

- Schmutztitel –

Gunter Berauer

Freiheit, die ich meine, und was von der Freiheit  
übrig blieb

- Herausgeberseite -

# Philosophische Plädoyers

Band 6

- Titelseite -

Gunter Berauer

# Freiheit, die ich meine, und was von der Freiheit übrig blieb

Ein wissenschaftliches Gemälde um den  
Begriff der Freiheit

Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage

- CIP-Seite –

Meinem Sohn Jürgen gewidmet, mit dem ich  
viel über die Freiheit diskutiert habe

*Netzversion*

Erschienen im LIT Verlag 2008

## Vorwort

In diesem Buch wird die Frage diskutiert, was Freiheit ist, worauf sie sich gründet, wie sie in der Welt bisher gewirkt hat und weiterhin wirkt. Dabei konzentriert sich der Autor vorwiegend auf den elementaren Begriff der aus Spontaneität geborenen Entscheidungsfreiheit, die als Voraussetzung für alle anderen Freiheitsbegriffe angesehen werden kann.

Wir Menschen wünschen uns Freiheiten in unserem und für unser Leben, wir suchen Freiheit also in dieser Welt und wollen sie auch in dieser Welt verstehen, einer Welt, die uns auch und besonders durch unsere naturwissenschaftlichen Erkenntnisse erschlossen wird. Deshalb ist es nötig, in einer Abhandlung über die Freiheit neben der philosophischen auch der Sicht der Naturwissenschaften einen genügend breiten Raum einzuräumen. Die meisten Diskussionsbeiträge zum Thema Freiheit kommen von Denkern und Wissenschaftlern mit philosophischem oder geisteswissenschaftlichem Hintergrund, denen in der Regel die Naturwissenschaften weniger vertraut sind. Oder die Personen sind naturwissenschaftlich orientiert, dann aber meist weniger im philosophischen und geisteswissenschaftlichen Denken zu Hause. Der Autor ist der Überzeugung, dass das Bild über die Freiheit aus einem umfassenderen Blickwinkel gezeichnet werden muss, der alle Wissensgebiete miteinander verbindet, nicht Halt machen darf vor der Quantenmechanik als der wichtigsten Säule der modernen Physik, aber auch nicht religiös-theologische, transzendente Aspekte ausblenden darf. Das vorliegende Buch soll zu diesem Bild einen kleinen Beitrag leisten. Der Quantenmechanik wird eine besondere Bedeutung beigemessen, weil sie aus den Naturwissenschaften heraus einen Weg in die geistige und sogar in eine transzendente Welt weist.

Wenn man einmal angefangen hat, über Freiheit nachzudenken, begibt man sich auf eine lange Wanderung durch eine Fülle verschiedener Wissensgebiete. So entstand mit diesem Buch ein wissenschaftliches Gemälde, vergleichbar mit dem Bild eines langen und breiten Tales, in dessen Mitte die Wasser der Freiheit strömen, in welchem aber auch die stützenden Ufer und Berge, die Auen und Wiesen der angrenzenden Wissenschaften farbenprächtig ausgemalt sind, die dem Strom sein Bett und damit der Freiheit ihre Begründung und gleichermaßen ihr Wirkungsfeld geben. Der Autor hat versucht, das Gemälde dieses langen Weges dennoch in übersichtlicher, kompakter Weise zu zeichnen, und bittet um Verständnis, wenn es durch diese Kompaktheit für den Leser unter Umständen auch einmal nötig werden sollte, einen Absatz zweimal zu lesen. Wer sich vorab einen Überblick über den Inhalt verschaffen möchte, dem wird empfohlen, zunächst die Zusammenfassung im Anhang zu lesen.

Das Buch ist gedacht für jeden, der an philosophischen und wissenschaftlichen Themen interessiert ist, der neugierig nach den Hintergründen fragt, der Fantasie liebt und der gerne auch einmal ungewöhnlichen Gedankengängen folgt. Besondere Kenntnisse oder Fähigkeiten werden nicht vorausgesetzt. Leser mit den Kenntnissen

eines Abiturienten sollten den Ausführungen ohne weiteres folgen können. Bis auf einige sehr einfache Gleichungen, die im Text genau erläutert sind, werden keine Formeln benutzt. Ebenso werden die wenigen verwendeten Bilder und Diagramme im Text ausführlich erklärt.

Der Autor würde sich freuen, wenn er beim Leser das Interesse an dem großen Gemälde um die Freiheit, an dem Strom der Freiheit selbst, aber auch an seinem breiten philosophisch-wissenschaftlichen Bett wecken oder vertiefen könnte, und wenn er mit seinem Plädoyer für die Freiheit auch Freiheitsungläubige missionieren könnte, von denen es noch so viele gibt.

In der hier vorliegenden zweiten Auflage wurden zunächst einige Fehler korrigiert, die in der ersten Auflage unentdeckt geblieben waren. Ferner wurden an etlichen Stellen zur Vertiefung und zur besseren Verständlichkeit Formulierungen geändert und Erklärungen erweitert. Darüber hinaus wurden aber auch viele neue Gedanken aufgenommen, welche die Farbpalette des in diesem Buch gezeichneten philosophisch-wissenschaftlichen Gemäldes abrunden und verbreitern. Durch diese Ergänzungen ist der Umfang des Buches um zehn Seiten größer geworden. Die Gliederung und damit das Inhaltsverzeichnis sind aber unverändert geblieben, es wurde lediglich ein Namensregister hinzugefügt. Wegen dieser Ergänzungen empfiehlt der Autor auch denjenigen die Lektüre der zweiten Auflage, die die erste bereits gelesen haben.

Der Autor möchte sich bei allen bedanken, die durch ihre Hilfe und ihre Anregungen mit zur Entstehung dieser zweiten Auflage beigetragen haben. Besonderer Dank gilt den Herren Volkhard Basset, Dr. Heiko Dannemann, Manfred Eberhard, Gerhard Neubauer und Dr. Siegfried Hoener für ihre gewissenhafte und gründliche Durchsicht des Manuskriptes sowie dem LIT Verlag für die abschließende orthographische Kontrolle.

im Juni 2008

*Gunter Berauer*

Dr. Gunter Berauer  
Albert-Schweitzer-Straße 36  
81735 München

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	7
<b>TEIL I: Einführung oder Freiheit, die ich meine</b>	
1. Einleitung .....	11
1.1 Über den Begriff der Freiheit .....	11
1.2 Freiheit und Spontaneität .....	13
1.3 Übersicht über die folgenden Kapitel .....	14
2. Was sind Freiheit und Spontaneität? .....	15
2.1 Außensicht oder der Versuch einer Definition .....	15
2.2 Innensicht oder die subjektive Freiheit .....	16
2.3 Eingrenzung des Untersuchungsrahmens .....	17
3. Mögliche Welten .....	20
3.1 Vorüberlegungen .....	20
3.2 Freiheit in einer deterministischen Welt? .....	21
3.3 Die nicht-deterministische Welt und ihre Freiheiten .....	23
4. Die Freiheit bei Immanuel Kant und ein Resümee des Teils I .....	24
<b>TEIL II: Unser Weltbild oder was wir heute glauben, wie unsere Welt ist und wie es darin mit der Freiheit bestellt ist</b>	
5. Über Theorien und den Begriff der Wahrheit .....	29
5.1 Was sind Theorien? .....	29
5.2 Was sagen uns Theorien? .....	34
5.3 Was ist Wahrheit? .....	37
6. Wichtige Theorien über unsere Welt und ihre Beziehung zur Freiheit .....	39
6.1 Die Chaostheorie oder das deterministische Chaos .....	39
6.2 Der Indeterminismus der Quantenmechanik .....	44
6.2.1 Über Wellen, Korpuskel und das Ding an sich .....	45
6.2.2 Über Wellen- und Wahrscheinlichkeitsfunktionen und die Unschärferelation .....	48
6.2.3 Der Messprozess in der Quantenmechanik oder vom Möglichen zum Faktischen .....	55
6.2.4 Zusammenfassung, Deutung und Interpretationen .....	60
6.2.5 Über die Transzendenz der Quantenmechanik und die Teilchenphysik .....	66

6.3	Makroskopischer Indeterminismus und die große Freiheit . . . . .	68
6.4	Das Nicht-Klonierungstheorem, der laplacesche Dämon und die doppelte Freiheit . . . . .	70
6.5	Unterstützung aus Thermodynamik und Informationstheorie . . . . .	73

### **TEIL III: Konsequenzen und was von der Freiheit übrig blieb**

7.	Spontaneität und Freiheit in der Entwicklungsgeschichte der Welt . . . . .	75
7.1	Das Problem der Vergangenheit . . . . .	75
7.2	Urknall und Schöpfung oder die erste Blütezeit der Freiheit . . . . .	78
7.3	Die Evolution des Lebens oder die zweite Blütezeit der Freiheit . . . . .	81
7.3.1	Was das Leben ausmacht – Selbstreproduzierende Strukturen und Vererbungsmechanismen . . . . .	81
7.3.2	Wie das Leben entstand . . . . .	84
7.3.3	Die biologische Evolution als Entwicklungsmaschine . . . . .	86
7.4	Gehirne, Denken und die Kreativität des Geistes . . . . .	90
7.4.1	Die Entstehungsgeschichte von Nervensystemen und die Struktur des Gehirns . . . . .	90
7.4.2	Was „weiß“ ein Nervensystem und woher? . . . . .	93
7.4.3	Was passiert im Gehirn, wenn wir denken? . . . . .	95
7.4.4	Die Kreativität des Geistes oder die dritte Blütezeit der Freiheit . . . . .	99
8.	Die menschliche Freiheit, Blüte oder Enttäuschung? . . . . .	101
8.1	Die Innensicht der Entscheidungsfreiheit und die anthropologische Enttäuschung . . . . .	102
8.2	Wege aus dem Dilemma . . . . .	104
8.2.1	Schöpferische Freiheit, Verantwortung und die kosmologische Dreifaltigkeit . . . . .	106
8.2.2	Anbindung der Freiheit an das Transzendente oder die Rückgewinnung des Göttlichen . . . . .	108
8.3	Diesseitige Vermutungen über das Jenseits . . . . .	111

### **TEIL IV: Die Zukunft der Freiheit und der Gesellschaft**

9.	Wohin strebt die Freiheit? . . . . .	115
9.1	Spontaneität und Freiheit gegen Rationalität und Sicherheit . . . . .	115
9.2	Der Mensch und seine Freiheiten . . . . .	117
9.2.1	Entwicklung der Freiheit in der Außensicht . . . . .	118
9.2.2	Innensicht der Freiheit, die Flucht und der Tod . . . . .	121
9.3	Die Gesellschaft und ihre Freiheiten . . . . .	125
9.3.1	Was ist eine Gesellschaft? . . . . .	125

9.3.2 Die Gesellschaft und ihre individuellen Freiheiten . . . . .	127
9.3.3 Die Gesellschaft und ihre institutionellen Freiheiten . . . . .	130
9.3.4 Das Individuum Gesellschaft und Gedanken über seine Zukunft . . . . .	132

**Teil V: Abschluss**

10. Von Freiheit und vom Glauben . . . . .	143
11. Schlussbemerkungen . . . . .	147

<b>Quellenverzeichnis</b> . . . . .	149
-------------------------------------	-----

<b>Namensregister</b> . . . . .	151
---------------------------------	-----

<b>Anhang: Zusammenfassung</b> . . . . .	153
--	-----



# TEIL I: Einführung oder Freiheit, die ich meine

## 1. Einleitung

### 1.1 Über den Begriff der Freiheit

Seit vielen Jahrhunderten haben sich die Denker der Hochkulturen mit dem Begriff oder dem Konzept der Freiheit beschäftigt. In Europa sind bei den Anfängen die griechischen Philosophen Platon (427-347 v. Chr.) und Aristoteles (384-322 v. Chr.) zu nennen. Platon sprach dem Menschen die Fähigkeit zu, mit seinem Willen seine Lebensmuster selbst zu wählen. So entstand der Begriff der Willensfreiheit. Aristoteles unterschied zwei Existenz-Dimensionen des Menschen, die des Erkennens und die des Handelns. Er fand, dass es beim Erkennen um Dinge geht, die unabhängig von uns so sind, wie sie sind, beim Handeln aber um Dinge, die wir kraft unseres Handelns selbst beeinflussen und die sich deshalb „so oder auch anders“ verhalten können. So entstand der Begriff der Handlungsfreiheit. Über sich wandelnde Vorstellungen über den Begriff Freiheit im Mittelalter und während der Renaissance wurde das heutige europäische Verständnis von Freiheit am stärksten während und nach der Aufklärung geprägt. Einer der für uns Europäer wichtigsten Denker über die Freiheit ist der Philosoph Immanuel Kant, der im Jahrhundert der Aufklärung in Königsberg lebte (1724-1804). Kant hat in seinen umfangreichen Werken, beginnend mit der *Kritik der reinen Vernunft* [1], sehr grundlegende Gedanken über Spontaneität und Freiheit formuliert, die auch heute noch richtungsweisend sind und – wie wir später noch sehen werden – auch im Einklang mit heutigen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen stehen.

Wir Europäer haben alle ein tiefes und intuitives Verhältnis zur Freiheit. Jeder von uns hegt in sich ein subjektives Bild über das, was für ihn Freiheit bedeutet. Das Bild ist bei jedem etwas anders, recht vielschichtig und schwer zu beschreiben. Das kann man leicht feststellen, wenn man versucht, spontan zu formulieren, was man unter Freiheit versteht. Wir verbinden mit Freiheit meist ein positives, hehres, vielleicht sogar schwärmerisches Gefühl, wie dies in dem Studentenlied von Max von Schenkendorf (um 1810) so schön zum Ausdruck kommt (siehe [2]):

*Freiheit, die ich meine,  
die mein Herz erfüllt,  
komm mit deinem Scheine,  
süßes Engelsbild!  
Magst du nie dich zeigen  
der bedrängten Welt?  
Führest deinen Reigen  
nur am Sternenzelt?*

In diesem Lied wird die Freiheit sogar mit himmlischen Sphären in Verbindung gebracht; man könnte sagen, sie wird zu einem transzendenten, göttlichen Prinzip erhoben. Wir werden sehen, was am Ende davon übrig bleibt.

Hier, am Anfang, müssen wir zuerst herausarbeiten, welchen Begriff von Freiheit wir in diesem Buch verfolgen wollen, und dann eine Definition finden, an Hand derer wir die Freiheit in dieser Welt auch suchen können. Schauen wir uns zunächst einige Bedeutungen des Begriffes Freiheit an:

Da gibt es zunächst den Begriff der „Freiheit von“ etwas. Gemeint ist die Freiheit von Zwängen wie etwa der Sklaverei, der Unterjochung durch Tyrannen und Diktatoren, von Unterdrückung jeder Art, das Befreitsein vom Ungemach durch Naturkatastrophen, von Hunger, Durst und anderer Not. Dies ist wohl das elementarste Verständnis des Begriffs Freiheit. Eng verwandt damit ist der Begriff der gesellschaftlich-politischen Freiheit, der zusammen mit den Prinzipien von Gleichheit und Brüderlichkeit in der französischen Revolution formuliert wurde. Der Begriff ist im Wesentlichen auf die Lebensmöglichkeiten eines Individuums gerichtet und bildete in Verbindung mit dem weiter unten genannten Begriff der Handlungs- und Entscheidungsfreiheit eine der Grundlagen für die Aufklärung des 18. Jahrhunderts sowie später für die fortschreitende Individualisierung der Gesellschaft in der Moderne des 19. und 20. Jahrhunderts. In diesem Buch werden wir den Blick nicht explizit auf Freiheit im Sinne des Befreitseins von etwas richten.

Dann gibt es den Begriff der „Freiheit für“ etwas oder für jemanden. Diese Freiheit kann man einerseits als Freiheit von Verpflichtungen oder als „Betätigungsfreiheit“ verstehen, die beispielsweise ein frischer Pensionär oder Rentner empfindet, der nun endlich Zeit hat, sich mit den Dingen zu beschäftigen, die er wegen seiner früheren beruflichen Zwänge so lange vernachlässigen musste, wie etwa sich mehr um seine Partnerin zu kümmern, sich mehr dem Sport zu widmen oder ein Buch zu schreiben. Andererseits kann man den Begriff aber auch als moralische Soll-Vorstellung begreifen, die den Menschen dazu anhält, sich „für andere“ oder zusammen mit anderen in der Gemeinschaft einzusetzen. Anders ausgedrückt, der Mensch soll sich vom egozentrischen Denken „befreien“, sich in die Gemeinschaft begeben und dort für andere, für die Gemeinschaft oder für ein hehres Ziel wirken. Dieses soziale, nicht-individualistische Verständnis von Freiheit findet man in der christlich-orthodoxen Kultur. In diesem Verständnis hat der Begriff wenig mit dem individualistischen Freiheitsbegriff der Aufklärung zu tun. Vielleicht hat das mit dazu beigetragen, dass das Gedankengut der Aufklärung in den orthodoxen Teilen Europas und Asiens weniger Fuß fassen konnte als im Westen. Wir werden im Folgenden auch diese „Freiheit für“ in ihren beiden Interpretationen nicht weiter diskutieren.

Schließlich gibt es den Begriff der „Freiheit zu“ etwas. Gemeint ist der abstrakte Begriff der Freiheit, etwas zu tun oder zu lassen oder zwischen Alternativen entscheiden zu können. Auf diesen Freiheitsbegriff werden wir uns im Folgenden konzentrieren. Oft wird diese „Freiheit zu“ auch als Willensfreiheit bezeichnet, und um genau diese geht es auch meist in den heutigen Diskussionen über die Existenz menschlicher Freiheit. So glauben manche Neurophysiologen anhand ihrer Untersuchungen an Gehirnen behaupten zu können, es gäbe keine Willensfreiheit. Für die Analysen in diesem Buch werden wir die Bezeichnung Willensfreiheit aber weitge-

hend vermeiden. Denn wenn man die Frage nach der Freiheit des Willens stellt, muss man zunächst definieren, was man unter „Wille“ verstehen möchte. Das ist aber ein recht schwieriges Unterfangen. Wille müsste dabei als eine von der Freiheit unabhängige Größe so definiert werden, dass er auch nicht als Widerspruch zur Freiheit verstanden werden kann, man also nicht sagen kann: „Wenn ich etwas will, bin ich ja nicht mehr frei“. Um diese Definitionsschwierigkeiten zu vermeiden, werden wir uns auf die einfachste mögliche Interpretation, nämlich auf Freiheit im Sinne von *Entscheidungs-* oder *Handlungsfreiheit* beschränken. Wir werden sehen, dass die Untersuchung auch dieses elementaren Freiheitsbegriffs keineswegs einfach ist.

Eine Konzentration auf dieses elementare Verständnis von Freiheit ist auch deshalb sinnvoll, weil Entscheidungsfreiheit für alle anderen Arten von Freiheit als Voraussetzung erforderlich ist. So kann man von einer Freiheit von Zwängen nicht reden, wenn man keine Entscheidungsfreiheit besitzt, denn die Nichtexistenz von Entscheidungsfreiheit ist ja selbst ein alles umfassender Zwang. Auch erfordern die Betätigungsfreiheit, die Befreiung von egozentrischem Denken und die Artikulation eines freien Willens die Existenz von Entscheidungsfreiheit. Genauso geht es der schöpferischen Freiheit, wie wir im dritten Teil dieses Buches sehen werden.

## **1.2 Freiheit und Spontaneität**

Wenn man von Freiheit im Sinne von Entscheidungs- oder Handlungsfreiheit redet, meint man üblicherweise ein menschliches Individuum, das diese Freiheit besitzt oder nicht besitzt. Ein menschliches Wesen ist aber zweifellos auch ein Teil der physikalischen Welt. Es liegt damit die Idee nahe, den Begriff der Freiheit auch auf beliebige andere, nicht-menschliche Teile der Welt auszuweiten. Einem nichtmenschlichen oder gar unbelebten Teil der Natur schreibt man aber, unter anderem wegen des Fehlens eines Bewusstseins, üblicherweise nicht die Fähigkeiten des freien Handelns oder Entscheidens zu. Dagegen lässt sich diese Situation gut mit dem Begriff der Spontaneität erfassen, welche man an jedem beliebigen Teil der Welt von außen beobachten kann. Wenn in einem nicht-menschlichen Teil der Natur etwas Spontanes passiert, dann wirkt sich das nach außen aber exakt genauso aus wie eine aus einer freien Entscheidung eines bewussten Individuums abgeleitete Handlung. Freiheit in ihrer (objektiven) Außensicht und Spontaneität sind also identisch und wir können beide Begriffe gleichsetzen. Das bedeutet, dass wir auch in nicht-menschlichen Teilen der Welt von Freiheit reden können, und wir werden deshalb im Folgenden die beiden Worte Spontaneität und (objektive) Freiheit auch oft synonym verwenden. Wie wir in Kapitel 4 sehen werden, liefert uns Immanuel Kant eine weitere Rechtfertigung für die Gleichsetzung der beiden Begriffe.

Bei einem sich seiner selbst *nicht* bewussten Teil der Natur reicht diese objektive Außensicht der Freiheit aus. Wenn es sich um ein Individuum, also ein Subjekt mit einem Bewusstsein handelt, gibt es aber noch eine subjektive Innensicht der Freiheit, die etwas darüber aussagt, was das Individuum denkt und empfindet, wenn es eine Entscheidung trifft. Wir werden darauf in Kapitel 2.2 zurückkommen.

Im diesem Buch wollen wir der allgemeinen Frage nachgehen, ob es in der Welt, wie sie sich uns als Menschen darstellt, Spontaneität bzw. (Entscheidungs-)Freiheit objektiv gibt oder nicht, worauf sie beruht, was sie bewirkt und wie sie sich weiterentwickelt.

### ***1.3 Übersicht über die folgenden Kapitel***

Als Erstes werden wir eine Definition für Freiheit bzw. Spontaneität angeben, die es im Prinzip erlaubt zu entscheiden, ob ein bestimmter abgegrenzter Teil der Welt Spontaneität bzw. Freiheit besitzt, und werden diesen objektiven Freiheitsbegriff von dem der subjektiv empfundenen Freiheit abgrenzen. Nach Eingrenzung des Untersuchungsrahmens auf die immanente, uns Menschen zugängliche Welt werden wir dann zwei komplementäre Welten hinsichtlich der möglichen Existenz von Freiheit diskutieren. Im Anschluss daran wird sich ein Kapitel den Kant'schen Überlegungen zu den Begriffen Spontaneität und Freiheit widmen. Dann werden wir uns ansehen, was die Wissenschaft heute über unsere Welt zu wissen glaubt. Dazu müssen wir vorher erläutern, was Theorien sind und was wir unter Wahrheit verstehen wollen. Dann werden wir auf die Chaostheorie und die Quantenmechanik eingehen und auch Teile der Thermodynamik und Informationstheorie streifen. Wir werden dabei einiges aus diesen Wissensgebieten lernen und schließlich erkennen, dass es Spontaneität und Freiheit in unserer Welt in Hülle und Fülle gibt. Wir werden erfahren, welche wichtige Rolle diese Größen bei der Entstehung und Entwicklung unserer physikalischen Welt und, über die biologische Evolution, bis hin zum Menschen gespielt haben und noch heute spielen. Wir werden die Enttäuschung erleben, dass wir wohl akzeptieren müssen, dass unser hehr verkürzter Freiheitsbegriff etwas zu tun hat mit so etwas Banalem wie dem Zufall. Wir werden diskutieren, wie wir mit dieser „anthropologischen Enttäuschung“ umgehen können. Wir werden aber auch sehen, dass das Prinzip der Spontaneität bzw. der Freiheit, zusammen mit dem der Rationalität, als *die* schöpferischen Kräfte wirken, denen wir praktisch alles in dieser Welt zu verdanken haben. Im menschlich-gesellschaftlichen Bereich ist es sinnvoll, noch das Prinzip der Sozialität hinzuzunehmen. Wir werden, motiviert durch die Quantenmechanik, Vermutungen anstellen über die transzendente oder jenseitige Welt und auf diesem Wege auch eine Möglichkeit finden, wie wir dem vorher degradierten Begriff der Freiheit seinen transzendenten, göttlichen Charakter zurückgeben können. Dann werden wir von außen und von innen einen Blick auf das Leben eines sich seiner selbst bewussten Individuums werfen und uns ansehen, wie sich dessen Freiheit von der Geburt bis zum Tode entwickelt. Schließlich werden wir darüber nachdenken, was es mit der Freiheit von menschlichen Gesellschaften auf sich hat, welche Gefahren unsere demokratischen Gesellschaften bergen und wie sich diese wohl weiter entwickeln werden. Zum Abschluss werden wir herausfinden, dass wir Freiheit selbst dann besitzen könnten, wenn es sie objektiv gar nicht gäbe; es würde dann ausreichen, wenn wir sie uns erdächten. Dabei werden wir auch diskutieren, was es mit dem Prinzip Glauben auf sich hat.

## 2. Was sind Freiheit und Spontaneität?

### 2.1 Außensicht oder der Versuch einer Definition

Bevor wir eine Definition geben können, müssen wir uns zunächst überlegen, welche Qualitäten wir vernünftigerweise mit Freiheit im Sinne von Entscheidungs- bzw. Handlungsfreiheit oder Spontaneität verbinden wollen.

Zunächst wird man sagen können, dass eine Entscheidung objektiv frei war, wenn sie *nicht zwangsläufig* so ausfallen *musste*. Sehr viele Entscheidungen des Lebens sind zwangsläufig oder zumindest fast zwangsläufig. So wird beispielsweise ein Verdurstender, wenn er Wasser findet, sich in aller Regel dafür entscheiden zu trinken, auch wenn er dies im Prinzip unterlassen könnte. Oder es wird der Generaldirektor eines großen Unternehmens in üblicher konventioneller Kleidung ins Büro gehen, auch wenn er prinzipiell die Alternative hätte, in der Badehose zu erscheinen. Er hat gute *Gründe*, das letztere (Fehl-)Verhalten zu unterlassen. In der Natur wird z.B. ein Tropfen aus dem Wasserhahn in aller Regel senkrecht nach unten fallen und nicht zur Seite, solange die von uns erkannten Naturgesetze richtig sind. Wir sprechen hier von natürlichen *Ursachen* für das zwangsläufige Verhalten des Tropfens. Aus den genannten Beispielen erkennen wir, dass es für alle zwangsläufigen Abläufe in der Natur physikalisch rationale Ursachen gibt und bei einer zwangsläufigen menschlichen Entscheidung rationale Gründe. Gründe bestimmen das Verhalten einer Person über ihr rationales Denken und sind damit ebenso Ursachen, man nennt sie auch mentale Ursachen. Wir brauchen also nicht zwischen Ursachen und Gründen zu unterscheiden und können sagen, dass alle zwangsläufigen Ereignisse kausal verursacht wurden.

Wenn Freiheit und Spontaneität absolute Zwangsläufigkeit ausschließen, dann sollten diese Größen aber auch in der Lage sein, nicht kausal verursachte „Anfänge zu setzen“, wie dies schon manche Philosophen formuliert haben. Wie können wir aber feststellen, ob ein Anfang gesetzt wurde oder ob das, was passiert ist, zwangsläufig so ablaufen musste? Hier können wir uns mit dem Konzept des laplaceschen Dämons helfen. Dieser Dämon ist ein gedachtes Wesen oder ein Super-Computer, der alles weiß, was man nur über die Vergangenheit des betrachteten Teils der Welt (z.B. eines Menschen), seine Umgebung, die auf ihn wirkenden Einflüsse und über die wirkenden Naturgesetze wissen kann, und der somit die bestmöglichen Vorhersagen über das künftige Verhalten dieses Teils der Welt machen kann. Damit kann dieser Dämon auch die beste Vorhersage machen über die vermutliche Entscheidung eines Menschen in einer Entscheidungssituation. Wenn etwas vollständig zwangsläufig geschieht, dann sollte es diesem Dämon gelingen, die Zwangsläufigkeit zu erkennen und das Ereignis zweifelsfrei richtig vorherzusagen. Natürlich gibt es in der Praxis einen solchen Dämon nicht, wir können uns ihn aber zumindest im Gedankenexperiment vorstellen. Wie wir später sehen werden, ist zwar selbst die Vorstellung eines solchen Dämons problematisch, dies wollen wir hier aber zunächst zurückstellen und in Kapitel 6.4 wieder aufgreifen.

Wir können damit die folgende Definition formulieren:

*Ein in einem begrenzten Teil der Welt beobachtetes Ereignis, z.B. die Entscheidung eines Menschen, war spontan bzw. (objektiv) frei oder hatte zumindest eine spontane/freie Komponente genau dann, wenn der (all-)wissende Dämon dieses Ereignis nicht zweifelsfrei richtig vorhersagen konnte.*

Man kann dabei sogar die Größe der Unsicherheit des Dämons als Maß für die Größe der wirksam gewordenen Freiheit hernehmen. War der Dämon etwa zu 98% sicher, dann war nur wenig Freiheit am Werk, konnte der Dämon dagegen keiner der anstehenden Alternativen eine größere Möglichkeit der Verwirklichung einräumen als den anderen, so bestand größtmögliche Freiheit. Von dieser Möglichkeit einer quantitativen Messung von Freiheit werden wir aber in den folgenden Überlegungen keinen Gebrauch machen.

Wenn es dem Dämon nicht immer gelingt, die Ereignisse in einem bestimmten Teil der Welt zweifelsfrei richtig vorherzusagen, können wir also davon sprechen, dass dort Raum ist für Freiheit bzw. Spontaneität. Von grundsätzlicher Abwesenheit oder Unmöglichkeit von Spontaneität und Freiheit kann man aber erst dann sprechen, wenn man davon ausgehen muss, dass es dem Dämon *immer* gelingt, die Geschehnisse und Entscheidungen sicher vorherzusagen; denn die vielen zwangsläufigen menschlichen Entscheidungen werden ja in jedem Fall vom Dämon richtig vorhergesagt.

Soweit zur Außensicht der Freiheit, nun zur subjektiven Innensicht.

## **2.2 Innensicht oder die subjektive Freiheit**

In der in Kapitel 2.1 gegebenen Definition wird der Begriff der Spontaneität oder Entscheidungsfreiheit als eine von außen objektiv feststellbare Größe beschrieben. Wenn der betrachtete Teil der Welt ein Stück unbelebter, bewusstloser Materie ist, dann reicht eine solche subjektunabhängige Außensicht aus. Wenn der betrachtete Teil der Welt aber ein Subjekt ist, z.B. ein Mensch mit einem Bewusstsein, um dessen Entscheidungsfreiheit es geht, dann ist auch noch seine subjektive Innensicht interessant und zur Erklärung des Begriffs Freiheit notwendig. Außerdem ist auch zu klären, wie sich diese subjektive Innensicht zur Außensicht verhält. Wir müssen uns also fragen, was im Kopf eines Menschen oder in seinem Bewusstsein vorgeht, wenn er in einer Entscheidungssituation aus einer Reihe von Alternativen schließlich eine auswählt. Man kann zwei Vorgehensweisen unterscheiden:

1.) Meistens wird die Person, die eine Entscheidung zu treffen hat, versuchen, die bestehenden Alternativen an Hand von Wert- oder im allgemeinen Sinne verstandenen Kostenkriterien zu bewerten, um dabei die für sie attraktivste Alternative zu finden. Dieser Prozess wird eines der beiden Ergebnisse liefern:

*a.) Eine der Alternativen ergibt sich als die beste; dann wird die Person diese auswählen, womit sie eine begründete Entscheidung getroffen hat.*

*b.) Es verbleiben, selbst nach Berücksichtigung aller nur denkbaren Kriterien, zwei oder mehr etwa gleich gute Rest-Alternativen; in diesem Falle wird die Person zwischen diesen durch „freie Intuition“ auswählen.*

2.) Die Person kann aber auch a priori auf einen detaillierten Vergleich der Alternativen verzichten und gleich aus allen diesen durch freie Intuition eine auswählen. In diesem Fall ist das Spektrum der Rest-Alternativen identisch mit der ursprünglichen Menge von Alternativen.

Wir können also zusammenfassen, dass eine Entscheidung entweder begründet ist (Fall 1.a), dann wird unser hypothetischer Dämon sie in jedem Fall zweifelsfrei richtig vorhersagen, oder sie wird mit der Unterstützung von freier Intuition gefällt (Fälle 1.b und 2). Was dieser subjektiv mit freier Intuition bezeichnete Vorgang objektiv bedeutet, hängt von den Eigenschaften der Welt ab, in der wir leben. Wir werden deshalb auf diese Frage in den Kapiteln 3.1 und 3.2, in denen wir zwei komplementäre Weltmodelle untersuchen werden, wieder zurückkommen.

Wir können aber hier schon festhalten, dass die Innensicht und die Außensicht der Freiheit, d.h. die über das Bewusstsein subjektiv empfundene und die objektiv messbare Freiheit, nicht identisch sein müssen. Ein Mensch kann sich bei einer Entscheidung frei gefühlt haben, obwohl er es nach unserer Definition objektiv nicht war. Auch das Entgegengesetzte ist prinzipiell denkbar (wenn auch weniger wahrscheinlich), dass er nämlich glaubt, unter Zwang entschieden zu haben, obwohl es objektiv eine freie Entscheidung war. Er kann sogar subjektiv seine Entscheidung als frei *und* begründet empfinden, obwohl eine solche Kombination objektiv nicht möglich ist und deshalb aus der Außensicht als Illusion bezeichnet werden muss. Wir können ferner festhalten, dass, gleichgültig wie die Person vorgeht, im Grunde immer das Gleiche passiert: Es wird aus möglichen Alternativen eine ausgewählt und realisiert. Eine Entscheidung ist also immer ein *Übergang vom Möglichen zum Faktischen*. Und wenn es objektiv freie Entscheidungen geben sollte, dann tritt Freiheit bei diesem Übergang auf. Genauso ist es in der Natur. Wenn dort etwas Spontanes passiert, dann wird auch etwas zur Realität, was vorher nicht sicher war, sondern nur als Möglichkeit bestand. Wir haben damit eine weitere Berechtigung gefunden, Spontaneität und Entscheidungsfreiheit in der Außensicht als äquivalent zu betrachten.

### **2.3 Eingrenzung des Untersuchungsrahmens**

In diesem Buch geht es um die Suche nach der Freiheit. Bevor wir mit dem Suchen anfangen können, müssen wir festlegen, wo wir eigentlich suchen wollen. Um das zu entscheiden, ist zunächst ein wenig Metaphysik nötig.

Menschliche Bescheidenheit gebietet uns, davon auszugehen, dass es neben dem, was wir prinzipiell erfahren und erkennen können, Dinge gibt, zu denen wir grundsätzlich keinen Zugang haben. Dabei soll es sich nicht um Dinge handeln, von denen wir heute noch nichts wissen, es aber evtl. noch lernen könnten, so wie man eben lange Zeit in Europa nichts von dem Kontinent Amerika wusste. Nein, was wir hier

meinen sind mögliche Aspekte des Seins, zu denen wir auf Grund unserer menschlich-physikalischen Natur prinzipiell und absolut keinen Zugang haben *können*. Diesen Bereich nennen wir den transzendenten Bereich, im Gegensatz zum immanenten Bereich, der uns prinzipiell und einzig zugänglich ist, und den wir uns durch unsere Beobachtungen und Messungen erschließen können. Da wir zur Transzendenz keinen Zugang haben, können wir über sie nur spekulieren. Ein einfaches Beispiel: Man stelle sich ein Wesen vor, das nur zwei Raumdimensionen kennt, also in einer Ebene lebt, und dem die Erfahrung einer dritten Dimension grundsätzlich verwehrt bleibt. Die dritte Raumdimension läge dann für dieses Wesen im Transzendenten; für uns Menschen, die wir in drei Raumdimensionen leben, liegt sie im Immanenten.

Auch wenn wir Menschen nichts über das für uns Transzendente wissen können, dürfen wir uns dennoch, vielleicht auch veranlasst durch Schatten, die wir an der Innenseite der Grenze zum Transzendenten wahrnehmen, dort etwas vorstellen, etwas vermuten oder an etwas glauben. Da diese Vorstellungen aber geistige Projektionen aus dem Immanenten in das Transzendente sind, müssen wir dabei mit dem Attribut Wahrheit sehr vorsichtig umgehen. Manche Leser haben sicher schon von der Stringtheorie (siehe [18], [19]) gehört, mit der heutige Physiker über Vorgänge in einem neundimensionalen, also für uns Menschen völlig transzendenten Raum, Ereignisse und Erscheinungen in unserer dreidimensionalen Welt zu erklären versuchen, etwa die Vorgänge beim Urknall oder die Werte der Naturkonstanten. Sicher darf man solche Vorstellungen entwickeln, vielleicht sind sie auch hilfreich zum Verstehen der diesseitigen Welt, aber nachweisen können wir von diesen transzendenten Vorgängen nichts.

