

IN DIESEM KAPITEL

Was ist eigentlich Physik?

Klassische und moderne Physik

Eine kurze Geschichte der Physik

Einteilung der Physik und Aufbau des Buches

Die Physik und die anderen
Naturwissenschaften

Kapitel 1

Was ist Physik?

Was ist Physik?

Die *Physik* ist die Lehre von der uns umgebenden Natur, also von der Welt, in der wir leben. Genau dies bedeutet das Wort *Physik* auch im Griechischen und im Lateinischen: *Naturlehre*. Die uns umgebende Welt reicht von den Atomen und den sie bildenden Elementarteilchen bis hin zum gesamten Universum. Infolgedessen beinhaltet die Physik ebenfalls diese gewaltige Spanne. Irgendwann im 18. oder 19. Jahrhundert wurde der Umfang der Physik so enorm groß, dass sich Teilgebiete von der eigentlichen Physik abgespalten haben (wie etwa die Chemie und die Biologie).

In ihrem Bestreben, die uns umgebende Natur zu beschreiben, hat die Physik eine ganz eigene Arbeits- und Denkweise entwickelt, die zumindest teilweise auch die anderen Naturwissenschaften übernommen haben. Dazu gehört beispielsweise, dass die Physik die Natur nicht nur beobachtet, sondern aktiv ins Geschehen eingreift und vorgibt, was sie unter welchen Bedingungen beobachten will. Mit anderen Worten: Die Physik führt wohldefinierte *Experimente* aus (mehr zum Unterschied zwischen Beobachtung und Experiment finden Sie in Kapitel 2).

Darüber hinaus – und dies ist vielleicht das Wichtigste – versucht die Physik, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und von allem Unwesentlichen abzusehen. Fast alle Bewegungen werden durch die Reibung beeinträchtigt. Die Physik versucht, Bewegungen zu beschreiben und dabei den Einfluss der Reibung zu ignorieren (auch durch Vorgabe geeigneter Versuchsbedingungen). Das hindert sie allerdings nicht daran, auch die Effekte der Reibung in allen Einzelheiten zu beschreiben (Kapitel 9). Aber wenn es nicht um die Reibung selbst geht, wird sie vernachlässigt, genauso wie alle anderen störenden Effekte.

Es gibt noch eine weitere Eigenschaft, die die Physik auszeichnet. Sie benutzt die *Mathematik*, um ihre Ergebnisse darzustellen, zu ordnen und zu systematisieren, aber auch, um Modelle und Theorien zu formulieren. Dabei gehen Physik und Mathematik oftmals Hand in Hand. Die Entwicklung der Infinitesimalrechnung (Newton, Leibniz) wurde durch die Fragestellungen der Physik im 17. Jahrhundert mitinitiiert. Gleichmaßen führte die Veröffentlichung von Einsteins spezieller Relativitätstheorie zu einer Weiterentwicklung der Mathematik in Bezug auf das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum durch Hermann Minkowski (1864–1909), was Einstein dann in der allgemeinen Relativitätstheorie wieder aufgegriffen hat. Es gibt aber auch den umgekehrten Fall, dass die Mathematiker sagen: »Hört mal, ihr Physiker. Wenn das und das gilt, so sagt die Mathematik: Daraus folgt, dass auch ... Prüft dies mal nach!« Von wem auch immer die jeweilige Initiative ausging, spätestens seit dem 17. Jahrhundert haben sich Physik und Mathematik kongenial ergänzt.

Klassische und moderne Physik

In der Geschichte der Physik stellt der Anfang des 20. Jahrhunderts einen großen Einschnitt dar. Die bis zu diesem Zeitpunkt erarbeiteten Erkenntnisse werden heute als *klassische Physik* bezeichnet. Es zeigte sich aber, dass diese klassische Physik nicht mehr in der Lage war, alle neuen experimentellen Resultate zu erklären. Daher wurden mit der *Relativitätstheorie* und der *Quantenmechanik* zwei revolutionäre Theorien entwickelt, die heute zusammenfassend als *moderne Physik* bezeichnet werden.

Die Entwicklung der klassischen Physik endete keineswegs im Jahr 1900. Vielmehr ist das Gegenteil der Fall: Es hat auch im Bereich der klassischen Physik im letzten Jahrhundert große Fortschritte gegeben. Aber diese Fortschritte lassen sich mit den Mitteln der klassischen Physik beschreiben.



