

# 2

## Was versteht man unter Naturwissenschaften?

*„Jeder Fehler scheint unendlich dumm, wenn andere ihn begehen.“*

(Georg Ch. Lichtenberg)

### 2.1 Wie erfolgt eine Definition?

Wenn Menschen miteinander reden, passiert es häufig, dass einer der Gesprächspartner einen Begriff verwendet, den der andere nicht versteht. Bemerkt er dies, wird er aus Höflichkeit oder im Interesse eines besseren gegenseitigen Verständnisses versuchen, den unverständenen Begriff zu erklären. Damit steht er bewusst oder unbewusst vor dem Problem, eine sinnvolle Definition auf die Beine zu stellen. Richtig zu definieren ist also nicht nur ein geistiges Hobby von Wissenschaftlern und Philosophen, sondern ein Problem, das in jedem Alltagsgespräch auftreten kann.

Der Autor machte jedoch bei der Befragung von Chemiestudenten und promovierten Chemikern die Erfahrung, dass zumindest dieser Teil der Naturwissenschaftler meist nicht auf Anhieb erklären kann, wie eine Definition zustande kommt. Bei anderen Fachrichtungen mag die (Aus-)Bildung diesbezüglich besser sein.

Da in diesem Buch Definitionen eine wesentliche Rolle spielen, soll hier kurz auf diesen Begriff eingegangen werden. Definition ist ein Fremdwort, das von dem lateinischen „finis“ (Grenze) abstammt. Eine Definition begrenzt also die Bedeutung eines Begriffes und zeigt damit auch die Unterschiede zu ähnlichen Begriffen auf. Der amerikanische Wissenschaftshistoriker und Theoretiker Stephen Toulmin formulierte in seinem Essay *Ein Versuch über die Ziele der Wissenschaft* folgende Aussage (S. 21): „Definitionen sind wie Hosengürtel. Je kürzer sie sind, umso elastischer müssen sie sein. Ein kurzer Gürtel sagt noch nichts über seinen Träger, wenn man ihn hinreichend dehnt, kann er fast jedem passen. Und eine kurze Definition, die auf eine heterogene Sammlung von Beispielen angewandt wird, muss gedehnt, qualifiziert und umgedeutet werden, bevor sie auf jeden Fall passt.“

Dieser Aussage soll hier entgegengesetzt werden, dass es zum einen nicht der Zweck einer Definition ist, alle Beispiele einer heterogenen Sammlung zu umschließen. Zum anderen ist es der Vorzug einer engen Definition, dass sie präziser ist und damit das Risiko von Überlappungen und Fehlinterpretationen reduziert.

Die 2000-jährige Wissenschaftssprache Latein hat auch hier die kürzeste und präzise Gebrauchsanweisung parat: „*Definitio fit per genus proximum et differentia specifica*.“ Suche einen Überbegriff und separiere die dazu gehörigen Unterbegriffe durch spezifische Eigenschaften. Diese Vorgehensweise kann man als die Standardmethode des Definierens bezeichnen; sie beinhaltet aber auch den Clou, dass sie ihrer eigenen Gebrauchsanweisung nicht gehorcht. Das heißt, sie demonstriert gleichzeitig, dass es auch andere sinnvolle Methoden des Definierens gibt. Es gehört jedoch immer zu einer guten Definition, dass der zu erklärende Begriff in der Definition weder als Substantiv, noch als Adjektiv oder Adverb auftaucht. Die Definition eines Apfels als runde Frucht, die apfelartig aussieht, ist dementsprechend keine gute Definition. Allerdings ist Apfel auch ein Beispiel dafür, dass es bei trivialen Objekten des Alltags oft sehr schwierig ist, eine kurze, saubere Definition zu finden. Der russische Schriftsteller Fjodor Dostojewski (1821–1881) demonstrierte allerdings, dass man die komplexe Alltagserscheinung Mensch sachlich und formal richtig mit zwei Worten charakterisieren kann: „Der Mensch ist ein undankbarer Zweibeiner.“ Das Beispiel einer perfekten Fehlleistung findet sich zum Beispiel in Wikipedia mit der Erklärung: „Literaturwissenschaft ist die Wissenschaft von der Literatur.“

