der päpstlichen Akademie der Wissenschaften durch Pius XI., mit deren Leitung Georges Lemaître beauftragt wurde. Mitglieder waren unter anderen Max Planck, Niels Bohr, Louis de Broglie, Otto Hahn, Werner Heisenberg, Klaus von Klitzing, Erwin Schrödinger, Ernest Rutherford, Pieter Zeeman,
- 1938 Otto Hahn und Fritz Strassmann entdecken die Kernspaltung, einen Prozess, bei dem sich ein schwerer Atomkern in zwei kleinere Kerne spaltet.
- 1945 Erste Explosion einer Atombombe im Rahmen des Manhattan-Projekts markiert den Beginn des Atomzeitalters.
- 1947 In den Bell Laboratories in den Vereinigten Staaten entwickelte die Gruppe um John Bardeen, William Shockley und Walter Brattain den ersten funktionierenden Bipolar-Transistor in Form eines Spitzentransistors.
- 1952 Eduard Teller entwickelt die amerikanische Wasserstoffbombe.
Erste Versuche zur Kernfusion mit der Hoffnung, die Fusion wäre ein Prozess, den man zünden könne. Andrej Dmitrijewitsch Sacharow schlägt einen torusförmigen Behälter zur Erhitzung eines Wasserstoff-Heliumplasmas vor, das TOKAMAK-Prinzip, was Toroidale Kammer mit Magnetspulen in der Übersetzung bedeutet.
- 1954 Erste Erzeugung elektrischer Energie aus Kernenergie in einem Kernkraftwerk in Obninsk, russische Sowjetrepublik.
- 1962 Erste Realisierung des TOKAMAK. Die Erwartungen wurden enttäuscht. Die Energiebilanz war negativ und blieb es auch in den nächsten Jahrzehnten, obwohl das Plasma immer länger erhalten werden konnte und seine Temperatur immer weiter erhöht wurde.
- 2007 Baubeginn des Fusionsreaktors ITER nach dem TOKAMAK-Prinzip. Baukosten bis 2025 20 Milliarden Euro, Voraussichtlich erste Experimente ab 2028.

Inhaltsverzeichnis

Zeitleiste der modernen Physik des 20. Jahrhunderts.....	7
Vorwort.....	11
Motivation zu diesem Buch.....	22
Die Kritik an der Quantenmechanik.....	24
Wie wird Quantenmechanik gelehrt ?.....	26
Materie kontra Idee.....	31
Materie, Struktur, Masse und Menge.....	41
Gebundene und freie Ladung - Ursache der Kraft.....	59
Vom Messen, Zählen und Rechnen.....	63
Das Messproblem und das Auflösungsvermögen.....	73
Heisenbergs Unbestimmtheitsrelation.....	79
Wahrscheinlichkeit und Gewissheit.....	82
Ist die Quantenmechanik milieubedingt?.....	90
Was ist und was kann Mathematik?.....	96
Primzahlen und algebraische Strukturen.....	104
Was lehrt uns fraktale Geometrie?.....	107
Analogieschlüsse und Systemdenken.....	113
Philosophisches Fazit.....	118
Bewegungen.....	122
Ein kurzer Blick in die Geschichte der Zeit.....	126
Das Relativitätsprinzip.....	129
Kraftfreie Bewegung im Inertialsystem.....	132
Das Minimalprinzip der Bewegungsökonomie.....	135
Das Quantum in der Erfahrungswelt.....	138
System – Quantum und Relativität.....	146
Alles fließt.....	151
Von den Schwingungen und der Quantengravitation.....	155
Der Kreisel und klassische Quantenmechanik.....	160
Vom Brummkreisler zur Orgel.....	165

Resonanz und Dämpfung.....	169
Wirbelbewegungen.....	177
Brownsche Bewegung als Fluktuation.....	180
Maxwells Gleichungssystem der Elektrodynamik.....	186
Anmerkungen zur kinetische Gastheorie.....	194
Entropie und Wahrscheinlichkeit.....	199
Die Lorentzkraft als universelle Kraft des Äthers.....	205
Strahlung als eine Bewegungsform der Materie.....	214
Das Breitbandspektrum und der Plancksche ‚Stups‘.....	220
Über Licht-Strahlung.....	236
Niels Bohr und das Linienspektrum des Wasserstoffs.....	240
Materiewellen und die de-Broglie-Wellenlänge.....	246
Das Atom als Antenne.....	252
Schrödingers Wellenfunktion und der Streit mit Bohr.....	258
Ein neuer ontologischer Ansatz einer Wellenfunktion.....	268
Konsequenzen für die Physik des Elektrons.....	272
Rydbergs Formel und der Stromfaden des Elektrons.....	273
Quantensprung oder Aufspaltung der Spektrallinie.....	278
Schwingungen der Atomhülle und der Hall-Effekt.....	281
Naturkonstante und Zahlenmystik.....	286
Das Mysterium Atomkern.....	291
Das Elektron.....	293
Das Proton.....	294
Das Neutron.....	300
Die Stromfaden-Schrumpfung des Elektrons.....	304
Zum magnetischen Moment des Elektrons.....	316
Das Neutrino, ein weißer Elefant?.....	318
Ein magnetisches Atomkernmodell.....	323
Die Nuklidkarte.....	325
Die Modellierung der Nuklide.....	329
Über Kernkräfte.....	336
Quintessenz.....	339
Danksagungen.....	341
Über den Autor.....	349

Vorwort

»If you think you understand quantum mechanics, you don't understand quantum mechanics.«

Richard Feynman

Als ich endlich mein Physikdiplom 1970 in der Tasche hatte, hatte ich neben der klassischen auch die moderne Physik gut gelernt, aber verstanden hatte ich letztere nicht. Das wollte ich später nachholen. Gelegenheit dazu fand ich erst wieder, als ich mich aus meinem sehr abwechslungsreichen Arbeitsleben zurückgezogen hatte.

Denken gehört zu meiner größten Befriedigung und dazu fand ich nun reichlich Gelegenheit. Doch um zu denken, ist Wissen notwendig. Mit Wissen, dass man in der Hosentasche trägt, kann man nicht denken. Als ich ein Schulkind war, habe ich gelernt, um meine Eltern zufrieden zu stellen. Später habe ich gelernt, um Karriere zu machen. Heute lerne ich zum Vergnügen. Aber ich stoße dabei immer wieder auf Widersprüche in den Theorien der modernen Physik.

Es erinnert mich an eine Geschichte, die ich vor Jahren einmal gehört oder gelesen habe, die man sich in China erzählt. Ein Glockengießer bekam den Auftrag, für den neuen Tempel eine Glocke zu gießen. Er begann seine Arbeit und dachte dabei an das Geld, was er für die Glocke erhalten würde, und der Guss misslang. Er musste die ganze Arbeit von vorn beginnen. Diesmal dachte er an den Ruhm, den er für die Glocke ernten würde. Auch dieser Guss misslang. Schließlich musste er noch einmal von vorn beginnen. Nun verbannte er alle eitlen Gedanken und konzentrierte er sich voll auf die Arbeit an der Glocke und siehe, der Guss gelang. Ähnlich muss es vor mehr als einhundert Jahren zugegangen sein, als die Quantenmechanik erfunden wurde. Nur herrschten die eitlen Gedanken vor.