Auch in allen vernünftigen Philosophien und Religionen wird die Welt in einen immanenten Teil, das Diesseits, und einen transzendenten Teil, das Jenseits, aufgeteilt. Im Jenseits stellt man sich oft einen Gott oder mehrere Götter vor und versucht durch Rituale und Andacht sich der Grenze zum Transzendenten zu nähern, um dort wenigstens einige Schatten aus dem Jenseits zu erhaschen. Um über diese Grenze den Kontakt mit dem Jenseits aufrecht zu erhalten, gab und gibt es in den meisten Religionen bestimmte prädestinierte Personen, wie Priester, Schamanen, gottgleiche Kaiser oder auch die beiden Könige im alten Sparta. Schatten aus der transzendenten herüber in unsere immanente Welt darf man sich sogar (physikalisch) vorstellen. Dazu nehmen wir noch einmal das Beispiel des „zweidimensionalen Wesens“ her, das durchaus Projektionen von dreidimensionalen Gegenständen in seiner Ebene sehen könnte, wie etwa eine schwarze Linie als Schatten eines aus der Ebene ins Dreidimensionale herausragenden Stabes. Da es aber unendlich viele Gebilde im Dreidimensionalen gibt, die in diese Ebene denselben Schatten werfen würden (etwa Stäbe in verschiedenen Winkellagen über der Ebene, senkrecht auf der Ebene stehende Bleche verschiedener Formen, etc.), kann das zweidimensionale Wesen die *wahre* Ursache für diesen Schatten *nie* zweifelsfrei herausfinden. Wir können aus diesem Beispiel schließen, dass wir Menschen wohl auch nicht in der Lage sein werden, für in der immanenten Welt gemachte, hier aber nicht erklärliche Beobachtungen in der

transzendenten Welt eine *eindeutige* Begründung zu finden. Dass es in der Tat solche Beobachtungen gibt, werden wir in einem späteren Kapitel noch sehen. Wenn wir uns etwas nicht erklären können, heißt das aber auch, dass es uns als grundlos, regellos oder vielleicht auch als zufällig erscheinen sollte. Im Zusammenhang mit der Erklärung des Zufalls werden wir noch einmal auf diesen Gedanken sowie auf die Möglichkeit zurückkommen, dass etwas über die Grenze vom Transzendenten zu uns herüberschimmern könnte. Ferner werden wir sehen, dass wir sogar, mit aller Vorsicht, ein paar Aspekte dieser transzendenten Welt errahnen können.

Hier wollen wir zunächst festhalten, dass wir Freiheit und Spontaneität nur im immanenten Bereich, also der für uns zugänglichen physikalischen Welt, suchen werden; oder besser gesagt, in der von uns durch unsere Beobachtungen erzeugten Welt. Denn wir Menschen sind Teile dieser physikalischen Welt, Freiheit können wir nur in dieser physikalischen Welt haben oder nicht haben. Dabei gehört die Innenseite der bildlich gemeinten Grenze zur Transzendenz noch zum immanenten Bereich.

Es muss hier klar gesagt werden, dass natürlich jeder Mensch das Recht hat, den Gedanken an eine transzendente Welt abzulehnen, einer Welt, von der wir ohnehin nichts wirklich wissen, sondern nur etwas vermuten könnten. Er muss sich dann aber den Vorwurf des anthropozentrischen Denkens und der Unbescheidenheit gefallen lassen. Denn je bescheidener ein Mensch ist, desto bewundernder und ehrfürchtiger wird er dem gegenübertreten, was wir Menschen nicht wissen können. Vielleicht müssen wir die bekannten Worte „*ich weiß, dass ich nichts weiß*“ des griechischen Philosophen Sokrates (469-399 v. Chr.) aus einer solchen Ehrfurcht heraus verstehen. Auch Hoimar von Ditfurth hat in seinem Buch „Wir sind nicht nur von dieser Welt“ (siehe [10]) die zwingende Notwendigkeit zur Annahme einer transzendenten Welt sehr gut herausgearbeitet.

Die von uns in Kapitel 2.1 gewählte Definition für die Begriffe Spontaneität und Freiheit beschreibt eine Außensicht. Deswegen müssen wir voraussetzen, dass der Teil der Welt, den wir auf die Existenz von Freiheit bzw. Spontaneität untersuchen wollen, auch von außen beobachtbar ist. Wir müssen also alle Bereiche der Welt ausschließen, zu denen wir prinzipiell keinen Zugang haben. Dazu zählen, neben dem oben diskutierten transzendenten Bereich, auch die schwarzen Löcher. Das sind kollabierte Sterne (siehe z.B. [3]), die sich der äußeren Beobachtung ihres Inneren dadurch vollständig entziehen, dass sie zeitlich - nicht durch höhere Raumdimensionen - von unserer Welt getrennt sind. Denn eine Sekunde dort wird für den äußeren Beobachter zur Ewigkeit gedehnt. Sie bilden also in Bezug auf die Zeit eine eigene, für uns unzugängliche Welt. Damit können wir die schwarzen Löcher auch gleich dem transzendenten Bereich zuordnen. Auch schimmert von diesen transzendenten Gebilden tatsächlich etwas herüber in unsere Welt, nämlich ihr Gravitationsfeld und unter gewissen Umständen eine bestimmte Strahlung, die so genannte Hawking-Strahlung, sonst nichts.

### 3. *Mögliche Welten*

#### 3.1 *Vorüberlegungen*

Bevor wir uns anschauen, welche Eigenschaften unsere immanente Welt nach heutiger Sicht hat, wollen wir in diesem Kapitel zunächst einmal alle möglichen Welten in zwei komplementäre Gruppen aufteilen und uns ansehen, wie es in diesen zunächst noch hypothetischen Weltmodellen um Freiheit und Spontaneität bestellt ist.

Als Erstes wollen wir das Modell einer deterministischen Welt betrachten, in der alles Geschehen aus Vergangenheit und Umgebung verursacht, also kausal gesteuert wird. Von diesem Modell ist die Wissenschaft bis Anfang des 20. Jahrhunderts ausgegangen. Aber auch heute noch glauben manche, darunter auch einige Naturwissenschaftler und Philosophen, dass unsere Welt so beschaffen sei. Ein Sonderfall ist die *mechanistisch*-deterministische Welt, in der die Abläufe sogar, wie in einem idealen Uhrwerk, reversibel sind. Als Zweites wollen wir von dem Komplement der ersten Welt ausgehen, d.h. von einer nicht vollständig deterministischen Welt, in der eben nicht unbedingt alles Geschehen vorausberechenbar abläuft. Wir wollen diese Welt auch verkürzt nicht-deterministisch oder indeterministisch nennen.

Unser gesunder Menschenverstand sagt uns hier, dass sicherlich die wirkliche Welt entweder vom ersten Typ oder vom zweiten sein muss; d.h. entweder ist sie voll deterministisch oder sie ist es nicht, denn eine Aussage muss ja normalerweise entweder richtig oder falsch sein. Wir wissen aber aus der Logik, dass es tatsächlich Aussagen gibt, bei denen man nicht zwischen richtig und falsch entscheiden kann, die also paradoxerweise weder richtig noch falsch sind. Wir müssen also prüfen, ob hier ein derartiger Fall vorliegt. Beispiele für solche seltsamen Aussagen sind Sätze wie „diese Aussage ist unbeweisbar“ oder „sicher ist, dass nichts sicher ist“ oder „dieser Satz ist falsch“. Ein weiteres Beispiel ist das Barbierproblem: Ein Barbier in einem Ort rasiert nur alle diejenigen, die sich nicht selbst rasieren. Die Frage, ob er sich selbst auch rasiert, ist nicht entscheidbar. Denn: Wenn er sich rasierte, gehörte er ja zu denen, die sich selbst rasieren, was er aber eigentlich nicht dürfte, weil er ja nur die rasiert, die sich selbst *nicht* rasieren. Wenn er sich aber nicht rasiert, gehört er zu denen, die sich selbst nicht rasieren, und müsste sich demnach *doch* rasieren. Der Satz: „Der oben genannte Barbier rasiert sich selbst“ ist also weder richtig noch falsch. Bei solchen (sagen wir mal pathologischen) Sätzen oder Aussagen führt die Annahme ihrer Richtigkeit immer dazu, dass sie falsch sein müssen und umgekehrt. Man nennt diese Sachverhalte des Widerspruchs Russel'sche Antinomien, benannt nach dem britischen Philosophen Bertrand Russel (1872-1979). Diese Widersprüche können nur bei Sätzen auftreten, die etwas über sich selbst sagen oder die auch gegen sich selbst gewendet werden können. Ebenso sind der bekannte Ausspruch des Philosophen Sokrates „ich weiß, dass ich nichts weiß“ und die Aussage „man soll nie nie sagen“ Russelsche Antinomien. Weitere Informationen dazu finden sich in [4]. Da in unserem Fall die Aussage „die Welt ist deterministisch“ keinen Selbstbezug enthält, können wir sicher sein, dass genau eine der beiden Alternativen zutref-

fen muss. Die Welt ist also entweder deterministisch oder sie ist es nicht. Damit haben wir zwei Modellannahmen, die alle möglichen Welten erfassen.

Man kann die gerade besprochenen Russellschen Antinomien auch so deuten, dass durch den Selbstbezug die Korrektheit oder die Schärfe der Aussage verloren gegangen ist. Wir werden später sehen, dass ein ähnlicher Effekt auch bei der Messung physikalischer Größen auftritt, weil dabei das Messgerät selbstbezüglich auch immer seinen eigenen Einfluss auf das Messobjekt mitmisst, wodurch eine zusätzliche Unschärfe in den erwarteten Messergebnissen erzeugt wird.

### 3.2 *Freiheit in einer deterministischen Welt?*

Beginnen wir mit dem deterministischen Weltbild. In dieser Welt läuft alles strikt kausal so ab, dass man aus der Gegenwart das künftige Verhalten aller Teile genau vorausberechnen kann. Die Vorgänge sind beschreibbar mit einem umfangreichen Satz von miteinander verkoppelten Gleichungen, wie etwa Differentialgleichungen (zu Differentialgleichungen werden wir noch etwas in Kapitel 5.2 sagen) oder anderen im Prinzip erfassbaren mathematischen Zusammenhängen. Diese Zusammenhänge oder Gleichungen (man kann sie auch „Weltgleichungen“ nennen) zu formulieren, ist uns Menschen zwar wegen des großen Umfangs der Gleichungen und der riesigen Menge zu erfassender Daten über die Massen und die Verteilung aller Elementarteilchen im Weltall, ihre Geschwindigkeiten und die auf sie wirkenden Kräfte praktisch unmöglich, aber doch prinzipiell denkbar. Auf jeden Fall wird bei diesem Modell davon ausgegangen, dass die Welt nach einem solchen System von Gleichungen abläuft. In ihnen werden die Zustandsgrößen (dazu zählen die Orte und Geschwindigkeiten) aller Teilchen der Welt miteinander verknüpft. Weitere externe Einflussgrößen kommen in den Gleichungen nicht vor, da diese „Weltmaschine“ ohne jeden äußeren Einfluss läuft; man sagt auch, die Gleichungen sind „homogen“. Das ganze Weltgeschehen ist nun die Lösung dieses homogenen Gleichungssystems und kann damit als „Eigenschwingung“ des in sich abgeschlossenen Weltalls verstanden werden, deren beobachteter Verlauf nur durch die in den Gleichungen beschriebenen Zusammenhänge und die beim Urknall gesetzten Anfangsbedingungen festgelegt ist. Mit den Weltgleichungen und dem Datensatz für die Teilchen der ganzen Welt zu einem gegebenen Zeitpunkt ist dann die ganze Zukunft exakt bestimmt und damit berechenbar. Im Spezialfall der *mechanistisch*-deterministischen, reversiblen Welt (dem idealen, verschleißfreien Uhrwerk), in dem diese Gleichungen bestimmte „gutmütige“ Eigenschaften haben (wie etwa einige Systeme linearer Differentialgleichungen), hätte die Welt sogar die Eigenschaft, dass nicht nur die Zukunft aus der Vergangenheit, sondern auch die Vergangenheit aus der Zukunft berechenbar wäre. Die Zeit könnte man dann also auch in die Vergangenheit fortschreiten lassen, so wie man ja jede Uhr im Prinzip auch rückwärts laufen lassen kann.

Zufall gibt es im strengen, absoluten Sinne nicht, denn auch die scheinbar zufälligen Bewegungen jedes einzelnen Moleküls in einem Gas sind die genaue Folge von Zusammenstößen mit anderen Gasmolekülen in der Vergangenheit. Der Begriff Zufall

wird nur verwendet, um damit summarische Aussagen über eine Vielzahl vergleichbarer Teilchen zu machen, deren ursächlich kausales Einzelverhalten und die vielen Einzeldaten gerade nicht bekannt, für die Beantwortung einer bestimmten Frage nicht erforderlich sind oder deren Beschaffung zu aufwendig wäre. Da auch die Menschen Teile dieser Welt sind, haben sich auch ihre persönlichen Verhaltensweisen, Gewohnheiten und Präferenzen genauso kausal ableitbar aus der Vergangenheit und der Umgebung entwickelt und stehen auch schon für alle Zukunft fest, wie dies bei allen anderen Teilen der Welt der Fall ist.

Wie sieht es nun in dieser Welt mit Spontaneität und Freiheit aus? Sehr schlecht. Unser allwissender Dämon könnte für jeden beliebigen Teil der Welt die Gleichungen lösen, wenn er nur hinreichend viele Daten aus der Vergangenheit und der Umgebung verwendete, die ihm ja alle zur Verfügung stehen. Er wäre mit absoluter Sicherheit in der Lage, jedes Geschehen an jeder Stelle der Welt völlig fehlerfrei vorherzusagen. So wäre auch kein Mensch in der Lage, jemals etwas zu tun, das der Dämon nicht schon im Voraus wüsste. Alles Geschehen in der Welt stünde von Beginn an fest, also seit dem Urknall und bis ins letzte Detail. Anfänge könnten in einer solchen, durch homogene Gleichungen beschriebenen Welt nicht gesetzt werden, da ja aller Anfang bereits gesetzt ist – oder anders ausgedrückt, es wird nur ein einziges Mal durch die Anfangsbedingungen bei der Entstehung der Welt, d.h. beim Urknall, ein Anfang gesetzt, etwa durch einen Gott als „erstem Beweger“, der die Weltmaschine anwirft (nach Aristoteles). Da man den Gesamtzustand einer solchen Welt zu *einem* Zeitpunkt aus dem Zustand jedes beliebigen *früheren* (und bei „gutmütigen“ Weltgleichungen auch aus dem Zustand jedes *späteren*) Zeitpunkts exakt berechnen kann, sind alle Zustände, die diese Welt mit der Zeit annimmt, völlig äquivalent. Jeder Zustand beschreibt „mit anderen Worten“ gleichzeitig jeden künftigen Zustand (und u.U. sogar auch jeden früheren), und damit sind alle Zustände nicht mehr als tautologische Umformulierungen des Anfangszustands. Entwicklung als Abweichung von dem bereits ewig feststehenden Geschehen ist ausgeschlossen, die einzige Devise in dieser Welt ist Zwangsläufigkeit. Spontaneität und Freiheit bleiben für immer Fremdworte. Da die Zeit nichts Unerwartetes mehr birgt, kann man auch sagen, dass eine solche Welt eigentlich zeitlos ist, alles ist gleichzeitig und es „wird“ nichts, so ähnlich wie man sich in den Religionen oft ein Jenseits vorstellt. Die von einem Menschen bei der Auswahl einer Alternative (siehe Kapitel 2.2) subjektiv empfundene Freiheit der Intuition ist immer eine Illusion, er hat in allen diesen Fällen unbewusst zwangsläufig gehandelt. Der Mensch kann sich zwar selbst subjektiv als frei empfinden, von außen gesehen, also objektiv, muss er aber immer als unfrei bezeichnet werden. In einer solchen Welt kann auch niemand für irgendetwas verantwortlich gemacht werden, denn der Begriff Verantwortung ergibt nur dann Sinn, wenn man in einer Entscheidungssituation auch die Möglichkeit gehabt hätte, sich anders zu entscheiden.

Da sich Spontaneität und Freiheit in dem hier gemeinten Sinne offensichtlich nicht mit einem deterministischen Weltbild vertragen, versuchen einige der Wissenschaft-

ler, die immer noch an eine solche, meines Erachtens recht absurde Welt glauben, diese mit anderen Freiheitsbegriffen in Verbindung zu bringen. Eine Variante ist ein Begriff, den ich hier als Ensemble-Freiheit bezeichnen möchte. Dabei wird als Indiz für Freiheit die Tatsache interpretiert, dass verschiedene Menschen in der gleichen Situation unterschiedlich reagieren. Das ist natürlich auch in einer deterministischen Welt der Fall, da ja jeder Mensch eine andere Historie und damit andere Präferenzen hat. Mit Freiheit des Individuums hat das nicht das Geringste zu tun, denn unser Dämon würde natürlich in jedem Einzelfall die Reaktionen aller Menschen genau vorhersagen oder, besser gesagt, bereits für alle Zeit gewusst haben.

Den Versuch, Freiheit mit Determinismus in Einklang zu bringen, nennt man übrigens Kompatibilismus. Ein Vertreter dieser Denkrichtung war der englische Philosoph David Hume (1711-1776). Wie wir später sehen werden, ist die Annahme einer deterministischen Welt nach heutigem Wissen allerdings vernünftigerweise nicht mehr vertretbar. Und Versuche, den Begriff Freiheit in einem nicht mehr vertretbaren Weltbild zu verankern, scheinen mir wenig sinnvoll.

### **3.3 Die nicht-deterministische Welt und ihre Freiheiten**

In einer nicht-deterministischen Welt gibt es gelegentlich neben den strikt kausal ablaufenden Vorgängen (den Kausalketten) auch solche Vorgänge, die aus sich selbst heraus ohne Auslösung durch eine physikalische Ursache oder einen angebbaren Grund beginnen; d.h. es können auch spontan, wie in einem Schöpfungsakt, Kausalketten von selbst anfangen. Neben dem relativen Zufall, der auch hier als Hilfsmittel zur pauschalen Behandlung von Problemen dient, gibt es in der nicht-deterministischen Welt also auch den absoluten Zufall. Diese Welt kann nicht mehr vollständig durch einen Satz homogener Weltgleichungen beschrieben werden, in denen nur die Zustandsgrößen aller Teilchen miteinander verknüpft sind, sondern es müssen in den Gleichungen auch zufällige externe Einflussgrößen berücksichtigt werden. Das Weltgeschehen kann damit nicht mehr als Eigenschwingung einer in sich abgeschlossenen Welt verstanden werden, und aus dem Gesamtzustand der Welt zu einem bestimmten Zeitpunkt kann auch nicht mehr die Zukunft vollständig berechnet werden. Die Rückverfolgung der Vergangenheit könnte noch in gewissem Umfang möglich sein (wir werden später sehen, dass uns aber auch die Vergangenheit in einer solchen Welt Schwierigkeiten macht), für die Zukunft ist dies wegen der unerwarteten zufälligen Ereignisse (man kann auch von Schöpfungsakten reden) aber sicher nicht möglich.

In dieser Welt würde unser Dämon zwar immer noch in einer Vielzahl der Fälle die Geschehnisse exakt oder hinreichend sicher vorhersagen können. In den Fällen aber, in denen spontan Kausalketten entstehen (oder anders ausgedrückt, externe zufällige Einflüsse in den Weltgleichungen wirksam werden), könnte er sich irren, weil er diese Spontanitäten nicht einkalkulieren kann. Die von einem Menschen bei einer Entscheidung zwischen Alternativen (siehe Kapitel 2.2) empfundene Freiheit der Intuition kann auch in dieser Welt eine Illusion sein, wenn nämlich der Dämon die

Zwangsläufigkeit der Entscheidung feststellt. Es kann aber hier auch wirklich freie Spontaneität mitgespielt haben. Im letzteren Fall würde der Dämon die Existenz von nach der Bewertung verbliebenen gleichwertigen (Rest-)Alternativen und damit die „Nichtzwangsläufigkeit“ der letztendlichen Auswahl erkennen, und damit keine zweifelsfrei richtige Vorhersage mehr machen können.

Damit haben wir bewiesen, dass auf der Basis der Definition von Freiheit nach Kapitel 2.1 nur in einer nicht-deterministischen Welt Platz ist für Spontaneität und Freiheit. Da Entscheidungs- oder Handlungsfreiheit auch für alle anderen in Kapitel 1.1 genannten Freiheitsbegriffe als Voraussetzung angenommen werden muss, können wir schließen, *dass objektive Freiheit, in welchem dieser Verständnisse auch immer, nur in einer nicht-deterministischen Welt möglich ist.* Wie wir in Kapitel 2.2 schon festgestellt hatten, kann sich ein Mensch aber unabhängig vom objektiven Befund, also auch in jeder dieser beiden Welten, bei seinen Entscheidungen subjektiv entweder frei oder unfrei fühlen. Auf diese gefühlte Freiheit werden wir später noch einmal zurückkommen.

#### **4. Die Freiheit bei Immanuel Kant und ein Resümee des Teils I**

Immanuel Kant lebte von 1724 bis 1804 und wirkte seit 1770 als Professor für Logik und Metaphysik in Königsberg. Kant hat sich in vielen seiner Werke mit dem Thema Freiheit beschäftigt. Das für unsere Überlegungen wichtigste ist seine in erster Auflage 1781 in Riga erschienene *Kritik der reinen Vernunft* [1]. Darin hat Kant sich erstmalig und ausführlich mit den elementaren Begriffen Spontaneität und Freiheit in dem in den ersten beiden Kapiteln dieses Buches gemeinten Sinne auseinandergesetzt.

Zu seiner Zeit waren sich die Gelehrten weitgehend einig, dass die Natur im Sinne einer deterministischen Welt nach logischen Gesetzen der Kausalität ablaufe, dass also alles Geschehen eine Wirkungsursache (Causa Efficiens) haben müsse. Der Philosoph Leibniz (1646-1716) formulierte z.B. einen diesbezüglichen Satz, den Satz *vom zureichenden Grund*. Gleichzeitig ging man davon aus, dass alles Geschehen aber einmal begonnen haben müsse. Dieses erste Ereignis kann aber dann nur spontan, ohne Verursachung durch etwas Vorheriges stattgefunden haben. Daraus leitete Kant die Vermutung ab, dass solche spontanen Ereignisse auch nach der ersten „Schöpfung“ immer wieder passieren könnten, denn warum sollte die Natur ihre Fähigkeit, etwas spontan geschehen oder werden zu lassen, nur ein einziges Mal genutzt haben? Kant stellte dann die folgende These auf (Zitat, siehe [1], Seite 488):

*Die Kausalität nach Gesetzen der Natur ist nicht die einzige, aus welcher die Erscheinungen der Welt insgesamt abgeleitet werden können. Es ist noch eine Kausalität durch Freiheit zur Erklärung derselben anzunehmen notwendig.*

Diese „Freiheit“ bezeichnet Kant auch als *absolute Spontaneität*, als *transzendente Freiheit* oder *Freiheit im kosmologischen Verstande* (siehe [1], Seiten 489, 490 und 574). Kants transzendente Freiheit ist also mit dem von uns benutzten Begriff von

Spontaneität gleichzusetzen. Kant gelang es nun, diese These argumentativ zu beweisen. Auf Einzelheiten brauchen wir hier nicht einzugehen. Danach ist also in der Natur (absolute) Spontaneität, die parallel zu den bereits laufenden Kausalketten immer wieder neue entstehen lässt, nicht nur möglich, sondern sogar nötig. Wir können uns hier aber auch mit einer schwächeren Formulierung begnügen, denn es reicht uns schon, die Möglichkeit von Spontaneität nicht ausschließen zu müssen.

Später in der *Kritik der reinen Vernunft* führt Kant einen Freiheitsbegriff für die Sinnenwelt ein, den er *praktische Freiheit* nennt. Dieser bedeutet etwa das, was wir mit Entscheidungs- oder Handlungsfreiheit eines Menschen bezeichnen haben. Er spricht im Zusammenhang mit der praktischen Freiheit auch von *Unabhängigkeit der Willkür* und von *unabhängiger Selbstbestimmung* des Menschen (siehe [1], Seite 575). Dort sagt Kant dann wörtlich (in Klammern: Anmerkungen bzw. Ergänzungen des Autors):

*Es ist überaus merkwürdig, dass auf diese (in der obigen These gemeinte) transzendente Idee der Freiheit sich der praktische Begriff derselben (also die Handlungsfreiheit) gründet.*

Zur Erläuterung führt er unter anderem an (siehe [1], Seiten 575-576):

*Man siehet leicht, dass, wenn alle Kausalität (d.h. Verursachung) in der Sinnenwelt bloß Natur wäre (d.h. nach notwendigen Naturgesetzen ablief), so würde jede Begebenheit durch eine andere in der Zeit (vorherige) nach notwendigen Gesetzen bestimmt sein, ... (es würde also keine unabhängige Willkür geben können und damit) die Aufhebung der transzendentalen Freiheit zugleich alle praktische Freiheit vertilgen.*

Kant kommt also zu dem Schluss, dass es ohne transzendente Freiheit, d.h. ohne (absolute) Spontaneität in der Natur, auch keine Entscheidungs- bzw. Handlungsfreiheit des Menschen geben kann. Damit liefert uns Kant eine Rechtfertigung für die in Kapitel 1 vorgenommene Gleichbehandlung von Spontaneität und Entscheidungsfreiheit.

Soweit, so gut. Aber jetzt kommt das wirkliche Problem. Kant konnte zwar die Notwendigkeit der Existenz von Spontaneität (also die obige These) beweisen, aber leider war er auch in der Lage, zu beweisen, dass es in der Natur keine Freiheit geben kann. Er hatte es also hier mit einer Antinomie zu tun. Diesmal nicht mit einer, bei der sich ein Satz als weder richtig noch falsch (siehe Kapitel 3) erweist, sondern einer Antinomie, bei der sich beides, ein Satz und sein polares Gegenteil, beweisen lassen. Es kann aber nicht sein, dass es Spontaneität gibt (oder wie Kants These sagt, dass sie sogar notwendig ist) und dass diese gleichzeitig unmöglich ist. Bei solchen Antinomien steckt immer entweder ein Fehler in der Beweisführung oder eine der in der Beweisführung getroffenen Annahmen ist nicht haltbar. Kant fand heraus, dass das Problem in der Interpretation des in der These benutzten Wortes „Erscheinung“ liegt. Wir können Erscheinungen, also die Gegenstände unserer Erfahrung, in dieser Welt entweder als Ausdruck von „Dingen an sich“ oder lediglich als *subjektive* „Er-

gebnisse von Beobachtungen“ ansehen. Kant stellte fest, dass er nicht mehr auch das Gegenteil seiner (oben als Erstes genannten) These beweisen konnte, wenn er davon ausging, dass Erscheinungen *nicht* Ausdruck von „Dingen an sich“ sind, sondern nur subjektive Ergebnisse einer Beobachtung.

Hier ein Text dazu aus der *Kritik der reinen Vernunft* ([1], Seite 537):

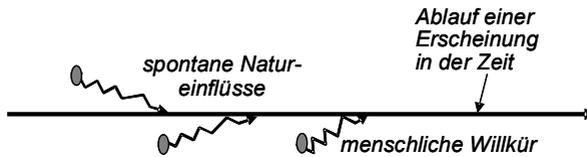
*Es sind demnach die Gegenstände der Erfahrung (d.h. die Erscheinungen) niemals an sich selbst, sondern nur in der Erfahrung gegeben, und existieren außerhalb derselben gar nicht. Dass es Einwohner im Monde geben könne, ob sie gleich kein Mensch jemals wahrgenommen hat, muss allerdings eingeräumt werden, aber es bedeutet nur so viel: dass wir in dem möglichen Fortschritt der Erfahrung auf sie treffen könnten; denn alles (oder nur das) ist wirklich, was mit einer Wahrnehmung nach Gesetzen des empirischen Fortgangs in einem Kontext steht. ... Uns ist wirklich nichts gegeben, als die Wahrnehmung und der empirische Fortschritt von dieser zu anderen möglichen Wahrnehmungen. Denn an sich selbst sind die Erscheinungen, als bloße Vorstellung, nur in der Wahrnehmung wirklich ...*

Kant sagt also, dass Wirklichkeit für uns einzig durch den Akt der Beobachtung entsteht, alles andere (vor der Beobachtung) sind nur Möglichkeiten und nichts real Existierendes. Vor ihrer Wahrnehmung eine mögliche Erscheinung ein wirkliches Ding zu nennen, hat nach Kant nur dann eine Bedeutung, wenn wir (siehe [1], Seite 537 unten bis 538 oben) *im Fortgang der Erfahrung auf eine solche Wahrnehmung treffen müssen*. Wenn wir aber auf alles treffen *müssten*, dann würde das Freiheit ausschließen. Kant folgert daraus ([1], Seite 577): *Denn, sind Erscheinungen Dinge an sich selbst, so ist Freiheit nicht zu retten*.

In Abbildung 4.-1 wird versucht, diesen Gedankengang anschaulich zu machen. Die in der Mitte dargestellte horizontale Linie möge eine Erscheinung sein, die mit der Zeit in Pfeilrichtung abläuft. Wenn es in der Welt Spontaneität und Freiheit gibt, dann werden im Laufe der Zeit immer wieder einmal in der Natur spontan beginnende oder auch durch einen menschlichen Willkürakt entstandene Kausalketten (in der Abbildung die geschlängelten Pfeile) diese Erscheinung beeinflussen. Das bedeutet aber, dass Teile der Erscheinung hinter den Kontaktpunkten mit den Kausalketten erst durch diese Kontakte erzeugt wurden, die Erscheinung also *nicht* vollständig unabhängig „an sich selbst“ abläuft. Umgekehrt ausgedrückt: würden *alle* Erscheinungen *immer* „an sich selbst“ ablaufen, dann wäre auch *keine* Erscheinung durch irgend etwas beeinflussbar, und die Freiheit wäre dahin.

Damit haben wir mit Kant gefunden, dass Spontaneität und Freiheit in dieser Welt notwendig existieren sollten, dass dann aber unsere beobachtete Welt so beschaffen sein muss, dass in ihr die Erscheinungen nicht „an sich selbst“ sind oder ablaufen. Das bedeutet, dass man in der Welt nicht von einer absoluten, von anderen Erscheinungen unabhängigen Realität von Dingen sprechen kann, dass die Gegenstände unserer Erfahrungen für uns die einzige Wirklichkeit sind, dass diese außerhalb unserer

Erfahrung nicht existieren, und dass es *vor* einer Beobachtung nur Möglichkeiten und keine Fakten gibt. Wir werden später sehen, dass die Quantenmechanik dieses Kantsche Weltbild hervorragend bestätigt.



**Abbildung 4.-1: Ablauf einer Erscheinung**

### **Resümee des Teils I**

Bis hierher sind wir schon ein gutes Stück vorangekommen: Wir wissen, was wir im objektiven Sinne unter Freiheit bzw. Spontaneität verstehen wollen; wir wissen, dass Spontaneität bzw. Freiheit immer dann auftreten können, wenn aus Möglichkeiten Faktisches wird; wir wissen, dass unabhängig vom Weltmodell eine Diskrepanz zwischen subjektiv empfundener und objektiv vorhandener Freiheit bestehen kann; wir wissen, dass objektive Freiheit bzw. Spontaneität nur in einer nicht-deterministischen Welt existieren können; und wir wissen aus den Überlegungen von Immanuel Kant auch, dass Spontaneität und Freiheit nur in einer Welt Platz haben, in der der Begriff einer absoluten Realität von Objekten, also von *Dingen-an-sich*, keinen Sinn hat.



## **Teil II: Unser Weltbild oder was wir heute glauben, wie unsere Welt ist und wie es darin mit der Freiheit bestellt ist**

### **5. *Über Theorien und den Begriff der Wahrheit***

#### **5.1 *Was sind Theorien?***

Wenn wir über unser Weltbild reden wollen, müssen wir uns vorher ansehen, wie wir Menschen denn überhaupt zu Erkenntnissen kommen. Mit dieser Frage beschäftigt sich die Erkenntnistheorie, die heute besonders geprägt ist durch den österreichisch-britischen Philosophen und Wissenschaftstheoretiker Sir Karl Raimund Popper (1902-1994) (siehe [20]), aber auch durch den amerikanischen Wissenschaftstheoretiker Thomas S. Kuhn (1922-1996) und die Gedanken des Pragmatismus, die erstmalig von Charles Sanders Peirce bereits im 19. Jahrhundert formuliert wurden.

Man geht heute davon aus, dass jeder Gewinn von Erkenntnis mit einem Problem beginnt, dessen Lösung für das betreffende Wesen essentiell nötig ist oder ihm zumindest einen Vorteil bringt. Wir wollen dies an zwei einfachen Beispielen verdeutlichen: dem eines Babys, das vor dem Problem steht, seinen Hunger zu stillen, und dem eines „Spätheimkehrers“, bei dem, als er heimkommt, das Licht im Flur nicht brennt, und der nun das Problem hat, den Fehler zu beheben.

Das Baby wird zur Lösung seines Problems zunächst nach einer angeborenen Theorie vorgehen, nämlich der, dass Schreien ihm sein Problem löst (die Mutter wird es hören und ihm die Brust geben). Die täglichen Experimente des Schreiens, wenn es Hunger hat, und der Erfolg, dass es dann Nahrung bekommt, bestätigen ihm die Brauchbarkeit seiner Theorie. Im Laufe des Heranwachsens wird das Kind aber feststellen, dass die Methode des Schreiens nicht mehr so zuverlässig wirkt, immer öfter sich vielleicht sogar jemand aufregt, wenn es anfängt zu schreien, anstatt es zu füttern. Die Theorie des Schreiens zur Nahrungsgewinnung verliert so allmählich ihre Brauchbarkeit. Das Kind wird dann die Schrei-Theorie immer weniger anwenden, schließlich ganz verwerfen und sich andere, bessere und seinem Alter angemessene Theorien zur erfolgreichen Lösung von Nahrungsproblemen einfallen lassen: etwa die Benutzung der Hände zum Heranholen der Nahrungsmittel und später auch den Gebrauch von Worten.

Der Spätheimkehrer wird zur Lösung des Problems auch erst eine in seinem Gehirn bereits vorhandene Theorie über die Fehlerursache anwenden, die in der Vergangenheit bei ihm immer funktioniert hat und die z.B. lauten mag:

*Theorie 1: Wenn das Licht in einem Raum nicht brennt,  
ist entweder die Sicherung defekt oder die Glühbirne.*

Um zu überprüfen, welcher der beiden Fälle vorliegt, wird er ein Experiment planen und durchführen, d.h. er wird die Schalter in den anderen Räumen betätigen. Brennt das Licht in den anderen Räumen, so liegt es nicht an der Sicherung; es muss also die Glühbirne sein und er muss sie auswechseln. Wenn nun die neue Glühbirne

brennt, hat sich seine Theorie abermals bestätigt und er kann zufrieden sein. Wenn sie aber nicht brennt, hat er ein Problem, da seine bisher brauchbare Theorie hier offenbar nicht gilt. Was kann er tun? Er muss zwangsläufig eine neue Theorie ersinnen, dazu braucht er Fantasie. Er könnte auf die Idee kommen, dass vielleicht der Schalter defekt ist, und wird das überprüfen, indem er den Schalter auswechselt. Kann er so den Fehler beheben, dann wird er seine ursprüngliche Theorie erweitern zu der neuen

*Theorie 2: Wenn das Licht in einem Raum nicht brennt, ist entweder die Sicherung defekt, die Glühbirne oder der Lichtschalter.*

Mit der neuen Theorie wird unser Spätheimkehrer nun im weiteren Verlauf seines Lebens solange zurechtkommen, d.h. gut fahren, bis er auf einen Fall stößt, bei dem auch diese erweiterte Theorie nicht zutrifft. Das wäre z.B. der Fall, wenn einmal die Leitung in der Wand unterbrochen ist. Dann muss er wieder seine Theorie erweitern.

Zunächst ist Theorie 2 allerdings noch mit Vorsicht zu behandeln, denn unser Spätheimkehrer hat die neue Theorie ja nur ein einziges Mal an dem besagten Abend im Flur bestätigt gefunden, sicher weiß er also nur, dass in *seinem Flur* auch der Schalter die Fehlerursache sein kann. Von allen anderen Räumen in seiner oder in anderen Wohnungen kann er das nicht mit Gewissheit behaupten. Dennoch hat er in diesem Fall aber zu Recht angenommen, d.h. *induktiv* geschlossen, dass auch ein Schalter in einem anderen Raum kaputt gehen könnte, und er wird im weiteren Verlauf seines Lebens sicher noch Gelegenheit finden, seine Theorie auch in anderen Räumen zu verifizieren. Sie in allen erdenklichen Räumen zu überprüfen, wäre auch schlechthin unmöglich. In manchen Theorien erweist sich ein solcher induktiver Schluss aber als gefährlich. Beispiele dafür sind die Grundgleichungen der klassischen Mechanik, von denen man früher annahm, sie gälten für alle beliebigen Geschwindigkeiten der Objekte, obwohl man sie natürlich nur bei den dem Menschen auf der Erde geläufigen, relativ geringen Geschwindigkeiten überprüfen konnte. Albert Einstein zeigte dann in seiner Relativitätstheorie, dass diese Formeln nur Näherungen für kleine Geschwindigkeiten sind und dass sie korrigiert werden müssen, wenn die Geschwindigkeiten der Objekte der Lichtgeschwindigkeit nahe kommen.