Wenn Otto Normalverbraucher rasch definieren muss, geschieht dies meist mittels eines Nebensatzes, der mit „wenn“ beginnt. Am Begriff Chemie lässt sich der Unterschied zwischen Standarddefinition und salopper Umgangssprache wie folgt illustrieren. „Chemie ist die Lehre von Struktur, Eigenschaften und Reaktionen von Atomen und Molekülen“ oder „Chemie ist, wenn es stinkt und kracht“.

Zum Schluss soll dem geneigten Leser die vielleicht schönste, sicherlich aber amüsanteste, in der deutschen Literatur zu findende Standarddefinition zur Kenntnis gebracht bzw. in Erinnerung gerufen werden. Sie stammt vom Physiklehrer des Gymnasiums in Babenberg. Babenberg liegt in der Feuerzangenbowle, und der Physiklehrer hat den Spitznamen „Bömmel“. Als der neue Oberprimaner Pfeiffer zum ersten Mal in den Genuss einer Physikstunde kam, stand die Funktionsweise der Dampfmaschine zur Erklärung an. Und also sprach Bömmel (seiner Herkunft entsprechend in rheinischem Dialekt): „Wo simmer denn dran? Aha, heute krieje mer de Dampfmaschin. Also wat is en Dampfmaschin? Da stelle mer uns janz dumm. Und da sache mer so: En Dampfmaschin dat is eine große schwarze Raum, der hat hinten un vorne en

Loch. Dat eine Loch, dat is de Feuerung und dat andere Loch, dat krieje mer später!“ Damit ist Bömmel sicherlich ein aussichtsreicher Anwärter auf den Preis für die unspezifischste *differencia specifica* aller Zeiten.

## 2.2 Was heißt Naturwissenschaften?

In seinem Buch *Die exakten Geheimnisse unserer Welt* präsentiert der Autor Isaac Asimov eine einleuchtende Erklärung über den Ursprung der (Natur-) Wissenschaften, die hier verkürzt wiedergegeben werden soll (S. 11–13):

„An einem frühen Punkt der Entwicklung des Lebens trat jedoch bei einigen Organismen die Fähigkeit zur selbstständigen Fortbewegung auf. Das bedeutete einen ungeheuren Schritt nach vorne. [...] Auf diese Weise hielt das Abenteuer Einzug auf der Erde – und die Neugier. Lebewesen, die sich im Konkurrenzkampf um ein begrenztes Nahrungsangebot zu zögerlich oder bei der Erkundung ihrer Umwelt zu vorsichtig verhielten, verhungerten. Sehr früh wurde die Neugier an der Umwelt zu einer Vorbedingung des Überlebens. [...] Die Entwicklung hin zu immer komplexer strukturierten Organismen ging einher mit einer Vermehrung der Sinnesfunktionen und mit einer Spezialisierung und Verfeinerung der Sinnesorgane. Immer mehr und immer differenziertere Informationen aus und über die Umgebung konnten aufgenommen werden. [...] Irgendwann kommt ein Punkt, an dem die Fähigkeit, Informationen aus der Umwelt aufzunehmen, zu speichern und zu interpretieren, über die schiere Notwendigkeit der Daseinserhaltung hinauswächst. [...] Wenn die Neugier auch wie jedes andere menschliche Bedürfnis unerquickliche Formen annehmen kann, ... so bleibt sie doch eine der wohl wertvollsten Eigenschaften der menschlichen Natur. Denn die edle Seite der Neugier ist die Wissbegier – der Wunsch zu lernen. [...] Es scheint also, als ob die Wissbegier uns stufenweise in immer ätherischere und anspruchsvollere Bereiche der geistigen Betätigung führt – vom Wissen um Bewerksstellung des Nützlichen zum Wissen um die Gestaltung des Schönen und zum ‚reinen‘ Wissen, d. h. zu der ‚Wissenschaft‘.“ Eine griffige Definition von Naturwissenschaft lieferte I. Asimov allerdings nicht.