Eine Glocke ist ein Objekt, das man anfassen kann und das man in Aktion hören kann, wenn ihr Klöppel den Glockenkörper anstößt. Es ist

ein Kraftquant erforderlich, um den Vorgang auszulösen. Die Objekte der Quantenmechanik sind jedoch so klein, dass unsere Sinne sie nicht mehr wahrnehmen können. Das hindert uns daran, festzustellen, ob die Theorie gelungen ist. Sind die Mechanismen die gleichen, wie in der erfahrbaren Welt? Wenn nicht, muss es eine Skalen-Grenze geben, und was dahinter passiert, bleibt für den Menschen unergründbar. Doch das macht den Reiz aus und die mathematischen Phantasien beginnen zu blühen. Als Ingenieur ist man da viel pragmatischer. Um die Welt des Mikrokosmos zu verstehen, sind wir auf Analogieschlüsse angewiesen. Irrtümer sind da zwar nicht ausgeschlossen, aber wir landen stets wieder auf dem Boden der Realität.

Wenn Werner Heisenberg in seiner *Geschichte der Quantentheorie*¹⁾ feststellte, dass die Paradoxa der Quantentheorie während des Klärungsprozesses nicht verschwanden, verhielt es sich so wie mit dem misslungenen Glockenguss. Nur hat er die misslungene Theorie abgeliefert und seine Kollegen von der Notwendigkeit des Risses bzw. der Paradoxa überzeugen wollen. Doch ist ihm gelungen?

Es ist in der Wissenschaftsgeschichte ein merkwürdiger Zustand, dass ein Notbehelf mit einer in sich paradoxen Theorie über 100 Jahre überleben konnte, ohne dass ein ernsthafter Versuch unternommen wurde, diesen Missstand zu beheben. Über die vermutlichen Ursachen habe ich bereits anderen Orts berichtet.²⁾

Unser Denken, und wie wir die Welt sehen, wird von unserem Glauben maßgeblich beeinflusst. Während sich die Wissenschaftler des 19. Jahrhunderts an der Philosophie der europäischen Aufklärer wie John Locke, Immanuel Kant und Voltaire orientierten, änderte sich das zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Die fünf Päpste des 19. Jahrhunderts hatten sich gegenüber den Wissenschaften ziemlich liberal verhalten. Als jedoch Papst Pius X. an die Macht kam, sagte er mit der Enzyklika Pascendi

1 W- Heisenberg – *Geschichte der Quantentheorie in Quantentheorie und Philosophie*; S.12; Philip Reclam jun. GmbH Stuttgart 1979 und 2008, ISBN 978-3-15-009948-3

2 M. Hüfner - *Götterdämmerung am Physikerhimmel*; BoD 2023; ISBN-13: 9783757876401

Dominici gregis am 8. September 1907 dem Modernismus den Kampf an. Da die Universitäten als Wissensträger vom Mittelalter her eng mit der Kirche verbunden waren, hatte das unmittelbare Folgen für die dortige Lehre. War es ein Segen in dunkler Zeit, dass das Wissen des Altertums in den Klöstern konserviert wurde, entwickelte sich die scholastische Denkweise immer mehr zu einem Hemmnis. Philosophen, wie George Berkeley, Johann Gottlieb Fichte und Arthur Schopenhauer kamen in Mode. Auch die Heiligsprechung von Pius X. durch Pius XII. 1954 spricht deshalb für die rückwärtige Politik der nachfolgenden Päpste. Ihr Ziel war es, der Wissenschaft Zügel anzulegen. Sie betrieben eine erfolgreiche Politik der Umarmung der Wissenschaft, indem sie ihr genehme Ideen förderten. Das Konzept der Bestrafung wurde durch das Konzept der Belohnung ersetzt. Dabei spielte die Wiedergründung der Päpstlichen Akademie eine wichtige Rolle. Sie übernahm die Oberaufsicht über die Wissenschaftsentwicklung an den Universitäten gemäß den Vorgaben der *Pascendi Dominici gregis*. Nur so lässt sich erklären, dass die merkwürdigen Paradoxa sich weltweit verbreiten konnten. Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang auch der Aufsatz von Gebhard Löhr, der von einer „physikalischen Religion“ schreibt.

»Inzwischen handelt es sich bei der „physikalischen Religion“ um ein Phänomen der Religionsgeschichte des 20. Jahrhunderts, das der Untersuchung bedarf.«

Löhr bezieht sich bei dem Zitat auf Christoph Bochingers Doktorarbeit³) aus dem Jahr 1994.

Hier nun werde ich den Versuch unternehmen, die Paradoxa aufzulösen, ohne Interessenskonflikte fürchten zu müssen. Eines der ersten Probleme der Quantenmechanik ist die Negation der Kausalität. In der

3 C. Bochinger -, „New Age“ und moderne Religion. Religionswissenschaftliche Analysen, Gütersloh 1994; S. 278 ; <https://www.amazon.de/New-moderne-Religion-Christoph-Bochinger/dp/3579002996> (20.03.26)

Kantschen Philosophie ist das Kausalgesetz die Voraussetzung für alle Erfahrung und ohne die Ursache eines Sinneseindrucks zu erkunden, funktioniert keine Erkenntnis in der uns umgebenden Welt. Wenn die Mikrowelt anders funktionieren sollte, müsste man angeben können, auf welcher Skala die Kausalität verloren geht und die Welt der Wunder beginnt. Das logische Folgern, würde dort nicht mehr funktionieren, weshalb man Paradoxa akzeptieren müsste. Das kommt einer wundergläubigen Religion sehr entgegen, weshalb Vertreter der Theologie ein vermehrtes Interesse an einer akausalen Wissenschaft zeigten und von der Versöhnung von Glaube und Wissenschaft sprachen.⁴⁾ ⁵⁾ Blickt man in die Religionsgeschichte, gab es da bessere Anknüpfungspunkte für die Wissenschaft. Als die Menschen sesshaft wurden, begannen sie mit der Beobachtung der Sonne, denn sie erkannten den Zusammenhang von der Sonnenenergie und dem Leben auf der Erde. Das war die Geburtsstunde der Zeitrechnung, vielleicht vor 7000 Jahren, wie das



Abbildung 1: Die schöpferischen Hände der Sonne über der Großen Sphinx von Gizeh (Wandrelief im Aton-Tempel)

Sonnenobservatorium in Goseck belegt.⁶⁾ Nach den Berechnungen von

- 4 M. Wirtz – 2 *Glauben und Wissen*. In: Religionsphilosophie. J.B. Metzler, Stuttgart. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05711-2_3
- 5 H.-P. Dürr - *Versöhnung von Wissenschaft und Religion*; Max Planck-Institut 2003; <http://wp.origenes.de/wp-content/uploads/2022/08/duerr-berlin-2003.pdf>
- 6 Sonnenobservatorium Goseck; <https://www.mv-sachsen-anhalt.de/museen/suche-nach-museen/sonnenobservatorium-goseck-und-informationszentrum-zum-gosecker-sonnenobservatorium> (20.03.25)