An den einfachen Beispielen haben wir gesehen, dass eine Theorie einen Bereich unserer beobachteten Welt so beschreibt, dass man Vorhersagen über künftige Ereignisse machen kann, in der Regel, um Probleme zu lösen, die in diesem Bereich auftreten. Wir haben auch gesehen, dass Theorien *dann* erweitert, verändert oder manchmal auch ganz verworfen und durch neue ersetzt werden müssen, wenn sie sich nicht genügend experimentell bestätigen lassen. Unser Spätheimkehrer brauchte seine ursprüngliche Theorie nur zu erweitern, während das Baby diese im Laufe der Zeit völlig verwerfen musste. Theorien entstehen, wenn Probleme auftreten, und neue Theorien meist nur, wenn man mit den alten Probleme hat. Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass Wissenschaftler ihre Theorien durch gewissenhaft vorsichtige Analyse von irgendwelchen Zahlen- oder Datenreihen hervorbrächten. In der Regel

ist das Gegenteil der Fall: Zur Entwicklung einer neuen, ein schwieriges Problem lösenden Theorie braucht man intuitive, spekulative Ideen und kreative Köpfe, die auch bereit sind, Altes über Bord zu werfen, also „sterben“ zu lassen. Je spekulativer die neuen Ideen sind, desto größer die Chance, dass etwas Brauchbares oder gar Hervorragendes dabei ist. Albert Einstein hat das einmal überspitzt so formuliert: „Wenn eine Idee zu Beginn nicht absurd erscheint, dann ist sie es nicht wert, weiterverfolgt zu werden“. Wir werden noch sehen, dass Freiheit eine wesentliche Voraussetzung für diese Kreativität ist.

Theorien entstehen oft auch durch Analogien. Beispielsweise waren in der Medizingeschichte die Theorien, die man über den menschlichen Körper entwickelt hatte, oft Analogien zu den jeweils vorherrschenden Gesellschaftsformen. So bestand in der altgriechischen Vorstellung der Körper aus einzelnen Organen, wie auch ein Stadtstaat (die Polis) sich aus den Bürgern zusammensetzte. So wie die Bürger sich nach staatlichen Gesetzen zu verhalten hatten, sollten sich die Organe nach Naturgesetzen verhalten. Hielten sie sich nicht daran, so müssten die Organe durch Operation aus dem Körper entfernt und die Bürger per Urteil aus der staatlichen Gemeinschaft ausgeschlossen werden. Das Bild, das wir Menschen uns mit einer Theorie über einen Teil der Welt machen, hat manchmal sein Vorbild in einem anderen Teil der Welt.

Wir haben an den Beispielen gesehen, dass in den Theorien immer implizit ein Anwendungsbereich angenommen wird, der in aller Regel nicht vollständig durch Experimente bestätigt wurde und wegen des Aufwandes auch nicht voll bestätigt werden kann. Ein Beispiel einer sehr einfachen Theorie aus der Mechanik ist die Gleichung, die besagt, dass die Kraft, die man braucht, um eine Masse zu beschleunigen, sich als das Produkt der Masse und der Beschleunigung berechnen lässt, also:

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$$

Die Beschleunigung ist die Änderung der Geschwindigkeit pro Zeiteinheit, sie wird in  $\text{m/s}^2$  gemessen, die Masse wird in kg eingesetzt und die Kraft ergibt sich dann in Newton. Diese Gleichung wird von niemandem bezweifelt, obwohl sie grundsätzlich nicht vollständig bewiesen werden kann. Sie für alle möglichen Fälle von Massen und Beschleunigungen experimentell zu überprüfen, würde nämlich unendlich viel Zeit erfordern. Das Gesetz in Frage zu stellen oder gar zu widerlegen wäre relativ einfach, denn dazu bräuchte man nur einen einzigen Fall, oder besser eine kleine Zahl von Fällen zu finden, bei denen es nicht gilt.

Wir können damit den folgenden fundamentalen Satz formulieren:

*In den empirischen Wissenschaften lassen sich Theorien im Allgemeinen nur widerlegen, aber nicht vollständig beweisen.*

Von einer vernünftigen wissenschaftlichen Theorie muss man fordern, dass sie prinzipiell widerlegbar ist, d.h. es müssen Ereignisse denkbar sein, die die Theorie widerlegen würden und uns veranlassen müssten, sie zu ändern oder zu verwerfen. Die meisten Theorien der Esoterik erfüllen z.B. diese Bedingung nicht. Sie sind im All-

gemeinen so formuliert, dass sich gar keine Ereignisse erdenken lassen, welche die Theorie widerlegen könnten, sie schließen ihre Überprüfbarkeit also selbst aus. Außerdem wird in der Esoterik die Beweislast gegenüber einer wissenschaftlichen Theorie genau umgedreht: In den Wissenschaften genügen im Allgemeinen ganz wenige oder nur *ein* fehlgeschlagener Versuch, um die Theorie in Frage zu stellen, während den Esoterikern ganz wenige oder gar nur *ein einziger* Versuch mit (meist sogar zweifelhaftem) positivem Ausgang ausreichen, um die Theorie als bestätigt anzusehen.

Eine empirische Theorie ist nur dann vollständig beweisbar, wenn die Anzahl der möglichen Anwendungsfälle endlich ist. Dann kann man die Fälle nämlich alle einzeln in endlicher Zeit durchprobieren (wenn die Zahl der Fälle sehr groß ist, kann der Beweis in der Praxis aber dennoch undurchführbar sein). Solche Situationen sind in den empirischen Wissenschaften aber extrem selten. Gewisse „grenzwertige“ empirische Aussagen sind sogar ohne jedes Experiment richtig. Das sind die so genannten Tautologien, die lediglich die Definition eines Begriffes mit anderen Worten wiederholen, wie etwa die Aussage „alle Schimmel sind weiß“.

Im Gegensatz zu den empirischen Wissenschaften ist die Situation in der Mathematik und der Logik anders. Dort lassen sich viele Aussagen oder Theoreme mit deduktiver und einige sogar mit induktiver Logik vollständig beweisen. So ist die Richtigkeit der folgenden Aussage zweifelsfrei und allgemeingültig deduktiv zu beweisen:

*Wenn alle Deutschen weiße Hautfarbe haben und kein weißer Mensch in Taiwan lebt, dann lebt auch kein Deutscher in Taiwan.*

Man nennt so etwas einen Syllogismus. Allerdings kann man solche Aussagen sogar auch als Tautologien im verallgemeinerten Sinne verstehen, weil sich die im zweiten, mit „dann“ beginnenden Satzteil formulierte Konsequenz zwangsläufig aus der im ersten Halbsatz genannten Voraussetzung ergibt. Von dieser Verallgemeinerung des Begriffs der Tautologie hatten wir schon in Kapitel 3.2 mit der Feststellung Gebrauch gemacht, dass man in einer deterministischen Welt jeden möglichen Zustand als eine tautologische Umformulierung des Anfangszustands verstehen kann. Ein anderes Beispiel, bei dem vollständige Beweise möglich sind, ist das Schachspiel. Dabei kann man immer mit endlichem Aufwand nachweisen, ob eine bestimmte Stellung der Figuren aus der Anfangsstellung und den Spielregeln hervorgegangen sein kann oder nicht. Jede gültige Stellung des Spiels ist dabei ein Theorem des Kalküls „Schachspiel“, das durch die Menge seiner Spielfiguren, die Spielregeln und die einzige erlaubte Anfangsstellung voll definiert ist. Beim Schachspiel sind die verschiedenen Stellungen wegen der Wahlmöglichkeiten der Spieler bei jedem Zug aber keine gegenseitigen tautologischen Umformulierungen. Beispiele von Aussagen, die sich sogar induktiv vollständig beweisen lassen, sind Formeln, die für alle ganzen Zahlen, also für abzählbar unendlich viele Fälle gelten. Die Beweismethode nennt man die *vollständige Induktion* (Einzelheiten siehe z.B. im Internet-Lexikon Wikipedia).

Zurück zur Nichtbeweisbarkeit empirischer Theorien: Mit dem in dem oben genannten fundamentalen Satz gebrauchten Wort „widerlegen“ muss man etwas vorsichtig sein. Man wird keine Theorie gleich vollständig verwerfen, wenn man im Laufe der Zeit gewisse Anwendungsbereiche findet, bei denen sie nicht voll gilt, wie z.B. die oben schon genannte Grundgleichung der klassischen Mechanik bei höheren Geschwindigkeiten. Man wird sie dort weiter verwenden, wo sie noch brauchbar ist. Je öfter man allerdings Fälle findet, in denen die Theorie nicht gilt (man sagt dann, sie werde mehr und mehr belastet), desto mehr sollte man nach einer neuen Theorie suchen, die den betreffenden Bereich der Beobachtungen umfassender beschreibt. Dabei muss man nicht nur die Belastungen der Theorie berücksichtigen, sondern auch, wie oft und wie gut die Theorie bisher bestätigt wurde. Ein gutes Maß für die Haltbarkeit oder Brauchbarkeit einer Theorie ist das Verhältnis ihrer Bestätigungen und Belastungen. Bei Theorien, die sich genügend oft bestätigt haben, spricht man in den Naturwissenschaften auch von Gesetzen, von denen man dann sagen kann, dass sie im Allgemeinen „eingehalten“ werden. In gleicher Weise verdient ein staatliches Gesetz diese Bezeichnung nur, wenn es von den Bürgern im Allgemeinen auch „eingehalten“ wird. So ist die Theorie einer deterministischen Welt heute schon deshalb nicht mehr vertretbar (und schon gar kein Gesetz), weil man mit ihr die Abläufe in großen Bereichen der heutigen Umwelt des Menschen, z.B. die Funktionen vieler in der Informationstechnologie verwendeten Halbleiter, nicht mehr erklären kann (man kann auch sagen, die Theorie wird dort nicht „eingehalten“), die nicht-deterministische Quantenmechanik dies aber in vollem Umfang leistet. Letztere ist übrigens eine der am meisten bestätigten Theorien, die noch dazu bisher in keinem einzigen Fall widerlegt werden konnte. Die Relativitätstheorie rangiert ähnlich gut, sie ist bisher ebenfalls unbelastet, es gibt aber deutlich weniger Bestätigungen als bei der Quantenmechanik. Es wird zwar manchmal behauptet, dass bei gewissen Vorgängen wie z.B. beim Tunneleffekt (siehe [12]) die von Einstein als Obergrenze für die Informations- und Energieübertragung postulierte Lichtgeschwindigkeit überschritten werde. Wenn man aber genau hinsieht, ist das, was da schneller ist als Licht, niemals etwas, mit dem man Informationen oder Energie von einem Ort zu einem anderen übertragen könnte; die Relativitätstheorie wird deswegen dadurch nicht widerlegt.

Bis jetzt haben wir – abgesehen von ein paar logisch-mathematischen – nur solche Theorien betrachtet, die sich rein empirisch begründen, d.h. zur Beschreibung der beobachteten Welt dienen. Es gibt aber auch Theorien, die darüber hinaus auch einen normativen Zweck erfüllen. Das ist z.B. der Fall bei religiösen und bei politischen Theorien, die nicht nur Fakten oder Beobachtungen erklären, sondern auch als Leitlinien für das menschliche Verhalten in der Gesellschaft dienen sollen. Ein gutes Beispiel sind die Gerechtigkeitstheorien in den politischen Wissenschaften. Aber auch diese normativen Komponenten einer Theorie lassen sich mit dem Qualitätsmerkmal der Brauchbarkeit erfassen: Sie sind brauchbar, solange sie so wie beabsichtigt normativ wirken, z.B. in der Lage sind, die Menschen zu dem beabsichtigten sozialen Verhalten zu bewegen.

Theorien sind also mehr oder weniger adäquate Erklärungen der von uns Menschen gemachten Beobachtungen, manchmal verbunden mit sozialen Handlungsanleitungen. Sie sind adäquat und brauchbar, solange sie genügend viele Vorhersagen über künftige Beobachtungen zulassen, die durch Experimente ausreichend bestätigt werden können, und solange die ggf. vorhandene normative Zielsetzung einigermaßen erreicht wird. Theorien sind also lediglich Werkzeuge zur Lösung unserer Probleme. Dieser Tatsache sollten wir uns bewusst sein, wenn wir uns in den folgenden Kapiteln einige Theorien etwas genauer anschauen, die zur Beurteilung der Fragen über die Existenz von Freiheit in unserer Welt wichtig sind. Wir sollten uns aber sehr zurückhalten, bei dem was wir „wissen“ und was sich in diesen Theorien widerspiegelt, von Wahrheiten zu sprechen. Deswegen werden wir uns im übernächsten Kapitel noch mit dem Wahrheitsbegriff beschäftigen. Zunächst wollen wir uns aber noch etwas genauer ansehen, was uns Theorien eigentlich sagen.

## 5.2 Was sagen uns Theorien?

Wie wir in Kapitel 5.1 gesehen haben, geben Theorien in den empirischen Wissenschaften immer Zusammenhänge zwischen Aussagen, Tatsachen, Erscheinungen, physikalischen oder anderen messbaren oder beobachtbaren Größen wieder. Da man jede Aussage und Erscheinung auch immer mit messbaren oder beobachtbaren Größen beschreiben kann, genügt es, unter einer Theorie die Formulierung des Zusammenhangs zwischen solchen Größen zu verstehen, was oft in Form einer oder mehrerer Gleichungen geschieht. Letzteres trifft zumindest für die Naturwissenschaften zu, auf die wir uns aber im Hinblick auf die in Kapitel 6 behandelten Theorien auch beschränken können. Ein einfaches Beispiel wurde oben schon in Form der Grundgleichung der Mechanik, *Kraft gleich Masse mal Beschleunigung*, gegeben.

Diese Zusammenhänge kann man auch verstehen als Verdichtungen von sehr vielen Einzelercheinungen oder als Ersatz der Einzelercheinungen durch eine Methode, alle diese Einzelercheinungen systematisch zu generieren oder zu berechnen. Solche Methoden sind z.B. die in Kapitel 5.1 bereits angesprochenen Kalküle (wozu auch das Schachspiel zählt); sie stellen einen Bildungsalgorithmus für alle möglichen Theoreme (das sind die möglichen Ausprägungen oder Ergebnisse) des Kalküls dar. Im Falle des Schachspiels sind Theoreme alle Stellungen, die aus der Anfangsstellung bei Anwendung der Spielregeln möglich sind. Je höher diese Verdichtung, desto besser. Also: Wenn es mehrere Möglichkeiten gibt, in einer Theorie Zusammenhänge verdichtet zu formulieren, dann ist die einfachere, kürzere Theorie als die bessere vorzuziehen. Dieses Prinzip der Sparsamkeit nennt man auch Ockhams Rasiermesser (siehe z.B. Internet-Lexikon Wikipedia).

Theorien sagen uns nun auch, wie verschiedene beobachtete Größen aufeinander einwirken und wie sie sich in Zeit und Raum weiterentwickeln, bzw. verbreiten. Wieder einmal haben sich auch hier schon die Alten Griechen Gedanken darüber gemacht, welche Arten des „Bewirkens“ oder welche Arten von Gründen es wohl für etwas geben könnte. Aristoteles (384-322 v. Chr.) formulierte die folgenden vier Be-

wirkungsgründe („causa“ ist lateinisch und heißt Grund):

1. Causa Efficiens
2. Causa Materialis
3. Causa Formalis
4. Causa Finalis

Der erste Begriff ist in den Naturwissenschaften der wichtigste. Er bezeichnet die direkte im Sinne von Ursächlichkeit gemeinte Beeinflussung. So, wie eben die Ausübung einer Kraft nach der oben schon erwähnten Grundgleichung der Mechanik einen Körper, an dem diese Kraft wirkt, zur Änderung seiner Geschwindigkeit veranlasst. Wenn Kant von Kausalität spricht (siehe Kapitel 4), dann meint er das auch in diesem Sinne.

In den Naturwissenschaften wird Causa Efficiens im Allgemeinen lokal verstanden: In der Grundgleichung der Mechanik ist die Kraft gemeint, die an der Stelle des betrachteten Körpers ansetzt und dort und jetzt die Änderung der Geschwindigkeit bewirkt. Diese Lokalität bedeutet, dass die Veränderungen der Größen über Raum und Zeit an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit für kleine Zeitintervalle und kleine räumliche Verschiebungen, man sagt auch „differentiell“, beschrieben werden. Das führt zu den so genannten Differentialgleichungen oder zu Systemen von verkoppelten Differentialgleichungen, wie wir sie in Kapitel 3.2 im Zusammenhang mit der Beschreibung einer deterministischen Welt bereits erwähnt hatten. Die Grundgleichung der Mechanik ist bereits eine einfache Differentialgleichung, denn sie beschreibt die lokale *Änderung* der Geschwindigkeit pro Zeiteinheit auf Grund der Wirkung einer Kraft auf einen massebehafteten Körper.

Die Begriffe Causa Materialis und Causa Formalis brauchen wir hier weniger. Gemeint sind damit Voraussetzungen, die man z.B. braucht, um ein Haus zu bauen: Man braucht Baumaterial (Causa Materialis) und man braucht einen Plan (Causa Formalis), erst dann kann man vermittels Causa Efficiens die physikalische Errichtung des Gebäudes veranlassen.

Den Begriff Causa Finalis kann man in zweifacher Weise verstehen. Einmal derart, dass man, um beim Beispiel des Hausbaues zu bleiben, ja ein Ziel vor Augen hatte, weswegen man das Haus planen und bauen wollte, nämlich die Absicht, darin schließlich einmal zu wohnen. So gesehen kann man sagen, dass das in der Zukunft liegende Ziel rückwirkend die Errichtung des Hauses verursacht habe. Allerdings kann man dagegen anführen, dass ja genau genommen nicht eine in der Zukunft liegende Tatsache, sondern die Vorstellung davon zur Errichtung des Hauses geführt hat, und diese Vorstellung war ja schon vor dem Hausbau da.

Auch wenn man beim Hausbau noch mit dem Begriff Causa Finalis operieren kann, so wehrt sich der gesunde Menschenverstand aber dagegen, eine rückwirkende Bewirkung auch im Bereich der physikalischen Erscheinungen anzunehmen. Bei den Überlegungen zu einer deterministischen Welt hatten wir festgestellt, dass in einer solchen Welt bei „gutmütigen“ Weltgleichungen (einer Uhrwerk-Welt) exakte Vor-

hersagen in beide Zeitrichtungen möglich sind. Somit kann in einer derartigen Welt mit dem gleichen Recht von rückwärtigen Bewirkungen gesprochen werden wie von vorwärts gerichteten; die beiden Kausalbegriffe Finalis und Efficiens sind dann gleichbedeutend. In allen anderen Welten, der irreversibel-deterministischen und der nichtdeterministischen, sieht das anders aus, darin sind die beiden Kausalbegriffe grundsätzlich verschiedene Dinge.

Wenn man die oben genannten lokal formulierten Differentialgleichungen für einen Anfangs- und Endzeitpunkt oder längs eines Weges im Raum löst (man sagt auch integriert), so kommt man interessanterweise zu einem Ergebnis, z.B. einer Formel, die in beide Richtungen verwendet werden kann. Sie erlaubt uns eben auch zu berechnen, welche Anfangs- und Randbedingungen man braucht, um am Ende eines Weges nach einer bestimmten Zeit ein gewünschtes Endergebnis vorzufinden. Man kann also sagen, dass die differentielle Beschreibung von Erscheinungen der Natur (d.h. die Differentialgleichungen) mehr das Prinzip der Causa Efficiens verkörpern, während die integralen Beschreibungen (d.h. die Lösungen der Differentialgleichungen) auch eine finalistische Interpretation erlauben.

Die zweite Art des Verständnisses von Causa Finalis mündet in einer finalistischen, man sagt auch „teleologischen“ Formulierung von Naturgesetzen oder Theorien über die Natur. Hier ein Beispiel: Üblicherweise leitet man die Formeln über die Brechung des Lichts an der Wasseroberfläche her anhand einer lokalen Beschreibung des Geschehens an der Grenze zwischen Wasser und Luft, unter Ausnutzung der Kenntnis über die Wellennatur des Lichtes. Im Sinne einer finalistischen oder teleologischen Formulierung kann man aber auch fragen, welchen Weg das Licht gehen würde, wenn es in der kürzest möglichen Zeit von einem Punkt im Raum oberhalb zu einem Punkt unterhalb der Wasseroberfläche gelangen „möchte“. Beide Ansätze sind völlig verschieden, führen aber erstaunlicherweise zu exakt derselben Brechungsformel.

Soweit, so gut. In der bisher beschriebenen Weise können uns Theorien allerdings nichts aussagen über Diskontinuitäten und Zufälle, wie wir sie in einer nichtdeterministischen Welt annehmen müssen. Hier hilft man sich (nicht nur, aber unter anderem) mit den Begriffen der Wahrscheinlichkeit, der Wahrscheinlichkeitsfunktion und, speziell in der Quantenmechanik, mit dem Begriff der Wellenfunktion. Letztere ist eine Abwandlung einer Wahrscheinlichkeitsfunktion. Die Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses sagt aus, in welchem Teil der Fälle man bei vielen Wiederholungen eines Experiments dieses spezielle Ergebnis erhalten wird, und Wahrscheinlichkeitsfunktionen geben diese Wahrscheinlichkeiten für alle möglichen Ergebnisse eines Experiments an. Beim Würfeln besteht die Wahrscheinlichkeitsfunktion lediglich aus den sechs Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der sechs Ziffern, die bei einem korrekten Würfel alle gleich  $1/6$  sind. Wenn in einer Theorie Zufälle erfasst werden sollen, dann macht die Theorie Aussagen über diese Wahrscheinlichkeitsfunktionen und über Zusammenhänge zwischen solchen Funktionen, nicht mehr über die (z.B. physikalischen) Größen selbst.

Der Begriff der Wahrscheinlichkeit ist bereits etwas recht Abstraktes. Er stellt etwas ganz anderes dar als übliche physikalische Größen, wie etwa die Länge eines Gegenstandes und der Zeitpunkt eines Ereignisses. Wahrscheinlichkeiten haben einen irrationalen oder transzendenten Anstrich, man kann sagen, sie liegen an der Grenze zwischen Immanenz und Transzendenz. In manchen Theorien geht man noch weiter und beschreibt Zusammenhänge in einer gänzlich transzendenten Welt. So etwa spricht die in Kapitel 2.3 bereits erwähnte Stringtheorie von in einer neundimensionalen Welt schwingenden Saiten, deren Projektionen in unsere dreidimensionale Welt sich als physikalische Teilchen äußern. Andere Beispiele von gänzlich transzendenten Theorien findet man natürlich bei den Religionen.

### 5.3 Was ist Wahrheit?

Nach Kapitel 5.1 haben Theorien immer einen Zweck und sie sollten (nach Ockham) so einfach wie möglich formuliert sein. Sie als Wahrheiten zu bezeichnen ist vermessend, zumindest solange man nicht genau sagt, was man meint, wenn man von Wahrheit spricht. Wir kennen eine ganze Reihe von Wahrheitsbegriffen, die wir uns jetzt im Einzelnen ansehen wollen.

Der gängigste ist der Begriff der Korrespondenzwahrheit. Eine Aussage über die Welt ist im Sinne der Korrespondenzwahrheit genau dann wahr, wenn diese Aussage mit einer Tatsache in der Welt korrespondiert. Dieser Wahrheitsbegriff setzt also voraus, dass es in der Welt etwas Absolutes gibt, mit dem die Aussage korrespondieren kann. Wenn es aber, wie Kant postulierte und die Quantenmechanik bestätigt, nicht unbedingt sinnvoll ist, von etwas Absolutem oder einem Ding-an-sich zu reden, das ohne die Beobachtung bereits existieren würde, dann können wir mit diesem Wahrheitsbegriff bei den Theorien über unsere Welt nicht allzu viel anfangen.

Der zweite Wahrheitsbegriff ist die Konsistenzwahrheit. Der Begriff verzichtet auf jeglichen Vergleich mit einer Realität oder eine Bestätigung durch Experimente. Im Sinne dieser Wahrheit ist eine Aussage dann wahr, wenn sie konsistent ist mit anderen als wahr angesehenen Aussagen oder einer anerkannten Theorie. So ist z.B. eine fehlerfrei aus den Grundgleichungen der Relativitätstheorie mathematisch abgeleitete Erkenntnis über schwarze Löcher im Sinne der Konsistenzwahrheit wahr.

Der dritte Wahrheitsbegriff ist die Konsenswahrheit. Hier wird das als wahr bezeichnet, was alle oder die Mehrheit innerhalb einer Gruppe von Menschen als wahr ansehen. Es handelt sich um einen demokratischen Wahrheitsbegriff, den man dann sinnvoll anwenden kann, wenn man davon ausgehen muss, dass es nicht nur *eine* Wahrheit gibt. Er ist ein wesentliches Element in den Demokratien der Welt, und er hat sich auch im gesellschaftlichen Zusammenleben der Menschen als etwas sehr Brauchbares herausgestellt. Nachteile des Begriffes sind, dass er von der Logik her schwächer ist als die bisher genannten, dass er auch gesellschaftliche Gefahren birgt und sogar der Freiheit schaden kann. Wir werden auf dieses Problem noch in einem späteren Kapitel zurückkommen. Auch bei der „kooperativen“ Wahrheitssuche

durch Diskurs nach Jürgen Habermas (geb. 1929) geht es um Konsenswahrheit.

Ein vierter Wahrheitsbegriff ist der der produzierten Wahrheit. In den meisten vor Gericht behandelten Fällen gibt es mehrere Sichtweisen über einen Sachverhalt oder über den „wahren“ Hergang einer Tat und nur selten lässt sich eine eindeutige Wahrheit formulieren. So kann ein Richter in einem Strafprozess nur auf der Basis des Bildes urteilen, das durch die Zeugenaussagen und die Beweisführungen von Staatsanwalt und Verteidiger über den Tathergang gezeichnet wird. Grundlage der Rechtsprechung ist also immer diese vor Gericht produzierte Wahrheit.

Ein weiterer Wahrheitsbegriff ist der des Pragmatismus oder der pragmatischen Wahrheit. Er sagt, dass eine Aussage wahr oder richtig ist, solange sie brauchbar ist. In den obigen Ausführungen haben wir bereits darüber gesprochen, dass man Theorien nach ihrer Brauchbarkeit beurteilen muss. Deshalb ist dieser Wahrheitsbegriff im Zusammenhang mit Theorien der brauchbarste. Wir dürfen also eine wenig oder gänzlich unbelastete, genügend durch Experimente bestätigte und damit brauchbare Theorie schon als „wahr“ bezeichnen, wenn wir *diesen* Wahrheitsbegriff meinen. Wir müssen aber damit rechnen, dass es passieren kann, dass auch diese Theorie wegen zwischenzeitlich eingetretener zu großer Belastungen die Bezeichnung „wahr“ irgendwann nicht mehr verdient. Diese Art Wahrheit ist – wie die Konsenswahrheit – variabel. Gute Beispiele für solche Wahrheiten finden wir auch im alltäglichen Leben, z.B. beim Sport: Wer im Fußball Tore schießt oder beim Basketball Körbe macht, hat recht, und der Handballtrainer, der seine Mannschaft zum Saisonsieg führt, ist eben der „Wahre“.

Schließlich gibt es noch in Form der Selbstevidenz eine sich selbst begründende Wahrheit. So nennt man Aussagen oder Postulate selbstevident oder intrinsisch wahr, die keine weitere Begründung erfordern, also einfach schon deshalb wahr sind, weil sie postuliert werden. Diesen Wahrheitscharakter schreibt z.B. die Verfassung der Vereinigten Staaten von Amerika den Postulaten der Menschenrechte zu.

Der Vollständigkeit halber seien hier noch drei in den Wissenschaften weniger gebräuchliche, mehr philosophisch-religiöse oder mythische Wahrheitsbegriffe angeführt. Der erste Begriff ist die prozessuale oder procedurale Wahrheit, die z.B. im Buddhismus im Sinne von „der Weg ist die Wahrheit“ oder in der christlich-orthodoxen Philosophie im Sinne von „die Wahrheit liegt im Dialog“ formuliert wird. Der zweite Begriff ist die personale Wahrheit, die eine göttliche Person mit der Wahrheit gleichsetzt, so wie z.B. Jesus von sich selbst sagt: „Ich bin der Weg und die Wahrheit und das Leben“ (Evangelium nach Johannes, Kapitel 14, Vers 6). Über das obige Beispiel mit dem Handballtrainer erkennt man, dass die personale Wahrheit mit der pragmatischen verwandt ist. Der dritte Begriff ist die autoritative Wahrheit, die der intrinsischen Wahrheit ähnelt. Autoritative Wahrheiten (man kann sie auch mythische Wahrheiten nennen) sind solche, die unverrückbar feststehen und grundsätzlich nicht hinterfragt werden. Viele religiöse Wahrheiten fallen in diese Kategorie. Sie wirken als Ansichts- und Verhaltensnormen gerade und besonders

deshalb, weil ihre Berechtigung eben *nicht* in Frage gestellt wird. Wir werden in Kapitel 8.3 bei den diesseitigen Vermutungen über ein Jenseits dem Begriff der mythischen Wahrheit noch einmal begegnen. Weiter wollen wir aber hier über diese letzten drei Wahrheitsbegriffe nicht nachdenken.

## **6. *Wichtige Theorien über unsere Welt und ihre Beziehung zur Freiheit***

Wir wollen uns in diesem Kapitel im Wesentlichen die Chaostheorie und die Quantenmechanik ansehen. Zur Unterstützung werden wir am Ende auch noch auf eine etwas ältere Theorie, nämlich die Thermodynamik, zurückgreifen. Wir werden sehen, dass wir aus diesen Theorien die volle Berechtigung für die Behauptung ableiten können, dass wir in einer Welt leben, in der es Spontaneität und Freiheit gibt. Wir beginnen mit der Chaostheorie.

### **6.1 *Die Chaostheorie oder das deterministische Chaos***

Die Chaostheorie wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickelt. Sie dient zur Beschreibung von Systemen, die zwar durch Gesetzmäßigkeiten determiniert sind, bei denen sich aber kleine Änderungen der Anfangsbedingungen mit der Zeit (häufig exponentiell) verstärken. Man nennt solche Systeme auch instabile Systeme. Durch die immer vorhandenen Ungenauigkeiten der für die Berechnung zukünftiger Zustände nötigen Anfangsdaten sind Vorhersagen in solchen Systemen wegen der verstärkten Fehlerfortpflanzung erschwert oder manchmal ganz unmöglich. Chaotisch reagieren können sogar lineare Systeme, bei denen die Ausgangsgröße proportional zur Eingangsgröße ist, die aber durch selbst-verstärkend wirkende Rückkopplungen instabil geworden sind. Ein gutes Beispiel dafür ist eine pfeifende Verstärkeranlage in einem Konzertsaal (wenn sie dann pfeift, hat die Anlage aber bereits ihren linearen Bereich verlassen). Meistens handelt es sich aber um nicht-lineare Systeme, bei denen Ein- und Ausgangsgrößen über einen nichtlinearen Zusammenhang verknüpft sind. Solche Gleichungen sind oft nicht analytisch, also nicht in Form einer Formel, sondern nur numerisch lösbar. Ursache für das meist exponentielle Wachstum von Unterschieden in den Anfangsbedingungen sind dabei auch hier Mechanismen von Selbstverstärkung, zu denen auch Rückkopplungen zählen. Hier noch ein Hinweis zur Literatur: In manchen Quellen findet man die Behauptung, dass in dem oben definierten Sinne chaotisches Verhalten *nur* bei nicht-linearen Systemen zu finden sei. Nach Ansicht des Autors ist das nicht korrekt. Die entscheidende Eigenschaft ist die Instabilität und diese gibt es jedenfalls auch bei den (im üblichen Sinne verstandenen) linearen Systemen. Deshalb wollen wir hier auch bei der alten Bezeichnung „Chaostheorie“ bleiben und nicht die neue Bezeichnung „Dynamik nichtlinearer Systeme“ verwenden, weil dadurch die instabilen linearen Systeme ausgeklammert würden.

Bevor man sich mit solchen Systemen im Rahmen der Chaostheorie beschäftigt

hatte, ging man davon aus, dass bis auf gelegentliche Ausnahmen die Mehrheit der Systeme, die unsere Welt ausmachen, stabil und nicht chaotisch seien, bei ihnen also kleine Änderungen der Anfangsbedingungen auch nur zu kleinen Änderungen der Ergebnisse führten. Inzwischen weiß man, dass das Gegenteil richtig ist. Einige Beispiele chaotischer oder instabiler System sollen hier vorgestellt werden.

### **Beispiel 1: Bahn eines Planeten um die Sonne**

Nehmen wir an, dieser Planet sei die Erde, von der wir wissen, dass sie sich in ca. 32 Millionen Sekunden, die einem Jahr entsprechen, einmal um die Sonne bewegt. Wir kennen diese Umdrehungszeit recht genau, aber es bleibt ein Rest Ungenauigkeit, der unter anderem daher rührt, dass wir die externen Einflüsse auf die Erdumlaufbahn durch die anderen Planeten und die vielen kleinen Objekte, die so genannten Asteroiden oder Planetoiden, nicht absolut korrekt bestimmen können. Diese Einflüsse sorgen dafür, dass die Umlaufzeit jedes Jahr um eine Kleinigkeit anders ausfällt. Auch wenn wir annehmen, dass diese Einflüsse nur zu einem mittleren Fehler der jährlichen Umlaufzeit von weniger als einer Sekunde führen, können wir bereits nach der astronomisch recht kurzen Zeitspanne von einigen hundert Millionen Jahren nicht mehr sagen, wo sich die Erde auf ihrer Bahn zu einem bestimmten Zeitpunkt befinden wird. Das gilt selbst dann noch, wenn wir den momentanen Ort der Erde und ihre momentane Geschwindigkeit als Anfangsbedingungen für die Rechnung sehr genau kennen.

### **Beispiel 2: Billard-Kugeln**

Einem guten Billard-Spieler gelingt es, mit der Spielkugel eine andere Kugel auch über so genannte Mehrbandenstöße zu treffen. Wie sich der Stoß mit dem Queue auf die Spielkugel, weiter über die Reflexionen an den verschiedenen Banden und schließlich auf die zu treffende Kugel überträgt, ist mit komplizierten Gleichungen beschreibbar. Man kann zeigen, dass sich die Wirkung einer anfänglichen Abweichung des Stoßes mit dem Queue von dem gewünschten exakten Treffpunkt von Bande zu Bande exponentiell vergrößert. Das führt dazu, dass eine anfängliche Orts-Ungenauigkeit von atomarer Dimension ausreicht, um dafür zu sorgen, dass die gestoßene Kugel bereits nach weniger als zehn Banden die zu treffende Kugel ganz verfehlt. Da auch ein guter Billard-Spieler außer Stande ist, eine Kugel so genau zu stoßen, ist das Trefferverhalten bereits nach relativ wenigen Banden praktisch nicht mehr vorhersagbar. Ähnliches gilt auch für eine Kollisionsfolge von mehreren Billard-Kugeln ohne Bandenkontakt.

### **Beispiel 3: Die Kugel auf dem Bergeskamm**

Stellen wir uns einen idealen Bergeskamm vor. Ideal heißt, dass er auf dem Grat völlig glatt ist und dass es oben eine exakte Linie gibt, von der aus es nach beiden Seiten des Kammes abwärts geht. Stellen wir uns nun vor, wir wollten auf diesem Grat eine ideale Kugel so positionieren, dass sie dort oben liegen bleibt. Wir nehmen auch an, dass es keinerlei noch so kleine Erschütterungen gibt, die uns die Arbeit

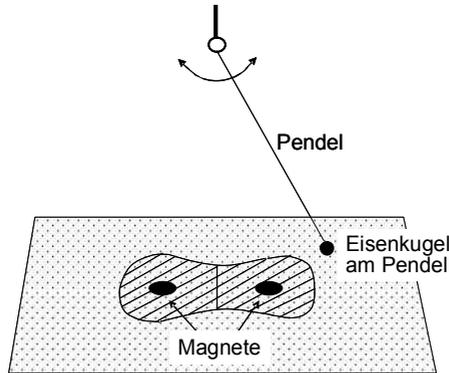
erschweren würden. Natürlich bliebe die Kugel dann liegen, wenn es uns gelänge, sie genau auf den Grat zu legen. Eine *beliebig kleine* (und das ist hier wichtig) Abweichung von der idealen Position nach rechts oder links wird aber dafür sorgen, dass die Kugel nach einiger Zeit entweder auf der einen oder der anderen Seite hinunterrollt. Das bedeutet, dass hier eine beliebig kleine, wir sagen auch differentielle Änderung des Anfangszustandes zu einer dramatischen makroskopischen Änderung des Ergebnisses führt. Da wir nicht in der Lage sind, die Kugel wirklich exakt auf den Grat zu legen, ist für uns das Ergebnis dieses Versuchs mit den zwei möglichen Ausgängen „Kugel liegt im rechten Tal“ und „Kugel liegt im linken Tal“ unvorhersagbar. Jedem von uns sind solche Instabilitäten *längs einer Linie* aus der Erfahrung wohl bekannt. Wir wundern uns darüber aber nicht besonders, da die Instabilität ja nur auf der theoretisch beliebig schmalen Gratlinie auf dem Bergeskamm gilt, das System aber bei allen anderen Startpunkten der Kugel stabil reagiert (d.h. sich das Geschehen korrekt vorausberechnen lässt). Da eine einzige Linie unendlich wenig ist verglichen mit all den anderen Bereichen, bei denen eine Voraussage gut funktioniert, erscheinen uns Instabilitäten als Ausnahmefälle; im Allgemeinen halten wir die Welt für stabil.