Dem Briten Joseph John Thomson gelang erstmals im Jahre 1897 der experimentelle Nachweis von Elektronen. Wenn Elektronen sehr schnell sind, muss man sie mithilfe der Relativitätstheorie behandeln. Wenn Elektronen im Zusammenhang mit dem Aufbau der Materie diskutiert werden, muss man die Quantenmechanik zurate ziehen. Wenn es aber nur darum geht, die Bewegung von Elektronen in elektrischen oder magnetischen Feldern zu beschreiben, sind die Gesetze der klassischen Physik meist ausreichend.

Ein kurzer Abriss der Geschichte der Physik

Im folgenden Abschnitt soll (wirklich nur kurz) die Geschichte der Physik umrissen werden. Natürlich kann man ein wissenschaftliches Gebiet auch darstellen, indem man einfach den gegenwärtigen Kenntnisstand vom Anfang bis zum Ende aufschreibt. Aber es hat in der Geschichte der Physik zahlreiche erbitterte Diskussionen gegeben, welche Interpretation oder welches Modell ein Gebiet richtig beschreibt. Aus diesen Diskussionen, die zum Teil Jahrhunderte zurückliegen, kann man auch heute noch sehr viel lernen.

Die Anfänge reichen bis in das antike Griechenland zurück

Im antiken Griechenland wurde vor allem Einzelwissen über physikalische Phänomene zusammengetragen und zum Teil auch mathematisiert. Ein methodisches experimentelles Herangehen, also eine wissenschaftliche Fragestellung, gab es allerdings zumeist noch nicht; dies ist eine Entwicklung der Neuzeit (siehe unten).

Zu den bereits im antiken Griechenland bekannten Effekten und Gesetzmäßigkeiten gehörten unter anderem:

- ✓ Die magnetische Anziehung
- ✓ Elektrostatische Kräfte (Reiben von Bernstein)
- ✓ Luftdruck; warme Luft steigt nach oben
- ✓ Optik: Gesetze der Spiegelung
- ✓ Auftrieb(Archimedes)
- ✓ Hebelgesetz (Archimedes)

Mehr zu Archimedes von Syrakus (ca. 287–212 v. Chr.) finden Sie später in einem Kasten in Kapitel 12.

Zeit des Stillstands: Das Mittelalter

Das Mittelalter (vom Ende des Römischen Reiches bis zu den ersten Jahrhunderten des zweiten Jahrtausends) kannte keine Forschung (die arabische Welt bildet vielleicht eine Ausnahme). Das vorhandene Wissen wurde in Kloster- und Domschulen, später auch in den ersten Universitäten weitergegeben, aber es wurde nicht weiterentwickelt. Die Hauptwissenschaften waren die Theologie, die Jurisprudenz und die Medizin. Wenn man eines dieser Fächer studieren wollte, musste man zunächst einen Abschluss in einer der »sieben freien Künste« machen: Grammatik, Rhetorik und Dialektik/Logik (Trivium) auf der einen Seite sowie Arithmetik, Geometrie, Musik und Astronomie (Quadrivium) auf der anderen Seite. Die Physik taucht in der Liste nicht einmal auf. Sie wurde teilweise im Rahmen der Dialektik behandelt und gehörte sonst zu den minderwertigen praktischen Künsten.

Insgesamt gesehen ruhte die Physik des Mittelalters fest auf dem von der katholischen Kirche vorgegebenen Gedankengebäude.

Neuanfang im späten Mittelalter

Gegen Ende des Mittelalters gab es zaghafte Neuanfänge in Bezug auf eine Weiterentwicklung. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Namen Roger Bacon (1214–1294) und William Ockham (1288–1347) zu nennen.

Der Name der Rose

Wenn Sie den Film »Der Name der Rose« von Jean-Jacques Annaud mit Sean Connery und Christian Slater noch einmal sehen: Der Film wimmelt nur so von Anspielungen auf die Entwicklung der Wissenschaften zu jener Zeit (1327). Schon der Name »William von Baskerville«, den Connery trägt, ist Programm. Baskerville bezieht sich auf Arthur Conan Doyles Roman »Der Hund von Baskerville«, also auf Connerys Rolle als Detektiv. Der Vorname weist auf den Philosophen William of Ockham (1288–1347) hin, der sich insbesondere mit der Naturphilosophie und der Wissenschaftstheorie befasste.