James Usher, dem Erzbischof von Irland begann die Welt des alttestamentarischen Hirtenvolkes der Juden jedoch erst vor 6000 Jahren.⁷⁾

Viel beeindruckender sind die schöpferischen Hände der Sonne auf die Sphinx aus der Zeit des Echnatons im alten Ägypten vor 3300 Jahren, wie es Abbildung 1 zeigt. Die Darstellung verweist auf eine schon um tausende Jahre ältere Kultur sesshafter Menschen im Niltal und dass es vieler Hände für einen Schöpfungsakt bedarf. Die zyklische Veränderung des Energieflusses der Sonne ist die eigentliche schöpferische Kraft auf unserer Erde, der die Menschheit ihre Existenz verdankt und nicht irgendwelchen abstrakten Göttern. Sie bewirkt die Dynamik in Raum und Zeit. Um diese Dynamik haben sich in den Jahrtausenden der Menschheitsgeschichte immer mehr Mythen gerankt, die den Anspruch auf Wissenschaft erhoben haben, obwohl mehr Glaube darin steckte. Zumindest ist der Zweifel an diesem Glauben gerechtfertigt, denn die Geheimnisse einer sich verändernden Natur lassen sich nicht so einfach entschleiern.

Ein Buch über Dynamik zu schreiben, bleibt eine Herausforderung, da ein Buch nun mal ein statisches Objekt ist. Ein gutes Hilfsmittel, um dynamische Vorgänge zu verstehen, ist GeoGebra, ein mathematisches Werkzeug, um dreidimensionale Bewegungen erlebbar zu machen. Als ich studierte, waren die Hilfsmittel Zahlentafeln und Rechenschieber. Was heute möglich ist, das war vor hundert Jahren noch eine unlösbare Aufgabe als man daran ging, sich Gedanken über Quantenmechanik zu machen. Damit waren die akademischen Quantenmechaniker in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts total überfordert. Kein Wunder, dass sie das Heil in der Mystik suchten, um ihre Daseinsberechtigung zu rechtfertigen. Diese Fehlentwicklung wirkt auch noch in dieses Jahrhundert nach. Es wurden immer kuriosere Behauptungen aufgestellt und

7 J. Usher - *Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deducti*
<https://archive.org/details/AnnalsOfTheWorld> (21.03.25)

schließlich kommt Hans Peter Dürr, ein Schüler von Werner Heisenberg und weltweit angesehener Physiker zu dem Schluss, es gäbe überhaupt keine Materie⁸), womit er sich zu Berkeley bekennt.

Die Geburtsstunde der Theorie der Quantenmechanik wird zu Beginn des 20. Jahrhunderts abseits der technischen Entwicklung in den heiligen Studierstuben der Universitäten lokalisiert, als man sich darüber wunderte, dass die Welt im Kleinen nicht kontinuierlich ist. Die Mathematik des Infinitesimalkalküls, die erfolgreich in der Mechanik angewendet wurde, ging davon aus, dass der Differenzenquotient stetig und kontinuierlich zu einem Grenzwert strebt. Doch das stimmte offensichtlich nicht mit der atomaren Realität überein, weil Stetigkeit eher die Ausnahme in der Natur ist.

Uhrmacher wussten es besser, sie waren die besseren Quantenmechaniker. Sie bauten die erste quantenmechanische Maschine zur Zeitmessung schon im Mittelalter. Die bewusste Begegnung mit einer Folge von Quanten ist das Fühlen des eigenen Herzpulses. Die erste detaillierte Beschreibung des Herzpulses stammt aus der Antike. Bereits Hippokrates (ca. 460–370 v. Chr.) und Galen (ca. 129–216 n. Chr.) beschäftigten sich mit dem Puls und seiner Bedeutung für die Gesundheit. Eine bahnbrechende Entdeckung machte jedoch William Harvey im 17. Jahrhundert, als er den Blutkreislauf beschrieb und erkannte, dass das Herz als Pumpe fungiert. Es schlägt durchschnittlich einmal pro Sekunde, wenn der Mensch in Ruhe ist und ein Atemzug liefert ein Quantum Sauerstoff, das innerhalb von vier Herzschlägen über den Blutstrom im Körper verteilt wird.

Überhaupt findet man im praktischen täglichen Leben viele Erscheinungen, die das Verständnis der Quantenmechanik fördern. Die ersten unbewussten Erfahrungen mit Quantenmechanik macht der Säugling schon in seinen ersten drei Lebensmonaten in der Wiege. Sobald er sich schreiend bemerkbar macht, bekommt die Wiege einen Stups (Das ist etwas mehr als Ringelnatz's Stips) und damit wird ihm signalisiert, dass

8 H. P. Dürr: *Es gibt keine Materie! Revolutionäre Gedanken über Physik und Mystik*. Crotona-Verlag, Amerang 2012, ISBN 978-3-86191-028-2

er beachtet wird. Es ist die helfende Hand der Mutter, wie die Hand der Sonne, die die Sphinx in Abbildung 1 anstupst.

Was Akademiker als Quantenmechanik bezeichnen, könnte man in der Umgangssprache als „Stups-Dynamik“ bezeichnen. Schon kommt uns das ganze Thema viel vertrauter vor und es fallen uns zahlreiche technische Beispiele aus unseren Kindertagen für Quantenvorgänge ein, die wir als Akademiker auf die Ebene des Mikrokosmos herunter skalieren können.

Doch ohne ein solches semantisches Modell entstanden die heute kurios anmutenden, sich teilweise widersprechenden Ideen der Quantenmechanik, angeregt von meist unverständlicher Mathematik, weil diese sich auch gerade in der Krise befand und erst Werkzeuge entwickeln musste, die mit Diskontinuität umgehen konnte. So kam es, dass diese Disziplin sich losgelöst von der klassischen Elektrodynamik entwickelte und manche unfruchtbare Blüte trieb, nur um dem infantilen Glauben an einen Urknall als Schöpfungsakt zu dienen, der auf der kontinuierlichen Rückführung einer Idee bis zu einem singulären Punkt fußte, weil man theoretische Überlegungen zu Entwicklungsprozessen oft als Angriff auf traditionelle religiöse Überzeugungen sah, da sie Gott als gestaltende Kraft der Schöpfung ausschlossen und das Ziel war, den Glauben an die Religion mit der Wissenschaft zu versöhnen.

Erst der geniale Benoît Mandelbrot räumte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit der akademischen Vorstellung der Stetigkeit in der Natur auf, als er zeigte, dass die Länge der Küste Großbritanniens von der Wahl der Skalierung abhängt. Seine Schlussfolgerung war, die Natur ist nicht stetig sondern **fraktal**. Doch da hatte sich die Quantenmechanik der Kopenhagener Interpretation schon etabliert.

Dass ein Schöpfungsprozess identisch mit einem Entwicklungsprozess ist, hätte sich eigentlich seit Charles Darwins Evolutionstheorie ab Mitte des 19. Jahrhunderts in den Studierstuben der Gelehrten herumsprechen

sollen. Stattdessen versuchte man dort die Wissenschaft an die religiösen Vorstellungen der Zeit anzupassen, dass das göttliche Gebot „*Es werde Licht*“ aus dem Nichts den Beginn unserer Welt erschüfe. Wie der Anfang der Welt aussah und ob es wirklich einen Anfang gab, wissen wir nicht. Darüber gibt es keine Daten. Folglich kann eine solche Fragestellung nicht Teil eines wissenschaftlichen Diskurs sein.