#### **Beispiel 4: Das Pendel über den zwei Magneten**

Stellen wir uns eine Eisenkugel vor, die an einem Pendel in der Mitte über zwei Magneten hängt, die in der darunter befindlichen Tischplatte eingelassen sind (siehe Abbildung 6.1-1). Wenn wir das Pendel in irgendeine Richtung auslenken und es dann loslassen, wird es solange schwingen, bis durch die Reibung in der Aufhängung und der Luft die kinetische Energie des Pendels verbraucht ist und die Kugel über einem der beiden Magneten zum Stillstand kommt. Über welchem Magneten sie stehen bleibt, hängt davon ab, wohin wir sie ausgelenkt hatten. Man kann nun sehr viele Experimente machen, bei denen man das Pendel jedes Mal zu einem anderen Punkt hin auslenkt und notiert, über welchem Magneten die Kugel stehen bleibt. Natürlich macht man das am besten mit einem Computermodell, in dem die dieses System beschreibenden Gleichungen numerisch gelöst werden. Das erstaunliche Ergebnis ist in Abbildung 6.1-1 dargestellt.

Lenkt man die Kugel zu Punkten oberhalb des um die Magneten herum dargestellten schraffierten nierenförmigen Gebildes aus, so ist eindeutig entscheidbar, wo sie stehen bleibt: Startpunkte oberhalb der rechten Hälfte der Niere führen zum Endpunkt über dem rechten Magneten, Startpunkte oberhalb der linken Hälfte der Niere führen zum Endpunkt über dem linken Magneten. Die Grenzlinie zwischen den beiden Nierenhälften wirkt als Linien-Instabilität, wie bei dem Beispiel mit dem Bergeskamm. Für Startpunkte außerhalb der Niere sieht das Ergebnis völlig anders aus: Führt ein bestimmter Startpunkt zum Endpunkt über dem *einen* Magneten, so reicht eine beliebig kleine Änderung dieses Startpunktes, um die Kugel dazu zu bringen, nun über dem *anderen* Magneten stehen zu bleiben. Und dieses gilt, so unglaublich es ist, oberhalb der ganzen Ebene außerhalb der Niere (natürlich nur soweit, wie man die Kugel wegen der begrenzten Länge der Schnur überhaupt auslenken kann). Da wir

auf Grund der Messfehler nie ganz exakt sagen können, an welcher Stelle wir die Kugel losgelassen haben, haben wir auch keine Ahnung, bei welchem Magneten sie stehen bleiben wird. Grundsätzlich haben wir es hier mit einer ähnlichen Instabilität zu tun wie beim letzten Beispiel. Allerdings gilt die Sensitivität gegen den Ausgangspunkt in diesem Fall nicht nur auf einer eindimensionalen Linie, sondern sogar *in einem flächenhaften, zweidimensionalen Gebiet!* Dass es nicht nur instabile Linien, sondern auch flächenhafte instabile Gebiete gibt, hat die Wissenschaftler schon überrascht.



**Abbildung 6.1-1: Das Pendel über den zwei Magneten**

Noch überraschender ist, dass es sogar Systeme gibt, die räumlich instabile Gebiete aufweisen. Ein Beispiel für ein solches System ist ein Pendel mit einer Kugel am Ende, das an einem zweiten Pendel hängt; man nennt das ein Doppelpendel. Dieses Pendel führt sehr interessante, völlig unerwartete und bizarre Bewegungen aus, die bereits nach wenigen Sekunden nicht mehr eindeutig auf eine bestimmte Anfangsauslenkung zurückführbar sind. Und umgekehrt gilt auch, dass man den Ort, den die Kugel nach einigen Sekunden einnehmen wird, in vielen Fällen schon dadurch drastisch verändern kann, dass man den Auslenkungspunkt am Anfang lediglich infinitesimal (also beliebig wenig) variiert. Da dies in einem bestimmten räumlichen Bereich von Auslenkungspunkten zutrifft, liegt eine räumliche Instabilität vor. Beispiele für dreidimensionale Instabilitäten, bei denen man diese allerdings nicht so einfach nachrechnen kann wie bei den betrachteten synthetischen Beispielen, sind das Wettergeschehen und ein Fußballspiel.

### **Beispiel 5: Das Wettergeschehen**

Früher glaubte man, das Wettergeschehen prinzipiell auch für längere Zeiträume sicher vorhersagen zu können, wenn man nur ein genügend dichtes Netz von Messstellen auf der ganzen Erde zur Verfügung hätte. Zugestanden, das heutige Netz ist noch sehr verbesserungsfähig, und man könnte sicher die Wettervorhersagen durch noch mehr Daten viel zuverlässiger machen, als sie heute sind. Um die offenbar vor-

handenen Auswirkungen des Mikroklimas an einer Stelle des Globus auf Klima und Wetter an anderen Stellen angemessen erfassen zu können, würde man allerdings auch ein sehr unpraktikables, extrem feines und wirklich weltumspannendes Netz von Messstationen benötigen und extrem viele Daten in einem äußerst komplizierten System von Gleichungen verarbeiten müssen. Wegen der vielen kleinen und auch großräumigen Instabilitäten dürften die Möglichkeiten aber dennoch begrenzt bleiben. Eine großräumige Instabilität kann man beim Wetter in München beobachten. Wird nämlich über den Alpen Westwind vorhergesagt, dann gibt es für beides, für schönes wie für schlechtes Wetter, erfahrungsgemäß etwa gleich große Wahrscheinlichkeiten. Denn wenn der Wind ein wenig auf Süd dreht, kann Föhn aufkommen und es scheint in München die Sonne, dreht der Wind ein wenig auf Nord, dann kann atlantische Feuchtluft auf die Alpen treffen und es in München regnen. Offenbar ist exakter Westwind über den Alpen nicht stabil, sodass er sich meist unkalkulierbar für eine der genannten Alternativen entscheidet. Oft wird in diesem Zusammenhang auch die Vermutung des „Schmetterlingswetters“ genannt, nach der wegen des chaotischen Charakters des Wettergeschehens der Flügelschlag eines Schmetterlings in Südamerika durchaus das Wetter einige Wochen später in Europa entscheidend beeinflussen könnte. Ob das so weit geht, ist nicht sicher. Dennoch müssen wir nach heutigem Wissen davon ausgehen, dass den Möglichkeiten der Wettervorhersage unabhängig von der Zahl der Messstellen wegen der großen und kleinen chaostheoretischen Instabilitäten aus prinzipiellen Gründen Grenzen gesetzt sind.

### **Beispiel 6: Ein Fußballspiel**

Der Ablauf eines Fußballspiels ist im Sinne der Chaostheorie ein höchst chaotisches Geschehen. Vom Anpfiff an gibt es permanent Situationen, in denen sich das Geschehen wegen kleiner Ungenauigkeiten verzweigt. Hier ein möglicher Spielzug: Angriffsspieler A erhält von einem Aufbauspieler eine Vorlage nach vorne, die er an den 30 Meter entfernten Mitspieler B weiterleiten will. Der Flugwinkel des Balls ist um ca. ein Grad zu weit zum Tor hin gerichtet, sodass nicht B, sondern ein gegnerischer Verteidiger C den Ball unter Kontrolle bekommt, der nur 50 cm von C entfernt steht (50 cm entsprechen einem Winkelfehler von 1 Grad bei 30 Metern Schussweite). Wegen dieser geringen, auch vom Schützen nicht sicher zu vermeidenden Abweichung von der idealen Flugrichtung läuft das Spiel von hier an vollständig anders als es gelaufen wäre, wenn B genauer getroffen hätte. Das Gleiche passiert gleich wieder, wenn der Abwehrspieler C den Ball vorspielt und dieser dabei versehentlich die Schulter eines Mitspielers streift, wodurch der Ball wieder das beabsichtigte Ziel verfehlt. Auch hier mag es sich wieder nur um wenige Zentimeter gehandelt haben, die für einen ganz anderen weiteren Spielverlauf sorgen. Man kann vermuten, dass Sportarten wie Fußball oder Basketball auch deshalb die Menschen so begeistern, weil es hochchaotische Spiele sind, die immer wieder völlig neue Abläufe hervorbringen. Denn es ist absolut sicher, dass keine zwei Fußballspiele gleich ablaufen. Bei anderen nicht-chaotischen Spielen, wie z.B. bei Mühle, können durchaus zwei Spiele identisch verlaufen.

Was haben wir nun aus der Untersuchung chaotischer Systeme gelernt? Wir haben gesehen, dass es selbst in einer deterministischen Welt - denn die betrachteten instabilen Systeme sind alle per definitionem deterministisch - Probleme gibt mit der Berechenbarkeit und der Vorhersagbarkeit dessen, was künftig passieren wird. Als man diese Entdeckungen machte, war die im atomaren und subatomaren Bereich geltende (nicht-deterministische) Quantenmechanik zwar schon lange bekannt, aber man war doch davon ausgegangen, dass wenigstens die im Großen durch deterministische Zusammenhänge beschreibbare Welt berechenbar und vorhersagbar wäre. Die Erkenntnis, dass dies nicht zutrifft, war schon sehr ernüchternd. Noch mehr erschütterte die Wissenschaftler, dass diese chaotischen Systeme nicht, wie man anfangs glaubte, die Ausnahme sind, sondern dass es davon in unserer Welt nur so wimmelt und dass offenbar die gutartigen stabilen Systeme die Ausnahme bilden. Trotz dieser Ernüchterung über die menschlichen Möglichkeiten, die Welt, die wir beobachten, zu beschreiben, können wir uns aber immer noch auf den Standpunkt zurückziehen, dass diese Probleme nur praktischer, nicht aber prinzipieller Natur seien. So können wir immer noch sagen, wenn wir nur die Kugel wirklich genau auf den Grat des Berges legen, dann würde sie auch dort liegen bleiben. Oder, wenn wir nur alle Einflüsse auf die Bewegung der Erde um die Sonne ganz genau berücksichtigen könnten und würden, dann könnten wir auch die Bahn der Erde für alle Ewigkeit exakt vorausberechnen. Oder, wenn wir beim Billard-Spiel nur exakt die Daten des Stoßes mit dem Queue wüssten, könnten wir auch exakt das Trefferverhalten vorhersagen. Oder, wenn wir den jeweiligen Startpunkt der Kugel in der Ebene über den Magneten ganz genau wüssten, dann könnten wir auch immer zweifelsfrei vorhersagen wo sie stehen bleiben wird. Dasselbe kann man beim Wettergeschehen und auch beim Fußballspiel behaupten und so die prinzipielle Determiniertheit und Vorhersagbarkeit allen Geschehens in der Welt weiter postulieren.

Die Beschäftigung mit den chaotischen Systemen hat die Menschen des 20. Jahrhunderts zwar sehr aufgerüttelt und ihren Glauben an die Determiniertheit und Berechenbarkeit der Vorgänge der Natur erschüttert. Die gewonnenen Erkenntnisse reichen aber allein nicht aus, um das Konzept einer deterministischen Welt grundsätzlich in Frage zu stellen oder gar zu widerlegen und damit Freiheit und Spontaneität in dieser Welt zu ermöglichen. Wir werden sehen, dass wir dazu neben der Chaostheorie auch noch die Quantenmechanik brauchen.

## ***6.2 Der Indeterminismus der Quantenmechanik***

Wir hatten in einem vorangegangenen Kapitel bereits festgestellt, dass Freiheit bzw. Spontaneität, wenn es sie in unserer Welt gibt, sich beim Übergang vom Möglichen zum Faktischen bemerkbar machen sollte. Ein wichtiger Teil der quantenmechanischen Theorie beschäftigt sich nun genau mit diesem Übergang. Deshalb spielt die Quantenmechanik für die Fragen zur Freiheit eine zentrale Rolle, und wir werden uns im Folgenden auch recht ausführlich mit dieser Theorie beschäftigen.

### 6.2.1 Über Wellen, Korpuskel und das Ding-an-sich

Die Quantenmechanik nahm ihren Anfang, als man um 1900 den photoelektrischen Effekt untersuchte. Der Effekt besteht darin, dass Licht unter Umständen in der Lage ist, Elektronen aus einer Metallplatte herauszuschlagen. Man wusste damals bereits, dass Licht eine elektromagnetische Welle ist, wie auch Rundfunkwellen es sind, lediglich mit viel höheren Frequenzen bzw. kürzeren Wellen. Im UKW-Rundfunk liegen die Wellenlängen bei etwa drei Metern, grünes Licht hat dagegen nur eine Wellenlänge von etwa einem halben Mikrometer, das ist die Hälfte eines Tausendstel Millimeters. Aus anderen Experimenten wusste man bereits, welche Energie (gemessen in Joule) nötig ist, um ein Elektron aus dem Kristallverband einer Metallplatte herauszuschlagen zu können; man nennt diese Energie die Austrittsarbeit. Da jedes Licht, gleich welcher Wellenlänge (rot = längere, violett = kürzere Wellen), Energie transportiert, musste man annehmen, dass die Anzahl der pro Zeiteinheit freigesetzten Elektronen bei *jeder* Wellenlänge mit steigender Intensität des Lichtes steigen sollte. In den Experimenten fand man aber, dass Licht unterhalb einer bestimmten Frequenz, d.h. oberhalb einer bestimmten Wellenlänge, auch bei höchster Intensität gar keine Elektronen freisetzte. Damit hatte das Experiment gezeigt, dass die Wellentheorie des Lichtes nicht alle Effekte erklären konnte. Man brauchte also eine neue Theorie über das Licht. Die Idee Albert Einsteins war nun, dass das Licht aus Teilchen, den Photonen, bestünde, die im Metall auf die Elektronen trafen und bei ihren Zusammenstößen mit Elektronen nur dann je ein Elektron herauszuschlagen könnten, wenn ihre Bewegungsenergie oder kinetische Energie mindestens so groß ist wie die oben schon erwähnte Austrittsarbeit. Nimmt man nun an, dass diese Teilchenenergie  $E$  mit steigender Frequenz  $f$  (gemessen in Schwingungen pro Sekunde) wächst, dann würde ab einer bestimmten Frequenz die Energie der Photonen ausreichen, Elektronen freizusetzen, nicht aber bei kleineren Frequenzen, was ja auch in den Experimenten tatsächlich beobachtet worden war. Mit der Annahme einer Proportionalität zwischen der Teilchenenergie und der Frequenz des Lichtes, also mit der einfachen Formel

$$E = h \cdot f$$

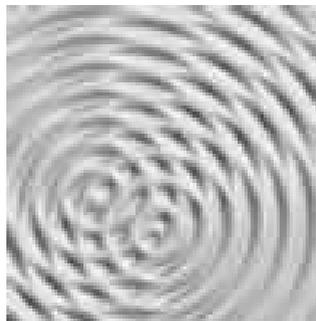
(die Proportionalitätskonstante  $h$  nennt man das „plancksche Wirkungsquantum“), konnte Einstein den photoelektrischen Effekt vollständig erklären. Er bekam dafür den Physik-Nobelpreis für das Jahr 1921.

Man hatte jetzt aber ein Problem: Da die Theorie über die Wellennatur des Lichtes eine Reihe von Effekten, wie etwa Beugung und Brechung, vollständig und exakt erklärte, die Partikeltheorie dies aber nicht leistete, konnte man die Wellentheorie nicht zugunsten einer Partikeltheorie aufgeben. Man musste wohl oder übel akzeptieren, dass zur vollständigen Erklärung aller Effekte des Lichtes zwei Theorien erforderlich sind. Wegen dieser Doppelnatur *zeigt* sich Licht bei Beobachtungen je nach Umstand in zwei krass verschiedenen *Erscheinungsformen*, mal als Welle und mal als Korpuskel, aber nie beides gleichzeitig. Man sagt, die beiden Erscheinungs-

formen seien komplementär. Die Doppelnatur des Lichtes nennt man auch die *Welle-Korpuskel-Dualität*.

Man könnte nun fragen: Was ist denn nun Licht wirklich? Von was sind denn nun die beiden Bilder Welle und Korpuskel Erscheinungsformen? Wie sieht das Ding „Licht“ denn nun wirklich aus, das sich je nach Blickwinkel so unterschiedlich zeigt? Vermutlich ist es sinnlos, diese Frage zu stellen. Vielleicht müssen wir uns in der Tat mit den Erscheinungen begnügen, wie dies Kant ja schon sagte: *Es sind demnach die Gegenstände der Erfahrung (d.h. die Erscheinungen) niemals an sich selbst, sondern nur in der Erfahrung gegeben, und existieren außerhalb derselben gar nicht*. So führt uns schon allein die Welle-Korpuskel-Dualität des Lichtes dazu, besser nicht mehr von der Existenz von Dingen-an-sich zu reden.

Zurück zu den Wellen und Korpuskeln. So verschieden die beiden Erscheinungsformen Welle und Korpuskel auch sind, irgendeinen Zusammenhang zwischen beiden müsste man aber doch finden können. Eine Welle ist etwas im Raum Ausgedehntes, das sich mit der Zeit verändert, man spricht auch von einer Raum-Zeit-Funktion. Jeder kennt aus dem täglichen Leben Wellen, z.B. in Form von Wasserwellen. Bei der Wasserwelle ist es die Höhe des Wasserpegels (in Metern), die an jeder Stelle der Wasseroberfläche anders ist und sich dabei in schwingender Weise mit der Zeit verändert. Bei elektromagnetischen Wellen (also auch bei Lichtwellen) ist diese veränderliche Größe die elektrische Feldstärke (in Volt/Meter). Abbildung 6.2-1 zeigt die Momentaufnahme einer typischen Welle in der Ebene.



*Abbildung 6.2-1: Momentaufnahme einer ebenen Welle*

Im dargestellten Fall handelt es sich um eine Überlagerung zweier von dicht benachbarten Punkten ausgehende Wasserwellen. Im Gegensatz dazu ist ein Korpuskel etwas, das man zu einer bestimmten Zeit an einer bestimmten Stelle annehmen muss. Es ist etwas Lokales und nichts Verteiltes. Wie kann man diese beiden konträren Dinge miteinander vereinbaren? Hier hilft der Begriff der Wahrscheinlichkeit. Die Physiker fanden heraus, dass man aus der Feldstärke der elektromagnetischen Welle eines Lichtstrahls an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit auf die

Wahrscheinlichkeit schließen kann, mit der man zu der betrachteten Zeit dort, z.B. mit dem photoelektrischen Effekt, ein Photon entdecken kann. Diese Interpretation ist experimentell hinreichend bestätigt und kann deshalb im pragmatischen Sinne als wahr angesehen werden. Damit reduziert sich aber die elektromagnetische Welle zu einem Hilfsmittel unseres Geistes zur Beschreibung der *Möglichkeit*, durch Beobachtung etwas für uns Handfestes oder „Reales“, nämlich ein Korpuskel, feststellen zu können. Das deckt sich mit Kants Aussage, dass man vor dem Auftreten einer bestimmten Erscheinung (in diesem Fall eines Photons) nur von einer diesbezüglichen Möglichkeit, nicht aber von Fakten reden kann.

Der duale Charakter des Lichtes zeigt uns, dass wir etwas, das als Welle in unsere Vorstellung Einzug gehalten hat, auch als Partikel deuten können. Dann müsste man doch etwas, das ursprünglich als Partikel Einzug in unsere Vorstellung gehalten hat, wie etwa ein Elektron, auch als Welle deuten können. Der französische Physiker Louis-Victor de Broglie postulierte dann auch 1924 solche Materiewellen, wonach auch ein Teilchenstrom sich als Welle äußern kann. Materiewellen sind in der Tat nachweisbar und werden in Elektronenmikroskopen benutzt, in denen Elektronenstrahlen anstelle von Lichtstrahlen verwendet werden. Elektronenmikroskope liefern eine höhere Auflösung (also bessere Bildschärfe) als Lichtmikroskope, weil bewegte Elektronen viel kleineren Wellenlängen entsprechen als denen des Lichts im sichtbaren Bereich. 1929 erhielt De Broglie zusammen mit O. W. Richardson für die Arbeiten zu Materiewellen den Nobelpreis.

Damit ist die Dualität zwischen Partikeln und Wellen perfekt. Wellen darf man als Partikel und Partikel als Wellen deuten. Gleichgültig, ob es sich um eine Lichtwelle oder eine Materiewelle handelt, aus der Intensität der Welle an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit kann man immer auf die Wahrscheinlichkeit schließen, mit der man dort ein entsprechendes Partikel bei einem Beobachtungsakt antreffen wird. Zu der oben bereits beschriebenen Energiegleichung kommt noch eine zweite einfache Gleichung hinzu, die den Impuls  $I$  des Teilchens mit der Wellenlänge  $\lambda$  (in Metern) verknüpft. Die Gleichung lautet

$$I = h / \lambda,$$

wobei die Konstante  $h$  wieder das plancksche Wirkungsquantum ist. Der Impuls eines bewegten Teilchens ist das Produkt aus der Masse des Teilchens (in Kilogramm) und seiner Geschwindigkeit (in Metern pro Sekunde).

Bei der Deutung einer Lichtwelle durch Licht-Teilchen hatten wir die Frage nach der wahren Natur des Lichtes gestellt. Bei der Deutung eines Materie-Teilchens durch eine Materiewelle stellt sich dann hier eine analoge Frage bezüglich der wahren Natur der Materie. Wir müssen es wohl auch hier bei den Beobachtungen belassen und bei allen Erscheinungen der Natur besser nicht nach einem dahinter steckenden „wahren“ Ding-an-sich suchen.

Wir haben in diesem Kapitel gelernt, dass wir die von uns beobachtete Welt dualistisch beschreiben müssen. Wir müssen Teilchen auch den Charakter einer Welle und

einer Welle auch den Charakter von Teilchen zubilligen. Wir haben auch gesehen, dass wir dabei die Raum-Zeit-Funktion der Welle als Wahrscheinlichkeitsfunktion interpretieren können, aus der wir für künftige Zeiten und alle Orte, an denen die Welle auftritt, bestimmen können, mit welcher Wahrscheinlichkeit wir bei einer Beobachtung dann und dort ein Teilchen feststellen würden. Damit haben wir den Grundstein gelegt für das Verständnis der Unschärferelation, die wir uns im nächsten Kapitel ansehen wollen. Die Dualität zwischen Welle und Partikel hat uns auch schon gezeigt, dass in dieser Welt die Frage nach einem Ding-an-sich wohl wenig Sinn hat. Und wir erinnern uns, dass dies nach Kants Beweisführung eine der Voraussetzungen war, in dieser Welt die Freiheit zu „retten“.

### ***6.2.2 Über Wellen- und Wahrscheinlichkeitsfunktionen und die Unschärferelation***

Fassen wir noch einmal zusammen: Die Welle-Korpuskel-Dualität lehrt uns, dass wir Wellen auch als Teilchen und Teilchen auch als Wellen interpretieren können. Dabei sind Wellen als Raum-Zeit-Funktionen zu verstehen, aus denen man auf die Wahrscheinlichkeit schließen kann, mit der man bei einer Messung ein dieser Welle zugeordnetes Teilchen entdecken kann. Bei der Untersuchung von Strahlungen oder Teilchenströmen in einer gegebenen Anordnung und Anfangssituation kann ein Physiker die zugehörige Wellenfunktion prinzipiell immer angeben. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion ergibt sich dann als das Quadrat des Betrages der Wellenfunktion und entspricht damit der Intensität der Welle. Beide Funktionen, die Wellen- und die Wahrscheinlichkeitsfunktion, werden oft in Scheiben parallel zur Orts- oder zur Zeitachse zerlegt dargestellt und verwendet, was wir im Folgenden auch oft tun werden. Oft interessiert man sich nur für die möglichen Auftrittsorte eines Teilchens zu einer bestimmten Zeit. Dann ist die Wellenfunktion eine reine Funktion des Ortes, man spricht auch von der zeitunabhängigen Wellenfunktion. Über die Veränderung dieser Ortsfunktion mit der Zeit ergibt sich wieder die gesamte Welle. Genauso kann man auch Scheiben entlang der Zeitachse bilden und erhält dann nur von der Zeit abhängige Funktionen. Eine solche Zeitfunktion beschreibt dann die sich mit der Zeit verändernde Wahrscheinlichkeit, dass ein Teilchen an einem festgelegten Ort entdeckt werden kann.

Schauen wir uns zunächst noch einmal etwas genauer an, was eine solche Wahrscheinlichkeitsfunktion eigentlich ist. Der Einfachheit halber gehen wir hier davon aus, dass der Ort der Teilchen nur entlang einer einzigen Raumkoordinate interessiert, die wir als  $x$ -Achse bezeichnen wollen. Eine Wahrscheinlichkeitsfunktion kann dann als „Gebirge“ über einer Ebene dargestellt werden, die durch die beiden Koordinaten des Ortes  $x$  und der Zeit  $t$  aufgespannt wird. Als Beispiel sei eine ebene, fortschreitende (z.B. Licht- oder Rundfunk-) Welle der Frequenz  $f_0$  mit konstanter Amplitude betrachtet, die entlang der ausgewählten Messkoordinate, der  $x$ -Achse, die Wellenlänge  $\lambda_0$  zeigt. Nehmen wir ferner an, dass wir diese Welle in einem „Messfenster“ beobachten wollen, welches auf den Ortsbereich  $\Delta x$  und die Zeitdauer

er  $\Delta t$  begrenzt ist. Dann sind die für unsere Beobachtung gültige Wellenfunktion und die zugehörige, in Abbildung 6.2-2 dargestellte Wahrscheinlichkeitsfunktion auch auf diesen Raum-Zeit-Bereich beschränkt.

Der Wert der Wahrscheinlichkeitsfunktion oder die Höhe des „Gebirges“ an einer bestimmten Stelle, sagen wir an dem Ort  $x_1$  zum Zeitpunkt  $t_1$ , der in der Darstellung dem Schwärzungsgrad an dieser Stelle entspricht, ist nun proportional zu der Wahrscheinlichkeit, mit der ein dieser Welle zugeordnetes Teilchen (hier ein Photon) bei einer Beobachtung in der engen Umgebung des mit den Koordinaten  $x_1$  und  $t_1$  beschriebenen Raum-Zeit-Punktes zu erwarten ist. Mit „enger Umgebung“ ist ein Flächenelement der kleinen räumlichen Ausdehnung  $\alpha$  und der kleinen zeitlichen Dauer  $\beta$  gemeint. Die Verhältnisse sind in Abbildung 6.2-2 verdeutlicht. Da die Amplitude der Welle, wie oben angenommen, konstant, also überall im Messfenster die Gleiche ist, ist auch die Wahrscheinlichkeit (als das Quadrat dieser Amplitude), mit der man an den verschiedenen Stellen innerhalb des Fensters ein Photon entdecken könnte, überall gleich groß, was in der Abbildung durch einen einheitlichen Grauwert dargestellt ist. Außerhalb des Fensters ist für diesen Beobachtungsvorgang die Wahrscheinlichkeit Null.

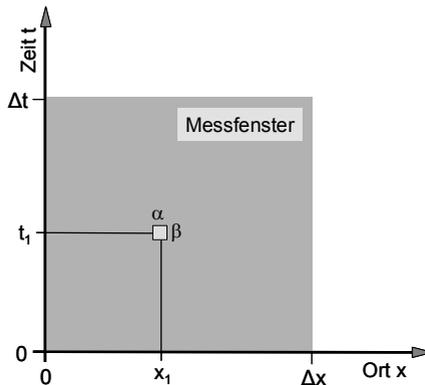


Abbildung 6.2-2: Wahrscheinlichkeitsfunktion einer ebenen Welle über Ort und Zeit

Nun lehrt uns die Mathematik, dass man jede Raum-Zeit-Funktion und damit auch unsere Raum-Zeit-Wellenfunktion ein-eindeutig, d.h. fehlerfrei hin und wieder zurück, in eine andere Funktion umrechnen kann, bei der anstelle der Zeit die Frequenz und anstelle des Ortes der reziproke Wert der Wellenlänge als unabhängige Veränderliche auftreten. So wie das Reziproke der Periode einer zeitlichen Schwingung Frequenz genannt wird, so nennt man auch das Reziproke der Wellenlänge einer Raumfunktion die Raumfrequenz, Ortsfrequenz oder auch Wellenzahl. Die Umrechnung einer Raum-Zeit-Funktion in eine Ortsfrequenz-Zeitfrequenz-Funktion nennt man die *Fouriertransformation*, und zwei über sie ein-eindeutig verknüpfte Funktionen nennt man ein *Fourierpaar*. Die Details dieser Transformation müssen wir hier

nicht verstehen; zwei Sätze zur Erklärung sollen genügen: Im Falle einer nur zeitabhängigen Funktion (das entspräche dem Verlauf der Wellenfunktion entlang einer Geraden parallel zur Zeitachse) beschreibt die Fouriertransformierte, aus welchen harmonischen (d.h. sinusförmigen) Grundschwingungen der verschiedenen Frequenzen man sich die Zeitfunktion zusammengesetzt denken kann. Bei einer nur von der Raumkoordinate abhängigen Funktion (das entspräche dem Verlauf der Wellenfunktion entlang einer Geraden parallel zur Ortsachse) beschreibt sie, aus welchen Anteilen sinusförmiger Grund-Ortsfunktionen der verschiedenen Raumfrequenzen man sich die Ortsfunktion zusammensetzen kann.

Wie wir im letzten Kapitel gesehen haben, ist aber wegen der Dualität von Wellen und Korpuskeln die Zeitfrequenz proportional der Energie eines Partikels und die Ortsfrequenz proportional zu seinem Impuls. Durch die Fouriertransformation haben wir also aus unserer Raum-Zeit-Wellenfunktion eine Impuls-Energie-Wellenfunktion gemacht, deren Betragsquadrat wieder eine Wahrscheinlichkeitsfunktion ist. Die ursprüngliche Wahrscheinlichkeitsfunktion nach Abbildung 6.2-2 sagt uns, mit welchen Wahrscheinlichkeiten wir bei einer Zeit- oder Ortsmessung Teilchen zu den verschiedenen Zeiten an den verschiedenen Orten entdecken werden. Die in Abbildung 6.2-3 dargestellte transformierte Wahrscheinlichkeitsfunktion sagt uns, mit welchen Wahrscheinlichkeiten wir Energiewerte sowie Impulswerte in Richtung der Messkoordinate  $x$  an Teilchen messen werden, von denen wir lediglich wissen, dass sie sich innerhalb des durch  $\Delta x$  und  $\Delta t$  charakterisierten „Messfensters“ aufgehalten haben müssen, wir sie aber nicht *genauer* vermessen haben; d.h. dass wir deren Orts- und Zeitkoordinaten nur mit den Ungenauigkeiten  $\Delta x$  und  $\Delta t$  kennen. Die Höhe des „Gebirges“, d.h. der Schwärzungsgrad in der Darstellung in Abbildung 6.2-3, etwa an der mit  $I_1$  und  $E_1$  gekennzeichneten Stelle, gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass wir dabei Impuls- und Energie-Werte messen, die in der engeren Umgebung von  $I_1$  und  $E_1$  liegen.

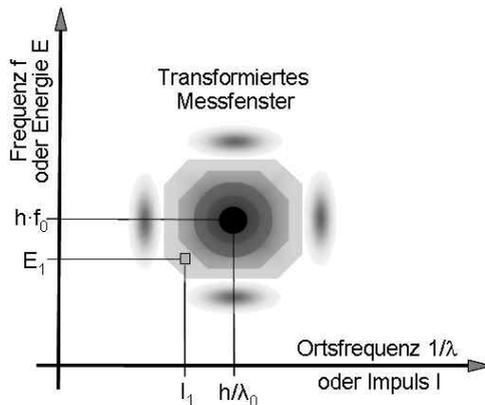


Abbildung 6.2-3: Wahrscheinlichkeitsfunktion einer ebenen Welle über Impuls und Energie

Abbildung 6.2.-3 ist nur eine grob qualitative Darstellung; die exakte Form ergibt sich als Produkt zweier quadrierter Spaltfunktionen (das sind Funktionen der Form  $(1/x)\sin(x)$ ), der einen als Funktion des Impulses und der anderen als Funktion der Energie. Das Impuls-Energie-Fenster ist nicht scharf begrenzt, die Wahrscheinlichkeitswerte konzentrieren sich aber im Wesentlichen auf einen Bereich mit den Abmessungen  $h/\Delta x$  in Impulsrichtung und  $h/\Delta t$  in Energierichtung um das Maximum bei  $h/\lambda_0$  und  $h\cdot f_0$ . Das durch  $\Delta x$  und  $\Delta t$  charakterisierte Orts-Zeit-Messfenster transformiert sich also in ein Impuls-Energie-Fenster der Abmessungen  $h/\Delta x$  und  $h/\Delta t$ . Die Abmessungen dieses transformierten Messfensters sind zwar wegen des kleinen Wertes von  $h$  im Allgemeinen auch recht kleine Zahlen, können aber je nach Wahl von  $\Delta x$  und  $\Delta t$  durchaus in die Größenordnung der Zentralwerte kommen. Grundsätzlich gilt ferner, dass ein *schmales* Orts- bzw. Zeitfenster zu einem *breiten* Impuls- bzw. Energiefenster führt und umgekehrt.

Fassen wir noch einmal zusammen: Die Orts-Zeit-Wellenfunktion und die Impuls-Energie-Wellenfunktion sind Fourierpaare, die *eindeutig* ineinander umgerechnet werden können. Das hat zur Folge, dass auch deren Betragsquadrate, die Wahrscheinlichkeitsfunktionen über der Orts-Zeit-Ebene und die über der Impuls-Energie-Ebene, miteinander verknüpft sind. Wenn also die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten eines Teilchens an den verschiedenen Orten zu den verschiedenen Zeiten festliegen (was sich in obigem Beispiel darin äußerte, dass die Orts- und Zeitkoordinaten des Photons mit den Ungenauigkeiten  $\Delta x$  und  $\Delta t$  bekannt waren), dann liegen auch die Wahrscheinlichkeiten für die möglichen Impulse und Energien fest, die sich bei einer Messung an dem Teilchen ergeben können. Die Größen in den Paaren Ort und Impuls einerseits sowie Zeit und Energie andererseits sind also *nicht* unabhängig voneinander festlegbar oder messbar, man sagt auch, sie sind *inkommensurabel*; manchmal spricht man auch von verschränkten Eigenschaften. Der Unterschied gegenüber der klassischen Physik ist erheblich und erstaunlich. Denn bisher war man gewohnt, dass ein Objekt unabhängig davon, wieweit sein Aufenthaltsort und sein Erscheinungszeitpunkt bereits festliegen (oder inwieweit man über diese Größen schon etwas weiß), beliebige Impuls- und Energiewerte haben kann. In der Mikrophysik gilt das offenbar nicht mehr.

Die separaten Unschärferelationen zwischen Ort und Impuls (oder Ort und Geschwindigkeit) sowie die zwischen Energie und Zeit erhält man durch Auswertung der Fourierpaare in Scheiben, einerseits entlang der Orts- und Impulsachsen, und andererseits entlang der Zeit- und Frequenzachsen. Sie wurden erstmals 1927 von dem deutschen Physiker Werner Heisenberg im Rahmen der Quantenmechanik formuliert. Was sie im Einzelnen aussagen, soll im Folgenden erläutert werden.

Wenn wir das mögliche Auftreten eines Teilchens (etwa eines Photons) auf einen kleinen Raumbereich, z.B. auf einen schmalen Spalt, begrenzen, durch den wir dieses Teilchen schießen, dann stellt sich das in der Wahrscheinlichkeitsfunktion über dem Ort als ein schmaler, aber hoher Streifen dar, dessen Breite der des Spaltes entspricht. Die Höhe des Streifens gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der man an einer

belieben Stelle innerhalb des Spaltes das Teilchen bei einer Messung antreffen würde. Ein schmaler hoher Streifen führt aber in der Fouriertransformierten, und damit in der Wahrscheinlichkeitsfunktion des Impulses, zu einem breiten, flachen Band; d.h. der Impuls kann dann sehr viele verschiedene Werte annehmen. Mit anderen Worten: Haben wir den Ort eines Teilchens in einer bestimmten Raumrichtung relativ genau eingegrenzt, etwa durch eine enge Blende oder durch eine vorangegangene genaue Orts-Messung, so können wir den Impuls und damit die Geschwindigkeit, die das Teilchen in dieser Raumrichtung zeigen wird, nur noch sehr ungenau vorhersagen oder festlegen. Im Grenzfall gilt: Wissen wir exakt, an welcher Stelle im Raum sich ein Teilchen bei der Beobachtung zeigen wird, oder haben wir seinen Ort bereits exakt vermessen, so kann eine anschließende Geschwindigkeitsmessung jeden beliebigen Wert (nach Betrag oder Richtung) ergeben, und wir sind auch prinzipiell nicht im Stande, diesen vorher herauszufinden. Es wirkt hier also der absolute Zufall. Kennen wir dagegen die Geschwindigkeit in Betrag und Richtung ganz genau, dann können wir nichts darüber aussagen, *an welcher Stelle* sich das Teilchen bei einer anschließenden Ortsmessung zeigen wird. Beispiele für zwei Korrespondenzen zwischen den Wahrscheinlichkeitsfunktionen von Ort und Impuls sind in Abbildung 6.2-4 dargestellt.