Achten Sie besonders auf die Rolle von Sean Connerys Brille (einem wissenschaftlichen Instrument) und auf Connerys wissenschaftliche Beweisführung.

Ein erster Höhepunkt: Die Renaissance

Die folgende Kulturepoche ist die Renaissance. Der Name bedeutet »Wiedergeburt«. Diese Wiedergeburt fand auch in der Physik statt, die immer noch der Oberbegriff für eine Reihe von Wissenschaften war. Der wichtigste Punkt war vielleicht, dass man wieder neugierig wurde und das vorhandene Wissen zu erweitern suchte.

- ✓ Um die Natur zu erklären, beschränkte man sich nicht nur auf Beobachtungen; vielmehr wurden neue Experimente durchgeführt.
- ✓ Diese Experimente wurden sorgfältig durchdacht und unter genau bestimmten Bedingungen durchgeführt.
- ✓ Zum ersten Mal wurden mathematische Methoden benutzt, um die Ergebnisse dieser Experimente auszuwerten und darzustellen.

In diesem Zusammenhang sind vor allem (aber nicht ausschließlich) die Namen Leonardo da Vinci (1452–1519) und Galileo Galilei (1564–1642) zu nennen.

In diese Zeit fällt auch – und dies ist von besonderer Bedeutung – die Loslösung der Physik von der damals gültigen, von der katholischen Kirche vorgegebenen Vorstellung, dass die Erde den Mittelpunkt der Welt darstellt, um den sich alles dreht. Das auf den griechischen Mathematiker und Astronomen Ptolemaios (ca. 100–160) zurückgehende geozentrische Weltbild wurde durch das von Nikolaus Kopernikus (1473–1543) geforderte heliozentrische Weltbild abgelöst, nach dem sich die Erde um die Sonne dreht. Dieses Weltbild wurde von Johannes Kepler (1571–1630) auch mathematisch beschrieben. Die Physik emanzipierte sich von der Theologie. Sie ließ sich nicht länger vorschreiben, was man zu beobachten hatte; sie beschrieb, welche Beobachtungen sie gemacht hat.

Entwicklung der Mechanik und der Optik im 17. Jahrhundert

Im 17. Jahrhundert begann sich die Physik als eigenständige Wissenschaft zu entwickeln, wobei sich nach und nach auch eine eigenständige Arbeitsweise der Physik herauskristallisierte (siehe unten und Kapitel 2). Schwerpunkte in diesem Jahrhundert waren die Mechanik und die Optik. Dabei wird das Jahrhundert von einem Namen überstrahlt: dem von Isaac Newton (1643–1727). Newton leistete bedeutende beziehungsweise herausragende Beiträge zu beiden Gebieten.

- ✓ In der Mechanik sind dies vor allem die drei Newton'schen Gesetze (Kapitel 4).
- ✓ Im Gebiet der Optik schrieb Newton ein Fundamentalwerk und baute eines der ersten Spiegelteleskope.

Die Fortschritte der Physik im 17. Jahrhundert beruhen zu einem nicht geringen Teil auf Entwicklungen in zwei außerphysikalischen Gebieten:

- ✓ Die Einführung der Infinitesimalrechnung (Differenziation, Integration) durch Newton und Leibniz (siehe den nachfolgenden Kasten).
- ✓ Die Entwicklung im Bau wissenschaftlicher Instrumente. In diesem Jahrhundert entstanden unter anderem die ersten brauchbaren Thermometer, Barometer, Fernrohre, Teleskope und Mikroskope (aber auch Winkelmessgeräte für die Seefahrt wie Oktant und Sextant).

Der letzte seiner Art: Gottfried Wilhelm Leibniz

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) gilt als der letzte Universalgelehrte der Geschichte. In einer seiner Biografien wird angegeben, dass er Philosoph, Wissenschaftler, Physiker, Mathematiker, Diplomat, Politiker, Historiker und Bibliothekar gewesen sei. Leibniz war unter anderem Zeitgenosse von Isaac Newton.