»Religion ist eine Kultur des Glaubens; Wissenschaft ist eine Kultur des Zweifels.«

Richard Feynman

Als Ingenieur zweifle ich ein idealistisches Konzept von Naturerforschung an, denn Wissenschaftsphilosophen haben wiederholt gezeigt, dass einer Datensammlung immer mehr als eine theoretische Konstruktion zugrunde gelegt werden kann. Außerdem gehört die Entwicklung einer technischen Physik zu den Kerngeschäften des Ingenieurs. Da Ingenieure Produkte für den Gebrauch entwickeln, bewegen sie sich gewöhnlich in der Erfahrungswelt. Doch die Welt wird auf drei Ebenen betrachtet:

- Auf der Ebene der Makrowelt haben wir die Kosmologie. Sie wird heutzutage von der surrealen Relativitätstheorie beherrscht.
- Auf der Ebene der Erfahrungswelt ist das die klassische Physik, der wir unseren technischen Wohlstand zu verdanken zu haben.
- Auf der Ebene der Mikrowelt werden die Erscheinungen mit der akausalen Quantenmechanik beschrieben.

Makro- und Mikrowelt liegen außerhalb physikalischer Nachweisgrenzen, was eine **Falsifizierung**ⁱ von Thesen über sie schwierig macht.

Auf die Frage, *Was ist Quantenmechanik?* gab der niederländische Physiker Gerard 't Hooft folgenden Antwort:

»Quantenmechanik ist die Möglichkeit, Überlagerungen von Zuständen zu betrachten. Das ist eigentlich schon alles. Und ich würde behaupten, dass Überlagerungen von Zuständen nicht real sind. Bei genauer Betrachtung überlagern sich Dinge nie. [Erwin] Schrödinger stellte hier die richtigen Fragen: Nehmen wir meine Katze, sie kann tot sein; sie kann lebendig sein. Kann sie sich in ei-

ner Überlagerung befinden? Das ist Unsinn! «⁹⁾

und er stellte die Frage:

Kann man Quantenmechanik ohne Superpositionsprinzip formulieren?

Meine Motivation zielt deshalb darauf ab, die gegenwärtige Quantenmechanik aus der Erfahrungswelt heraus auf ihre Sinnhaftigkeit zu untersuchen und ihr ein reales Konzept erzwungener Schwingungen gegenüber zu stellen, denn jedes Ticken der Uhr gibt ein Kraftquant ab, um den Zeiger einen Schritt weiter zu bewegen.

Doch ehe wir uns mit ihren Aussagen beschäftigen, brauchen wir einen dem Gegenstand adäquaten materialistischen **Betrachtungsaspektⁱⁱ**, der zwischen den die Natur beschreibenden Relationen und geistigen Begriffen unterscheidet.

Jede Betrachtung ist relativ, weil sie immer von einem Beobachtungsstandpunkt aus erfolgt. Diesen Gedanken hat Albert Einstein erstmals in die akademische Physik eingeführt, indem er von einem **Inertialsystemⁱⁱⁱ** und einem dazu bewegten Bezugssystem sprach. Beispiele für solche zu einander relativen Systeme sind Erde und Sonne oder Zug und Bahnsteig. Einstein selbst stellte sich als junger Mensch vor, auf einer Lichtwelle zu surfen und aus dieser Perspektive die Welt zu beschreiben. Das mag unterhaltsam sein, nur kommt kein Mensch je in die Verlegenheit, die Welt aus dieser Perspektive betrachten zu können. Anders verhält es sich mit den Kraftquanten. Quanten haben etwas mit Bewegungen realer Gegenstände zu tun. Die Realität wird uns am ehesten bewusst, wenn es um den eigenen Körper geht. Ein gesundes Herz zeigt eine Frequenz von einer Kontraktion pro Sekunde. Es ist unsere Lebensuhr. Kommt das Herz außer Takt, ist das ein lebensbedrohlicher Zustand, weil die Sauerstoffversorgung der Zellen nicht mehr gewähr-

9 Lee Billings – *Quantum Physics Is on the Wrong Track, Says Breakthrough Prize Winner Gerard 't Hooft*; [Breakthrough Prize Winner Gerard 't Hooft Says Quantum Mechanics Is 'Nonsense' | Scientific American](#) 04/07 2025 (9.04.25)

leistet ist und so die Energieversorgung unserer Organe zum Erliegen kommen kann. Ein elektrischer Herzschrittmacher sorgt dann dafür, dass der Herzschlag stabilisiert wird. Die Erfindung des Herzschrittmachers geht auf eine Entdeckung des Luigi Galvani im 18. Jahrhundert zurück. Folglich sind Kraftquanten eng mit den elektrischen Eigenschaften der Materie verbunden.

Eine gesunde Naturwissenschaft versucht die Natur so zu beschreiben, dass sie mit den Mitteln der Technik nachgebaut werden kann. Erst wenn das gelungen ist, kann man sicher sein, dass aus Hypothesen eine verständliche Theorie werden kann. Der Wunderglaube an die Mathematik ist dabei nicht hilfreich. Die Weisheit liegt nicht in der mathematischen Gleichung. Im Gegenteil, oft müssen erst neue mathematische Konstrukte geschaffen werden, um die neuen Erkenntnisse formal beschreiben zu können. Das Fraktal ist ein Beispiel für ein solches mathematisches Konstrukt, da sich Natur auf verschiedenen Skalen in ähnlicher Weise wiederholt. Dabei ändert sich vorwiegend die Quantität, während die Qualität im Wesentlichen erhalten bleibt. Wir werden uns damit noch näher beschäftigen.

Um mich von der Bohr/Heisenbergschen Quantenmechanik Kopenhagener Interpretation abzugrenzen, werde ich den Begriff Quantendynamik verwenden. Dabei ist Dynamik als eine Bewegung zu verstehen, die durch elektrische und magnetische Kräfte verursacht wird, so wie die Natur es tut. Jede mechanische und thermische Bewegung hat letztlich ihren Ursprung in Ladungsdifferenzen, die ausgeglichen werden müssen.

Wenn man der offiziellen Berichterstattung Glauben schenkt, dann muss einem die Entwicklung der modernen Physik über die letzten Jahrzehnte mit ihren Standardmodellen des Makrokosmos und des Mikrokosmos, als eine große Erfolgsgeschichte vorkommen, die mit Nobelpreisen gewürdigt wurde. Andererseits haben sich viele Menschen von ihr abgewandt, weil sie immer weniger zu verstehen war.

Einige Physiker, wie David Bohm und Gerald 't Hooft versuchten, die Quantenmechanik so umzudeuten, dass sie wieder verständlicher wird.

Aber da sie sich nicht von den alten Vorstellungen ganz lösen konnten, mussten sie scheitern.