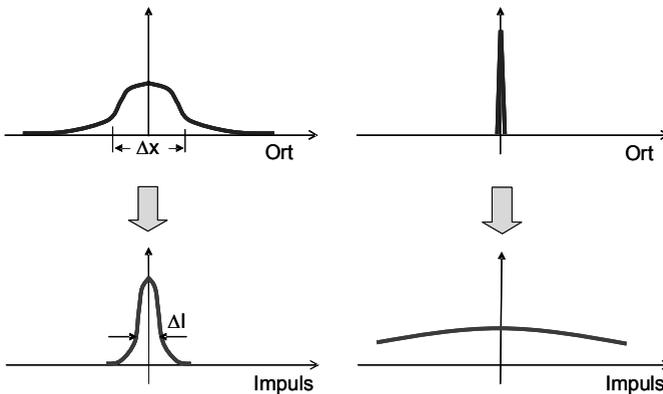


Abbildung 6.2-4: Korrespondenzen zwischen Wahrscheinlichkeitsfunktionen von Ort und Impuls bzw. Geschwindigkeit

Dasselbe gilt nun für die Größenpaare Zeit und Energie: Können wir einen Vorgang auf der Zeitachse eng begrenzen, dann wissen wir nur wenig über die Energie, die dabei im Spiel ist; wissen wir aber sehr genau, welche Energie bei einem Vorgang frei wird, dann sind wir sehr unsicher über den Zeitpunkt des Ereignisses.

Wir können uns die Unschärfe zwischen Ort und Geschwindigkeit auch auf anschauliche (aber nicht ganz korrekte) Weise allein aus der klassischen Physik wie folgt erklären: Wenn wir die Geschwindigkeit eines Teilchens messen wollen, müssen wir die Aufenthaltsorte auf seiner Flugbahn zu zwei verschiedenen Zeitpunkten messen

und den Abstand  $\Delta x$  der beiden Orte durch die verstrichene Zeit  $\Delta T$  dividieren. Dieser Quotient entspricht dann der mittleren Geschwindigkeit, mit der sich das Teilchen zwischen diesen beiden Orten bewegt hat. Welche Geschwindigkeit das Teilchen an einem bestimmten Punkt zwischen diesen beiden Orten hatte, wissen wir damit aber noch nicht. Wenn wir die Geschwindigkeit an einem exakt definierten Ort bestimmen wollten, müssten wir den Abstand  $\Delta x$  der beiden Punkte immer kleiner und schließlich zu Null werden lassen. Dabei wird dann aber auch die verstrichene Zeit  $\Delta T$  zu Null. Da jeder Messwert einer physikalischen Größe mit Messfehlern behaftet ist, dividiert man im Grenzfall, wenn  $\Delta x$  und  $\Delta T$  dem Wert Null nahe kommen, nur noch Messfehler durcheinander, wobei sich jeder beliebige Wert ergeben kann. Dasselbe ergibt sich sogar auch dann, wenn wir annehmen, wir könnten wenigstens eine der beiden Größen Ort oder Zeit beliebig genau messen. Eine bestimmte Geschwindigkeit können wir in der Praxis also immer nur für eine, wenn auch kleine, Strecke definieren, nie genau für einen Punkt. D.h., eine genaue Geschwindigkeitsangabe passt nicht zu einer genauen Ortsangabe.

Formelmäßig lauten die Ungleichungen der Unschärferelation:

$$\Delta x \cdot \Delta I \geq h/4\pi \quad (U1)$$

$$\Delta t \cdot \Delta E \geq h/4\pi \quad (U2)$$

Darin sind die Größen auf der linken Seite der ersten Formel die Ungenauigkeiten des Ortes  $x$  und des Impulses  $I$  (bei bewegten Teilchen also des Produktes aus seiner Masse und der Ungenauigkeit der Geschwindigkeit) und in der zweiten Formel die Ungenauigkeiten der Zeit eines Ereignisses und der Energie. Die rechte Seite beider Formeln stellt eine Konstante dar, die sich aus dem bereits erwähnten planckschen Wirkungsquantum und der Kreiszahl  $\pi = 3,141592\dots$  zusammensetzt. Das Zeichen  $\geq$  besagt, dass entweder beide Seiten gleich sein müssen oder die linke Seite größer sein muss als die rechte. Diese Unterscheidung muss hier gemacht werden, da das Gleichheitszeichen nur bei ganz bestimmten (den gaußförmigen) Verläufen der Amplitude der Wellenfunktionen gilt, bei allen anders geformten Wellenfunktionen muss die linke Seite größer sein als die rechte. Man sieht an der ersten Ungleichung leicht, dass bei genauer werdender Ortskenntnis, d.h. kleiner werdendem  $\Delta x$ , die Ungleichung nur erfüllt werden kann, wenn  $\Delta I$  größer wird, wir also immer weniger über die Geschwindigkeit wissen oder, wie man salopp sagt, die Geschwindigkeit immer unschärfer wird.

Es muss hier aber gesagt werden, dass wegen der geringen Größe des in die Gleichungen eingehenden planckschen Wirkungsquantums und der großen Massen diese Unschärfen bei makroskopischen Körpern im Allgemeinen so klein sind, dass sie sich an diesen nicht direkt nachweisen lassen. Manchmal werden allerdings die Unschärfen sichtbar, wie etwa bei der Beugung von Licht an einem Spalt. Die Streuung der Photonen in verschiedene Richtungen hinter dem Spalt, die wir als Beugungsmuster beobachten, wird durch die Unschärfe der Impulskomponente der Photonen in der Richtung quer zum Spalt verursacht. Sie kann aber auch als Unschärfe der

Flugrichtung der Photonen verstanden werden, die als Folge davon auftritt, dass man ihnen den Weg durch den schmalen Spalt vorgeschrieben hat und jedes einzelne Photon sich dann aus dem breiten Spektrum der möglichen Richtungen nach dem Prinzip des absoluten Zufalls eine aussucht.

Zum Abschluss dieses Kapitels wollen wir uns noch eine Auswirkung der Unschärferelation beim Zerfall von radioaktiven Atomen ansehen. Wenn ein radioaktives Atom zerfällt, wird ein Lichtquant von einer bestimmten Frequenz freigesetzt. Wie man feststellt, fällt diese Frequenz bei derselben Substanz bei jedem Zerfall ein wenig anders aus. Man erhält so auf der Frequenzachse für jedes radioaktive Material ein typisches Bündel von Frequenzen. Die Breite dieses Bündels, die man auch Linienbreite nennt, ist zu deuten als Unschärfe der Frequenz der freiwerdenden Lichtquanten. Da Energie und Frequenz proportional zueinander sind, entspricht die Frequenzunschärfe einer Unschärfe der Energie, die bei diesem Vorgang frei wird. Nach der Unschärferelation (U2) für die Größenpaare der freigesetzten Energie und der Ereigniszeit kann man damit aus der Linienbreite abschätzen, wie lange man im Mittel nach dem Beginn der Beobachtung eines solchen Atoms auf das Ereignis seines Zerfalls warten muss. Der Zusammenhang wird besonders einfach, da sich das Wirkungsquantum  $h$  in diesem Fall herauskürzt. Es ergibt sich:

$$\Delta t \cdot \Delta f \geq 1/4\pi \quad (\text{U3})$$

Man nennt die zu vermutende Wartezeit  $\Delta t$  auch die mittlere Lebensdauer des Atoms. Sie entspricht etwa (aber nicht genau) der Halbwertszeit des radioaktiven Materials. Letztere ist als die Zeit definiert, nach der durch den fortlaufenden Zerfall nur noch genau die Hälfte der ursprünglichen Menge des Materials vorhanden ist. Interessant ist, dass wir außer diesen Mittelwert-Aussagen (wie mittlere Lebensdauer oder Halbwertszeit) nichts über den Zerfallszeitpunkt eines bestimmten Atoms aussagen können. Nach der heutigen, gängigen (Kopenhagener) Deutung der Quantenmechanik ist dies auch prinzipiell nicht möglich. Wir haben es also auch hier, wie bei der Beugung des Lichts am Spalt, mit dem absoluten Zufall zu tun. Ferner ist interessant, dass sich beim radioaktiven Zerfall wie schon bei der Beugung am Spalt die Unschärferelation unmittelbar in der makroskopischen Welt beobachten lässt. Über weitere Auswirkungen der quantenmechanischen Unschärfen in der makroskopischen Welt werden wir noch in einem späteren Kapitel reden.

Die Unschärferelation in der Version (U3) ist übrigens nicht nur in der Physik, sondern auch bei der Informationsübertragung von Bedeutung. Dabei werden oft Signale gesucht, die kürzest mögliche Dauer mit möglichst geringer Bandbreite verbinden. Die Unschärferelation setzt hier Grenzen.

Wir haben in diesem Kapitel gesehen, dass die Welle-Korpuskel-Dualität, die Proportionalitäten zwischen Energie und Frequenz sowie zwischen Impuls und Ortsfrequenz oder Wellenzahl, die Interpretation einer Welle als Wahrscheinlichkeitsfunktion und eine einfache mathematische Transformation zu dem Postulat führen, dass die Größen in den Paaren Energie/Zeit und Impuls/Ort nicht unabhängig von-

einander gemessen oder festgelegt werden können. Dies führt zur Unschärferelation, die besagt, dass immer nur eine der beiden Größen eines solchen Paares inkommensurabler Größen genau bestimmt oder festgelegt werden kann, die jeweils andere dann aber nur ungenau vorhersagbar ist. Auch der Zusammenhang zwischen der mittleren Lebensdauer eines radioaktiven Atoms und der Breite der beim Zerfall gemessenen Spektrallinien der freiwerdenden Photonen ist über die Unschärferelation gegeben. Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, dass es außer den Paaren Ort-Impuls und Zeit-Energie auch noch andere Paare inkommensurabler physikalischer Größen gibt, die auch einer Unschärferelation unterliegen (wie etwa Winkelposition und Drehimpuls). Diese brauchen wir hier aber nicht näher zu betrachten.

### **6.2.3 Der Messprozess in der Quantenmechanik oder vom Möglichen zum Faktischen**

Zunächst wollen wir noch einmal den Fall eines Teilchens, etwa eines Photons, mit seiner Wellenfunktion in einer bestimmten Messanordnung betrachten. Nehmen wir nun an, wir wollten bei der Messung herausfinden, an welchem Ort sich das Teilchen zu einer bestimmten Zeit zeigt. Vor der Messung können wir aus der (zeitunabhängigen) Wellenfunktion die Wahrscheinlichkeiten für das Erscheinen des Teilchens zum Messzeitpunkt an allen in der Anordnung möglichen Orten vorausberechnen. An welchem der möglichen Orte es sich dann aber tatsächlich spontan zeigen wird, ist prinzipiell vor der Messung nicht herauszufinden. Man kann auch sagen, das Teilchen habe die „Freiheit“, sich aus den möglichen Erscheinungsorten einen auszusuchen. Wenn es bei der Messung dann irgendwo erscheint, ist im Moment der Beobachtung aus einer der Möglichkeiten Sicherheit geworden. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeitsfunktion und damit die (zeitunabhängige) Wellenfunktion in diesem Moment zu einem „Peak“ an *der* Stelle zusammenschrumpft, an der das Teilchen erscheint. Man sagt auch, die Wellenfunktion sei *kollabiert*, wodurch die vor der Messung vorhandene Wahlfreiheit vernichtet wird. Da sich aber nicht gleichzeitig mit dem Ort auch die Geschwindigkeit des Teilchens bestimmen oder festlegen lässt, können wir seine zukünftigen Aufenthaltsorte nicht exakt vorausberechnen, sondern nur ungenau schätzen. Dadurch beginnt sich die Orts-Wellenfunktion, wenn wir das Teilchen sich selbst überlassen, allmählich wieder zu verschmieren. Es verwandelt sich also die bei der Messung gewonnene Gewissheit über den Ort wieder in Möglichkeiten. Man kann auch sagen, das Teilchen gewinne wieder an Freiheit. Diese zeitliche Weiterentwicklung einer Wellenfunktion wird mit einer nach dem österreichischen Quantenphysiker Erwin Schrödinger (1887-1961) benannten Gleichung beschrieben. Da es sich bei der Schrödingergleichung um eine lineare Differentialgleichung handelt, verändert sich die Wellenfunktion zwischen zwei Beobachtungen also rein deterministisch. Es ist schon bemerkenswert, dass die Quantenmechanik die Entwicklung der Wahrscheinlichkeiten *nichtdeterministischer* Vorgänge auf *deterministische* Weise beschreibt, und das sogar noch über einem besonders einfachen, *linearen* Zusammenhang.

Bisher haben wir uns nur mit einer bestimmten Art von Beobachtungen beschäftigt, nämlich der, festzustellen, an welchem Ort in einer Anordnung zu einer gegebenen Zeit ein Teilchen (etwa ein Photon) auftritt. Im Zusammenhang damit hatten wir uns dann auch dafür interessiert, welche Energien und Impulse dabei gemessen werden können. Für diesen Fall ist die beschreibende Wellenfunktion eine sich mit der Zeit verändernde Ortsfunktion, die die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten des Teilchens an allen möglichen Orten angibt. Die Wellenfunktion enthält in diesem Fall alles, was wir hinsichtlich des Ortes des Teilchens zu diesem Zeitpunkt wissen können; man nennt sie deshalb auch den (sich mit der Zeit ändernden) Orts-Zustand des Teilchens. Nun gibt es aber außer dem Ort auch noch andere messbare physikalische Größen, wie etwa die Länge eines Objektes, den Spin (etwa „Drehsinn“) oder die Masse eines Elektrons, die Polarisationssebene (d.h. die Schwingungsebene) eines Photons, den Drehimpuls eines rotierenden Objektes, die elektrische Spannung einer Batterie oder auch den Lebenszustand eines Lebewesens mit den zwei möglichen Werten „tot“ und „lebendig“. Auch diese Zustände sind physikalisch mit Wellenfunktionen beschreibbar, aus denen die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der verschiedenen möglichen Werte bei einer Beobachtung abgelesen werden können.

Nun kann man bei jedem Experiment die zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebene (zeitunabhängige) Wellenfunktion in Summanden zerlegen, die jeder für sich *ein* mögliches Ergebnis der Messung zum Messzeitpunkt repräsentiert. Beim Beispiel der Ortsmessung wäre das für jeden Ort, an dem das Teilchen auftauchen könnte, eine Teil-Wellenfunktion, die genau an dieser Stelle einen Peak (oder eine Spitze) aufweist und sonst überall verschwindet (d.h. den Wert Null hat). Bei der Messung des Ladezustands einer 1,5-Volt-Batterie wären das Teilwellenfunktionen, die jede bei einem der möglichen Spannungswerte zwischen 0 und 1,5 Volt einen Wert hat und sonst verschwindet. Beim Lebenszustand eines Lebewesens gäbe es *eine* Teilfunktion, die nur beim Zustand „tot“ einen Wert hat und *eine zweite*, die nur beim Zustand „lebendig“ einen Wert aufweist. Man kann einen Mess- oder Beobachtungsprozess auch so beschreiben, dass dabei eine dieser individuellen Wellenfunktionen ausgewählt wird. Da die Gesamtwellenfunktion als Summe der Teil-Wellenfunktionen für alle möglichen Messergebnisse (wie oben definiert) auch Zustand des Systems genannt wird, spricht man beim Kollaps der Wellenfunktion auch von einer Zustandsreduktion.

Generell kann man sagen, dass jeder Messprozess aus einer Menge von nach der zugehörigen Wellenfunktion möglichen Ergebnissen eines spontan auswählt und damit Realität werden lässt. Welches der möglichen Ergebnisse real wird, ist grundsätzlich vor der Messung nicht bestimmbar. Das kann man nur so interpretieren, dass für die letztendliche Auswahl der absolute Zufall verantwortlich ist. Ein schönes Beispiel für einen solchen Messprozess hatten wir in Form der Beobachtung des Zerfalls eines radioaktiven Atoms schon im letzten Kapitel betrachtet. Auch dabei hatten wir festgestellt, dass wir keine Möglichkeit haben, vor dem Zerfall herauszubekommen, wann dieser stattfinden wird. Messen heißt also immer, eine Vielzahl von Möglich-

keiten auf eine einzige zu reduzieren. Es kollabiert immer eine Wellenfunktion auf die dem jeweiligen Messergebnis zugeordnete Teilfunktion, beim Atomzerfall auf der Zeitachse, bei der Bestimmung des Auftritts-Ortes eines Teilchens auf der Ortsachse. Alle anderen, vorher als möglich angesehenen Alternativen wurden durch den quantenmechanischen Zufall ausgesondert. Dies geschieht mit einem Messapparat, man sagt auch einem Messoperator, der zusammen mit dem Messobjekt ein Gesamtsystem ergibt, an dem dann die eigentliche Messung vorgenommen wird. Wegen dieser Verstrickung von Messobjekt und Messapparatur misst der Apparat immer auch seinen Einfluss auf das Objekt mit; man kann auch sagen, er misst *sich selbst* immer ein bisschen mit. Die Wellenfunktion des Gesamtsystems ergibt sich als Verknüpfung der Wellenfunktionen von Messobjekt und Messapparat. Durch diese Verkopplung, man kann auch sagen durch den Selbstbezug des sich selbst Mitmessens des Messapparats, vergrößert sich im Allgemeinen die Menge der möglichen Messwerte, das Messergebnis wird also unschärfer. In Kapitel 3.1 hatten wir schon gesehen, dass auch bei logischen Aussagesätzen durch Selbstbezüge eine Aussage unscharf werden kann.

Nun ist es aber auch möglich, durch unterschiedliche Beobachtungsvorgänge die Wellenfunktion in unterschiedlicher Weise so zu verändern, dass je nach Messvorgang und Messmethode die Wahrscheinlichkeiten der möglichen Ergebnisse unterschiedlich verteilt sind. Wenn man etwa mit einer Messung eine besondere neue Art von Teilchen nachweisen möchte, dann wird man den Versuch so planen, dass in der gesamten Wellenfunktion von Messobjekt und Messapparat die Komponente für dieses Teilchen besonderes Gewicht hat, dieses Teilchen also mit einer möglichst hohen Wahrscheinlichkeit auch bei der Messung erscheint.

Bei Messungen im täglichen Leben, also bei makroskopischen Messobjekten, kann man die Beeinflussung der Messung durch den Messapparat im Allgemeinen (mit einigen Ausnahmen, etwa auf dem Gebiet der Psychologie) vernachlässigbar klein halten, im atomaren Bereich geht das aber nicht mehr. Auch ist bei üblichen technischen Messungen die Unschärfe, also die prinzipielle Ungewissheit über das zu erwartende Messergebnis, vernachlässigbar klein; d.h. man kann meistens das Messergebnis recht genau vorausberechnen, Unschärfen gibt es hier meist nur in der Größenordnung des thermischen Rauschens.

Bei Messungen auf atomaren oder subatomaren Skalen wird in aller Regel sogar das Messobjekt selbst durch den Messvorgang bleibend verändert, was im Makroskopischen im Allgemeinen auch nicht der Fall ist. Denn die Messung eines Quantenzustands schafft ja durch den Kollaps der Wellenfunktion Fakten, der beobachtete Teil der Welt kann also nach der Beobachtung gar nicht mehr genau derselbe sein wie vorher. Dadurch ergeben sich bei am selben Messobjekt hintereinander durchgeführten unterschiedlichen Messungen Ergebnisse, die bei Vertauschung der Reihenfolge i.a. anders ausfallen. Das Ergebnis der ersten Messung verändert oft die Wahrscheinlichkeiten der möglichen Ergebnisse der zweiten Messung, wie wir das ja schon von der Messung der inkommensurablen Größen Ort und Impuls eines Teil-

chens kennen. Ein krasses Beispiel für einen solchen Fall ist die Ermittlung des Auftritts-Ortes eines einzelnen Photons mittels des photoelektrischen Effektes, wobei das Photon bei der Messung zwar de facto erst entsteht, aber gleich wieder und für immer vernichtet wird und dafür ein Elektron frei wird. Das Messobjekt hat sich also durch diese Messung dramatisch verändert. Ein anderes Beispiel ist die Messung der Polarisationssebene (d.h. der Schwingungsebene) eines Photons. Dabei wird durch die Messung die Polarisation selbst in unvorhersehbarer Weise verändert.

Es ist äußerst erstaunlich, dass es ähnliche Effekte auf einem ganz anderen Gebiet gibt, nämlich im Bereich des menschlichen Zusammenlebens, etwa bei Versammlungen, in denen durch Abstimmung Entscheidungen getroffen werden müssen. Dabei hat oft auch die Reihenfolge der Themen einen entscheidenden Einfluss auf die Abstimmungsergebnisse (d.h. auf die „Messergebnisse“ der Abstimmung). Hierzu ein Beispiel: In einer Vereinsversammlung soll über zwei Anschaffungen A und B entschieden werden, von denen A nur 100 Euro, B dagegen 1000 Euro kostet. Nehmen wir nun an, dass aus Umfragen bekannt sei, dass beide Anschaffungen von ca. 50% der Vereinsmitglieder befürwortet werden. Die Frage für den Versammlungsleiter ist nun, in welcher Reihenfolge er die beiden Anschaffungen zur Abstimmung bringen soll. Spielen wir einmal beide Fälle durch:

*1. Fall:* Die teure Anschaffung B wird *vor* der billigen A behandelt. Wird dann bei der ersten Abstimmung die teure Anschaffung B genehmigt, so kann man fast sicher sein, dass danach auch die billige A genehmigt wird, da die geringen Kosten von A gegen die von B zu vernachlässigen sind; wird B abgelehnt, dann wird man dem Antragsteller aber entgegenkommen und ihm wenigstens das billige A genehmigen. Ob B genehmigt wurde oder nicht, in beiden Fällen ist fast sicher mit der Zustimmung zur Anschaffung A zu rechnen, während die Chance einer Zustimmung für B bei 50 % geblieben ist.

*2. Fall:* A wird vor B behandelt. Wird dann bei der ersten Abstimmung schon die billige Anschaffung A abgelehnt, so wird sich für die teure Anschaffung B erst recht keine Mehrheit finden; wird dagegen A (womöglich nach langen Diskussionen) genehmigt, werden die Mitglieder kaum mehr geneigt sein, dem Antragsteller auch noch die teure Anschaffung B zu genehmigen. In diesem Fall hat B also kaum eine Chance, während die Chance für A bei 50% geblieben ist.

Wir sehen, dass die in der Versammlung erzeugten Abstimmungs- (oder „Mess“-) Ergebnisse deutlich von der Reihenfolge abhängen, genauso wie das bei mikrophysikalischen Messungen im Allgemeinen der Fall ist. Diese Kenntnis kann von der Versammlungsleitung natürlich ausgenutzt werden.

Wir müssen jetzt noch klären, was wir denn alles unter einer Beobachtung oder einer Messung verstehen wollen. Neben den von Menschen durchgeführten Messungen und Beobachtungen, von denen wir bisher vorwiegend gesprochen haben, müssen wir grundsätzlich jede Wechselwirkung eines Teils der Welt mit einem anderen als einen Beobachtungsprozess auffassen. Denn bei jeder Wechselwirkung „erfährt“ ein

Teil der Welt etwas über einen anderen. So beobachtet z.B. der Spalt in einer Blende ein durch ihn hindurch tretendes Photon, und veranlasst es dadurch, sich für eine Durchtrittsrichtung zu entscheiden. Und wenn ein Lichtquant auf einen halbdurchlässigen Spiegel trifft, ist der Spiegel der Beobachter, der dem Teilchen die Entscheidung abverlangt, den Spiegel zu passieren oder an ihm zu reflektieren. Das bedeutet, dass jeder Teil der Welt permanent viele andere Teile beobachtet und sich so alle Teile der Welt permanent gegenseitig erscheinen. Sie erscheinen sich gegenseitig durch eine Vielzahl von Eigenschaften; eine davon ist z.B. die Gravitation, die durch ihr Erscheinen beim anderen Objekt als Kraft wirkt. Man kann auch sagen, dass so, wie der Mensch durch die Beobachtung eine bestimmte Eigenschaft erzeugt, alle Teile der Natur durch Wechselwirkungen mit anderen sich gegenseitig nicht nur erscheinen, sondern sich sogar erst durch diese Art von Beobachtung erzeugen. Solange hinsichtlich einer Eigenschaft eines Teils der Welt keine Wechselwirkungen mit der Umwelt bestehen, also keine Beobachtung stattfindet, gibt es nur die durch die Wellenfunktion beschriebenen Möglichkeiten hinsichtlich dieser Eigenschaft, von Fakten kann man noch nicht reden. Erst eine Beobachtung bzw. eine Wechselwirkung erzwingt oder erzeugt ein Faktum. Eine Beobachtung kann nun aber immer auch als Frage danach aufgefasst werden, welcher der laut Wellenfunktion möglichen Werte sich einstellt. Dies führt zu dem überaus merkwürdigen Ergebnis, dass offenbar Fakten erst durch Fragen danach geschaffen werden. Man kann auch sagen, die reale, diesseitige Wirklichkeit entsteht aus den zwei abstrakten Größen *Möglichkeit* und *Fragestellung*.

Ich will dieses Kapitel nicht schließen, ohne das in allen Standardwerken zur Quantenmechanik benutzte Beispiel von „Schrödingers Katze“ zu erwähnen: In einem von der Außenwelt hermetisch abgeschlossenen Kasten sind eine Katze, ein radioaktives Atom und ein Tötungsmechanismus untergebracht, der beim Zerfall des Atoms die Katze umbringt. Dabei wird eine so vollständige Trennung des Innenraumes von der Außenwelt angenommen, dass keinerlei Wechselwirkung mit der Außenwelt stattfindet, die ja auch einer Beobachtung gleichkäme. Wir als Außenstehende kennen das radioaktive Material und wissen, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Atom zerfallen ist, nach – sagen wir – zehn Minuten genau 50% beträgt. Solange niemand den Kasten geöffnet, nachgeschaut und damit eine Wechselwirkung des Innenraumes mit der Außenwelt hergestellt hat, ist der Zustand des Systems zu diesem Zeitpunkt die Überlagerung der gleich wahrscheinlichen Wellenfunktionen für die Ergebnisse „Katze lebendig“ und „Katze tot“. Mit fortschreitender Zeit wird die Teilfunktion für „tot“ immer größer und die für „lebendig“ immer kleiner werden. Wird der Kasten geöffnet und nachgeschaut, so kollabiert die Wellenfunktion auf eine der beiden Möglichkeiten. Vom Standpunkt der Quantenmechanik hat es vor dem Öffnen keinen Sinn, davon zu reden, dass die Katze entweder tot oder lebendig sei, deshalb müssen wir sie nach zehn Minuten in der Tat als halb tot und halb lebendig bezeichnen.

Wir haben in diesem Kapitel gesehen, dass jede Messung aus einer Menge von mög-

lichen Ergebnissen, die in der Wellenfunktion kurz vor der Messung erkennbar sind, eine auswählt und so aus einer Möglichkeit Realität werden lässt. Dabei kollabiert die Wellenfunktion auf den Teil, der diesem aufgetretenen Ergebnis entspricht. Nach der Messung verschmiert sich die Wellenfunktion wieder und öffnet dabei wieder anderen Ergebnissen den Weg, die dann bei einer nächsten Messung mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit auftreten können. Realität wird somit lediglich bei der Beobachtung selbst erzeugt, vorher und nachher regieren Wahrscheinlichkeiten das Feld. Zwischen zwei Messungen oder Beobachtungen von Tatsachen zu sprechen, hat keinen Sinn.

### **6.2.4 Zusammenfassung, Deutung und Interpretationen**

In diesem Kapitel wollen wir zunächst das zusammenfassen, deuten und ergänzend interpretieren, was wir in den letzten drei Kapiteln behandelt haben:

1. Es gibt inkommensurable Größenpaare, die sich nicht unabhängig voneinander messen lassen. Kennt man den Wert einer Größe eines solchen Paares genau, so kann man über die andere nach der Unschärferelation nur eine ungenaue Angabe machen. Eines dieser Größenpaare besteht aus dem Ort eines Teilchens und seinem Impuls. Objekte können nun aber kaum die Eigenschaft eines bestimmten *Impulses haben*, wenn dieser davon abhängt, was ich über den *Ort* bereits *weiß*. Daraus muss man bereits folgern, dass die Werte der physikalischen Größen nicht den Objekten an sich anhaften, sondern beim Beobachtungsvorgang, einem Messvorgang oder einer anderen Wechselwirkung erst *erzeugt* werden. Im letzten Kapitel hatten wir ja auch schon besprochen, dass es vor einer Beobachtung nur Möglichkeiten und noch keine Fakten gibt.

2. Aus dem Umstand, dass Objekte offenbar eine Eigenschaft nicht *haben*, muss man entweder fordern, den Begriff der Eigenschaft oder den des Objektes fallen lassen zu müssen. Den Begriff „Eigenschaft“ können wir schlecht fallen lassen, denn wir brauchen ihn weiter, um das zu beschreiben, was bei einer Messung erscheint. Also müssen wir den Begriff „Objekt“ fallen lassen. Das bedeutet aber, dass wir nur noch von Eigenschaften reden können, die bei Beobachtungen erscheinen, nicht mehr von (unabhängig von den Beobachtungen existierenden) realen Objekten. Bei unseren Beobachtungen erscheinen uns Eigenschaften wie etwa Ort, Impuls, Energie, etc. Die Annahme eines realen, dauerhaften Objektes, das diese Eigenschaften haben sollte, also von einem Ding-an-sich zu reden, ergibt keinen Sinn. Man kann auch sagen, dass wir in einer Welt von Eigenschaften leben, nicht in einer Welt von Dingen oder Objekten.

In einer Welt von Eigenschaften kann man sich nun ganz andere Effekte vorstellen als in einer Welt von Objekten. So etwa Effekte der Nichtlokalität in Raum oder Zeit. Denn von einem Objekt hatten wir erwarten können, dass es *hier* und *jetzt* ist; Eigenschaften, wie ein ganz bestimmter Messwert oder eine ganz bestimmte Beobachtung, sind nicht unbedingt diesen Beschränkungen unterworfen, sie können auch

gleichzeitig an mehreren Orten auftreten. So etwas wird z.B. an verschränkten Photonen beobachtet. Das sind Photonen, die in bestimmten Prozessen gemeinsam erzeugt wurden oder durch eine so genannte Bell-Zustandsmessung miteinander verschränkt, man kann auch sagen, für ewig verheiratet wurden. Wenn man diese beiden Lichtquanten trennt und sie dann in beliebiger Entfernung voneinander zur gleichen Zeit auf je einen halbdurchlässigen Spiegel treffen lässt, so wird eine Beobachtung ergeben, dass das eine Photon genau dann seinen Spiegel passiert bzw. an ihm reflektiert wird, wenn das andere an seinem Spiegel genau dasselbe tut. Sie verhalten sich also synchron. Photonen kann man auch so miteinander verschränken, dass sie sich immer genau entgegengesetzt verhalten, dass sie etwa immer mit senkrecht zueinander stehenden Polarisierungsebenen (d.h. Schwingungsebenen) erscheinen. Dieses „abgesprochene“ Verhalten liegt darin begründet, dass beide Teilchen bezüglich der betrachteten Eigenschaft nur eine gemeinsame Wellenfunktion besitzen, die sich nicht in unabhängige Teilfunktionen zerlegen (d.h. faktorisieren) lässt und bei einer Beobachtung nur auf ein gemeinsames Verhalten kollabieren kann. Verschränkte Teilchen haben *keine* voneinander unabhängige Identität, sie sind eigentlich nur ein einziges (Doppel-) Teilchen, das sich an verschiedenen Orten, die auch beliebig weit voneinander entfernt sein können, in bestimmten Eigenschaften synchron oder komplementär äußert. Wie oben erwähnt, kann eine solche Verschränkung auch durch eine Bell-Zustandsmessung erzeugt werden, bei der die Differenz zwischen den Eigenschaften zweier Teilchen festgelegt wird. Ihnen wird also durch die Messung die Freiheit bezüglich des Unterschieds der betrachteten Eigenschaft „genommen“, und sie können deshalb in dieser Eigenschaft kein unabhängiges Verhalten mehr zeigen. Abgegrenzte Teile der Welt haben offenbar nur dann eine individuelle Identität und unabhängigen Verhaltensspielraum hinsichtlich bestimmter Eigenschaften, wenn sie eine von anderen Teilen der Welt in diesen Eigenschaften unabhängige Wellenfunktion besitzen. Identität und Autonomie sind also über die Wellenfunktion definiert und nicht über räumliche Distanz.

Einstein nannte solche räumlichen Nichtlokalitäten auch spukhafte Fernwirkung. Eine Parallele zu diesem physikalischen Effekt findet man, wieder einmal, in der Gesellschaft, wenn Menschen ihre eigene Identität teilweise aufgeben und sich zu einem mehr oder weniger synchronen oder komplementären Verhalten zusammenschließen. Das ist etwa in einer Zweierbeziehung der Fall, kann aber auch z.B. durch einen einflussreichen, charismatischen Führer bei einer größeren Menge von Menschen erreicht werden. Man kann sogar sagen, dass bei *jeder* Beziehung zwischen Individuen wie auch zwischen physikalischen Teilchen diese durch die Wechselwirkungen immer ein wenig miteinander verschränkt werden und damit einen Teil ihrer eigenen Identitäten zu Gunsten einer gemeinsamen aufgeben. In Bezug auf die Strukturen menschlicher Gesellschaften werden wir auf dieses Phänomen in Kapitel 9.3.1 noch einmal zurückkommen.

3. Beim Übergang vom Möglichen zum Faktischen, also bei einem Mess- bzw. Beobachtungsvorgang, kann man *vor* der Messung grundsätzlich nur die Wahrschein-

lichkeiten angeben, mit denen mit dem Eintreffen bestimmter Ergebnisse zu rechnen ist. Der Messapparat wird durch seine Verknüpfung mit dem Objekt immer die Messung beeinflussen. Er wird in der Regel die Unschärfe *dadurch* vergrößern, dass er sich selbst immer ein bisschen mitmisst; in jeder Beobachtung ist also immer auch ein Teil „Eigenbeobachtung“ enthalten. Der Messapparat kann auch die Wahrscheinlichkeit für bestimmte Ergebnisse anheben; auf ein einziges Ergebnis wird das Spektrum der Möglichkeiten aber erst bei der Messung reduziert. Vorher genau herauszufinden, welches der Ergebnisse sich einstellen wird, ist prinzipiell unmöglich, es sei denn, es gäbe nur eine einzige Möglichkeit. Nicht nur eine vom Menschen durchgeführte Messung ist eine Beobachtung. Durch die vielfältigen Wechselwirkungen in der Natur beobachten sich alle Teile der Natur permanent und erzeugen sich gewissermaßen gegenseitig; den philosophischen Konsequenzen daraus wollen wir hier nicht weiter nachgehen. Durch Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen der Welt sind deren Wellenfunktionen auch immer verknüpft (sie haben streng genommen alle zusammen eine gemeinsame Wellenfunktion). Durch diese teilweisen Verschränkungen können die Ergebnisse von Beobachtungen an verschiedenen Teilen der Welt auch *nie vollständig unabhängig voneinander* sein. Da die bei einer Messung beobachteten Eigenschaften ja erst durch die Messung selbst erzeugt werden und jede mikrophysikalische Messung den beobachteten Teil der Welt verändert, ist es nicht verwunderlich, dass bei zwei hintereinander durchgeführten Messungen von Eigenschaften die Messergebnisse von der Reihenfolge der Messungen abhängen. Das ist nicht der Fall bei makrophysikalischen Messungen. In menschlichen Gesellschaften sind solche Effekte aber auch zur Genüge bekannt, ein Beispiel wurde im letzten Kapitel beschrieben. Wie wir im letzten Kapitel auch gesehen hatten, kann man eine Beobachtung immer auch als Fragestellung auffassen, was uns zu dem merkwürdigen Ergebnis führt, dass die Fragen nach der Realität diese selbst erst schaffen. Auch dieser Effekt ist uns schon aus menschlichen Gesellschaften bekannt, in denen auch Fakten häufig erst auf Grund von Fragen geschaffen werden.