Nun gibt es zahlreiche Schriften, in denen das Wesen der Naturwissenschaften als Ganzes beschrieben wird, meist im Zusammenhang mit anderen Wissenschaften und unter dem Aspekt der Wissenschaftstheorie. Derartige Schriften stammen typischerweise aus der Feder von Philosophen. Zudem gibt es zahlreiche Aufsätze oder Bücher, in denen Teilaspekte der Naturwissenschaften kommentiert werden, und hier sind Wissenschaftsjournalisten am häufigsten vertreten. Weiter gibt es seltener, aber besonders gewichtige Beiträge zum Verständnis der Naturwissenschaften vonseiten der Naturwis-

senschaftler selbst, insbesondere vonseiten der Physiker. Mehr als 95 % allen Schrifttums über Naturwissenschaften hat überraschenderweise gemeinsam, dass die Autoren keine Definitionen der zentralen Begriffe Naturwissenschaften und Grundlagenforschung präsentieren. Diese Tatsache kann zwei Ursachen haben. Entweder sind alle Autoren überzeugt, dass sie selbst und ihre potenziellen Leser diese Begriffe hinreichend klar verstehen und Definitionen daher überflüssig sind. Dann ist jedoch schwer verständlich, warum so viele unterschiedliche Ansichten über Naturwissenschaften publiziert wurden und werden. Oder die Autoren haben Angst, sich durch klare Definitionen angreifbar zu machen. Wie auch immer, dem vorliegenden Buch sind zwei Definitionen vorangestellt, nicht in der Annahme, die besten Definitionen aller Zeiten gefunden zu haben, aber in der Absicht, eine präzise Basis für konsistente Diskussionen zu bieten.

- **Naturwissenschaft** ist die Beschreibung aller Erscheinungen der Natur (und des Kosmos) sowie die Erklärung dieser Erscheinungen auf der Basis von (Natur-)Gesetzen und deren Wechselwirkungen.
- **Grundlagenforschung** ist die Suche nach Naturgesetzen sowie nach dem Verständnis ihrer Konsequenzen und Wechselwirkungen.

Charakteristisch für die Arbeitsweise (Methodik) der naturwissenschaftlichen Forschung ist die Suche nach Beobachtungen, Messungen und Experimenten, die unabhängig von Zeit, Raum und subjektiven Eigenschaften der Forscher reproduzierbar sind. Hierin besteht ein entscheidender Unterschied zu mehreren anderen Wissenschaften, worauf in Abschn. 2.5 näher eingegangen wird.

In seinem in 2009 erschienen Buch mit dem Titel *Naturwissenschaft und Glaube im Gespräch* geht der Theoretische Physiker Thomas Millack einen alternativen Weg. Anstelle einer kurzen Definition präsentiert er im zweiten Kapitel eine ausführliche Abhandlung seines Verständnisses von Naturwissenschaften, wobei er vor allem auf die Methodik (Beobachtung, Modellbildung, Verifikation, Vorhersage) eingeht und als charakteristische Eigenschaften die Begriffe objektiv, wiederholbar und formal diskutiert.

Das Wort Naturwissenschaften wird im nachfolgenden Text als Sammelbegriff verschiedener Fachrichtungen verwendet, die unter den Begriffen Astronomie, Biologie, Chemie, Geologie, Pharmazie, Physik usw. bekannt sind. Es gibt jedoch zwischen den einzelnen Fachrichtungen formale Unterschiede (die Existenz inhaltlicher Unterschiede ist trivial, sonst gäbe es keine verschiedenen Fachrichtungen), die dann eine Rolle spielen, wenn es um die Frage geht, inwieweit zentrale Begriffe wie Naturgesetz, Modell, Hypothese, Reproduzierbarkeit für alle Fachrichtungen zutreffend definiert und verstanden werden können. Diese formalen Unterschiede sollen hier als (komplementä-

re) Polaritäten bezeichnet werden, denn es handelt sich nicht um Alternativen oder Gegensätze.