Ohne fundierte physikalische Grundlagen haben sie keine Chance und eine Verbesserung wäre nur erfolgreich, wenn ihr Ansatz richtig wäre, was erst einmal grundsätzlich zu bezweifeln ist, da Mathematik nur dann ein richtiges Ergebnis liefern kann, wenn man die richtigen Anfangsbedingungen eingibt. Doch die moderne Physik will die Anfangsbedingungen aus ihrem Istzustand berechnen. In meiner Studienzeit sagte man mir, dass man Quantenmechanik nicht verstehen müsse, man müsse nur rechnen. Daran hatte ich schon damals Zweifel. Inzwischen sind 60 Jahre vergangen. Heute bin ich mit sicher - Naturwissenschaft lässt sich nicht einfach nur berechnen. Das Problem ist die Erfassung der Ausgangsdaten und die Wahl des Modells, seiner Idealisierung, sowie die Erfassung der Bereichsgrenzen seiner Gültigkeit. Doch vordem steht eine klare Begriffsbildung. Damit werden wir und zu aller erst beschäftigen müssen. Dann werde ich einen weiten Bogen von der Erfahrungswelt bis in die Mikrowelt spannen, um der Quantendynamik ihre Fremdheit zu nehmen. Ich verwende den Begriff **Dynamik**, weil er nicht mit einer einfachen statischen Gleichung beschrieben werden kann. Es wird immer ein asymmetrisches Differenzialgleichungssystem benötigt oder ein Algorithmus.

Physiker, insbesondere die Theoretiker unter ihnen, haben sich im letzten Jahrhundert von der Technik verabschiedet und ihre eigene magische Welt erschaffen, mit Geschichten, die viele Menschen faszinieren. Ob das jedoch noch Wissenschaft ist, wage ich zu bezweifeln.

Ich wende mich in diesem Buch deshalb besonders an Ingenieure, die funktionale Modelle bevorzugen und meine Sprache ist direkt, weil sie sich an Praktiker richtet.

Motivation zu diesem Buch

Die Standard-Quantenmechanik führt neben den aufgeführten Kritikpunkten zu Konflikten mit unserer Vorstellung, sie ist nicht ontologisch. Sie vermeidet Aussagen über das „Sein“. Unser Anspruch ist, dass wir wissen wollen, *was* die Welt ist. Damit sind wir nicht allein, viele Physiker teilten unser Anliegen. Um nur ein paar Namen zu nennen: Einstein, Schrödinger, de Broglie, Bohm, Penrose, 't Hooft . Sie alle wollten eine **ontologische** Theorie. Die Quantenphysik beschreibt aber nicht den Istzustand der Materie. Sie sagt uns nicht:

- was ein Elektron „wirklich“ ist
- ob ein Photon ein Ding oder ein Prozess ist
- ob ein Feld real oder nur mathematisch ist
- ob ein Zustand „existiert“ oder nur ein Rechenwerkzeug ist

Sie sagt nur, welche Messwerte du bekommst. „Was „wirklich“ passiert, ist nicht mein Problem. Hör auf zu denken und rechne.“ Soll hier der Physiker zum Rechenknecht degradiert werden, wo Computer zuverlässiger rechnen können. Das eigentliche Problem der Physik sind gewöhnlich die Anfangsbedingungen für die Berechnung.

Das ist keine **Ontologie**^v, sondern **Epistemologie**^v. Sie erhebt den autoritären Anspruch, das Verhalten der Natur richtig zu beschreiben. Man soll ihr glauben, dass:

- die mathematische Struktur die Natur korrekt beschreibt
- die Wahrscheinlichkeitsregeln universell gelten
- die Messpostulate sinnvoll sind

Aber mathematische Strukturen und Wahrscheinlichkeitsregeln werden von Menschen erfunden und Mathematik braucht keine Natur zu ihrer Bestätigung. Sie genügt sich selbst. Wahrheit wird in der Mathematik eine Sache der Bewertung von Aussagen und Messprotokolle werden von Menschen interpretiert. Eine solche Auffassung der Verabsolutierung mathematischer Gleichungen führt zwangsläufig zu Konflikten, denn ich will:

- wissen, was die Welt ist, nicht nur, was man misst.
- wissen, was wirklich existiert.
- keine reinen Rechenregeln.
- ein Bild, das Sinn ergibt.

Wenn die Quantenphysik nicht ontologisch ist, warum sollten wir die Welt überhaupt in ihrer Sprache beschreiben? Warum nicht anders?

Derzeit wird an drei ontologischen Alternativen gearbeitet:

1. Die Welt hat verborgene Variablen.
2. Alles ist ein Feld, Teilchen sind Knoten.
3. Die Welt besteht aus Beziehungen, nicht aus Dingen.

Zu 1. ist zu bemerken, dass man verborgene Variablen nicht messen kann. Dinge die keinen unserer Sinne ansprechen, haben keine Bedeutung, da wir keine Relationen bilden können.

Die Alternativen 2 und 3 kommen meinem Anspruch entgegen, wenn man ein Feld als eine materielle Struktur sieht und die Knoten aus elementaren Stromschleifen positiver und negativer Ladungen versteht. Andererseits gibt es in der Natur Beziehungen nur zwischen materiellen Dingen, von denen wir Informationen durch unsere Messgeräte gewinnen. Die Bedeutung der Information wird interpretiert. Ob die Interpretation jedoch korrekt ist, ist solange Glaubenssache, bis es zu einem Widerspruch mit bereits gefestigtem Wissen führt.

Sehen wir uns nun den Charakter der Quantenmechanik an und vergleichen ihn mit ihrem Anspruch an den Glauben der „Rechenknechte“. Dann müssen wir feststellen, dass dieser Glaube doch an vielen Stellen erschüttert wird.

Die Kritik an der Quantenmechanik

Seit den 30iger Jahren des vorigen Jahrhunderts bezieht sich die Kritik auf im wesentlichen vier Punkte:

- **Kernidee:** Raum und Zeit sind relativ; Gravitation als Krümmung der Raumzeit, Atomare Prozesse folgen nicht-kommutativer Algebra; Ergebnisse sind probabilistisch.
- **Rolle der Mathematik:** Einführung neuer Geometrien (Lorentz-Gruppe statt Galilei-Gruppe), Nutzung nicht-kommutativer Algebra; enge Analogie zur Newtonschen Mechanik
- **Leitprinzip:** Mathematische Schönheit ersetzt Einfachheit, Erweiterung der Mathematik durch neue Strukturen.
- **Philosophische Konsequenz:** Naturgesetze erscheinen eleganter, aber komplexer; Schönheit wird zum Forschungsmaßstab, Bruch mit Determinismus: nur Wahrscheinlichkeiten berechenbar; Quantensprünge außerhalb der Theorie

Kritik an der Kernidee: Die Gravitation ist eine elektrische Restkraft und damit keine gestaltende Kraft für die Materie. Raum, Zeit und Entropie sind Ordnungsrelationen, die Zustände der Materie beschreiben, weshalb sie relativ sind. Die Raumzeit muss durch einen Prozess ersetzt werden, denn Entropie und Zeit sind Funktionen der Bewegung **im** Raum. Unsere Wahrnehmung der Zeit erfolgt über Bewegungsabläufe.