Den physikalischen Messvorgang kann man auch in Zusammenhang bringen mit Überlegungen des griechischen Philosophen Platon. Dieser hatte bereits 470 v. Chr. die Vorstellung vertreten, dass hinter Allem Ideen stehen, aus denen heraus die Tatsachen geboren werden. Platon glaubte, dass die Ideenwelt mit der Welt der Fakten über das Prinzip „Schönheit“ verbunden ist. Die Wellenfunktion der Quantenmechanik kann man vielleicht als eine Beschreibung der Ideen über das auffassen, was bei einer Beobachtung an („schönen“) Erscheinungen erwartet werden kann. Die Quantenmechanik bestätigt also die später auch von Augustinus (354-430) übernommene Vorstellung, die realen Dinge dieser Welt seien Abbilder von ewigen Ideen und die transzendente Ideenwelt sei das Ursprüngliche und Wesentliche. In der Tat scheint es sinnvoll, der alle Möglichkeiten umfassenden Wellenfunktion eine größere Bedeutung beizumessen als einem einzelnen Messergebnis. Dies wird auch gestützt durch die oben gemachte Feststellung, dass Begriffe wie Autonomie und Identität nicht über das real beobachtete Ergebnis, sondern nur über die (transzendente) Wellenfunktion definiert werden können.

4. Die quantenmechanischen Ungenauigkeiten sind prinzipieller Natur und können durch nichts vermieden werden; so können wir z.B. durch keine Maßnahme dieser Welt den genauen Zerfallszeitpunkt eines radioaktiven Atoms vorhersagen. Wir dürfen deshalb bei den quantenmechanischen Unschärfen den Begriff des absoluten Zufalls verwenden. Zufall ist somit nicht mehr nur ein erkenntnistheoretisches Hilfsmittel, sondern wird zu einer Seinsweise der „Wirklichkeit“, zu einer ontologischen Größe in unserer immanenten Welt der Eigenschaften. Die Wahrscheinlichkeiten, die diese indeterminierten Vorgänge regieren, können wir aber mit dem Formalismus der Quantenmechanik in exakt determinierter Weise berechnen. Mit anderen Worten: Die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten verschiedener Ergebnisse eines Vorgangs oder einer Beobachtung können exakt vorhergesagt werden, nicht aber das sich schließlich einstellende Ereignis selbst. Manchmal wird dieser Unterschied übersehen und aus der in der Schrödingergleichung manifestierten Determiniertheit der Wellenfunktion auf die Determiniertheit der Welt geschlossen.

5. Als „real“ darf man nur im Moment der Beobachtung das dabei Beobachtete, das gemessene Ergebnis oder die dabei festgestellte Eigenschaft bezeichnen. Danach zerfließt diese Eigenschafts-Realität bis zur nächsten Messung wieder in Wahrscheinlichkeiten. Versuche, wie etwa der von Einstein, Podolski und Rosen, diesen Übergang von einer zur nächsten Messung mit verborgenen Variablen realer Teilchen ohne Widerspruch zur Quantenmechanik zu beschreiben, also den absoluten Zufall zu vermeiden und wieder ein Ding-an-sich in die Theorie einzubringen, sind bisher *alle fehlgeschlagen* (sie sind nicht mit der Bell'schen Ungleichung vereinbar).

Es gibt noch einen anderen Versuch, die Ergebnisse der Quantenmechanik auf eine deterministische Weise zu interpretieren, und zwar die Vielwelten- oder Multiversen-Theorie. Sie besagt, dass alle möglichen Verläufe von Geschehnissen nebeneinander in parallel existierenden Universen, die man sich in höheren (transzendenten) Dimensionen parallel angeordnet denken kann, ablaufen, und zwar in jeder dieser Welten vollständig deterministisch. Wir wollen diese Theorie hier nicht weiter verfolgen, sie hat auch seltsame Konsequenzen. So würde sich nach dieser Theorie bei jeder Zustandsreduktion auf eine von mehreren z.B. gleich wahrscheinlichen Teilwellenfunktionen die Welt in so viele neue Welten aufspalten, wie es vor der Reduktion Alternativen gab. Da solche Zustandsreduktionen ja überall pausenlos stattfinden, haben wir es mit einer explosionsartig anwachsenden Zahl von Universen zu tun. Brauchbare Theorien sollten aber doch möglichst einfach sein, wovon man bei dieser offenbar nicht reden kann. Ein anderer Haken der Theorie ist, dass man sie weder beweisen noch widerlegen kann, denn in den transzendenten höheren Raumdimensionen, in denen diese vielen Welten nebeneinander existieren sollen, können wir ja bekanntlich keinerlei Beobachtungen anstellen. In einem späteren Kapitel werden wir noch einmal auf den Gedanken der transzendenten Begründung in der Immanenz nicht erklärbarer Phänomene zurückkommen.

An dieser Stelle ist es angebracht, auf einige andere Bereiche hinzuweisen, in denen man es auch, wie in der Quantenmechanik, mit Unschärfen und Unentscheidbarkei-

ten bzw. Widersprüchen aus prinzipiellen Gründen zu tun hat. Einen solchen Fall hatten wir schon in Form der Russel'schen Antinomie in Kapitel 3.1 kennen gelernt. Dabei ging es um Sätze, über deren Richtigkeit wegen ihrer Selbstbezüglichkeit nicht entschieden werden kann. Man kann hier von einer „logischen Unschärferelation“ reden. Mit seinem berühmten Unvollständigkeitssatz hat der österreichische Mathematiker Kurt Gödel (1906-1978) diese logische Unschärferelation verallgemeinert formuliert (siehe z.B. [26]). Der Satz besagt vereinfacht ausgedrückt, dass man unentscheidbare Aussagen grundsätzlich nicht verhindern kann, wenn man alle Aussagen in einem Begriffsgebäude zulässt. Abgeschlossenheit (oder Vollständigkeit) einerseits und Entscheidbarkeit andererseits sind danach nicht gleichzeitig zu haben; entweder man verbietet bestimmte (etwa selbstbezügliche) Aussagen oder man muss mit Nichtentscheidbarkeiten, Unschärfen oder Widersprüchen rechnen. Es ist erstaunlich, dass man schon allein aus Gödels Satz folgern kann, dass jede Messung oder Beobachtung wegen der nie vollständig gelingenden Trennung zwischen Beobachter und Beobachtetem und der deshalb nie ganz zu vermeidenden Selbstbezüglichkeit durch Eigenbeobachtung mit Unschärfen verbunden sein muss. Ein schönes technisches Beispiel ist ein Messwertverstärker, der neben der Eingangsgröße immer auch seinen eigenen inneren Zustand mitmisst. Dadurch ist der Messwert am Ausgang unvermeidlich durch die überlagerten Eigenschwingungen des hier als Beobachter fungierenden Verstärkers verfälscht.

Auch in den Sprachwissenschaften wirkt sich Gödels Unvollständigkeitssatz aus. So kann man z.B. in einer natürlichen Sprache nicht alle gebrauchten Worte und Begriffe in dieser Sprache selbst vollständig und eindeutig erklären. Ebenso ist es unmöglich, eindeutig alle Begriffe der Mengenlehre allein unter Verwendung der Sprache der Mengenlehre zu definieren. Eine Sprache kann man also nie vollständig mit ihren eigenen Mitteln beschreiben.

Ein anderes Beispiel finden wir in der so genannten „psychologischen Unschärferelation“. Die Ergebnisse von psychologischen Tests werden oft verfälscht und fragwürdig, weil die Art des Tests das Ergebnis zu stark beeinflusst, z.B. wenn der Versuchsleiter selbst auch als Versuchsperson auftritt. Ein krasses Beispiel ist die aus der strukturalistischen Theorie stammende Messmethode der Selbstbeobachtung oder Introspektion, bei der Messobjekt und Beobachter sogar identisch sind. Wegen der geringen Aussagesicherheit, also wegen der Unschärfe der Ergebnisse, wird diese Methode heute in der psychologischen Praxis nicht mehr verwendet.

Im künstlerischen Bereich finden wir ein weiteres Beispiel. Dort führt die Verschmelzung von *Zweck* und *Mitteln* zu einer Verbreiterung des Spektrums nutzbarer Stil- und Ausdruckselemente. Solange bildende Künste und Musik von dem äußeren Zweck getragen wurden, einen Teil oder einen Aspekt der realen oder empfundenen Welt nachzubilden (Nachahmungsästhetik), ergab sich zwangsläufig ein eingeschränktes Spektrum anzuwendender Mittel nach Farben, Formen, Bildelementen, Tönen, Klangelementen, Rhythmen, etc. Im 20. Jahrhundert wurde die Bindung an einen solchen äußeren Zweck allmählich aufgegeben und der Zweck immer mehr in

den Mitteln selbst gesehen. Das führt soweit, dass eine Linie in einem Gemälde oder ein Ton in einem Musikstück nur noch sich selbst darstellen. Damit verschwindet der Unterschied zwischen Mittel und Zweck, was Raum gibt für völlig neuartige Kreationen. Daraus kann man verallgemeinernd schließen, dass sich wohl generell bei jeglicher Art von Aktionen umso mehr Freiräume und Freiheiten ergeben, je mehr die angewandten Mittel selbst zum Zweck werden.

Etwas damit Verwandtes gibt es im juristischen Bereich. Staatliche Gesetze haben im Allgemeinen einen Zweck. Wenn aber Gesetze zum Selbstzweck werden, also um ihrer selbst willen befolgt werden sollen, dann zerfließen Zweck und Mittel ineinander, wodurch Gesetze der Beliebigkeit anheim fallen können und der Willkür des Staates zur Gängelung des Volkes Tür und Tor geöffnet wird.

Selbst in der Geschichte kann man eine Unschärferelation ausmachen. Je geringer der zeitliche Abstand zu Ereignissen in der Vergangenheit ist, desto unsicherer und weniger einheitlich sind im Allgemeinen die Urteile über die damaligen Ereignisse. So wird heute die Wiener Klassik vom Ende des 18. Jahrhunderts von der musikalischen Fachwelt recht einheitlich beurteilt im Vergleich zu den stark divergierenden Urteilen etwa über die avantgardistische Musik des 20. Jahrhunderts. Oft werden (etwa in der Soziologie) sogar mehrere ganz verschiedene Theorien zur Deutung der Geschehnisse der jüngeren Vergangenheit verwendet; man spricht dann von Theoriepluralismus.

Schließlich gibt es noch eine Unschärferelation, die den hier in diesem Buch behandelten Begriff der Freiheit sogar selbst betrifft. Auf diese werden wir in Kapitel 9.1 noch zurückkommen.

Zurück zur Suche nach der Freiheit. Nach allen heutigen Erkenntnissen müssen wir bei dem, was wir als unsere Welt verstehen, von einem indeterministischen Gebilde ausgehen, in dem der Begriff eines Dings-an-sich keinen Sinn hat. Damit hat unsere Welt aber im Prinzip alle Eigenschaften, die wir als die notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen für Freiheit und Spontaneität gefunden hatten. Die Quantenmechanik hat uns das für Freiheit und Spontaneität nötige Weltbild geschaffen und dabei auch eine wunderbare Bestätigung der Postulate Immanuel Kants geliefert. In einer historischen Sicht kann man auch sagen, dass die Quantenmechanik das Prinzip der unbedingten Notwendigkeit vernichtet und den nötigen Raum für Freiheit geschaffen hat.

Einen klassischen Einwand müssen wir allerdings noch prüfen. Wie bereits erwähnt, machen sich die quantenmechanischen Unschärfen im Allgemeinen direkt nur auf atomaren und subatomaren Größenskalen bemerkbar. Allerdings gibt es Ausnahmen, bei denen sich die Quantenmechanik auch im Makrokosmos unmittelbar bemerkbar macht, wie etwa bei der Beugung am Spalt und beim radioaktiven Zerfall. Bis auf diese wenigen und vielleicht weitere konstruierte Fälle, wie dem von Schrödingers Katze (bei dem ein mikrophysikalisches Ereignis eine makroskopische Katze tötet), so der Einwand, würden sich die quantenmechanischen Unregelmäßigkei-

ten aber in der Regel durch Überlagerungen so herausmitteln, dass sie sich auf großen Skalen und damit für uns Menschen nicht mehr auswirken könnten. Die für uns wirksame Welt dürfte dann *doch* (bis auf wenige Fälle) als deterministisch angesehen werden. Wenn sich dieser Einwand als richtig erweisen sollte, wäre unsere Freiheit dahin. Wir werden im übernächsten Kapitel sehen, dass der Einwand falsch ist.

Vorher wollen wir im nächsten Kapitel noch einen Gedanken zur Transzendenz der Quantenmechanik verfolgen, der auch einen interessanten Blick auf die Denkrichtung der Teilchen-Physik der letzten Jahrzehnte erlaubt.

### ***6.2.5 Über die Transzendenz der Quantenmechanik und die Teilchenphysik***

Die Quantenmechanik lehrt uns, dass wir vor einer Beobachtung oder zwischen zwei Beobachtungen nicht von der Existenz eines Teilchens reden können, sondern nur - mit Hilfe aus der Wellenfunktion abgelesener Wahrscheinlichkeitswerte - Vermutungen über die bei einer Beobachtung zu erwartenden Ereignisse anstellen können. Erst bei der Beobachtung selbst wird das Mögliche zum Faktischen, wenn die Wellenfunktion zu einer real beobachteten Eigenschaft oder zu einem Teilchen kollabiert. Wenn aber nur die Beobachtungen in unserer immanenten Welt real sind, müssen wir die Wellenfunktion als etwas Transzendentes interpretieren, das uns einen Schimmer von einer jenseitigen Welt vermittelt. Die Rolle dieser „transzendenten“ Wellenfunktion spielt bei der Beobachtung von Photonen die elektromagnetische Welle, etwa eine Rundfunkwelle oder eine Lichtwelle. Elektromagnetische Wellen erhalten somit über die Quantenmechanik einen transzendenten Anstrich.

In der klassischen Physik werden die Phänomene der Elektrizität, des Magnetismus und der Gravitation mit Hilfe des Feldbegriffs erklärt. Man spricht von elektrischen Feldern, magnetischen Feldern und Gravitationsfeldern, die für die Kräfte zwischen den Körpern verantwortlich sind. So bewirkt z.B. das Gravitationsfeld der Erde, dass ein Stein von ihr angezogen wird und zur Erde fällt, und das elektrische Feld zwischen elektrisch geladenen Teilchen bewirkt, dass sich diese anziehen oder abstoßen. Mit so genannten „Feldgleichungen“ hat dann James Clerk Maxwell im Jahre 1864 den gesamten Elektromagnetismus und Albert Einstein im Jahre 1916 im Rahmen seiner allgemeinen Relativitätstheorie die Gravitations-Erscheinungen beschrieben. In diesen Theorien werden elektromagnetische Wellen und Gravitationswellen als zeitlich und räumlich veränderliche Felder beschrieben. So ist eine Lichtwelle ein elektromagnetisches Feld, dessen elektrische Feldstärke nicht statisch, also konstant ist, sondern örtlich und zeitlich variiert. Wenn nun aber veränderliche Felder als Wahrscheinlichkeitsfunktionen für das Auftreten von Teilchen zu deuten sind (wie die elektromagnetische Welle für das Auftreten eines Photons), dann sollte dies auch für die statischen Felder zutreffen. Wir sollten also auch aus den statischen Feldern auf die Möglichkeit der Beobachtung von Teilchen schließen können, die diese statischen Felder und deren Kraftwirkung erklären. Damit erhalten auch die statischen Felder einen Wahrscheinlichkeitscharakter und damit einen nichtrealen, transzendenten Anstrich, und es liegt nahe, in der immanenten Welt nach Teilchen zu

suchen, die diesen statischen Feldern als Kraftteilchen zugeordnet werden können. Die Welle-Korpuskel-Dualität würde dann auch eine Dualität zwischen Kraftfeldern und Kraftteilchen einschließen.

Das heutige Teilchenmodell der Physik enthält nun in der Tat auch solche Kraftteilchen. Über das Standardmodell wird alles, was es in der Physik gibt, mit Hilfe von „realen“ Teilchen beschrieben. Diese Realität der Teilchen ist natürlich auch hier nur im Sinne von messbaren Eigenschaften gemeint, nicht im Sinne eines „Dingens-an-sich“. Im Standardmodell unterscheidet man zwischen den Fermionen, aus denen die (feste) Materie im Wesentlichen aufgebaut ist, und den Austausch- oder Botenteilchen, den so genannten (Eich-) Bosonen, mit denen man die oben beschriebenen Kraftwirkungen zwischen den Fermionen erklärt. So gibt es insgesamt acht verschiedene *Gluonen* als Austauschteilchen für die so genannte starke Kraft, die im Atomkern die Quarks zusammenhält. Quarks sind die Bestandteile der Kernbausteine Proton und Neutron, siehe z.B. [13]. Dann gibt es die *W- und Z-Bosonen* als Vermittler der schwachen Kernkraft, die u.a. für eine bestimmte Art des radioaktiven Zerfalls (den  $\beta$ -Zerfall) verantwortlich ist. Das *Photon* schließlich spielt die Rolle des Austauschteilchens für die elektromagnetischen Kräfte. Man muss sich das so vorstellen, dass z.B. ein negativ geladenes Elektron und ein positiv geladenes Proton deswegen voneinander angezogen werden, weil sie permanent Photonen austauschen. Wechselwirkungen kann man also immer als ein Ergebnis von Austausch und damit von Kommunikation verstehen. Eine schöne Parallele gibt es wieder in der menschlichen Gesellschaft bei Zweierbeziehungen, in denen der Zusammenhalt der Partner unter anderem auch durch den Austausch von Zuneigungsbekundungen und Zärtlichkeiten („Zärtlichkeits-Bosonen“) hergestellt wird.

Die bisher genannten Austauschteilchen sind alle experimentell nachgewiesen und in ihrer Rolle bestätigt. Darüber hinaus gibt es noch zwei hypothetische Teilchen. Hypothetisch deshalb, weil es sie eigentlich auf Grund der Theorie geben sollte, man sie aber noch nicht gefunden hat. Das eine ist das *Graviton* als Vermittler der Schwerkraft und das andere das so genannte *Higgs-Boson*, welches man für die Masse (genau genommen die Ruhmasse) und damit für die Trägheit von Teilchen verantwortlich macht.

Mit diesem Teilchenmodell wird eine vollständige Dualität bzw. Korrespondenz zwischen den Größen mit „transzendtem Anstrich“, den Wellen, Feldern und Kräften auf der einen Seite und „faktisch“ beobachtbaren Korpuskeln oder Teilchen auf der anderen Seite hergestellt.

Das Bestreben der Teilchenphysiker, unsere ganze Welt über faktisch beobachtbare Teilchen zu beschreiben, korrespondiert mit der neuzeitlichen Philosophie, dass nur das Beobachtete real ist und ein dahinter vermutetes Wesen der Dinge oder eine platonische Welt von Ideen, und damit letztlich auch die Wellenfunktionen der Quantenmechanik nur im Nachhinein entwickelte Abstraktionen oder „nach-gedachte“ Konstrukte seien. Dieses Weltbild wird gestützt von der auf den Lehren des Aris-

toteles aufbauenden Philosophie des Thomas von Aquin (1225-1274), dem Gedankengut der Aufklärung des 18. Jahrhunderts und der Existenzphilosophie um den Philosophen Sartre (*Existenz geht vor Essenz*) aus dem 20. Jahrhundert. Wie in Kapitel 6.2.4 schon gesagt, beschreibt die Wellenfunktion aber viel umfassender die Wirklichkeit als eine einzelne Beobachtung. Nach Meinung des Autors stützt deshalb die Quantenmechanik doch wieder mehr das platonisch-augustinische Weltbild.

### **6.3 Makroskopischer Indeterminismus und die große Freiheit**

In diesem Kapitel wollen wir dem gegen Ende des vorletzten Kapitels bereits genannten klassischen Einwand begegnen, der besagt, dass sich in der für uns Menschen wirksamen makroskopischen Welt die quantenmechanischen Unschärfen oder Indeterminiertheiten im Allgemeinen so herausmitteln würden, dass wir diese Welt de facto doch wieder mit einem deterministischen Modell beschreiben könnten. Dagegen gibt es zwei Argumente. Das erste ist die schon besprochene Tatsache, dass es eben tatsächlich auch unmittelbare makroskopische Auswirkungen der Unschärferelation gibt, wie etwa bei der Beugung am Spalt und beim radioaktiven Zerfall. Auch das thermische Rauschen, das man in jedem Rundfunkempfänger hört, wenn dieser nicht auf einen starken Sender eingestellt ist, ist eine unmittelbare „hörbare“ Auswirkung quantenmechanischer Effekte, die sich jeder deterministischen Beschreibung entzieht. Beim zweiten Gegenargument geht es um chaostheoretische Verstärkungseffekte, durch die mikrophysikalische Unschärfen in den Makrokosmos transformiert werden. Diese wollen wir uns im Folgenden noch etwas genauer ansehen.

Bei der Beschäftigung mit der Chaostheorie in Kapitel 6.1 hatten wir gelernt, dass die große Mehrheit der Systeme in dieser Welt im Sinne der Theorie chaotisch oder, besser gesagt, instabil reagiert. Das instabile Verhalten besteht dabei darin, dass bereits geringste, teils sogar infinitesimal kleine Änderungen der Anfangsbedingungen eines Vorgangs zu makroskopisch sichtbaren Veränderungen der Endergebnisse führen. Dies gilt bereits für das simple Beispiel der Kugel auf dem Berg, für das Pendel über den Magneten, beim Billardspiel und bei vielem anderen mehr. Wir hatten in Kapitel 6.1 festgestellt, dass wir trotz dieser Tatsachen prinzipiell an einer makroskopisch deterministischen Welt festhalten dürften, wenn wir Grund zu der Annahme hätten, dass wir zumindest prinzipiell diese Anfangsbedingungen genügend genau bestimmen oder festlegen könnten.

Die Quantenmechanik hat uns aber gelehrt, dass letzteres eben gerade *unmöglich* ist. Wenn wir etwa die Kugel exakt auf den Grat des Berges legen könnten, so wäre ihre Geschwindigkeit völlig unberechenbar, ihr erwarteter Wert wäre riesig groß, was die Kugel sofort von dem Grat zufällig auf die eine oder die andere Seite herunter befördern würde. Damit dies nicht passiert, könnten wir auf die Idee kommen, die Kugel in absolute Ruhe zu versetzen. Die Unschärferelation sagt uns aber, dass wir dann auch nicht einmal mehr grob sagen könnten, wo wir sie hinlegen, und wieder wird die Kugel unberechenbar auf einer der beiden Seiten hinunterrollen. Bei der Ziehung von Lottozahlen stoßen beim Drehen der Trommel die Kugeln dauernd aneinander,

bis schließlich eine mit dem Hebemechanismus herausgegriffen wird. Man hat berechnet, dass die quantenmechanischen Unschärfen bereits nach etwa 20 Stößen zu einem absolut unvorhersagbaren Lottoergebnis führen. Und bei einer Kollisionsfolge von Billard-Kugeln hat man berechnet, dass allein aus Gründen der quantenmechanischen Unschärfen die siebte Kugel die achte nicht mehr sicher trifft (siehe [10], Seite 96). So müssen wir auch davon ausgehen, dass quantenmechanische Unschärfen die Ergebnisse der Pendelversuche mitbestimmen und sogar das Wettergeschehen und den Verlauf eines Fußballspiels beeinflussen könnten.

Die Instabilitäten der chaotischen Systeme wirken also als Verstärker von quantenmechanischen Zufällen, so wie wir das ja bei Schrödingers Katze schon kennen gelernt hatten. Da nach heutigem Verständnis unsere Welt sich *fast nur* aus solchen Systemen zusammensetzt, müssen wir davon ausgehen, dass sogar die Mehrheit der makroskopischen Erscheinungen durch quantenmechanische Zufälle beeinflusst wird. Wir hatten gesehen, dass diese Effekte bereits bei sehr einfachen Anordnungen auftreten. Je komplexer die Systeme sind, desto mehr ist damit zu rechnen, dass sie Instabilitäten besitzen, die dann zu den besagten Verstärkungseffekten führen. Auch in biologischen Systemen findet man überall solche Verstärkungsmechanismen; so kann z.B. ein ganzes Bakterium, das in unserem Sinne als makroskopisches Gebilde anzusehen ist, bereits durch einen einzigen quantenmechanischen Zufallseffekt dadurch getötet werden, dass ein ultraviolettes Photon zufällig das Bakterium an einer empfindlichen „Steuerungsstelle“ trifft. Einer der Väter der Quantenmechanik, der deutsche Physiker Pascual Jordan (1902-1980), schreibt in seinem im Jahre 1948 erschienenen Buch „Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens“ (siehe [5], Seite 42) über die Steuerung bei Lebewesen:

*Wo die Steuerungsfeinheit bis jetzt weit genug verfolgt werden konnte, reicht sie tatsächlich bis ins mikrophysikalische Gebiet. Die eigentlichen „Zentren“ des Lebens also sind nicht mehr makrophysikalischer Kausalität unterworfen, sondern liegen in der Zone mikrophysikalischer Freiheit.*

Interessant ist für uns, dass Pascual Jordan hier von mikrophysikalischer „Freiheit“ spricht. Mutationen sind ein weiteres Beispiel. Durch ein einziges, wie wir jetzt wissen absolut zufälliges, nicht vorhersagbares Auftreten eines quantenmechanischen Ereignisses kann eine neue Art eines Lebewesens entstehen, das die Erde vielleicht für viele Millionen Jahre bevölkert. Auch wenn wir die Funktionen unseres Gehirns noch bei weitem nicht richtig verstehen, so kann man doch *mit Sicherheit* davon ausgehen, dass nicht gerade dieses hochkomplexe Gebilde (manche Wissenschaftler nennen es das komplexeste Gebilde im Weltall) eine Ausnahme bildet und sich trotz der indeterministisch beeinflussten übrigen Lebensvorgänge dennoch deterministisch verhält. Wir werden das später noch ausführlich belegen, können aber hier schon deutlich konstatieren, dass *die immer noch von einigen Gehirnforschern gemachte Annahme der Determiniertheit der Vorgänge in unserem Gehirn nach heutigem Stand der Wissenschaften nicht mehr berechtigt ist.*

Unsere Welt besitzt also im *Großen und Kleinen* die notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen für Spontaneität und Freiheit. Wir können also dieses Kapitel mit der Feststellung der „*Großen Freiheit*“ beschließen:

*Nach dem heutigen Stand unserer derzeit im Sinne von Brauchbarkeit als „wahr“ anzusehenden Theorien müssen wir von der Existenz von Spontaneität und Freiheit bei den Übergängen vom Möglichen zum Faktischen im gesamten belebten und unbelebten Kosmos auf allen Größenskalen zwingend ausgehen. Das schließt auch die (im objektiven Sinne verstandene) Handlungs- und Entscheidungsfreiheit des Menschen ein. Dieser Schluss basiert auf gut verifizierten und bisher völlig unbelasteten Theorien. Er entspricht damit im Sinne der Erkenntnistheorie der derzeit bestmöglichen Aussage zu dieser Frage.*

Wie sich diese Große Freiheit bei der Entwicklung unserer Welt im Einzelnen ausgewirkt hat, was sie dabei insbesondere in der belebten Natur geschaffen hat und wie sie dort noch wirkt, werden wir ausführlich in Kapitel 7 behandeln.

Wie sich die Große Freiheit für die Entscheidungs- und Handlungsfreiheit des Menschen auswirkt, werden wir uns in Kapitel 8 noch genauer ansehen. Ein Fazit können wir aber hier schon ziehen, nämlich, dass wir menschliche Entscheidungen und physikalische Experimente als analoge Prozesse ansehen können, denn in beiden Prozessen geht es um den Übergang vom Möglichen zum Faktischen. In einem physikalischen Experiment legen die Versuchsbedingungen das Spektrum der möglichen Ausgänge des Experiments fest, aus dem dann die („freie“) Natur mit Hilfe des Zufalls ein bestimmtes Ergebnis auswählt. In einem menschlichen Entscheidungsprozess grenzt ein rationaler, mentaler Abwägungsvorgang das Spektrum der Alternativen auf ein verbleibendes „Restspektrum“ ein, aus dem dann unser („freies“) Bewusstsein intuitiv eine Alternative auswählt. So wie bei dem physikalischen Experiment das Phänomen des absoluten Zufalls für die letztendliche Auswahl eines bestimmten Ausganges des Versuchs verantwortlich ist, so dürfte, wenn wir keine andere Quelle für Nichtzwangsläufigkeiten finden, dieses Phänomen wohl auch mitwirken bei der intuitiven Auswahl aus dem „Restspektrum“ der Alternativen und damit verantwortlich sein für den freien, nicht zwangsläufigen Teil einer menschlichen Entscheidung (mit „frei“ ist hier die Freiheit im objektiven Sinne gemeint, nicht die subjektiv gefühlte). Was dies für unser menschliches Selbstverständnis bedeutet, werden wir in Kapitel 8 noch näher diskutieren. In Kapitel 9 werden wir dann untersuchen, wie der Mensch während seines Lebens mit der „Großen Freiheit“ umgeht und wie sich diese in der menschlichen Gesellschaft weiterentwickelt.

#### **6.4 *Das Nicht-Klonierungstheorem, der laplacesche Dämon und die doppelte Freiheit***

In Kapitel 2.1 hatten wir Spontaneität und Freiheit wie folgt definiert:

*Ein in einem begrenzten Teil der Welt beobachtetes Ereignis, z.B. die Entscheidung eines Menschen, war spontan bzw. (objektiv) frei oder hatte zumindest eine*

*spontane/freie Komponente genau dann, wenn der (all-) wissende Dämon dieses Ereignis nicht zweifelsfrei richtig vorhersagen konnte.*

Wir hatten dabei auch schon erwähnt, dass die Vorstellung eines solchen Dämons nicht unproblematisch ist. Wir wollen uns hier mit dieser Problematik auseinandersetzen und die Konsequenzen für den Begriff der Freiheit analysieren.

Um seine Aufgabe wahrnehmen zu können, muss der Dämon sich erstens in dieser Welt befinden und zweitens möglichst viel über den betrachteten Teil der Welt in Erfahrung bringen, ohne ihn dabei zu verändern. Die erste Bedingung bedeutet, dass er selbst den Indeterminiertheiten der Welt ausgesetzt ist, für ihn also dieselben Gesetze gelten wie für das Vorhersageobjekt. Es gilt für ihn auch die Unschärferelation; d.h. wenn er etwas Genaueres über eine Größe weiß, kann er nur sehr ungenau etwas über die andere Größe eines inkommensurablen Größenpaares wissen. Die zweite Bedingung, die störungsfreie Messung, lässt sich in der Makrophysik gut realisieren. Um aber auch die durch Instabilitäten aus der Mikrophysik in die Makrophysik transformierten Indeterminiertheiten bei seinen Vorhersagen so gut wie möglich erkennen und berücksichtigen zu können, sollte er auch etwas über mikrophysikalische Eigenschaften des betrachteten Teils der Welt wissen. Diese müsste er durch eine Beobachtung oder Messung gewinnen können, ohne den Teil der Welt, um den es geht, dabei zu verändern. Das ist aber im mikrophysikalischen Bereich ein Widerspruch, denn eine Messung von Quantenzuständen schafft ja durch den Kollaps der Wellenfunktion Fakten, der beobachtete Teil der Welt kann also nach der Beobachtung gar nicht derselbe sein wie vorher.

Die Folgerungen der Quantenmechanik gehen sogar noch weiter. In ihrem Nicht-Klonierungstheorem haben Wootters und Zurek 1982 bewiesen, dass man Quantenzustände nicht klonieren, also nicht vollständig kopieren oder verdoppeln kann, ohne das ursprüngliche Objekt dabei zum Verschwinden zu bringen (siehe [6]). Nehmen wir als Beispiel ein Photon. Dieses ist vollständig beschrieben durch die Eigenschaften Frequenz, Impuls und Polarisationssebene (z.B. vertikal oder horizontal); jede Messung, bei der diese Eigenschaften festgestellt werden, lässt das Photon verschwinden. Das verwundert uns jetzt nicht mehr sehr, denn wir hatten ja in Kapitel 6.2.4 gefunden, dass wir in einer Welt von Eigenschaften und nicht in einer Welt von Objekten leben. Ein „Etwas“ ist eben nur durch seine Eigenschaften beschrieben, und wenn man alle seine Eigenschaften kennt oder hat, dann hat man das ganze „Etwas“. Wir hatten die Vernichtung des Messobjekts bereits bei der Detektion eines Photons mittels des photoelektrischen Effektes kennen gelernt. Und wir hatten in Kapitel 6.2.4 auch gesehen, dass wir zwei Teilchen die Differenz (d.h. den Unterschied) bezüglich einer bestimmten Eigenschaft allein durch eine Messung „nehmen“ können, so dass sie sich im Hinblick auf diese Eigenschaft künftig nur noch synchron verhalten können. Daraus können wir schließen, dass die Information, die ein Teilchen vollständig beschreibt, alles ist, was dieses Teilchen ausmacht. Man kann also vermuten, dass materielle Dinge dasselbe sind wie die sie beschreibenden Eigenschaften, Materie und Information sind also vermutlich äquivalent. Hierzu

passt treffend, was der Dichter Dante (1265-1321) in seiner „Divina Commedia“ schreibt, Zitat: *Kein Ding ist, wo das Wort gebracht*. Da nun die Wellenfunktion alles beschreibt, was einem Teilchen zu einem bestimmten Zeitpunkt widerfahren kann, darf man auch sagen, dass die Teilchen mit ihren Wellenfunktionen *identisch sind*. Davon zu sprechen, dass sie Wellenfunktionen *haben*, wie wir das üblicher Weise tun und in diesem Buch auch weiterhin tun werden, ist also genau genommen nicht richtig.

Zur Klarstellung: Unter Klonierung versteht man einen Vorgang, bei dem ein zweites Teilchen entsteht, mit momentan exakt denselben Eigenschaften wie das erste, aber einer eigenen Identität. Beide Teilchen wären durch individuelle, voneinander unabhängige Wellenfunktionen repräsentiert und würden sich auch individuell unterschiedlich weiterentwickeln können. Ein solches Paar von Teilchen herzustellen, ist aber nach dem Nicht-Klonierungstheorem unmöglich. Im Gegensatz dazu ist die Verschränkung von zwei oder mehreren Teilchen möglich. Bei der Verschränkung verlieren die Teilchen bezüglich bestimmter Eigenschaften ihre einzelnen Individualitäten und werden hinsichtlich dieser Eigenschaften nur noch von einer gemeinsamen, nicht separierbaren Wellenfunktion repräsentiert.

Das Nicht-Klonierungstheorem kann man sich zur abhörgeschützten Übertragung von Schlüsseln in der Kryptographie zu Nutze machen. So kann man etwa eine Ziffer eines solchen Schlüssels in dem Winkel der Polarisations Ebene eines einzelnen Photons kodieren und dann dieses einzelne Photon übertragen. Ohne unkontrollierbare Veränderung oder gar Vernichtung kann das Photon unterwegs aber nicht abgehört werden, was bei einer nachfolgenden Kontrollübertragung mit einem zweiten Photon mit derselben Information festgestellt würde. Forschungsarbeiten zu diesem Themenkreis laufen z.B. an den Universitäten in Wien und München.

Was der Dämon auch immer tut, wenn er mikrophysikalische Informationen gewinnen will, er wird unweigerlich den betrachteten Teil der Welt dabei unvorhersagbar verändern. Wenn der Dämon *alles* über einen Teil der Welt erfahren will, geht das nur so, dass er diesem Teil seine ganze Identität, d.h. seine individuelle Wellenfunktion nimmt. Dabei würde der betreffende Teil der Welt verschwinden und würde sich als Information im Dämon wiederfinden. Man kann auch sagen, er würde in den Dämon teleportiert. Dass Teleportation von Teilchen und auch größerer Gebilde zumindest im Prinzip tatsächlich möglich ist und wie dies zu machen wäre, wird z.B. von dem Wiener Quantenphysiker Anton Zeilinger in [14] beschrieben.

In der Quantenmechanik gilt also, dass die *Hinterfragung das Hinterfragte schwächt oder es sogar völlig vernichtet*. Auch im täglichen Leben bestätigt sich das oft: Eine Methode, von der alle überzeugt sind, wird unhinterfragt angewendet; wenn sie aber hinterfragt und diskutiert wird, hat sie bereits ihre Überzeugungskraft verloren und wird in der Regel bald aufgegeben. Besonders deutlich erleben wir diesen Effekt bei manchen Träumen, deren Inhalt uns nach dem Aufwachen allein schon dadurch zerirrt, dass wir versuchen ihn mit dem Bewusstsein zu erfassen. An dieser Stelle

müssen wir uns vielleicht sogar die kritische Frage gefallen lassen, ob wir nicht durch die intensive Beschäftigung mit der Freiheit diese womöglich soweit hinterfragen, dass sie selbst dabei Schaden nimmt.