Leibniz wurde 1646 in Leipzig geboren und starb 1717 in Hannover. Eine detaillierte Darstellung seiner Themen und Leistungen würde den Rahmen dieses Buches sprengen; deshalb sind im Folgenden nur einige wichtige Punkte zusammengestellt:

- ✓ Mathematik: Bedeutende Entwicklungen in der Infinitesimalrechnung (zeitgleich mit Newton)
- ✓ Mathematik: Wichtige Beiträge zur Matrizen- und Determinantenrechnung
- ✓ Mathematik: Entwicklung des Dualsystems
- ✓ Physik/Technik: Pläne für ein Unterseeboot
- ✓ Physik/Technik: Erste Schritte in Richtung einer Rechenmaschine

- ✓ Physik: Entwicklung eines Geräts zur Messung der Windgeschwindigkeit
- ✓ Begründung der modernen Sprachwissenschaften (insbesondere der Indogermanistik)

Wenn Sie allerdings Interesse an seinem Arbeiten und Denken haben, kann ich Ihnen die im Jahr 2022 erschienene Biografie »Die beste aller möglichen Welten« von Michael Kempe sehr empfehlen!

Die Physik wird eine Wissenschaft: Das 18. Jahrhundert

Im 18. Jahrhundert wurde die Physik endgültig eine eigenständige Wissenschaft, die sich deutlich gegen verwandte Gebiete wie die Chemie abgrenzte, die aber die Methodik der Physik übernahmen.

Hauptthema der Physik war die Mechanik, sodass man auch vom Zeitalter der klassischen Mechanik spricht. Die Differenzialrechnung wurde weiterentwickelt und auf immer weitere Teilgebiete angewandt; so begründete Daniel Bernoulli (1700–1782) etwa die *Hydrodynamik*.

Elektromagnetismus und Thermodynamik: Das 19. Jahrhundert

Die wichtigsten Themen der Physik des 19. Jahrhunderts waren der Elektromagnetismus und die Thermodynamik. Ausgehend von experimentellen Arbeiten von Hans Christian Ørsted (1777–1851) und Michael Faraday (1791–1867) fasste James Clerk Maxwell (1831–1879) den Elektromagnetismus in vier grundlegenden Gleichungen zusammen. Maxwell war auch entscheidend an der Entwicklung der Thermodynamik beteiligt, die dann gegen Ende des Jahrhunderts von Ludwig Boltzmann (1844–1906) zusammengefasst wurde.

Bereits im 19. Jahrhundert wurde zwischen Experimentalphysik auf der einen und der theoretischen Physik auf der anderen Seite unterschieden:

- ✓ 1885 wurde Max Planck (1858–1947) Professor für Theoretische Physik an der Universität Kiel.
- ✓ 1888 wurde Conrad Wilhelm Röntgen (1845–1923) Professor für Experimentalphysik an der Universität Würzburg.

Kurz, aber wirkungsvoll: Die Revolution zu Beginn des 20. Jahrhunderts

In den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts geschah etwas Unerhörtes: Die Physiker revoltierten. Sie revoltierten jedoch nicht gegen König, Kaiser oder die Regierung, sondern gegen

die Grundlagen der eigenen Wissenschaft: der Physik. In den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts war klar geworden, dass die klassische Physik, die seit Jahrzehnten prinzipiell unverändert geblieben war, obwohl natürlich ungezählte neue Details hinzugefügt wurden, so nicht stimmen kann (Teil VIII). An dieser Revolution waren nicht nur junge Physiker beteiligt, sondern auch durchaus etablierte Koryphäen. Interessant dabei ist, dass zwei absolut unabhängige Problemfelder geklärt werden mussten, die eigentlich nichts miteinander zu tun hatten:

- ✓ Der mikroskopische Bereich, in dem eine neue Beschreibung durch die *Quantenmechanik* erforderlich wurde (Kapitel 39).
- ✓ Die (kosmologische) Welt großer Geschwindigkeiten, für die mit der *Relativitätstheorie* ebenfalls eine neue Beschreibung entwickelt wurde.

All diese revolutionären Ansätze sind heute allgemein akzeptiert. Glücklicherweise betreffen die meisten Ergebnisse dieser physikalischen Revolutionen eher Extremsituationen. Die uns umgebende Alltagswelt kann auch heute noch mit den Formeln der »klassischen Physik« beschrieben werden.

High-Life in der Physik: Die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts

Die Zeit nach dieser Revolution, vor allem die 20er-Jahre erbrachten eine Fülle von neuen Erkenntnissen, die auf den neuen Theorien beruhten. Schließlich mussten diese – Quantenmechanik und Relativitätstheorie – mit Leben erfüllt werden. Damals gab es zahlreiche junge Physiker, die sich sofort mit diesen Theorien anfreundeten, mit ihnen arbeiteten, sie weiterentwickelten und anwandten. Viele von ihnen hatten die Chance, den Nobelpreis für Physik in jungen Jahren zu erhalten. Zu diesen Physikern gehörten Niels Bohr (1885–1962, Nobelpreis 1922), Werner Heisenberg (1901–1976, Nobelpreis 1932), Paul Dirac (1902–1984, Nobelpreis 1933) und Enrico Fermi (1901–1954, Nobelpreis 1938).