Kritik an der Rolle der Mathematik: Nichteuklidische Geometrien sind Geometrien von gekrümmten Oberflächen nicht von Räumen. Tensoren verwischen den Unterschied zwischen Raum und Oberfläche. Die Lorentz-Gruppe ist eine projektive Gruppe. Sie beschreibt Abbildungen, nicht die Realität. Mathematische Transformationen unterscheiden nicht zwischen Ortsveränderung und Gestaltveränderung. Diese Unterschiede sind für die Physik wesentlich.

Die Kritik an der Quantenmechanik

Kritik am Leitprinzip: Mathematische Schönheit schränkt die Sichtweise auf die Statik der Natur ein und erfasst nicht ihre Dynamik. Sie meint oft: Eleganz, Symmetrie, innere Konsistenz, Einfachheit in der Tiefe. Die mathematische Schönheit steht im Widerspruch zur natürlichen Schönheit, die auf dem Goldenen Schnitt beruht. Symmetrie ist der Tod, Asymmetrie ist das Leben.

Kritik an der philosophischen Konsequenz: Schönheit wird zum Forschungsmaßstab – Doch was ist Schönheit? Ist Schönheit in der Statik und Gleichheit zu finden? Leonardo von Pisa, genannt Fibonacci hat eine bessere Antwort mit seiner Spirale und dem Goldenen Schnitt gefunden.

Wenn man nicht den Tod verherrlichen will, ist Schönheit das Versprechen auf Fruchtbarkeit, die Fibonacci mit einer Aufgaben zur Bestimmung der Vermehrung einer Kaninchenpopulation uns ins Bewusstsein gebracht hat. Seine Spirale und der Goldene Schnitt sind überall in der Natur und der darstellenden Kunst seit der Renaissance zu finden.

Unseren technischen Wohlstand verdanken wir der Physik des 19. Jahrhunderts mit den Grundlagen der Elektrizitätslehre. Die Physik des 20. Jahrhunderts brachte uns die Atombombe und den Glauben, die Schöpfung käme aus einer Explosion, also der Zerstörung des Nichts. Sind die Ideen der modernen Physik etwa fruchtbarer geworden?

Wie wird Quantenmechanik gelehrt ?

»Die moderne Physik ist für die Physiker viel zu schwer.«
David Hilbert¹⁰⁾

Es kann nicht gut gehen, wenn den Mathematikern das Feld der Physik überlassen wird. Ihre Hybris ist dafür zu groß. In der Quantenmechanik spricht man über das Unaussprechliche, heißt es in einem Einführungskurs zur Thematik¹¹⁾. Doch wie soll unaussprechliches denkbar und dann noch vermittelbar sein? Haben die neuen Begriffe der modernen Physik überhaupt einen festen phänomenologischen Inhalt oder sind es nur *Noumena*^{vi)}? Das wollen wir anhand von Phänomenen der Erfahrungswelt herausfinden, indem wir diese in die Mikrowelt skalieren. Doch zuerst werfen wir einen Blick auf die Dinge, die als Lehrstoff vermittelt werden sollen.

Die Quantenmechanik wird heutzutage je nach Bildungsstufe und Zielgruppe sehr unterschiedlich gelehrt – und das hat gute Gründe: Sie ist konzeptionell anspruchsvoll, mathematisch komplex und oft kontraintuitiv, also nicht mit der Erfahrungswelt vereinbar. Dort entwickelt die Mathematik ihr Eigenleben ohne Bezug zur Realität. Es werden erdachte Strukturen in die Natur hinein interpretiert. Aus dem Dialog mit der Natur ist ein Monolog der Mathematiker geworden.

In der Oberstufe des Gymnasiums wird Quantenmechanik meist **qualitativ** vermittelt, mit Fokus auf zentrale Experimente und Konzepte wie:

- Doppelspaltexperiment: Zeigt angeblich die Wellen-Teilchen-Dualität.
- Photoeffekt: Einführung in das Konzept von Photonen.
- Bohrsches Atommodell: Quantisierung von Energiezuständen.
- Heisenbergs Unschärferelation: Grenzen der Messbarkeit.

10 <https://gutezitate.com/zitat/257410> (3.04.25)

11 U. Hohenester, K. Irgang - *Einführung in die Quantenmechanik*;
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-65980-9>
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-65980-9> ISBN 978-3-662-65979-3

Wie wird Quantenmechanik gelehrt ?

Didaktische Konzepte wie das Münchener Unterrichtsmodell teilen den Unterricht oft in einen Basiskurs mit Fokus auf Deutungsfragen und Experimente und in einen Vertiefungskurs mit der Einführung in einfache mathematische Modelle und Anwendungen (z. B. Laser, Transistoren).

An der Universität wird die Quantenmechanik **formal** und **mathematisch** gelehrt. Typische Inhalte sind:

- Wellenfunktionen und Schrödinger-Gleichung zur Beschreibung von Elementarteilchen.
- **Observable**^{vii} als Operatoren, Eigenwerte als Zustände, **Hilbert-Räume** $L^2(\mathbb{R})$ ^{viii} für quadrat--integrale Wellenfunktionen.
- Quantensysteme wie Teilchenzustände im Potentialtopf, harmonischer Oszillator
- Spinzahl $\frac{1}{2}$, Verschränkung, Messpostulate

Lehrbücher wie dieses Springer-Werk kombinieren Theorie mit didaktischen Hinweisen für Lehramtsstudierende. Die didaktische Herausforderungen sind

- Abstraktionsniveau: Viele Konzepte widersprechen Alltagserfahrungen.
- Mathematiklastigkeit: Schrödinger-Gleichung, Lineare Algebra, Komplexe Zahlen.
- Interpretationsvielfalt: Kopenhagener Deutung, Viele-Welten-Theorie, etc.¹²⁾

Meine Antwort auf Hilberts Zitat ist: „*Mathematiker denken viel zu kompliziert, als das man ihnen die Physik überlassen sollte.*“

In einer Zeit der Auseinandersetzung zwischen Materialismus und Idealismus wollten idealistische Akademiker eine Physik als Antwort auf

12 G. Leuchs - *The physical reality of the quantum wave function*;
<https://arxiv.org/pdf/1501.07199> (3.04.2025)

den technischen Fortschritt schaffen und haben ein Monstrum geschaffen, dass niemand mehr versteht. Es ist paradox. Der idealistische Glaube in einem zu tiefst materialistischen Kapitalismus hat sich mit materialistischen Mitteln über die idealistische Theorie eines dialektischen Materialismus im 20. Jahrhundert durchgesetzt. Das heißt doch nichts anderes als:

**Die Welt ist materiell und so muss sie auch betrachtet werden.
Idealistische Theorien haben auf Dauer keinen Bestand.**

Die **Quantendynamik** in diesem Buch beschäftigt sich mit den Bewegungen im Mikrokosmos in Analogie zur Erfahrungswelt. In der Erfahrungswelt ist aus der Überlagerung von Wellen immer wieder eine Welle entstanden, doch nie ein Teilchen.

Der wesentliche Unterschied zur etablierten **Quantenmechanik** besteht darin, dass sie der Anschauung und der Realität verpflichtet ist und keinem mathematischen Formalismus. (Abbildung 2) Folglich verzichtet sie auf nicht Erklärbares, weshalb die Wellenfunktion zu einem ontologischen Objekt in einer technischen Quantendynamik wird.