Der Dämon beeinflusst durch die Wissensbeschaffung also immer das Objekt und er kann auch nie alles über das Objekt wissen, ohne es zu zerstören. Makrophysikalische Informationen kann er gewinnen soviel er braucht, ohne das Objekt nennenswert zu beeinflussen, bei mikrophysikalischen Informationen geht das nicht. Im nächsten Kapitel werden wir sehen, dass bereits mit einer älteren Theorie, der Thermodynamik, eine ähnliche Grenze der Erfahrbarkeit abgeleitet werden kann.

Wie wir im letzten Kapitel gesehen haben, könnte selbst ein perfekter Dämon in unserer indeterministischen Welt nicht immer alles richtig vorhersagen. Jetzt müssen wir erkennen, dass darüber hinaus auch unser Dämon als Messapparat für die Freiheit selbst nicht perfekt ist und grundsätzlich nicht perfekt sein kann. Wir gewinnen also Freiheit im Sinne der Definition von zwei Seiten, vom nichtdeterministischen Objekt und vom nicht perfekten Messapparat Dämon. Wir können damit von doppelter Freiheit in dieser Welt reden.

## **6.5 Unterstützung aus Thermodynamik und Informationstheorie**

Wie wir gesehen haben, gibt es sehr merkwürdige Konsequenzen der Quantenmechanik, wie etwa das im letzten Kapitel beschriebene Nicht-Klonierungstheorem. Umso erstaunlicher ist, dass man manchmal auch bereits mit konventionellen Theorien solche Merkwürdigkeiten wenigstens tendenziell ableiten kann.

Eine solche Theorie ist die im 19. Jahrhundert entwickelte Thermodynamik. Sie ist eine statistische Theorie der Wärmebewegungen von Atomen und Molekülen und beschreibt für ein Gas z.B. den Zusammenhang dieser Bewegungen mit makroskopisch messbaren Größen wie Druck und Temperatur. Wir brauchen uns hier nur zu merken, dass die Wärmebewegungen der Teilchen einer Substanz, bedingt durch die Unschärferelation und die dauernden Stöße und Wechselwirkungen mit anderen Teilchen, völlig regellos, zufällig und unvorhersagbar sind, so ähnlich wie wir das schon von den Lottokugeln kennen. Die mittlere Geschwindigkeit dieser Zitterbewegung der Teilchen ist dabei umso größer, je größer die Temperatur der Substanz ist.

In der Thermodynamik wird eine Größe benutzt, die Entropie genannt wird und als ein Maß für die „Unordnung“ in einem betrachteten Teil der Welt angesehen werden kann. In einem abgeschlossenen Gasvolumen z.B. ist diese Größe ein (logarithmisches) Maß der Anzahl der möglichen räumlichen Konstellationen der Gasteilchen, die zum selben makroskopischen Zustand des Gases, also zum selben Druck und zur selben Temperatur führen. Brillouin und andere haben gezeigt, dass der Begriff der Information das Gegenteil von Unordnung, nämlich Ordnung beschreibt. Jede Art von Strukturen, die in der Natur vorkommen, kann man so unter dem Begriff der Information erfassen. Nun besagt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, dass die Gesamtentropie in einem abgeschlossenen System generell mit der Zeit immer

größer wird, niemals aber kleiner werden kann. Wenn man jetzt über einen Teil der Welt Informationen gewinnt und diese irgendwo speichert, dann schafft man in dem Speichermedium eine gewisse Ordnung, die durch mindestens so viel Unordnung an anderer Stelle kompensiert werden muss. Das Letztere passiert in der Regel in dem Bereich der Welt, über den man die Information gewonnen hat, d.h. es wird dort unordentlicher. Man kann sich das so erklären, dass man bei der Beobachtung dort ja Energie, etwa Lichtquanten, hineinbringen musste, um die Informationen zu gewinnen (oder zu „sehen“), und die dortigen Strukturen teilweise zerstört. Im Grenzfall kann man sich so auch erklären, dass man zur vollständigen Erfassung und Speicherung aller vorhandenen Strukturen diese in dem betrachteten Teil der Welt vollständig zerstören muss. Somit führt bereits der zweite Hauptsatz der Thermodynamik interessanterweise dazu, dass man in der Welt Strukturen mit allen ihren Teileigenschaften nie vollständig klonieren, sondern nur, z.B. als Information, in einen Speicher hinein transportieren kann.

Die Thermodynamik lässt dabei den Objekten selbst aber noch ihre objektive Existenz, nur ihre Anordnung geht mit der Wissensgewinnung verloren. Seine volle Radikalität erhält das Ergebnis aber erst mit der Quantenmechanik, nach der man Strukturen in Form von Bündeln von Eigenschaften als die *einzig*e Realität dieser Welt ansehen muss. Wenn aber Objekte gleich Strukturen sind, dann verschwinden die Objekte mit den Strukturen, wenn man über diese alles erfährt was möglich ist.

Eine weitere interessante Aussage liefert die Thermodynamik über den Ablauf der Zeit. Wie oben schon erwähnt, kann nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik in einem abgeschlossenen System die Entropie (d.h. die Unordnung) mit der Zeit insgesamt nur größer werden. Die Zukunft ist dadurch eindeutig von der Vergangenheit unterschieden und die Zeit bekommt eine Richtung. Wenn die Zeit auch rückwärts laufen dürfte, würden sich die auf dem Boden liegenden Scherben einer zerbrochenen Tasse von selbst wieder zur ursprünglichen Tasse zusammensetzen können, wobei aber die Weltentropie kleiner würde. Um das auszuschließen, muss man in einer thermodynamischen Welt fordern, dass der *Zeitpfeil nicht generell* (nur evtl. kurzzeitig und kleinräumig) umgekehrt werden kann; die thermodynamische Welt ist also irreversibel. In einer reversiblen deterministischen Welt *mit generell* umkehrbarem Zeitpfeil, wie wir sie in Kapitel 3.2 als Variante betrachtet hatten, könnte der zweite Hauptsatz nicht gelten. In unserer quantenmechanisch-indeterministischen Welt gibt es noch einen weiteren Grund dafür, dass der Zeitpfeil nicht generell umgekehrt werden kann; nämlich den grundsätzlichen Unterschied zwischen dem durch ein Spektrum von möglichen Ergebnissen charakterisierten Zustand *vor der Beobachtung*, und dem durch ein einziges daraus realisiertes Ergebnis beschriebenen Zustand *nach der Beobachtung*. Ein Weg zurück aus dem einen Faktum zu den (mehreren) Möglichkeiten ist grundsätzlich nicht möglich.

Auf das Problem mit der Vergangenheit werden wir in Kapitel 7.1 noch einmal zurückkommen.

## TEIL III: Konsequenzen und was von der Freiheit übrig blieb

### 7. *Spontaneität und Freiheit in der Entwicklungsgeschichte der Welt*

Wir haben in den vorigen Kapiteln herausgefunden, dass wir in dieser Welt von der Existenz von Spontaneität und Freiheit auf allen Größenskalen zwingend ausgehen müssen. In diesem Kapitel wollen wir uns nun anschauen, was die Freiheit in der Entwicklungsgeschichte der Welt bewirkt hat und wie sie das gemacht hat. Dabei müssen wir Aussagen machen über etwas Vergangenes. Was ist nun aber Vergangenheit in unserem Weltbild? Wir haben im Rahmen der Quantenmechanik von Wahrscheinlichkeiten möglicher zukünftiger Ereignisse gesprochen, wir haben etwas zur Gegenwart gesagt und damit den Zeitpunkt einer Beobachtung gemeint, wir haben aber bisher noch wenig von der Vergangenheit gesprochen. Dies wollen wir hier als Erstes nachholen.

#### 7.1 *Das Problem der Vergangenheit*

In einer deterministischen Welt mit „gutmütigen“ Weltgleichungen, einer reversiblen Uhrwerkwelt, könnte man im Prinzip die Vergangenheit genauso aus der Gegenwart berechnen wie die Zukunft (siehe Kapitel 3.2). Man könnte die Zeit rückwärts oder vorwärts laufen lassen, ein Problem gäbe es weder mit der Vergangenheit noch mit der Zukunft. In einer solchen Welt würde allerdings der zweite Hauptsatz der Thermodynamik nicht gelten. In deterministischen Welten, in denen dieser Satz gilt, könnten wir zwar im Prinzip die Zukunft vorhersagen, aber nur eingeschränkt aus der Gegenwart in die Vergangenheit zurückrechnen. In unserer nicht-deterministischen Welt, in der auch der zweite Hauptsatz der Thermodynamik gilt, tun wir uns schwer mit *beiden* Richtungen, mit der Zukunft wie mit der Vergangenheit. Der Indeterminismus der Quantenmechanik sorgt dafür, dass wir über *künftige* Ereignisse nur Vermutungen anstellen können, während der zweite Hauptsatz der Thermodynamik dafür sorgt, dass dasselbe auch für *vergangene* Ereignisse gilt. So ist z.B. die Thermodynamik dafür verantwortlich, dass wir anhand eines Tropfens flüssigen Bleis nicht sicher entscheiden können, ob ein Bleisoldat, eine Bleiente oder ein anderer Gegenstand eingeschmolzen wurde. Bei der Rückrechnung in die Vergangenheit setzt aber auch die Quantenmechanik noch Grenzen. Mit der reversiblen Lösung der Schrödingergleichung können wir zwar den Verlauf der Wellenfunktion zwischen zwei Beobachtungen genau angeben und damit auch die Entwicklung der Möglichkeiten nach einem Kollaps in diesen Grenzen zurückverfolgen. Wenn wir aber Fakten zurückverfolgen wollen, stoßen wir bei dem nächsten zurückliegenden Kollaps der Wellenfunktion an eine Grenze. Denn es ist unmöglich, aus einem bei einer Beobachtung festgestellten Ergebnis auf alle anderen Möglichkeiten zu schließen, die es in der Wellenfunktion *vor* ihrem Kollaps, also *vor* der Beobachtung, gegeben hat und wie sich diese Möglichkeiten *vorher* entwickelt haben. Man kann auch von *Ereignisbarrieren* sprechen, die sich uns beim Blick in die Vergangenheit auftun. Ein Beispiel aus der Geschichte soll das verdeutlichen: Allein aus dem Fak-

tum, dass Ludwig II. von Bayern am 13. Juni 1886 zusammen mit seinem Arzt von Gudden im Starnberger See tot aufgefunden wurde, kann man unmöglich darauf schließen, welche anderen Möglichkeiten es für den Gang der Geschichte vor diesem Todesfall noch gegeben hat und wie sich diese herausgebildet hatten. Der Geschichte kann man damit auch einen quantenmechanischen Aspekt zusprechen.

Es gibt also zwei Arten von Barrieren, die uns in unserer Welt die Rückrechnung in die Vergangenheit erschweren oder unmöglich machen: eine thermodynamische und eine quantenmechanische. Wie kommen wir da weiter? Zunächst kommt Hilfe von den Geschichtsschreibern. Ihre Aufzeichnungen erlauben es uns, über die zurückliegenden Barrieren hinwegzuschauen. Bei einem quantenmechanischen Experiment sind die Experimentatoren auch gleichzeitig die Geschichtsschreiber: Sie werden aufgeschrieben haben, mit welchen Wahrscheinlichkeiten vor dem Experiment welche Ergebnisse zu erwarten waren, d.h. sie werden die Zusammensetzung der Wellenfunktion vor ihrem Kollaps notiert haben. In der physikalischen Welt hilft uns die Tatsache, dass die Welt im Großen sich nach wie vor recht gut mit den deterministischen Theorien und Gleichungen beschreiben lässt. Diese Gleichungen sind zum Teil zeitsymmetrisch, wir können sie also auch in Richtung Vergangenheit auswerten. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik und die quantenmechanischen Ereignisbarrieren sorgen aber dafür, dass diese Rückwärtsrechnungen immer falscher werden, je weiter man in die Vergangenheit zurückrechnet. Wir brauchen also etwas, das vergleichbar ist mit den Aufzeichnungen der Geschichtsschreiber in den Geschichtswissenschaften, um unseren Blick in die Vergangenheit immer wieder zu eichen. Bezüglich der geologischen und biologischen Entwicklung finden wir diese Aufzeichnungen in Form eines riesigen Fundus an Fossilien aus allen erdenklichen Zeiten der Erdgeschichte vor. Bis hin zu den so genannten „lebenden Fossilien“; darunter versteht man Arten von Lebewesen, die vor sehr langer Zeit entstanden sind und sich ohne nennenswerte Veränderungen bis in die heutige Zeit erhalten haben. Sie erlauben uns sozusagen einen indirekten Blick in die Vergangenheit. In der Kosmologie sieht es zunächst so aus, als hätten wir es viel schwerer, an so etwas wie Fossilien heranzukommen. Glücklicherweise haben wir hier aber sogar *direkt* die Möglichkeit, in die Vergangenheit zu blicken. Denn alle großen Ereignisse am Firmament, die wir mit unseren Spiegel- und Radioteleskopen weit draußen im Weltall beobachten, haben bereits lange vor unserer Zeit stattgefunden. Denn das Licht hat so lange gebraucht, um durch die Weiten des Alls zu uns zu gelangen. So beobachten wir in der Vergangenheit stattgefundenen Explosionen von Sternen (Nova oder Supernova), aus der Vergangenheit zu uns pulsierende Sterne (Pulsare), die Durchdringung von ganzen, weit entfernten Galaxien, bis hin zu den merkwürdigsten und ältesten von uns beobachtbaren Gebilden, den Quasaren. Diese kosmologischen Fossilien erlauben uns, etwa zehn Milliarden Jahre in die Vergangenheit zurück zu schauen in eine Zeit, zu der das Weltall noch etwa sieben mal kleiner war als heute (über die Expansion des Weltalls werden wir im nächsten Kapitel noch sprechen). Neuerdings können die Astronomen sogar Objekte aus einer Zeit vor mehr als zwölf Milliarden Jahren beobachten. Schon vor längerer Zeit hat man sogar ein Fossil im

All gefunden, das praktisch bis zum Urknall selbst zurückreicht. Dabei handelt es sich um eine schwache kosmische Hintergrundstrahlung von bestimmter Struktur (1965 entdeckt von den Amerikanern Penzias und Wilson), die uns in (fast) gleicher Intensität aus allen Regionen des Alls erreicht. Sie wird interpretiert als Überbleibsel des Urknalls, also als etwas, das wir – salopp ausgedrückt – bis heute noch vom Urknall „sehen“ können.

Ein weiteres Hilfsmittel, mit den Barrieren der Vergangenheit fertig zu werden, ist die Fantasie. So können wir intuitiv Annahmen darüber treffen, wie es einmal gewesen sein könnte, und diese hypothetischen Fakten dann gedanklich oder durch Experimente überprüfen. Dies führt uns gleich auf die letzte Möglichkeit, nämlich die, Experimente oder Computer-Simulationen zu machen. Wir können z.B. im Labor den Zustand der Ur-Atmosphäre auf der Erde nachbilden und beobachten, welche organischen Stoffe sich darin bilden, oder wir können in großen Beschleunigern Elementarteilchen auf Energieniveaus bringen, die der Situation kurz nach dem Urknall entsprechen, und aus den beobachteten Ereignissen darauf schließen, was in den ersten Lebenssekunden der Welt passiert sein sollte. Quantenmechanisch sind solche Experimente immer so zu verstehen, dass man in dem Experiment versucht, die damalige Wellenfunktion in einer bestimmten Situation so gut wie möglich nachzubilden, und sich dann ansieht, welches Faktum sich einstellt.

Zur Bewältigung des Problems der Vergangenheit haben wir also vier Hilfsmittel:

1. *Wir haben die deterministischen Theorien zur groben Beschreibung makroskopischer Abläufe, die auch eine gewisse Rückrechnung in die Vergangenheit erlauben.*
2. *Wir haben in Form der vielen irdischen und kosmischen Fossilien ein Geschichtsbuch vorgefunden, das uns bei der Erforschung der Vergangenheit immer wieder erlaubt, über große zurückliegende Ereignisse hinwegzuschauen und ihre Ursachen zu erklären.*
3. *Wir können unsere Fantasie oder Intuition benutzen, um Hypothesen über das Gewesene aufzustellen, und können diese dann gedanklich oder auch experimentell überprüfen.*
4. *Schließlich haben wir das Mittel der heutigen Experimente und Simulationen zur Nachbildung früherer Zustände und Vorgänge.*

Kurz gesagt: Es stehen uns als Hilfsmittel deterministische Theorien, Fossilien, Fantasie, Experimente und Simulationen zur Verfügung.

Aber Vorsicht vor allzu großer Euphorie! Die Quantenmechanik setzt uns hier eine Grenze. Wir hatten in den Kapiteln 6.4 und 6.5 bereits über die Grenzen des Erfahrbaren geredet. Diese Grenzen gelten natürlich auch für das aus der Vergangenheit Erfahrbare. Wir werden also nie alles über die Vergangenheit erfahren können. Die Quantenmechanik könnte uns hier sogar zu der seltsamen Vermutung verleiten, dass die Vergangenheit verschwinden müsste, wenn wir alles über sie in Erfahrung brächten.

## 7.2 *Urknall und Schöpfung oder die erste Blütezeit der Freiheit*

Als Albert Einstein im Jahre 1915 an seiner Allgemeinen Relativitätstheorie schrieb, gingen er und seine Zeitgenossen davon aus, dass das Weltall ein statisches Gebilde sei, welches sich, abgesehen von relativen Bewegungen der Planeten und Sterne oder den Rotationen von Galaxien, im Großen nicht verändert. Einsteins ursprüngliche kosmologische Gleichungen ließen zwar bereits ein expandierendes oder kontrahierendes Weltall zu. Da Einstein dies aber für unmöglich hielt, führte er seine berühmte kosmologische Konstante in die Gleichungen ein, die es erlaubte, bei richtiger Wahl ihrer Größe das Weltall zu stabilisieren.

Der englische Astronom Hubble entdeckte in den Jahren danach, dass die Spektren des von fernen Galaxien kommenden Lichtes prinzipiell zwar denen der uns direkt benachbarten Galaxien glichen, aber generell mehr zum Roten hin verschoben waren. Diese Messungen konnte man nur über den Doppler-Effekt so deuten, dass sich die Galaxien mit einer mit dem Abstand wachsenden Geschwindigkeit von uns und voneinander entfernten. Diese, man nennt sie auch Nebel-Fluchtgeschwindigkeit, beträgt derzeit grob 70 km/Sekunde pro drei Millionen Lichtjahre Entfernung (ein Lichtjahr ist die Strecke, die ein Lichtstrahl im Vakuum in einem Jahr zurücklegt). Zum Vergleich: Unsere Nachbargalaxie, der Andromedanebel, ist etwa 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt (sie bewegt sich aber wegen ihrer Nähe zu unserer Galaxie nicht von uns weg, sondern auf uns zu). Hubble veröffentlichte diese nach ihm benannte Hubble-Konstante im Jahre 1929. Die Konstante war nicht immer gleich groß, die genannte Zahl gilt daher auch streng genommen nur für Entfernungen von bis zu ca. 330 Millionen Lichtjahren. Nach dieser Entdeckung nahm Einstein dann reuevoll seine kosmologische Konstante wieder aus den Gleichungen heraus, um die Expansion auch zu erfassen, und sprach (angeblich) von der Einführung der Konstanten als der „größten Dummheit meines Lebens“. Heute ist die kosmologische Konstante wieder zu Ehren gekommen, weil man mit ihr eine im All mittlerweile entdeckte, so genannte dunkle Energie, die sogar etwa 70% der Gesamtmasse des Weltalls ausmachen soll, in den Gleichungen berücksichtigen kann. Diese dunkle Energie sorgt übrigens für eine bis heute noch kaum verstandene beschleunigte Expansion des Weltalls.

Wenn man die Fluchtbewegung der Galaxien zurückrechnet, muss das ganze Weltall vor knapp 14 Milliarden Jahren aus einem Punkt durch eine riesige Explosion, dem so genannten Urknall, hervorgegangen sein. Aber wie konnte so etwas passieren? Entstand da alles aus dem Nichts oder war schon vorher einmal etwas da, das sich zu einem Punkt zusammengezogen hatte und dann wieder explodierte? Oder gibt es eine andere Erklärung für Hubbles Messergebnisse ohne die Annahme eines Urknalls? Bis heute haben die Wissenschaftler für diesen ersten Anfang, man nennt ihn auch eine Singularität, keine allseits zufriedenstellende Erklärung gefunden.

Die heute gängigste ist die quantenmechanische Erklärung. Danach ist die Welt auf Grund der Unschärferelation spontan und zufällig aus dem Nichts durch ein „Quan-

tenflackern“ wie folgt hervorgegangen: Stellen wir uns in einem kleinen anfänglichen Raumbereich ein Vakuum vor. Wenn wir dieses „Nichts“ für eine sehr kleine Zeitspanne beobachten, so ist nach der Unschärferelation die Ungewissheit über die in diesem Raumbereich sich zeigende Energie (oder Masse, da ja Masse und Energie äquivalent sind) sehr groß. Ein Vakuum kann es im strengen Sinne wegen der Unschärferelation also gar nicht geben. Je kürzer die Zeitspanne, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass wir in diesem Raumelement auch eine sehr hohe Energie vorfinden, die als eine von vielleicht vielen Keimzellen die Entstehung des ganzen Weltalls verursacht haben könnte. Dabei muss man auch noch berücksichtigen, dass innerhalb der mit Planckzeit bezeichneten ersten etwa  $10^{-43}$  Sekunden (das ist eine 1 in der 43sten Stelle hinter dem Komma!) die Naturgesetze wahrscheinlich nicht so galten wie wir sie sonst kennen. Die Physiker versuchen heute die Geschehnisse in diesen ersten  $10^{-43}$  Sekunden mit der Stringtheorie (siehe [18], [19]) zu erklären.

So könnte durch pure Spontaneität oder, wie Kant es nannte, durch die transzendente Freiheit der Natur in der Tat alles angefangen haben. Bei dieser Vorstellung muss man allerdings die Frage stellen, wie aus solchen anfänglichen Quantensprüngen dann ein ganzes Universum werden konnte. Dieses Phänomen versuchen sich die Kosmologen mit einer irgendwann nach der Planckzeit einsetzenden sprunghaften Ausdehnung der Welt, der so genannten „Inflation“, zu erklären.

Das Problem bei der Erklärung von Anfängen ist immer die so genannte „Letztbegründung“: Entweder man muss von einer Selbstentstehung bzw. Selbsterzeugung ausgehen oder eine transzendente Instanz dafür verantwortlich machen. In der oben angeführten Erklärung findet man von beidem etwas: Die Welt hat sich danach zwar mit Hilfe quantenmechanischer Effekte selbst erzeugt, durch die transzendentalen Aspekte der Quantenmechanik und der Stringtheorie kann man aber auch eine gewisse jenseitige Komponente ausmachen. Auch sehen manche Kosmologen den Anfang der Welt als einen zeitlosen, also in *diesem* Sinne transzendenten Zustand an, aus dem heraus die Welt geboren wurde und in den sie vielleicht am Ende wieder zurückfällt, man kann auch sagen „hineinstirbt“. Den wirklichen Anfang, also die Zeit Null, kann man wahrscheinlich nur metaphysisch beschreiben, wie es in der Bibel mit dem Postulat „Im Anfang war das Wort“ (Johannes 1, Vers 1) getan wird. Da Worte Informationen sind, wäre nach der Bibel alles aus Information entstanden. Und wenn Information und Materie wirklich äquivalent sind, was wir in Kapitel 6.4 vermutet hatten, dann hätte die Bibel mit dieser Aussage durchaus Recht.

Nach einer neuen Hypothese, der Schleifen-Quantenkosmologie, soll das Weltall ein pulsierendes Gebilde sein, das periodisch jeweils bis zu einem Minimaldurchmesser, der so genannten Planck-Länge (ca.  $10^{-35}$  m), zusammenbricht und dann wieder zu einer neuen „Weltära“ expandiert (siehe [16]). Damit wird aber das der bisherigen Kosmologie zu Grunde liegende Konzept einer linearen Zeit zugunsten einer zyklischen aufgegeben, einen wirklichen Anfang gibt es dann nicht. Den Gedanken einer zyklischen Zeit, die immer neue „Weltzeitalter“ hervorbringt, findet man z.B. auch in den Kosmogonien (den Schöpfungsmythen) der mexikanischen Mythologie.

Was auch immer am wirklichen Anfang war und unabhängig davon, ob es nun einen solchen Anfang wirklich gab oder nicht, für die Zeit nach den ersten  $10^{-43}$  Sekunden desjenigen Weltzyklus, in dem wir heute leben, haben Teilchenphysiker und Kosmologen mittlerweile sehr detailliert ausgerechnet, was passiert ist. Bei diesen frühen Ereignissen, bei denen sich aus der anfänglichen riesigen Menge reiner Energie schrittweise Materie in Form von Quarks und Gluonen, Elektronen, anderer Elementarteilchen und schließlich die Atome bildeten, spielte auch wieder die Quantenmechanik mit ihrer Regellosigkeit und dem absoluten Zufall eine entscheidende Rolle. Man muss sich diesen Materie-Schöpfungsvorgang so vorstellen, dass durch die hohe Dichte von Quanten aller denkbaren Frequenzen und ersten Teilchen wie freien Quarks und Gluonen immer wieder neue Teilchen entstanden, die sich jeweils der bereits bestehenden Umwelt aussetzen und dort bewähren mussten. Der größte Teil der auf diese Weise neu entstandenen Partikel zeigte sich in der vorhandenen mörderischen Umgebung als nicht überlebensfähig, sie besaßen nur eine sehr geringe Halbwertszeit und zerfielen bald nach ihrer Entstehung wieder. Diese Zerfallsprozesse setzten aber wieder Partikel und Photonen frei, die erneut zur Erzeugung von Teilchen beitrugen. Als mit der Ausdehnung des Alls die Dichte und die Temperatur sanken, konnten sich schon einige mehr der bei diesem Prozess entstandenen Zufallsprodukte halten und erwiesen sich als so stabil, dass sie heute noch bestehen. Dazu zählen die Kernbausteine Proton und Neutron, die die wesentlichen Bestandteile der heute beobachteten Materie sind. Die Halbwertszeit der Protonen wird unter heutigen Bedingungen auf mehr als zehn hoch 31 Jahre geschätzt, das ist eine Eins mit 31 Nullen. Man nimmt an, dass Protonen und Neutronen etwa 10 Mikrosekunden nach dem Anfang aus dem Quark-Gluonen-Plasma hervorgegangen sind. Als nächstes bildeten sich dann Wasserstoffatome und etwa 100 Sekunden nach dem Anfang gab es die ersten Heliumatome. In diesem Schöpfungsprozess, in dem die Grundbausteine für alle Materie entstanden, hat sich also der absolute, quantenmechanische Zufall als Initiator, als Intuition oder als Fantasie der Schöpfung betätigt. Aus den spontanen „Einfällen“ des Zufalls hat die bereits vorhandene Welt die überlebensfähigen Teile dieser „Ideen“, man kann sagen nach rationalen Gesichtspunkten, herausgesiebt oder selektiert.

Dass die Kernbausteine Protonen und Neutronen erst bei niedrigerer Dichte der Quarks in der Ursuppe, also erst zehn Mikrosekunden nach dem Anfang entstehen konnten, liegt daran, dass deren gegenseitige Anziehungskraft bei großer Nähe kleiner ist als bei etwas größeren Abständen. Man kann sich diese Bindungskräfte wie Gummibänder vorstellen, deren Rückstellkräfte ja auch mit der Dehnung immer größer werden. So können die Quarks bei großer Dichte wie die Moleküle in einer Flüssigkeit ihre relative Position zueinander beliebig verändern, also alle durcheinander fließen. Bei wachsenden Abständen werden die Bindungskräfte immer größer, sodass sich dann jeweils drei dieser Quarks zu einem Proton oder Neutron „verheiraten“. Man kann das mit menschlichen (Zweier-) Beziehungen vergleichen, bei denen im Allgemeinen auch eine gewisse Distanz für eine dauerhaft haltbare Verbindung erforderlich ist.

Das war die erste große Blütezeit der Freiheit in der Natur. Dabei hat sich auch allmählich im All eine Situation eingestellt, die im Großen mit den deterministischen Gleichungen der Mechanik adäquat beschrieben werden kann. Im Kleinen, und besonders in der Mikrophysik, ist eine quantenmechanische Beschreibung der Vorgänge im Weltall aber weiterhin unerlässlich.

Eine „zweite Blüte“ erlebte das Prinzip der Freiheit mit der Erfindung biologischer Systeme und der evolutionären Weiterentwicklung der Lebensformen auf dieser Erde, die wir im nächsten Kapitel betrachten wollen.

### ***7.3 Die Evolution des Lebens oder die zweite Blütezeit der Freiheit***

#### ***7.3.1 Was das Leben ausmacht – Selbstreproduzierende Strukturen und Vererbungsmechanismen***

Zunächst wollen wir versuchen die Frage zu beantworten, was Leben eigentlich ist. Im Hinblick auf ihr Fortbestehen müssen wir als erste Kerneigenschaft lebender Strukturen die Fähigkeit zur Selbstreproduktion ansehen, mit anderen Worten, die Fähigkeit der Weitergabe oder der Vererbung von Eigenschaften. Die einfachsten Strukturen in dieser Welt, die die Fähigkeit besitzen, andere Teile der Natur so werden zu lassen wie sie selbst sind, können wir daher als erste Schritte ansehen, die das Leben in unsere Welt hinein getan hat.

Ein einfaches Beispiel sind Eiskristalle. Als Kristallisationskeime in auf null Grad Celsius abgekühltem Wasser veranlassen sie andere Wassermoleküle dazu, sich in der gleichen Weise zu Kristallen zu organisieren. Dabei nehmen die Moleküle einen Zustand geringerer Energie an als bei gleicher Temperatur im flüssigen Zustand. Man nennt so etwas auch *Selbstorganisation*. Die tote Materie hat also bereits die erstaunliche Fähigkeit, sich selbst und spontan zu komplexen und häufig auch sehr schönen Strukturen und Formen zu organisieren. Aristoteles war schon der Meinung, dass die Formen in der Materie bereits angelegt seien. Obwohl Kristalle schon ein wichtiges Charakteristikum des Lebens besitzen, wird man bei diesen aber noch nicht wirklich von Leben sprechen wollen. Als bereits etwas weiter fortgeschrittene Stufe in der Entwicklung des Lebens kann man gewisse organische Moleküle wie die Prionen ansehen. Diese sind falsch verdrehte Proteinmoleküle (oder Eiweißmoleküle), die durch Kontakt mit anderen Proteinen diese dazu veranlassen, sich ebenso in die falsche, für den Organismus schädliche Weise umzufalten. Sie bewirken beim Menschen die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit und sind bei Rindern für den Rinderwahn BSE verantwortlich. In beiden bisher genannten Beispielen, den Eiskristallen und den Prionen, tragen die sich vermehrenden Strukturen keine Erbinformation in Form von Genen oder Ähnlichem mit sich. Sie geben ihre Eigenschaften durch ihre eigene Struktur und den Kontakt mit der Umwelt, man sagt auch katalytisch, an diese weiter. Diese katalytische Vererbung nennt man auch außergenetisch oder exogenetisch.

Bei den nächsten Stufen, auf denen das Leben in diese Welt kam, haben sich dann

als Informationsspeicher für die Fortpflanzung DNS-Moleküle (DNS = Desoxyribonukleinsäure) entwickelt, die häufig in so genannte Gene aufgeteilt sind, welche jeweils den Bauplan für ein Protein beinhalten. Die Gesamtheit aller Gene eines Lebewesens wird auch Genom genannt. Die Proteine sind Ketten von Aminosäuren, aus denen sich dann alle anderen Strukturen – in aller Regel innerhalb von Zellen – zusammensetzen, bis hin zu komplizierten molekularen „Maschinen“ und „Fabriken“. In den DNS-Molekülen wird zur Speicherung der Information eine besondere Schrift aus vier bestimmten Aminosäuren verwendet, die als „Buchstaben“ fungieren; diese sind Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin. Jeweils drei solcher Buchstaben werden hergenommen, um ein einzelnes Aminosäure-Molekül des Proteins zu verschlüsseln. Die einfachsten Formen von Lebewesen mit Erbmolekülen sind die Viren, die neben der Verpackung und ein paar Hilfsmitteln zum Eindringen in eine Wirts-Zelle aus nichts weiter bestehen als aus ihrer eigenen Erbinformation, geschrieben in der Schrift der DNS. Sie bilden sozusagen das Kontrastprogramm zu den Prionen, die völlig ohne spezialisierte Erbmoleküle auskommen. Die Viren sind übrigens Schmarotzer, die die Produktionsanlagen der von ihnen befallenen Wirtszellen dazu veranlassen, sie selbst nachzubauen. Ein ähnliches Prinzip wendet ja bekanntlich auch der Kuckuck an, wenn er seine Eier in fremde Nester legt.

Die Erfindung der Erbmoleküle hat dann den Durchbruch zu den hoch entwickelten Lebensformen ermöglicht. Heute weiß man, dass sich aber auch bei höher organisiertem Leben neben der genetisch gesteuerten Vererbung als nicht zu übersehender Teil der Reproduktion auch die exogenetische Komponente gehalten hat. So ist in jedem der nur ca. 20000 bis 25000 menschlichen Gene ja lediglich die Reihenfolge der Aminosäuremoleküle eines einzigen zum Aufbau der menschlichen Zelle nötigen Proteins verschlüsselt. Insgesamt ist das aber nur ein winziger Bruchteil der Information, die nötig wäre, den gesamten menschlichen Körper zu beschreiben. Das, was nach deren Herstellung in den Produktionsmaschinen einer Zelle (den Ribosomen) aus den Proteinen wird, wie sie sich verdrehen und falten, wie sie sich mit anderen Proteinen zu höchst komplexen Gebilden bis hin zu richtigen Maschinen zusammensetzen, wie etwa den Ribosomen und kleinen Motoren in den Zellen für die Erzeugung des Zelltreibstoffs, ist im menschlichen Genom *nicht* beschrieben. All dies passiert spontan bei der Zellteilung. Einen Teil dieser Veränderungen nehmen die Proteine autonom vor, ein anderer Teil wird durch die Umgebung, in die sie hineingeboren werden, auf exogenetische, katalytische Weise bewirkt. Es handelt sich dabei wie beim Eiskristall wieder um spontane Selbstorganisation. Besonders erstaunlich ist dabei, dass ein einziges physikalisches Prinzip ausreicht, um all dies zu erklären, nämlich der Trend der Proteine, sich in der jeweiligen Umgebung in einen Zustand kleinstmöglicher Energie zu bringen, so wie es gefrierendes Wasser tut.

In der Terminologie der Quantenmechanik kann man die Variabilität eines Proteins nach seiner Produktion teilweise auch als eine dem Protein anhaftende Wellenfunktion deuten, die durch die Wechselwirkungen mit der Zelle, in die sie hineingeboren wird, und der in ihr vorhandenen Lösung auf die in dieser Umgebung begünstigten

oder zugelassenen Fakten kollabiert. In einem anderen Zelltyp würde die Wellenfunktion desselben Proteins etwas anders kollabieren.

Was mit einem gerade im Ribosom erzeugten Protein passiert und wie es sich weiter verhält, bewirkt also zum Teil die Umgebung, in die das Protein hineingeboren wurde. Damit aber dann die Tochterzelle etwa einer Leberzelle wieder zu einer Leberzelle wird, müssen diese Umgebungsbedingungen von der Mutter- auf die Tochterzelle übergeben werden. Diese Informationen können nicht in den Genen enthalten sein, da alle Zellen des ganzen Körpers die gleichen Gene besitzen; sie werden außerhalb der Gene, man sagt auch epigenetisch, von der Mutter- auf die Tochterzelle weitergeleitet. Die epigenetische Weitergabe von Informationen ist für die Entwicklung des ganzen Organismus eines Lebewesens sehr wichtig.

In diesem Zusammenhang muss auch die so genannte Genregulation erwähnt werden. Darunter versteht man einen Variationsmechanismus, der bei der Zellteilung wirksam wird. Durch Genregulation wird z.B. das Ablesen der Information von der DNS beeinflusst. So können Teile des Genoms je nach Zelltyp und Alter des Organismus unterschiedlich abgelesen und gewisse Teile der DNS sogar übersprungen werden. Auch kann durch Genregulation die Anzahl der produzierten Proteine von einem bestimmten Typ variiert werden. Neuerdings hat man überraschenderweise herausgefunden, dass (z.B. bei bestimmten Nervenzellen) sogar die Anzahl der Gene eines Genoms bei den Tochterzellen anders sein kann als bei der Mutterzelle. Dies alles hat Einfluss auf die Ausprägung und auf Veränderungen der Zellgenerationen. Auf weitere Einzelheiten dieser auch noch nicht voll verstandenen Mechanismen brauchen wir aber hier nicht einzugehen.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch der Begriff der „gesellschaftlichen Vererbung“ erwähnt. Darunter versteht man die Weitergabe von Eigenschaften und Verhaltensweisen von einer Generation auf die nächste durch Nachahmung, Unterweisung und Lernen. Diese Art der Vererbung gibt es nur bei höher entwickelten Tieren und beim Menschen.