Seitdem: Stetiger Fortschritt ohne Augenöffner

In der Zeit nach der Revolution hat die Physik nach und nach aufgehört, etwas bahnbrechendes, sensationell Neues zu präsentieren. Dies bedeutet nicht, dass sich die Physik nicht fortentwickelt hätte, aber alle neuen Entwicklungen können mit den Vorstellungen beschrieben werden, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelt wurden. Die Grundfesten der Physik haben sich seither nicht mehr verändert. Unter den vielen Entwicklungen in diesem Zeitraum sollen hier zwei besonders herausragende kurz erwähnt werden, die – wenn auch auf verschiedene Weise – unser aller Leben bis heute stark beeinflussen:

- ✓ 1938 entdeckten Otto Hahn (1879–1968), Lise Meitner (1878–1968) und Fritz Strassmann (1902–1980) die Kernspaltung. Dieser Entdeckung folgte bereits sieben Jahre später der Abwurf der beiden ersten Nuklearbomben auf Hiroshima und Nagasaki. Hahn erhielt 1944 den Nobelpreis für Chemie, der ihm erst nach dem Krieg, 1945, verliehen wurde (nicht aber Lise Meitner, die gleichberechtigt mit ihm zusammengearbeitet hat).

- ✓ 1956 erhielten W. Shockley (1910–1989), J. Bardeen (1908–1991) und W. Brattain (1902–1987) den Nobelpreis für Physik für die Entwicklung des Transistors auf Halbleiterbasis. Dies war der Startschuss für das Computerzeitalter und hat unser aller Leben in den letzten Jahren und Jahrzehnten völlig verändert.

In den 80er-Jahren gab es insgesamt vier Nobelpreise für deutsche Physiker:

- ✓ 1985: Klaus von Klitzing (geb. 1943) für den Quanten-Hall-Effekt
- ✓ 1986: Ernst Ruska (1906–1988) für das Elektronenmikroskop sowie Gerd Binnig (geb. 1947) und Heinrich Rohrer (1933–2013) für die Raster-Tunnelmikroskopie
- ✓ 1987: Johannes Bednorz (geb. 1950) für die Hochtemperatur-Supraleiter
- ✓ 1989: Wolfgang Paul (1919–1993) für die Paul-Falle

Jede dieser Entdeckungen hat die Physik in ihrem jeweiligen Teilgebiet weiter vorangebracht. Aber fragen Sie einen jungen Physiker, der am Ende seines Studiums steht, nach diesen Namen: Sie werden sie zumeist nicht kennen. Fragen Sie dagegen nach den Namen Bohr, Einstein, Heisenberg oder Pauli, werden Sie ausführliche Antworten erhalten.

Natürlich hat es in den vergangenen 60–70 Jahren viele interessante Entwicklungen gegeben, und viele Physiker sind zu Recht für ihre Entdeckungen mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet worden. Nur: All diese Entwicklungen, so wichtig sie für den Fortschritt der Physik auch sein mögen, haben fast nichts mit dem Thema dieses Buches zu tun, der Darstellung der Physik auf etwa 1000 Seiten. Ihre Darstellung und Würdigung ist Spezialabhandlungen über Einzelthemen vorbehalten.

Um die obige Diskussion noch einmal zu verdeutlichen: Der Quanten-Hall-Effekt und die Paul-Falle und somit die Namen Klaus von Klitzing und Wolfgang Paul spielen in diesem Buch überhaupt keine Rolle. Wer mehr über diese Themen erfahren will, muss auf Spezialdarstellungen zurückgreifen. Hochtemperatur-Supraleiter und der Name Johannes Bednorz werden kurz in einem Kasten in Kapitel 42 erwähnt. Nur auf den 1986er-Nobelpreis für die Elektronenmikroskopie und die Raster-Tunnelmikroskopie wird im Top-Ten-Teil (Kapitel 48) eingegangen.



Wenn Sie an der Geschichte der Physik interessiert sind, finden Sie mehr zu diesem Thema im Top-Ten-Teil.