**Bedeutung für das wissenschaftliche Weltbild des Menschen** Die heutigen Fachrichtungen liefern aufgrund ihrer inhaltlichen Ausrichtungen sehr unterschiedliche Beiträge zum naturwissenschaftlichen Weltbild des Menschen und zu seinem Selbstverständnis. Die größten Beiträge können heute und in naher Zukunft von folgenden Fächern erwartet werden: Theoretische Physik im Verbund mit Kernphysik, Evolutionstheorie im Verbund mit Genetik und Gehirnforschung im weitesten Sinne. Die Chemie hat seit der Eliminierung des Vitalismus Anfang des 19. Jahrhunderts (Abschn. 8.3) keinen derartigen Beitrag mehr geleistet, wenn man die Molekularbiologie der Biologie zuordnet.

**Bedeutung für den Alltag der Menschen** Was das Niveau unsere heutigen Zivilisation und die Fortschritte im Alltagsleben betrifft (Abschn. 2.4), hat die Chemie – neben der Physik – mehr als alle anderen Fachrichtungen entscheidende Beiträge geliefert. Das betrifft zum Beispiel die Sicherung der Ernährung von etwa 90 % der westlichen Bevölkerung, ferner Hygiene und Infektionsverhütung, es betrifft über 90 % aller Medikamente der Medizin und etwa 95 % aller Polymere (Abschn. 8.4 und 8.5), von denen zum Beispiel auch die Verfügbarkeit von Elektrizität und aller Verkehrsmittel abhängt.

**Abstraktionsgrad** Den höchsten Abstraktionsgrad erreicht die Physik, während diejenigen Disziplinen, die im Wesentlichen natürliche Erscheinungen beschreiben, den niedrigsten Abstraktionsgrad repräsentieren (womit keinerlei Wertung verbunden ist).

**Ausmaß der experimentellen Laborforschung** Hier repräsentieren Chemie und Physik den einen Pol, da mehr als 95 % aller Forschungsergebnisse aus Laborexperimenten stammen. Teilgebiete der Biologie oder Geologie, bei denen Beschreibungen natürlicher Phänomene im Vordergrund stehen, repräsentieren den anderen Pol.

**Häufigkeit von Laborexperimenten** Hier bilden bestimmte Disziplinen der Physik den einen und die Chemie den anderen Pol. Arbeitsgruppen, die an Teilchenbeschleunigern arbeiten, können typischerweise zehn bis 50 Versuche pro Jahr durchführen. Arbeitsgruppen auf dem Gebiet der Laserstrahlung kommen oft nur auf zwei bis zehn neuartige Experimente pro Jahr, wenn neue Apparaturen gebaut und erprobt werden müssen. Als Beispiel für eine durchschnittlich große Arbeitsgruppe von Chemikern an einer Universität

kann der Autor seinen eigenen ehemaligen Arbeitskreis nennen. Dieser bestand aus zwölf bis 17 Personen, die sich aus ein bis drei Diplomanden, fünf bis acht Doktoranden, einem promovierten Gastwissenschaftler (postdoc), zwei Chemotechniker(inne)n und einem promovierten Assistenten zusammensetzte. Da die Experimente mit relativ einfachen Geräten und meist mit Chemikalien aus dem Handel oder der chemischen Industrie durchgeführt werden konnten, kamen 500 bis 800 Versuche pro Jahr zur Ausführung. Auf jeden Versuch kamen im Durchschnitt zwei Messungen, die zeigen sollten, ob der Versuch den erwarteten Verlauf genommen hatte. Diese Zahlen sind keinesfalls Extremwerte. Das heißt, eine chemische Forschergruppe kann im Durchschnitt etwa 20- bis 50-mal so viele Experimente pro Jahr durchführen wie Teilchen- oder Laserphysiker. Diese Zahlen beinhalten keinerlei Wertung. Aber für einen Forscher, der viele Versuche pro Jahr durchführen kann, ist es schneller und billiger möglich, die Reproduzierbarkeit von Experimenten zu testen sowie Gesetzmäßigkeiten der Forschung kennenzulernen, insbesondere das Entstehen von handwerklichen Fehlern, Fehlinterpretationen und Irrtümern wie auch deren Korrektur.