Ehe wir uns mit den Kraftquanten, also zeitlich begrenzten Kräften, im Unterschied zu statischen

Nicola
Tesla



Werner
Heisenberg



*Abbildung 2: Zwei Vertreter unterschiedlicher
Auffassungen der Physik*

Kräften, beschäftigen können, müssen wir uns über die Grundbegriffe verständigen, denn da gehen zwischen akademischer und technischer Physik die Auffassungen schon auseinander. Während die technische Physik sich an der Natur orientiert und daraus Informationen für neue Technologien und Produkte zieht, strebt die akademische Physik seit dem 20. Jahrhundert eine Versöhnung mit dem christlichen Glauben an.

Wie wird Quantenmechanik gelehrt ?

Wie bei jedem Glauben, werden die Initiatoren glorifiziert und um sie herum Geschichten erfunden. So lesen wir in einem Aufsatz des Journals Spiegel:

Von Heuschnupfen geplagt, war der gerade habilitierte Physiker Heisenberg auf die pollenarme Insel Helgoland geflohen. Allein und ungestört konnte er dort seine Gedanken sortieren. Sein Ziel war, es den winzigen Einheiten der Materie, den Atomen, ihre Geheimnisse zu entreißen. Bis weit nach Mitternacht hatte er über den Gleichungen gebrütet. Dann, es war fast drei Uhr morgens, lag das Ergebnis vor ihm. Er sah durch die Oberfläche der atomaren Erscheinung hindurch »Strukturen, die die Natur vor mir ausgebreitet hatte.« Es war die Geburtsstunde der Quantenmechanik, acht Jahre später erhielt Heisenberg den Nobelpreis dafür.¹³⁾

Als ob man aus den Gleichungen mehr Information herauslesen könne, als darin verschlüsselt wurden. Es ist die Magie für die Unwissenden. Die Wirklichkeit sieht wohl anders aus. Doch was hat Heisenberg in jener Nacht gemacht? Er schrieb dort eine Arbeit mit dem Titel: *"Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen"*¹⁴⁾

Max Planck wird als eine Schlüsselfigur in der Entwicklung der Quantentheorie angesehen. Seine Arbeiten zur Schwarzkörperstrahlung und zur **Ultraviolett-Katastrophe**^{ix} zeigten, dass Energie in diskreten Einheiten emittiert wird. Die Quantentheorie wurde später in Zusammenarbeit mit Max Born und Pascual Jordan weiterentwickelt und 1925 veröffentlicht. Der Zeitpunkt der Veröffentlichung gilt als Geburtsstunde der modernen Quantentheorie. Es ist aber eher eine Missgeburt, denn diese Theorie verzichtet auf das klassische Erbe.

13 Der Spiegel Nr. 20/10.05.2025

14 W. Heisenberg – *Über quantentheoretische Umdeutungen kinematischer und mechanischer Beziehungen*;
<http://www.psiquadrat.de/downloads/heisenberg1925.pdf> (29.03.26)

Dagegen experimentierte Nicola Tesla mit Elektrizität und erfand nützliche Dinge, die unsere Zivilisation nachhaltig prägte, bevor die akademische Welt die theoretischen Grundlagen dazu erarbeiten konnte.

Wir werden in diesem Buch die Quantendynamik gemäß Teslas Rat in Energie, Frequenz und Schwingungen denken.



Materie kontra Idee

»God is a mathematician of a very high order, and He used very advanced mathematics in constructing universe.« Paul Dirac ¹⁵⁾

Folgerung: Mathematiker sind Götter, ausgerüstet mit absoluter Wahrheit.

Woher kommt diese Arroganz? Physiker haben zwei Sichtweisen. Die eine ergibt sich aus der experimentellen Arbeit und die andere aus der Sicht eines Gottes auf das mathematisch formulierte Naturgesetz. Mathematiker sind in der Regel wenig praktisch veranlagt. Sie genügen sich selbst und können ein in sich logisches Konstrukt schaffen, ohne auf die Realität Rücksicht nehmen zu müssen, während Physiker bei ihrer Arbeit zu einem bedeutenden Prozentsatz der Zuverlässigkeit der Experimente ihrer Kollegen vertrauen müssen. Zweifel sind da jedoch stets angebracht. So entsteht zwischen Kopf- und Handarbeitern eine ungerechtfertigte Rivalität.

Seit Menschen über die Welt philosophieren, streiten sie darüber, ob die Idee die Materie beherrscht oder die Materie die Idee. Darüber wurden Kriege geführt und anders denkende Menschen wechselseitig umgebracht. Mit Heilsversprechen wurden Menschen zu dieser verabscheuungswürdigen Handlungsweise verführt. In kriegerischen Auseinandersetzungen spielen auch heute noch Ideologien eine zentrale Rolle, obwohl die Ziele der kriegsführenden Parteien immer einen materiellen Hintergrund haben, nämlich sich der Güter der Besiegten zu bemächtigen und den eigenen Einfluss zu vergrößern. Europa war im 20. Jahrhundert als Schlachtfeld auserkoren und zwei Weltkriege gingen vom Boden Deutschlands aus, um seine imperialen Interessen durchzuset-

15 P. Dirac – *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*; Scientific American (Mai 1963); <https://www.scientificamerican.com/article/the-evolution-of-the-physicists-pic/> (14.04.25)

zen. Im Kampf gegen den antichristlichen Kommunismus spielte die ideologische Auseinandersetzung mit dem Materialismus eine zentrale Rolle. Natürlich wurden die Menschen dazu ideologisch beeinflusst und die Waffen gesegnet. Die Ergebnisse dieser kriegerischen Auseinandersetzungen waren für viele Menschen nicht nur Leid und materielle Verluste, sondern auch die Umwertung ihres Weltbildes. Sie mussten erkennen, dass Wahrheit keine absolute Kategorie ist. Sie ist nur eine Bewertung aus der speziellen Sicht der augenblicklichen Sieger.

Ist Wissenschaft eine politische Hure oder die Magd der Religion?

Die Frage ist nicht leicht zu beantworten, zumindest leben Wissenschaftler in einer Gesellschaft mit einer politischen Ausrichtung und werden unbewusst von ihr in ihrem Denken und Handeln beeinflusst und es geht um Einfluss und sehr viel Geld. Immerhin 55% der Menschen in Deutschland vertrauen der Wissenschaft laut dem Wissenschaftsbarometer von 2024¹⁶). Der Frage, wie die Politik die Wissenschaft beeinflusst, ging die Tochter Heisenbergs Barbara Blum in ihrem Vortrag vom 7. 11. 2024 gehalten an der Leipziger Universität „*Heisenberg im Dunstkreis der Politik*“ nach.¹⁷) Sie zeigte den Einfluss der Nazis auf die Wissenschaft. Aber waren die Nazis wirklich die Ersten, die auf die Wissenschaft Einfluss nahmen? Das Thema möchte ich nicht weiter vertiefen. Jedenfalls gehörte ich in der DDR auch zu den wissenschaftsgläubigen Menschen und glaubte, mich aus der Politik als Wissenschaftler heraushalten zu können.