Einteilung der Physik, Aufbau dieses Buches

Abbildung 1.1 zeigt einen schematischen Überblick über den Aufbau der Physik und damit auch den dieses Buches. Auf der linken Seite sind die Themen der klassischen Physik, auf der rechten Seite die Teile, in denen die moderne Physik dargestellt wird. Im verbindenden Teil VIII wird dargestellt, warum die klassische Physik nicht mehr in der Lage war, alle

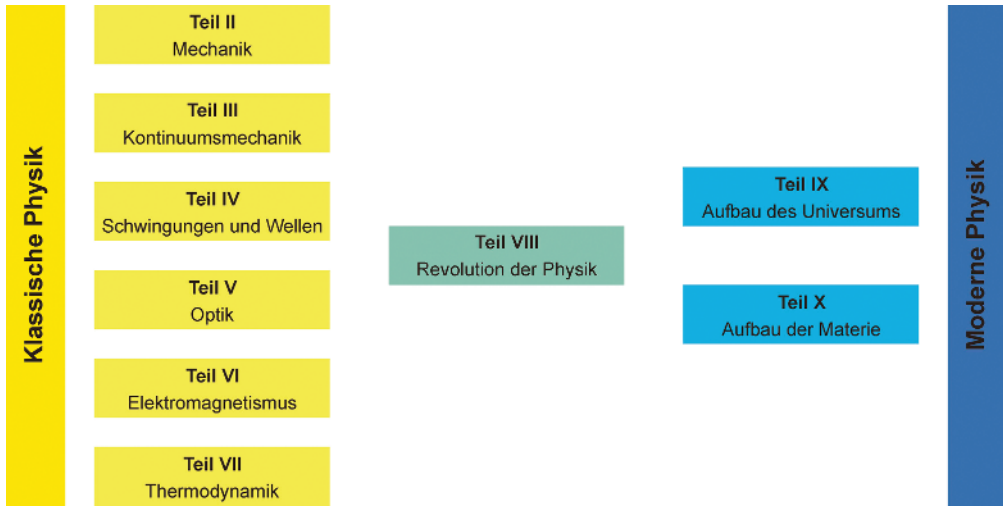


Abbildung 1.1: Der Aufbau dieses Buches

Beobachtungen und Experimente zu erklären, und daher eine Revolution unumgänglich war.

Die klassische Physik, die in diesem Buch zuerst behandelt wird und auch seinen größten Teil ausmacht, beinhaltet die wohlbekannten Themen, die sich im Laufe der Jahrhunderte herausgebildet haben:

- ✓ Die *Mechanik*, die man noch in *Kinematik* und *Dynamik* unterteilen kann
- ✓ Die *Kontinuumsmechanik*, die unter anderem die *Elastizitätslehre* und die *Hydrodynamik* beinhaltet
- ✓ Die Diskussion von *Schwingungen* und *Wellen*, die als eigenständiges Teilgebiet auch die *Akustik* umfasst
- ✓ Die *Optik*, die von der Diskussion der Natur des Lichts über wichtige optische Effekte wie Reflexion und Brechung bis zur Darstellung optischer Instrumente reicht
- ✓ Der *Elektromagnetismus*, wobei sich zeigen wird, dass Elektrizität und Magnetismus zwei Seiten der gleichen Medaille sind
- ✓ Die *Thermodynamik*

Der folgende Teil beschreibt dann, warum das in den vorherigen Teilen dargestellte Gebäude der Physik an seine Grenzen stößt und die klassische Physik in Extremsituationen nicht mehr in der Lage ist, die vorliegenden Fakten zu erklären. Die beiden verbleibenden Teile stellen dann die moderne Physik dar, zunächst die *Relativitätstheorie* und anschließend die Welt der *Quantenmechanik*.

Die Physik und die anderen Naturwissenschaften

Die Physik ist natürlich nicht die einzige Naturwissenschaft. Es gibt mittlerweile so viele davon, dass man sie an dieser Stelle aus Platzgründen gar nicht mehr alle auflisten kann. Wie oben dargestellt, wurden im 16. und 17. Jahrhundert mehr oder weniger alle Naturwissenschaften unter dem Oberbegriff »Physik« zusammengefasst. Eine Abspaltung der Chemie und der Biologie erfolgte erst im 18. oder sogar im 19. Jahrhundert. Es gibt auch heute noch eine Reihe von Gründen, die Physik als eine Art von »Mutterwissenschaft« zu betrachten, wie es schematisch in Abbildung 1.2 dargestellt ist.