Die obige Aufzählung von Polaritäten zeigt, dass bei allen Vergleichen die Physik und insbesondere die Kern-(Teilchen-)Physik den einen Pol bilden. Das birgt die Gefahr in sich, dass Begriffe und Deutungen, die auf der Physik und deren Geschichte basieren, nicht für die gesamten Naturwissenschaften zutreffend sind und dennoch auf die gesamten Naturwissenschaften angewandt werden.

## 2.3 Was heißt Naturgesetz?

Da der Begriff „Naturgesetz“ in den genannten Definitionen von Naturwissenschaft und Grundlagenforschung eine entscheidende Rolle spielt, soll hier auf Bedeutung und Definition dieses Begriffes ausführlich eingegangen werden. Während in modernen Lehrbüchern der Physik, Chemie oder Biologie unter dem Stichwort „Naturgesetz“ keine Erklärungen bzw. Definitionen zu finden sind, enthält das in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts verbreitete Physiklehrbuch für Gymnasien der Professoren Friedrich Dorn und Franz Bader die kurze Definition: „Naturgesetze sind allgemeine Aussagen über die Natur.“

Diese Aussage ist insofern falsch, als dass es sich bei den weitaus meisten Naturgesetzen um sehr spezifische Eigenschaften von Teilen der Natur handelt. Der Autor möchte daher die folgende Definition zur Diskussion stellen: „Naturgesetze sind fundamentale Eigenschaften der Natur bzw. der Schöp-

fung, auf deren Basis alle Erscheinungen und Veränderungen der Natur sowie alle reproduzierbaren Experimente aus Menschenhand ihre charakteristische Prägung erhalten.“

Hier ist zu ergänzen, dass der Ausdruck Naturgesetz ein für die deutsche Sprache typisches Kombiwort ist, das ausführlicher und präziser eigentlich Gesetz der Natur lautet, wie in anderen europäischen Sprachen auch: law of nature, loi de la nature, legge della natura usw. Dieser Begriff sagt also a priori nichts weiter aus, als dass es sich um Gesetze handelt, welche der Natur eigen sind, im Unterschied zu Gesetzen, die von Menschen erlassen werden, um das Zusammenleben in einer Gesellschaft zu regeln. Jede andersartige oder darüber hinaus gehende Interpretation bedarf daher einer Begründung.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass alles, was der Mensch wahrnimmt und denkt, auf biochemischen und physikalischen Aktivitäten seines Gehirns beruht. Die Wahrnehmung von Naturphänomenen und Naturgesetzen ist daher immer relativ zur Struktur und Erkenntnisfähigkeit des menschlichen Gehirns. Die Evolution hat die Entwicklung des Gehirns im Tierreich schrittweise vorangetrieben mit dem Ziel, die Überlebensfähigkeit und Verbreitung von Tierstämmen, Gattungen und Arten kontinuierlich zu verbessern. Der geringstmögliche Informationsfluss, der dies ermöglichte, musste genügen. Ein Wesen mit umfassendem Verständnis der gesamten Schöpfung ist als Fernziel der Evolution nicht erkennbar und im *Homo sapiens* auch sicherlich nicht realisiert. Die Frage, was die Natur an sich ist, ohne die begrenzte Sichtweise des Menschen, ist daher unnütz. Solange der Mensch nicht mit einer andersartigen und höheren Intelligenz kommunizieren kann, kann es zu dieser Frage keine rationale Diskussion geben.