Mein Weltbild wurde erst durch den Systemwechsel im letzten Jahrhundert erschüttert, als unser Institut abgewickelt wurde und ich mich nach einem neuen Broterwerb umsehen musste. Ab diesem Zeitpunkt habe ich angefangen, selbständig zu denken. Das hat mich immun gegen alle Arten von Glauben gemacht. Es gibt keinen wahren Glauben. Das ließ schon Ephraim Lessing seinen Nathan in der Ringparabel fest-

16 *Wissenschaftsbarometer | Wissenschaft im Dialog*; <https://wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wissenschaftsbarometer/#erhebung-2024>; (Abgerufen am 30.09.2025)

17 B. Blum - *Heisenberg im Dunstkreis der Politik// Heisenberg in Leipzig*, https://www.youtube.com/watch?v=Yvn4_OYBjT0

stellen¹⁸). Seit dem hinterfrage ich wissenschaftliche Aussagen. Dabei musste ich insbesondere in der Physik eine Reihe von Widersprüchen feststellen, für die ich keine logische Erklärung gefunden habe.

Jeder normal empfindende Mensch erlebt die Außenwelt als materiell und die Innenwelt seiner Gedanken im Kopf als ideell. Um denken zu können, benötigt der Mensch ein materielles Gehirn. Er wird mit einem ziemlich unreifen Gehirn geboren, bevor sich in seinem Gehirn die Nervenfasern miteinander verknüpfen und irgendwelche Ideen entwickeln können. Folglich ist die Materie das Primäre, das außerhalb des menschlichen Bewusstseins existiert, während Ideen innerhalb des Gehirns entstehen und auf anderen materiellen Datenträgern als eine verschlüsselte Struktur ausgelagert werden können. Das erfordert aber das lebenslange Lernen, diesen Schlüssel aktiv benutzen zu können, was zunehmend mehr Mühe macht. Ideen sind folglich auch immer beschränkt auf die Erfahrungswelt des Ideengebers.

Ohne den Gebrauch seiner Sinne kann der Mensch die materielle Außenwelt nicht erkennen. Dabei bilden die Augen die Außenwelt auf der Netzhaut ab. Aber auf dem Weg zum Verstand geht eine Menge Information verloren. Das kann man beobachten, wenn man von unterschiedlichen Menschen die Detailgenauigkeit ihrer bildliche Darstellungen betrachtet. Dabei bilden Augen, Gehirn und Hände eine Einheit. Wer die Außenwelt nicht begriffen hat, kann sie auch im Kopf nicht richtig widerspiegeln, erst recht nicht beschreiben, weder mit der natürlichen Sprache noch mit einer mathematischen Sprache. Sprache ist stets ein Stilmittel, um die Bedeutung eines Bildes in ein anderes Informationssystem zu übertragen. Es werden zwei von einander unabhängige Bereiche miteinander verbunden. Dabei werden ausgewählte Eigenschaften des einen Bereichs auf den anderen abgebildet. Eine materia-

18 A. Stamer – Wortwuchs; <https://wortwuchs.net/ringparabel/> (Abgerufen am 30.09.2025)

listische Herangehensweise muss diesen Umstand berücksichtigen. Die Auswahl macht den Unterschied.

In einer idealistischen Herangehensweise werden die Theorien der Physik wörtlich genommen und eine mathematischen Formel nicht als eine Formulierung *in übertragener Bedeutung* und somit bildlich verwendet. Mit den Worten von Werner Heisenberg: Statt zu fragen:

»Wie kann man mit einem ausgewählten mathematischen Schema eine gegebene experimentelle Situation ausdrücken?«

wurde die andere Frage gestellt:

»Ist es vielleicht wahr, dass in der Natur nur solche experimentellen Situationen auftreten können, die sich im bekannten mathematischen Formalismus ausdrücken lassen?«¹⁹⁾

Die Annahme, dass dies tatsächlich wahr sei, führte zu Einschränkungen in der Verwendung jener Konzepte, die seit Newton die Grundlage der klassischen Physik bildeten. Zudem befand sich die Mathematik von 1903 bis 1930 in einer ernsthaften Krise, was ihre Grundlagen betraf. Der Logizismus hatte in dieser Zeit erfolgreich für die Einsicht gestritten, dass sich jedes mathematische Schließen letztlich auf logisches Schließen zurückführen lässt, was die Durchsichtigkeit mathematischen Schließens sehr erhöhte und für die Entwicklung des maschinellen Rechnens von entscheidender Bedeutung war. Auf die Bearbeitung der Paradoxa der Physik hatte diese Erkenntnis in der Folge jedoch so gut wie keinen Einfluss. Die aus dem Mittelalter überkommene scholastische Denkweise blieb an den Universitäten weitgehende Tradition. Doch logisches deduktives Schließen aus einer allgemeinen Theorie allein trägt nicht zur Wissensvermehrung bei, weil die abgeschlossene Theorie schon alles bekannte Wissen enthält. Voraussagen auf der Basis solcher Theorien sind also stets unsicher, und wenn sie richtig sind, enthalten sie keinen Wissenszuwachs. Die logische Bewertung einer Aussage ist nicht Gegenstand der Logik selbst, weshalb mathematische

19 W. Heisenberg - *Physics and Philosophy* (New York: Harper and Row, 1962) ISBN 10-061305499; p. 42

Beweise für physikalische Theorien wertlos sind. Physikalische Theorien müssen sich in der täglichen Praxis beweisen. Da haben Theorien jenseits von physischen Nachweisgrenzen von vorn herein schlechte Karten. Sie bleiben bestenfalls Hypothesen. Weiterhelfen können da nur induktive Schlüsse von etwas Bekanntem auf etwas ähnliches Unbekanntes. Doch bei induktiven Schlüssen, also Verallgemeinerungen, ist zu beachten, dass es sich um quantitative Schlüsse innerhalb einer qualitativen Kategorie handelt. Die Kategorie-Grenzen dürfen dabei nicht verlassen werden. In der Mathematik wird der induktive Schluss als der Schluss von n auf $n+1$ gern als ein Beweisverfahren benutzt. Dass das Verlassen der Kategorie-Grenze zu Fehlern führt, sei an folgendem lustigen Beispiel illustriert.

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Aussage: | Eine Katze hat einen Schwanz. |
| 2. Aussage: | Keine Katze hat zwei Schwänze. |
| Verallgemeinerung: | Eine Katze hat einen Schwanz mehr als keine Katze. |
| Folgerung: | Katzen haben drei Schwänze. |

Obwohl beide Aussagen für sich richtig sind, gehören sie verschiedenen Kategorien an. Die zweite Aussage schließt die Katzenkategorie durch das Schlüsselwort „keine“ ausdrücklich aus. Sie kann daher nicht zur Verallgemeinerung herangezogen werden. Dieses Beispiel aus der Erfahrungswelt kann leicht überblickt werden.

Wissenschaftler haben aber meist kompliziertere Sachverhalte zu erörtern. Da bleibt der gesunde Menschenverstand durchaus mal auf der Strecke. Die Katze hat auch Erwin Schrödinger bemüht, als er das Konzept der Wellenüberlagerung als Zustandsbeschreibung in der Quantenmechanik kritisierte. Es hat aber nicht geholfen. Im Gegenteil, in der heutigen Zeit sieht man das Beispiel als eine Erklärung der Auffassung der Quantenmechanik an.