- ✓ Rein wissenschaftlich gesehen beruht die gesamte Chemie auf physikalischen Erkenntnissen, denn die Grundlage der Chemie ist der Aufbau der Atome und deren Zusammenfügung zu Molekülen und größeren Aggregaten. All dies kann nur mithilfe der Quantenmechanik erklärt werden; insofern muss die Chemie notgedrungen auf die Erkenntnisse der Physik zurückgreifen.
- ✓ Ähnliche Überlegungen gelten beispielsweise auch für die Physikalische Chemie oder die Geophysik, wobei diese beiden Wissenschaften weniger auf der Quantenmechanik als vielmehr auf der Thermodynamik beziehungsweise der Kontinuumsmechanik beruhen.

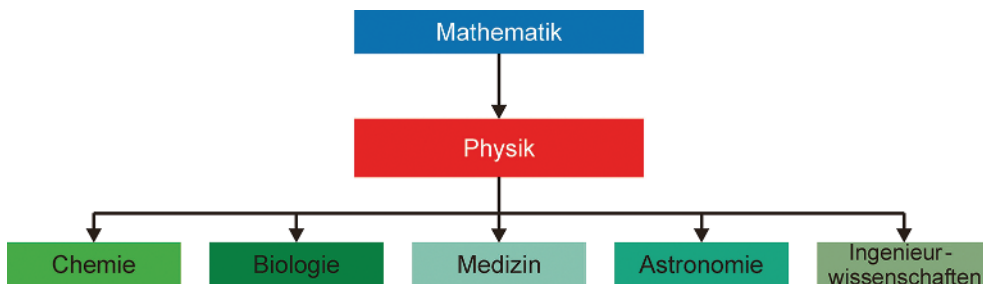


Abbildung 1.2: Die Physik und die anderen Naturwissenschaften

- ✓ Für manche Wissenschaften gibt es sogar eine mehrfache Abhängigkeit von der Physik. Einerseits baut die Biologie sehr stark auf der Chemie auf, die ihrerseits auf der Physik beruht. Auf der anderen Seite beschäftigt sich die Biologie häufig mit Vorgängen, zu deren Beschreibung sie direkt auf die Physik zurückgreifen muss (das Fliegen von Vögeln, der Lotuseffekt, die Funktion von Sinnesorganen und so weiter).

Die obigen Beispiele betreffen vor allem direkte Zusammenhänge zwischen der Physik und den anderen Naturwissenschaften. Aber es gibt auch indirekte Zusammenhänge, die vielleicht ebenso wichtig sind:

- ✓ Der erste dieser Zusammenhänge betrifft die Bereitstellung von Messverfahren für andere Naturwissenschaften durch die Physik. Die Liste ist endlos. An dieser Stelle seien nur einige besonders wichtige Beispiele genannt: Licht- und Elektronenmikroskope, Seismografen (für Erdbebenmessungen), elektrochemische Zellen und so weiter.

- ✓ Noch wichtiger ist vielleicht der Einfluss der Arbeits- und Denkweise der Physik auf die anderen Naturwissenschaften. Dies betrifft unter anderem den Bereich Problemidentifizierung und Problemlösung. Die Durchführung von klar definierten Experimenten anstelle der reinen Beobachtung hat sich mittlerweile in allen Naturwissenschaften durchgesetzt. Ähnliches gilt für das Erkennen des Wesentlichen und das Ausblenden des Unwesentlichen.

Allerdings ist die Beziehung zwischen der Physik und den anderen Naturwissenschaften bei Weitem keine Einbahnstraße, die Physik profitiert auch von den neuesten Erkenntnissen etwa der Chemie oder der Biologie. Ein Beispiel ist das gerade aktuelle Thema der *Bionik*.

Werfen Sie noch einmal einen Blick auf Abbildung 1.2. Dort thront über der Physik die Mathematik. Da in der Abbildung die Physik über den anderen Naturwissenschaften angeordnet ist, muss man schließen, dass diese Stellung der Mathematik für alle Naturwissenschaften (einschließlich der Physik) gilt. Die Botschaft des Diagramms ist also: ohne Mathematik keine Naturwissenschaft. Dies gilt für alle Naturwissenschaften einschließlich der Physik. Die Mathematik bildet die gemeinsame Grundlage.