Einerseits hat die Natur hier mithilfe der Evolution zum Menschen ein Wesen und ein Organ geschaffen, mit dem sie in begrenztem Umfang fähig ist, sich selbst zu reflektieren. Etwas skeptischer drückte es der Aphoristiker Felix Renner aus: „Der Mensch ist der strafende Blick der Natur auf sich selbst.“ Dieser Sachverhalt gibt dem Menschen zweifellos eine Sonderstellung unter den bisher bekannten Lebewesen. Aus der Sicht eines Naturwissenschaftlers ergibt sich daraus aber nicht der Anspruch, ein Ebenbild Gottes zu sein oder zu werden. Vielmehr ist hier die Skepsis Mark Twains (1835–1910) bedenkenswert: „Gott hat den Menschen erschaffen, weil er vom Affen enttäuscht war. Danach hat er auf weitere Experimente verzichtet.“ Der Biologe und Nobelpreisträger Konrad Lorenz (1903–1989) meinte zu dieser Thematik: „Ich glaube, ich habe die Zwischenstufe zwischen Tier und *Homo sapiens* gefunden. Wir sind es!“

Andererseits ist der Mensch wohl doch etwas mehr als ein durch Zufall entstandener Zigeuner am Rande des Universums, wie das der Evolutionsbiologe und Nobelpreisträger Jaques Monod (1910–1976) formulierte (Abschn. 6.4). Auf die Frage nach dem Sinn dieser erstaunlichen Entwicklung der Evolution



können die Naturwissenschaften keine Erklärung geben, so wenig wie auf jede andere Frage nach Sinn. Naturgesetze, sofern sie denn richtig erkannt wurden, erklären das „Wie“ und eventuell das „Warum“ von Ereignissen in der Natur und von Experimenten im Labor, aber sie erklären nie den Sinn der gesamten Natur.

In seiner mehrfach publizierten Züricher Antrittsrede von 1922 mit dem Titel *Was ist ein Naturgesetz?* beginnt der Theoretische Physiker Erwin Schrödinger (1887–1967) seine Ausführungen mit der Aussage (S. 10): „Als Naturgesetz bezeichnen wir doch wohl nichts anderes als eine mit genügender Sicherheit festgestellte Regelmäßigkeit im Erscheinungsablauf ...“ (Zum Unterschied von Regeln und Gesetzen vgl. Abschn. 3.4) Diese Aussage hinterfragt E. Schrödinger im nachfolgenden Text kritisch, aber den Begriff „Naturgesetz“ stellt er nicht grundsätzlich infrage. Es war sein besonderes Anliegen aufzuzeigen, dass fast allen Naturgesetzen ein statistischer Vorgang zugrunde liegt und keine einfache Kausalität (S. 10):

Die physikalische Forschung hat in den letzten vier bis fünf Jahrzehnten klipp und klar bewiesen, dass zumindest für die erdrückende Zahl der Erscheinungsabläufe, deren Regelmäßigkeit und Beständigkeit zur Aufstellung des Postulates der allgemeinen Kausalität geführt haben, die gemeinsame Wurzel der beobachteten strengen Gesetzmäßigkeit – der Zufall ist. [...] Bei jeder physikalischen Erscheinung, bei der wir eine Gesetzmäßigkeit beobachten, wirken ungezählte Tausende, meisten Milliarden einzelner Atome und Moleküle mit. [...] Das einfachste und durchsichtigste Beispiel für die statistische Auffassung der Naturgesetzlichkeit – zugleich ihr Ausgangspunkt in historischer Beziehung – bildet das Verhalten der Gase.

E. Schrödinger kommt dann ausführlich auf die kinetische Gastheorie zu sprechen (S. 11, 12) und fährt fort (S. 13): „Ich könnte noch eine große Anzahl experimentell und theoretisch genau untersuchter Fälle ausführen, so das Zustandekommen der gleichmäßig blauen Himmelsfarbe durch die völlig unregelmäßigen Schwankungen der Luftdichte, oder den streng gesetzmäßigen Zerfall radioaktiver Substanzen, der aus dem regellosen Zerfall der einzelnen Atome sich aufbaut, wobei es ganz vom Zufall abzuhängen scheint, welche Atom sogleich, welche morgen, welche in einem Jahr zerfallen werden.“

E. Schrödinger machte damit richtige Aussage über fast alle, wenn nicht alle Gesetze der Physik. Der Begriff „Naturgesetz“ ist allerdings kein Eigentum der Physiker, und E. Schrödinger wie auch andere Physiker (s. unten) haben nicht bedacht, dass manche Lehren der Physik nicht notwendigerweise auch für andere Bereiche der Naturwissenschaften gelten. So basieren die Gesetze tausender biochemischer Reaktionen, die den biologischen Funktionen



aller Lebewesen zugrunde liegen, eben nicht auf statistischem Verhalten der Einzelmoleküle. Vielmehr müssen alle gleichartigen Moleküle, die an einem bestimmten Reaktionstyp teilnehmen, in genau gleicher Weise reagieren, und alle Moleküle, die an einem individuellen Reaktionsablauf teilnehmen, reagieren in einer konzertierten Aktion, damit ein biologisch sinnvolles Signal oder Produkt in der benötigten Intensität bzw. Menge entstehen kann. Die in Abschn. 9.3 beschriebene Umwandlung eines Lichtstrahls in einen Impuls des Sehnervs ist dafür ein konkretes Beispiel. In anderen Worten, bei biochemischen Reaktionen gibt es einen direkten kausalen Zusammenhang zwischen Einzelreaktion, Gesamtverhalten aller analog reagierenden Moleküle und biologischer Auswirkung. Auch im Hinblick auf die folgenden Diskussionen soll hier ein Satz des bedeutenden Evolutionsbiologen Ernst Mayr (1904–2005) zitiert werden: „Die Biologie ist keine zweite Physik.“

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde und wird der Begriff „Naturgesetz“ von dem Wissenschaftstheoretiker Sir Karl R. Popper (1904–1994) und der Mehrheit der Physiker einer Fundamentalkritik unterzogen. Ein großer Teil dieser Kritik, vor allem vonseiten der Physiker, basiert allerdings auf der Tatsache, dass die Physiker des 19. Jahrhunderts diesen Begriff mit einer Bedeutung überladen haben, der in diesem Begriff a priori gar nicht enthalten ist. Die aufgeworfene Problematik hat ihre Wurzel in der Geschichte der Naturwissenschaften im Allgemeinen und der Physik im Besonderen. Die Physik ist älter als die moderne Chemie und hat wie bereits erwähnt den höchsten Abstraktionsgrad der Naturwissenschaften. Hinzu kommt, dass die Mathematik für die Formulierung von Gesetzen schon viel früher zur Verfügung stand als die Formelsprache der Chemie, die erst 1874 durch eine Publikation des späteren Nobelpreisträgers (1901) Jakob H. van't Hoff (1852–1911) zur Vollendung kam. Die Physiker am Ende des 19. Jahrhunderts waren überzeugt, über ein nahezu komplettes Weltbild zu verfügen. Beispielhaft ist die Antwort des Münchner Physikprofessors Philipp von Jolly auf die Frage des jungen Max Planck nach dem Sinn eines Physikstudiums (1874). Jolly rät ab, weil „in dieser Wissenschaft schon fast alles erforscht ist, und es gelte nur noch einige unbedeutende Lücken zu schließen“.

Die Physiker des 19. Jahrhunderts beanspruchten die Deutungshoheit über den Begriff „Naturgesetz“. Sie beluden diesen Begriff mit dreierlei Ansprüchen, von denen sich keine im Nachhinein als sinnvoll oder richtig erwies.

**Erstens:** Naturgesetze, das waren nur die hehren Gesetze der Physik, welche die Welt regierten. Die unzähligen Gesetze, welche Biologen, Chemiker, Geologen und andere Naturwissenschaftler in ihrer Forschung entdeckten und erarbeiteten, wurden nur (biologische, chemische oder geologische) Gesetze genannt. Sie waren bestenfalls Naturgesetze dritter Klasse. Von Hermann

Helmholtz (1821–1894) stammt der Satz: „Das letzte Ziel aller Naturwissenschaft ist, sich in Mechanik aufzulösen.“ Und noch nach 1900 äußerte der Physiker und Nobelpreisträger Sir Ernest Rutherford (Abschn. 9.1) die Ansicht: „All science is either physics or stamp collecting.“ Diese Kombination von beruflichen Scheuklappen und Arroganz verhinderte, dass die Physiker die in den folgenden beiden Punkten aufgezeigten Probleme wahrnahmen.

Darüber hinaus vermittelt die Physik insofern ein reduziertes Bild der Natur, als sie nur ein paar Dutzend wichtiger Naturgesetze präsentiert. Einschließlich der angewandten Forschung, wie der Laser und Festkörperforschung, mag die Zahl der physikalischen Gesetze in die Tausende gehen. In der Biologie sind aber Millionen Gesetze notwendig, um die Strukturen und biochemischen Reaktionen aller Arten von Pflanzen und Tieren zu charakterisieren. Auch in der Chemie gibt es Millionen Gesetzmäßigkeiten, denn allein bis zum Jahr 2013 wurden ca. 10 Mio. verschiedene Substanzen synthetisiert. Auch wenn man all diesen Gesetzen verglichen mit dem Newtonschen Gravitationsgesetz nur eine minimale Bedeutung beimisst, so bleiben sie dennoch Naturgesetze (zur Frage der Bedeutung von Naturgesetzen findet sich eine Diskussion am Ende von Abschn. 3.4). Das heißt, schon nach 200 bis 300 Jahren moderner Naturwissenschaften sind zig Millionen Naturgesetze bekannt oder absehbar, und diese Zahl wird auch in Zukunft weiter wachsen. Wenn man dazu berücksichtigt, dass der Mensch ohnehin nur einen Teil der gesamten Natur wahrnehmen kann, so ergibt sich für die Menschheit auch in Zukunft kein Ansatzpunkt für eine Abschätzung oder gar Berechnung aller Naturgesetze, die unsere Raum-Zeit-Welt beinhaltet.

**Zweitens:** Für Physiker gehörte es zum richtigen Verständnis von Naturgesetzen, dass diese in mathematische Formeln gegossen werden konnten. Vorreiter dieser Mentalität waren Thales von Milet (624–546 v. Chr.) und Galileo Galilei (1564–1642) der in seinem 1623 erschienen Werk *Il sagggiatore* sinngemäß schrieb: „Mathematik ist das Alphabet, mit dessen Hilfe Gott das Buch des Universums geschrieben hat.“ Immanuel Kant (1724–1804) machte in seinem Werk *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* 1786 folgende Aussage: „Ich behaupte aber, dass in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist.“

In seinem neuesten Buch *Gottes Würfel* (2013) schreibt der Physiker Helmut Satz (S. 205): „Man sagt, Mathematik sei die Sprache der Physik, die Gott benutzt, wenn er mit den Menschen reden möchte. Das mag sein, obwohl er sicherlich vielsprachig ist und sich auch durch Musik oder Dichtung verständlich machen kann. Trotzdem lässt sich schwer übersehen, dass er letztlich doch immer wieder auf Mathematik zurückgreift. Wie sonst können wir verstehen, dass die Anordnung der Blüten auf allen Blumen nach einer

Erkenntnisse und Irrtümer in Medizin und  
Naturwissenschaften

Kricheldorf, H.R.

2014, XI, 259 S. 2 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-43362-1