Um sich überhaupt reproduzieren zu können, müssen lebende Strukturen neben der Vererbungsfähigkeit noch eine zweite Kernfähigkeit besitzen, sie müssen nämlich so stabil sein, dass sie für eine erfolgreiche Vermehrung lange genug leben. Für den Erhalt der Art sollten sie im Mittel so lange leben, dass sie in ihrer Lebenszeit jede mindestens einen, aber besser mehrere genauso überlebensfähige Nachkommen produzieren können.

Zusammenfassend können wir festhalten: Als „lebend“ bezeichnen wir nur solche Strukturen, die sich selbst reproduzieren können. Damit sie nicht aussterben, müssen sie genügend lange leben, um sich wenigstens einmal im Leben reproduzieren zu können. Zur Vererbung von Eigenschaften bedient sich die Natur dreier Mechanismen, der extragenetischen oder katalytischen, der genetischen und der epigenetischen, und nutzt ferner den Variationsmechanismus der Genregulation. Die epigenetisch außerhalb der Gene von der Mutter- zur Tochterzelle weitergegebenen Infor-

mationen sichern, dass sich die Proteine nach ihrer Herstellung in die Organisation der Zelle so einfügen, wie es in diesem speziellen Zelltyp nötig ist.

Unser Wissen über die Vererbungsmechanismen ist noch sehr im Fluss und immer wieder sorgen neue Ergebnisse der Genomforschung für Überraschungen. Erst kürzlich wurde herausgefunden, dass die großen bisher als Brachland zwischen den Genen angesehenen DNS-Stücke (die heute von den Kriminologen oft zur Identifikation verwendet werden), die beim Menschen sogar mehr als 90% des gesamten DNS-Materials ausmachen, womöglich doch nützliche Informationen enthalten. Wenn sich das bewahrheitet, müssen wieder einmal einige Kapitel in unseren Lehrbüchern umgeschrieben werden (siehe auch [17]).

### ***7.3.2 Wie das Leben entstand***

Die Entwicklung des Lebens auf der Erde begann vor etwa vier Milliarden Jahren. Die Grundbausteine des irdischen Lebens sind die Aminosäuren, aus denen alle Eiweißmoleküle oder Proteine aufgebaut sind, die also etwa in dieser Zeit entstanden sein müssen. Sie bestehen im Wesentlichen aus den Elementen Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff. Damals bestand die Atmosphäre auf der Erde aus einer Ursuppe, die zu guten Teilen aus Methan ( $\text{CH}_4$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ) bestand, die sich wiederum aus den gleichen Elementen aufbauen wie die Aminosäuren. Außerdem ist davon auszugehen, dass damals über mehrere 100 Millionen Jahre permanent Gewitterblitze die Szene beherrschten und auch intensive UV-Strahlung und Höhenstrahlung aus dem Weltall anzutreffen waren. Die genannte Strahlung konnte damals relativ ungehindert durch die Atmosphäre dringen, weil es noch keinen freien Sauerstoff gab, der eine Ozonschicht hätte bilden können, die uns heute vor dieser intensiven Strahlung schützt.

Der Chicagoer Chemiestudent Stanley Miller führte im Jahre 1953 das folgende Laborexperiment durch: Er verschloss in einem Behälter lediglich die Gase Methan und Ammoniak, mischte Wasser dazu und ließ durch dieses Gemisch permanent Blitze zucken. Bereits nach 24 Stunden ließen sich in dem Behälter drei der insgesamt 23 Aminosäuren nachweisen, aus denen alle Proteine und damit alle biologischen Systeme aufgebaut sind.

Damit war nachgewiesen, dass Aminosäuren in der damaligen Umwelt zwangsläufig entstehen mussten. Doch wie kam das zustande? Der Mechanismus ist der folgende: Durch die regellos aus der Höhenstrahlung, aus der UV-Strahlung der Sonne oder aus den Blitzen auf die Ammoniak-, Methan-, Kohlendioxid- und Wassermoleküle prasselnden Energie-Quanten wie auch durch die regellosen Wärmebewegungen der beteiligten Moleküle wurden permanent neue Moleküle der verschiedensten Art gebildet. Die meisten von ihnen zerfielen wieder, weil sie in der unwirtlichen Umgebung nicht überlebensfähig waren, aber es sind auch einige stabile Gebilde entstanden und haben sich gehalten. Darunter waren offenbar auch die ersten Aminosäuren. Wie wir sehen, kam bei der Entstehung der Aminosäuren dasselbe Prinzip zur An-

wendung wie kurz nach dem Urknall, als sich die Elementarteilchen und die Atome bildeten. Wieder wurden Strukturen zufällig erzeugt, und die bereits bestehende Umwelt sonderte die Überlebensfähigen nach rationalen Kriterien aus.

Auch wenn die Entstehung aller 23 Aminosäuren deutlich länger gedauert haben wird als bei Stanley Millers Experiment, kann man dennoch davon ausgehen, dass die Grundbausteine des Lebens in der damals vorliegenden Atmosphäre mehr oder weniger alle mit hoher Wahrscheinlichkeit in recht kurzer Zeit entstanden sind, also recht bald für weitere Schritte hin zum Leben zur Verfügung standen. Die Entstehung dieser Moleküle scheint im Weltall nichts Besonderes zu sein, denn man hat auch an anderen Stellen im Kosmos die Existenz von Aminosäuren bereits nachweisen können. Als nächstes müssen sich dann aus den Aminosäuren komplexere Strukturen gebildet haben. Das könnten erste, sich selbst schon reproduzierende Proteine (wie die Prionen) gewesen sein. Es könnten sich aber auch – das ist eine neue Hypothese – zuerst auf warmen und feuchten Steinen zufällig kurze ringförmige DNS-Stücke gebildet haben. Darauf hätten dann, so die Hypothese, als Passstücke (man kann im Nachhinein sagen: die von ihnen verschlüsselten) Aminosäuren angedockt. Diese hätten sich dann zu ringförmigen Proteinen verbunden und schließlich von dem DNS-Ring abgelöst. Diese Hypothese klingt plausibel, weil dabei die Proteine und die sie verschlüsselnden DNS-Abschnitte praktisch gleichzeitig entstanden wären. In Form dieser einfachen Protein-Synthese hätte man dann auch gleich einen Vorfahren der Ribosomen, der Proteinfabriken, gefunden. Ein Hinweis für die Richtigkeit dieser Hypothese könnte die Tatsache sein, dass die meisten (kernlosen) Bakterien noch heute in sich geschlossene DNS-Moleküle haben. Damit wäre das Leben nicht in der Ursuppe gekocht, sondern auf einem heißen Stein gebraten worden.

Wie es wirklich abgelaufen ist, weiß man allerdings noch nicht. Sicher ist jedenfalls, dass immer wieder auch bei diesem Schritt quantenmechanische, spontane Einflüsse durch einfallende Lichtquanten verschiedener Frequenzen und regellose Wärmebewegungen vielfältige Strukturen entstehen ließen, die bis auf wenige, in dieser Umwelt stabile, im Allgemeinen alle wieder zerfallen sind. Wie bei der Entstehung der Aminosäuren, so hat auch hier wieder der Zufall als Fantasie gewirkt und die bereits bestehende Umwelt als Selektionsmechanismus. Wir werden im nächsten Kapitel sehen, dass dieses Prinzip auch weiterhin bei der biologischen Evolution immer wieder wirksam wurde.

Es wird oft der Einwand gebracht, dass mit der Methode des zufälligen, spontanen Probierens und anschließender Selektion des Überlebensfähigen die Entstehung des Lebens nicht erklärt werden könne, weil dazu die zur Verfügung stehende Zeit nicht ausgereicht habe. Aus Fossilienfunden weiß man, dass es aber in der Tat schon recht bald, nämlich bereits 500 Millionen Jahre nach dem Beginn der Lebensentwicklung, einfache Bakterien gegeben haben muss. Ich möchte hier versuchen, den Einwand zu entkräften, dass diese Zeitspanne zu kurz gewesen sei. Beginnen wir zu dem Zeitpunkt, als bereits die wichtigsten Aminosäuren zur Verfügung standen. Wir hatten schon gesehen, dass die Entstehung dieser Grundbausteine nicht allzu lange gedauert

haben dürfte. Dann ist es nicht ganz abwegig, der Entstehung von einfachsten sich selbst reproduzierenden Strukturen aus den vorhandenen Aminosäuren 300 Millionen Jahre Zeit zu geben. Nun ist ferner anzunehmen, dass durch die damals auf der Erde vorherrschenden turbulenten Bedingungen und hohen Temperaturen die Rate der spontanen Zusammenfügungen und Wiederzerlegungen von Molekülen recht hoch war. Nehmen wir trotzdem einmal sehr bescheiden an, dass innerhalb der Periode von 300 Millionen Jahren lediglich alle 100 bis 1000 Jahre auf der ganzen Erde nur ein einziges zur Selbstreproduktion prinzipiell fähiges Gebilde zufällig entstand, und dass von diesen auch nur jedes Hundertste so stabil war, dass es in der Nische der Welt, in der es sich befand, bis ans Ende der Periode überleben konnte; dann hätten wir nach 300 Millionen Jahren bereits 3000 bis 30000 solcher stabilen zur Selbstreproduktion fähigen Gebilde, ohne die von diesen zwischenzeitlich erzeugten Nachkommen zu berücksichtigen. Diese einfache und extrem konservative Rechnung zeigt, dass die Entstehung von Leben viel wahrscheinlicher sein dürfte als gemeinhin angenommen wird.

Dies war der Beginn der zweiten Blütezeit der Freiheit in unserer Welt. Wir werden im nächsten Kapitel sehen, wie sich der Trend in der weiteren Evolution der biologischen Erscheinungen fortgesetzt hat.

### ***7.3.3 Die biologische Evolution als Entwicklungsmaschine***

Der britische Naturforscher Charles Darwin (1809-1882) veröffentlichte im Jahre 1859 seine Evolutionstheorie. Sie sagt aus, dass sich alle Arten der Lebewesen aus früheren Formen entwickelt hätten, und zwar durch allmähliche Veränderungen in kleinen (zufälligen) Schritten. Dabei konnten sich unter den in jedem Schritt entstandenen Varianten diejenigen am besten durchsetzen und besonders vermehren, die in die dort gegebene Umwelt am besten passten. Die weniger passend ausgestatteten wären benachteiligt gewesen, hätten sich weniger behaupten können oder wären im Überlebenskampf als eigene Art oder Unterart ganz auf der Strecke geblieben. Die stufenweise Veränderung der Eigenschaften der Lebewesen in der zeitlichen Kette nennt man *Mutation*, und das Verfahren der Auslese oder Förderung der Tüchtigsten durch die Umwelt nennt man *Selektion*. Der Motor der Evolution ist also beschrieben durch die beiden Vorgänge Mutation und Selektion.

Mit Mutation meint man im Kontext der Evolutionstheorie die spontane Veränderung der Erbanlagen eines Lebewesens. Der Begriff konzentriert sich daher auf Lebensformen, deren Erbgut in DNS-Erbmolekülen, z.B. in Genen, gespeichert ist. Ein Teil der Mutationen sind auf zufällige, z.B. durch Wärmebewegungen verursachte Kopierfehler bei der Zellvermehrung zurückzuführen. Ein Großteil wird aber durch Bestrahlung mit Sonnenlicht und vor allem durch Höhenstrahlung aus dem Weltall hervorgerufen, also durch quantenmechanische, unvorhersehbare und damit ebenfalls völlig zufällige Ereignisse ausgelöst. Bei dieser Bestrahlung der Gene treffen gelegentlich Photonen empfindliche Stellen eines DNS-Moleküls und lösen dadurch eine im Allgemeinen unvorhersagbare Veränderung aus. Solche Störungen sind er-

wartungsgemäß umso stärker, je energiereicher die Quanten sind, d.h. je höher die Frequenz der Strahlung ist, und umso häufiger, je größer die Intensität der Strahlung ist, d.h. je mehr Quanten pro Zeiteinheit einfallen. Man kann nachweisen, dass in erdgeschichtlichen Zeiten, in denen die Höhenstrahlung besonders intensiv war, auch mehr Mutationen stattgefunden haben. Das waren besonders die Perioden, in denen das Magnetfeld der Erde ausgefallen war, welches normalerweise einen guten Teil der hochenergetischen Höhenstrahlung abhält.

Der überwiegende Teil der durch Mutationen erzeugten Veränderungen der Erbanlagen kommen entweder nicht zum Tragen, weil sie über Reparaturmechanismen in der Zelle erkannt und korrigiert werden, oder sie wirken sich nachteilig aus. Im letzteren Fall führt das dazu, dass die Nachkommen der Zelle weniger überlebensfähig sind als die Mutterzelle und damit zu rechnen ist, dass die Linie der Nachkommen der nachteilig mutierten Zelle nach einiger Zeit ausstirbt. Nur in einigen wenigen Fällen ist die Veränderung in der gegebenen Umgebung zum Vorteil der Zelle. Die Nachkommen dieser Zelle werden sich dann behaupten und damit eine neue Linie von gegenüber den Vorfahren leicht veränderten Lebewesen beginnen.

Bei höher organisierten, vielzelligen Lebewesen wirken sich solche Mutationen nur dann auf die Nachkommen aus, wenn sie die Zellen in der Keimbahn betreffen. Beim Menschen sind das die Eizellen der Frau und die Samenzellen des Mannes. Mutationen an anderen Zellen beeinflussen lediglich das Leben dieses einen Individuums, in den meisten Fällen eben wieder nur negativ, also in krankhafter Weise. So kann bei einem Menschen durch Strahleneinwirkung Hautkrebs ausgelöst werden, ohne dass die danach von diesem Menschen gezeugten Nachkommen davon beeinträchtigt würden. Letzteres wäre nur dann möglich, wenn durch die Bestrahlung das Erbgut einer *derjenigen* beiden Zellen (Ei- oder Samenzelle) verändert worden wäre, die bei der Zeugung des Nachkommen gerade zusammenkommen.

Dieser simple Mechanismus der Evolution von zufälliger Änderung und Selektion durch die Umwelt, also des Spielens mit Möglichkeiten und bergenden Auswählens nach rationalen Kriterien, hat uns in der belebten Natur die ungeheure und erstaunliche Vielfalt und Schönheit geschaffen, die wir Menschen mit Andacht und Ehrfurcht immer wieder bewundern. Die Evolutionstheorie ist seit Darwin immer weiter ausgebaut worden und erhebt heute den Anspruch, die Entstehung aller in der Lebenswelt beobachteten Erscheinungen, manchmal unter Zuhilfenahme anderer Theorien, erklären zu können, inklusive der sozialen und psychologischen Verhaltensweisen und der Sehnsüchte und Wünsche hoch entwickelter Lebewesen, wie wir Menschen es sind. Die Evolutionstheorie ist eine einfache, gut bestätigte und bisher auch nicht in ihren Kernaussagen belastete, also eine brauchbare und damit im Sinne des pragmatischen Wahrheitsbegriffs auch als wahr anzusehende Theorie. Jedenfalls haben wir keine bessere Erklärung für die Entstehung der Organismen in dieser Welt. Es ist deshalb schwer nachzuvollziehen, dass noch, oder wieder, so viele Menschen auch in der westlichen, aufgeklärten Welt und besonders in den Vereinigten Staaten diese Theorie ablehnen, nur weil sie sich nicht im Einklang befindet mit einer unge-

schichtlichen, fundamentalistisch-buchstäblichen Auslegung von Texten des Alten Testaments der Bibel. Diese Menschen vertreten die Theorie, dass die Arten jede für sich in einem gezielten göttlichen Schöpfungsakt entstanden sind, also nicht mit Hilfe des schrittweisen Probierens und Aussonderns des Unbrauchbaren aus anderen Lebewesen hervorgegangen seien. In der von den so genannten Kreationisten formulierten Weise ist diese Theorie, im Sinne des in Kapitel 5.1 gesagten, wegen ihrer „Erklärungsschwächen“ auch weniger brauchbar. Ein Brückenschlag zwischen den beiden sich verbal bekämpfenden Seiten des Evolutionismus und des Kreationismus wäre aber durchaus möglich. Dazu müssten die Kreationisten allerdings ihr Denken ein wenig erweitern: Sie müssten dem Schöpfer auch erlauben, in kleinen Schritten probenhalber Veränderungen vorzunehmen, und davon ausgehen, dass der Schöpfer *nur die* Gesetze anwendet, die er selbst für die Welt geschaffen hat, und dazu gehört nicht zuletzt die Quantenmechanik. Mit einem in diesem Sinne weiter gefassten Verständnis von Kreation könnte man meines Erachtens die beiden Theorien durchaus ineinander überführen, was einer Ökumene zwischen den verfeindeten Lagern gleich käme. Allerdings vertragen sich manche fundamentalistische Positionen existierender Religionen nicht mit einer indeterministischen Welt, mit einer Akzeptanz der Quantenmechanik ist in diesen Kreisen also kaum zu rechnen.

Eines der schönsten Beispiele, bei denen sich die Evolutionstheorie sehr anschaulich bestätigt hat, ist der Fall der Birkenspanner in England. Birkenspanner sind Schmetterlinge, die sich viel auf den weißen Stämmen von Birken aufhalten. Damit sie von ihren Fressfeinden, den Vögeln, nicht so leicht erkannt werden, haben sie sich eine Farbe zugelegt, die der Farbe der Birkenrinde gleicht. Als im 19. Jahrhundert durch die extreme Luftverschmutzung in den englischen Industriegebieten die Rinden der Birken dort sehr schnell nicht mehr weiß, sondern grau geworden waren, bot die weiße Farbe der Schmetterlinge ihnen keinen Schutz mehr. Das ursprünglich als Tarnung wirkende Weiß ihrer Flügel wurde ihnen zum Verhängnis, weil sie auf den grauen Birkenrinden nun besonders gut von ihren Fressfeinden entdeckt werden konnten. Das Erstaunliche war nun, dass nach nur wenigen Generationen die Birkenspanner in dieser Gegend die neue Farbe der Birkenrinden angenommen hatten. Wie es dazu kam, ist recht einfach zu erklären: Unter den Nachkommen einer Population gibt es in jeder Generation allein durch die zufälligen Einflüsse auf die Erbanlagen immer einige Exemplare, die etwas heller, und einige, die etwas dunkler ausfallen als ihre Eltern. Da die etwas Dunkleren auf der dunklen Rinde von den Vögeln schlechter erkannt werden, haben diese eine höhere Überlebenschance und können sich auch besser vermehren als die Hellere. Im Mittel werden so die überlebenden Vertreter der Art schrittweise von Generation zu Generation solange immer dunkler, bis die mittlere Helligkeit der Flügel etwa derjenigen der Rinde entspricht und noch dunklere Flügel keinen weiteren Überlebensvorteil mehr böten. An diesem Beispiel erkennt man, dass der Evolutionsmechanismus nicht nur für die Vielfältigkeit der Erscheinungen der belebten Welt verantwortlich ist, sondern es auch den Arten ermöglicht, sich erstaunlich schnell an veränderte Umweltbedingungen anzupassen. Dadurch wurde es dem Leben auch insgesamt möglich, in alle Nischen unseres Glo-

bus bis in tiefste Meerestiefen, in die Nähe von heißer Lava in Vulkankratern und in arktische Kälte vorzudringen und sich dort zu halten.

Ein zweites schönes Beispiel ist die kürzlich beobachtete Veränderung des Vermehrungsverhaltens des Kabeljaus, der bis vor kurzem als vom Aussterben bedroht galt. Üblicherweise wird der Kabeljau erst geschlechtsreif, wenn er mit über einem Meter Länge ausgewachsen ist. Die Fischer hatten es wegen des besseren Verkaufserlöses natürlich besonders auf die großen Tiere abgesehen, und so kam es, dass zu viele der ausgewachsenen Tiere noch vor dem Laichen abgefischt wurden und dadurch zu wenig Nachwuchs da war. Statistisch sind nun aber immer wieder mal frühreife Exemplare dabei, die bereits laichen, wenn sie noch jünger sind. Da die Jungtiere weniger befishcht wurden, stieg das Zahlenverhältnis der Kinder von Jungtieren zu denen der Alten allmählich an und Frühreife wurde zum Selektionsvorteil. Durch diesen Vorteil hat der Anteil vorzeitig laichender Kabeljaus mittlerweile so stark zugenommen, dass die Art nicht mehr vom Aussterben bedroht ist und auch bleibt, solange nicht auch diese kleineren Exemplare zu stark abgefischt werden.

Die Schnelligkeit der Anpassung an die Umweltbedingungen hängt von der Generationenfolge ab. Ein Bakterium teilt sich etwa alle 20 Minuten. Das führt dazu, dass in Umgebungen, in denen ein neues Antibiotikum verwendet wird (z.B. in Krankenhäusern), sich bereits in wenigen Tagen, was aber schon mehr als 100 Generationen entspricht, gegen dieses Medikament resistente Keime herausmutieren können. Bei längerer Generationenfolge einer Art dauert die Anpassung natürlich länger. Bei der Immunisierung helfen sich Bakterien auch oft gegenseitig, indem sie kurze DNS-Stücke mit Informationen zur Abwehr neuer Antibiotika austauschen; man nennt diesen Vorgang auch „Konjugation“.

Aus diesem hilfreichen Prinzip der Konjugation hat sich übrigens auch schrittweise die geschlechtliche Fortpflanzung bei den höher organisierten Lebewesen entwickelt (siehe [22]). Der Vorteil dieser Vermehrungsart liegt darin, dass bei jeder Paarung zwei unterschiedliche Sätze von Genen zusammenkommen. So enthält jede Zelle eines Menschen zwei Sätze von je 23 „Chromosomen“ zusammengefassten Genen. Der eine Chromosomensatz stammt vom Vater, der andere von der Mutter. Die Zelle produziert dann ihre Proteine durch mehr oder weniger zufälliges Ablesen der Gene beider Chromosomensätze. Keimzellen (Ei- und Samenzellen) besitzen nur einen Chromosomensatz, der bei der so genannten „Reduktionsteilung“, bei der die Keimzellen entstehen, durch Mischung der Gene von Vater und Mutter (man nennt das auch „crossing over“) gebildet wird. Bei der Paarung entsteht durch die Verschmelzung von Ei- und Samenzelle wieder eine Zelle mit zwei Chromosomensätzen, aus der sich dann der ganze Körper des Menschen entwickelt. Dieser Mechanismus erhöht die Variationsbreite der Eigenschaften der Nachkommen eines Paares, was das Tempo der evolutionären Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen gegenüber der ungeschlechtlichen Fortpflanzung deutlich erhöht. Dieser Flexibilitätsvorteil kommt besonders bei Arten mit langen Generationszeiten zum Tragen, weshalb sich die geschlechtliche Vermehrung mit ihren schönen Nebeneffekten wie Verliebtheit

und Sex besonders bei den Arten mit längerer Generationenfolge durchgesetzt hat.

Für unsere Untersuchungen zur Spontaneität und zur Freiheit können wir festhalten: Praktisch alles, was es in den Bereichen der Welt gibt, die wir bis jetzt untersucht haben, ist nach exakt dem gleichen Schöpfungsprinzip entstanden, nämlich nach dem Prinzip der Erzeugung von Alternativen durch den absoluten (quantenmechanischen) Zufall und die Selektion durch die bereits vorhandene Umwelt. Es war immer wieder dasselbe: Der absolute Zufall brachte die Fantasie, die Intuition, die Ideen. Und die bereits vorhandene Welt selektierte daraus das Überlebensfähige nach rationalen Kriterien. Besonders die Ungezieltheit der schöpferischen Intuition klingt manchem ungläubwürdig und ist auch der hauptsächliche Kritikpunkt der Kreatio-nisten. Interessant ist, dass schon der chinesische Philosoph Wang Chong (27-96) die Ansicht vertrat, der Himmel bringe die Dinge ohne Absicht hervor.

Das Prinzip wirkte am Beginn des Weltalls, sorgte für die Entstehung der Elementarteilchen und Atome in den ersten Sekunden des Alls und schuf so die Grundlage für die weitere Entwicklung des Kosmos. Das Prinzip wirkte bei der ersten Entstehung von Leben aus unbelebter Materie, bei der Weiterentwicklung des Lebens durch die Evolution, bei der Erfindung der geschlechtlichen Vermehrung, bis hin zur Entstehung des Menschen und seiner psychischen Verhaltensweisen. Man kann den Wirkungsbereich dieses Schöpfungsprinzips auch auf die Entstehung des sozialen Verhaltens von in Gesellschaften lebenden menschlichen oder tierischen Individuen erweitern: Das Individuum versucht, in der Gesellschaft seine Freiheit so weit wie möglich zu entfalten, sein tatsächlicher Verhaltensspielraum wird aber durch die Gesellschaft eingegrenzt. Wir werden noch sehen, dass auch die geistige Kreativität, also die Entstehung alles gedanklich Neuen inklusive der Entstehung von Theorien, sich wieder auf dieses Prinzip zurückführen lässt.

Man könnte vielleicht sogar die kühne Vermutung wagen, dass man mit diesem Schöpfungsprinzip womöglich auch die Entstehung des Prinzips *selbst* erklären kann, was irgendwann, ganz am Anfang passiert sein könnte.

## **7.4 Gehirne, Denken und die Kreativität des Geistes**

### **7.4.1 Die Entstehungsgeschichte von Nervensystemen und die Struktur des Gehirns**

Wir wollen uns hier nicht in allem Detail mit der Entwicklungsgeschichte von Nervensystemen und Gehirnen befassen. Dazu gibt es andere, gut verständliche Literatur wie z.B. Hoimar v. Ditfurths Buch „Der Geist fiel nicht vom Himmel“ [15]. Hier in diesem Buch soll nur das dargestellt werden, was im Zusammenhang mit den Begriffen Spontaneität und Freiheit von Bedeutung ist.

Die Entwicklung von Nervensystemen hat sich von den ersten Anfängen bis hin zur Bildung von Gehirnen in einer Folge kleiner Schritte vollzogen, die im Sinne der Evolutionstheorie denjenigen Wesen einen Vorteil verschafften, bei denen diese kleinen Veränderungen erstmalig auftraten. Wesentliche Etappen der Entwicklung

der Nervensysteme lassen sich schon anhand von Fossilien bestätigen, insbesondere aber anhand existierender Arten, die frühe Stufen der Entwicklung verkörpern und uns in Form lebender Fossilien die zeitliche Entwicklung vor Augen führen. Dies gilt übrigens nicht nur bei der Entwicklung der Nervensysteme, sondern grundsätzlich für die Entwicklung der Arten. Das Spektrum der heute vorhandenen Arten zeigt uns auch, wie alles geworden ist. So wie wir im Weltall über die langen Zeiten, die das Licht zur Durchquerung des Alls braucht, aus der Gegenwart direkt in die Vergangenheit blicken können, so gewährt uns die Vielzahl der Arten mit ihren zu verschiedenen Zeiten entstandenen Eigenschaften einen Blick in die Vergangenheit des Lebens - und so eben auch speziell in die Vergangenheit des Gehirns.

Nervensysteme haben immer die Aufgabe, das Verhalten von Organismen oder Teilen derselben zu kontrollieren und zu steuern. Solange es nur einzellige Lebewesen gab, war die Notwendigkeit der Steuerung beschränkt auf die Funktionen im Inneren einer Zelle und an ihrer Grenze zur Umwelt, der äußeren Zellmembran. Im Inneren einer Zelle, auch der Zellen mehrzelliger Organismen, gibt es eine große Zahl verschiedener Teilsysteme für unterschiedliche Funktionen. Hier nur einige Beispiele: Für die Energiegewinnung aus dem Sonnenlicht (Photosynthese) sind in pflanzlichen Zellen die Chloroplasten zuständig; die Ribosomen sind die Proteinfabriken der Zelle, sie bauen die Biomoleküle auf, aus denen alle Teile der Zelle bestehen; die Mitochondrien sind die Kraftwerke, sie erzeugen bei tierischen Zellen aus dem Brennstoff Zucker den innerzellularen molekularen Treibstoff ATP (Adenosintri-phosphat) für den Betrieb der anderen Zellteile; und in entwicklungsgeschichtlich jüngeren Zelltypen (den Eukarionten) gibt es noch den Zellkern, in dem die genetische Information gebündelt ist. Zur internen Steuerung der Zellfunktionen werden chemische Botenstoffe benutzt, die in der Regel ungezielt von einer aussendenden Instanz in die Zellflüssigkeit entlassen werden, um am Zielort, dem „Erfolgsort“ oder Organ der Zelle, die gewünschte Reaktion auszulösen. Das geschieht oft auf katalytischer Basis, wie wir das schon im Zusammenhang mit der Vererbung gesehen hatten. Man kennt heute aber auch schon so genannte Motorproteine, die Substanzen und Informationen innerhalb der Zelle gezielt in bestimmte Richtungen transportieren. So etwas gibt es offenbar auch in den langgezogenen Dendriten der Zellen von Nervensystemen. Man vermutet, dass die Alzheimer-Krankheit auf einen Fehler einer solchen Transportfunktion in den Gehirnzellen zurückzuführen ist.

Als sich im Laufe der Entwicklung mehrere Einzeller zu Verbänden zusammenschlossen, tat sich ihnen das Problem auf, ihre Aktivitäten, zumindest zur Fortbewegung und zur Versorgung mit Nahrungsmitteln, für alle zu koordinieren. Zellverbände, in denen sich in evolutionären Schritten einzelne Zellen auf diese Koordinationsaufgabe konzentriert hatten, besaßen jetzt offenbar Vorteile gegenüber anderen, was dazu führte, dass sich diese Zellverbände gut behaupten konnten. So waren Drüsenzellen entstanden, die, so wie es auch innerhalb der Zellen ablief, chemische Substanzen in den Zellverband absonderten und damit die Zellen zu einem bestimmten Verhalten veranlassten. Auf diese Weise konnten etwa die äußeren Zellen eines Ver-

bandes zu einer koordinierten Bewegung veranlasst werden, die dann eine gezielte Fortbewegung des Verbandes in eine bestimmte Richtung ermöglichte. Diese diffuse Informationsverbreitung mit Drüsen ist in manchen Fällen sehr effektiv. So werden z.B. im menschlichen Körper durch ein einziges Hormon, das Adrenalin, alle Funktionen des ganzen Organismus schnell auf eine Stresssituation vorbereitet. Für eine mehr gezielte Steuerung bestimmter Teile eines Organismus ist diese Methode nicht immer genügend spezifisch oder nicht immer schnell genug.

Nervenzellen und Nervennetze haben später diese Steuerung viel spezifischer, zielgerichteter und schneller werden lassen. Man kann vermuten, dass Nervenzellen, man nennt sie auch Neuronen, sich aus Drüsenzellen entwickelt haben, indem sie Fortsätze entlang des Gradienten des Botenstoffes in dem Zellverband bildeten. Mit Hilfe dieser Fortsätze gelang es ihnen dann, gezielter zu wirken. Ein Nervennetz besteht aus vielen Neuronen mit Fortsätzen, in denen die Informationen in Form elektrischer Signale übertragen werden. Die Fortsätze verbinden sich mit denen anderer Nervenzellen über Synapsen, innerhalb derer – im so genannten synaptischen Spalt – die Information im Allgemeinen noch auf die alte Art durch Botenstoffe (Neurotransmitter) ausgetauscht wird. Es gibt allerdings auch elektrische Synapsen, diese sind aber von geringerer Bedeutung und sollen uns hier nicht weiter interessieren. Die Verbindung zweier Übertragungsmethoden, der elektrischen und der chemischen, hat sich wegen des folgenden Vorteils gehalten: Bei rein elektrischer Übertragung würden alle im Netz mit diesem Neuron verknüpften anderen Neuronen spontan und ungehindert die von einer Zelle ausgesandten Informationen empfangen können. Durch die chemische Zwischenübertragung kann das aber über chemische Substanzen verhindert werden, die die Übertragung in dem synaptischen Spalt beeinflussen. Darauf beruht übrigens auch die Wirkung der Psychopharmaka und einiger Rauschgifte. Außerdem ist bei chemischen Synapsen auch eine „Verrechnung“ verschiedener Informationen möglich, was die elektrischen nicht können.

Unser menschliches Gehirn ist (wie das vieler anderer höher entwickelter Lebewesen) nun nichts weiter als ein enorm großes derartiges Nervennetz. Gemäß ihres entwicklungsgeschichtlichen Alters und der damit verbundenen unterschiedlichen Aufgaben unterscheidet man folgende Teile: Der älteste Teil ist das Stammhirn, das sich direkt an das Rückenmark anschließt und zusammen mit diesem die unbewussten, vegetativen Funktionen des Körpers steuert, wie etwa Herzschlag und Atmung. Im Kleinhirn sind im Wesentlichen gelernte Fertigkeiten gespeichert, die uns allerlei Tätigkeiten des täglichen Lebens ermöglichen, dazu zählt etwa Fahrradfahren, Schwimmen, Autofahren, Tennisspielen und vieles andere mehr. Neben dem Zwischenhirn, auf das ich hier nicht weiter eingehen will, besitzt der Mensch noch, als den mit Abstand größten Bereich des zentralen Nervensystems, ein Großhirn, man nennt es auch die Großhirnrinde oder den Kortex, der sich in der Evolution als letzter Hirnteil gebildet hat. Der Kortex beinhaltet auch die Bereiche, die die Informationen unserer Sensoren aufnehmen und verarbeiten sowie diejenigen, über die wir unsere Motorik steuern. Den mit Abstand größten Teil des Kortex machen aber die

Assoziationsareale aus, in denen sich die typisch menschlichen Denkvorgänge abspielen. Hier passiert das, was wir auch *Kognition* nennen. Zu diesem Begriff rechnen wir alles, was mit der Wahrnehmung und Verarbeitung unseres Bildes über die Welt zusammenhängt; dazu zählen Vorstellung, Lernen, Gedächtnis, Erinnern, inklusive aller bewussten und unbewussten Einflüsse auf diese Vorgänge. Im übernächsten Kapitel werden wir uns noch etwas mehr mit den Funktionen des Gehirns beschäftigen.

Hier noch ein paar beeindruckende Zahlen zum Gehirn. Das menschliche Gehirn besteht aus ca. 100 Milliarden Neuronen, die alle im Schnitt mit ca. 10000 anderen über Synapsen verbunden sind. Insgesamt ergibt das fünf mal zehn hoch 14 Verbindungen oder eine halbe Billion. In erster Näherung darf man sich – auch wenn das sicher nicht ganz korrekt ist – vorstellen, dass die Neuronen in einem Nervennetz als Schaltstellen wirken und die Informationen im Wesentlichen in den Verbindungen repräsentiert sind. Wenn diese Verbindungen jeweils nur die zwei Zustände *aktiviert* oder *deaktiviert* haben können, würde das bereits einer Speicherkapazität von etwa 100 Terabyte oder 100 000 Gigabyte entsprechen. Möglicherweise gibt es aber auch Zwischenstufen zwischen aktivierten und deaktivierten Verbindungen, womit sich eine noch größere Speicherkapazität des Gehirns ergäbe. Zum Vergleich: Die Kapazität eines Plattenspeichers der heutigen PC-Generation liegt bei einigen hundert Gigabyte, also nur etwa einem Tausendstel dessen, was in einem einzigen Gehirn gespeichert werden kann. Darüber hinaus gibt es noch die so genannten Gliazellen. Man schätzt deren Anzahl im menschlichen Gehirn auf (je nach Quelle) fünf bis fünfzig mal so hoch wie die Zahl der Neuronen. Diesen Zellen hat man bisher im Wesentlichen nur Stütz- und Versorgungsfunktionen zugeschrieben. Neuerdings nimmt man jedoch an, dass sie auch die neuronalen Funktionen des Gehirns unterstützen oder zumindest nicht unerheblich beeinflussen. Wenn das zutrifft, dürften die obigen Schätzwerte noch viel zu niedrig angesetzt sein.

#### **7.4.2 Was „weiß“ ein Nervensystem und woher?**

Wie wir oben gesehen haben, konnten sich zunächst Drüsenzellen und dann kleinere Nervensysteme bei mehrzelligen Lebewesen bilden, weil dadurch ein koordiniertes Verhalten des Zellverbandes möglich wurde, das ihnen einen Überlebensvorteil verschaffte. Über sein Nervensystem konnte sich das Lebewesen in einer bestimmten Situation der Außenwelt so verhalten, dass dadurch etwas zum Überleben Wünschenswertes oder Nötiges einfacher oder überhaupt erst erreicht wurde. Ein Beispiel: Lebewesen brauchen in der Regel Nahrungsmittel, sie haben also das Problem, sich diese zu beschaffen. Wenn Ihnen ein Nervensystem dabei hilft, wirkt es als ein Problemlöser. Wenn man aber ein Problem lösen will, muss man etwas über die Welt wissen, in der man das Problem zu lösen hat. Wir hatten in Kapitel 5 für diese Art Wissen den Begriff der Theorie verwendet. Wir erinnern uns: Der Spätheimkehrer konnte das Problem, dass das Licht nicht brannte, nur durch eine Theorie darüber lösen, woran es liegen könnte, nämlich an der Glühbirne oder der Sicherung. Und

das Neugeborene hatte zur Lösung seines einzigen Problems, nämlich seinen Hunger zu stillen, die Theorie parat, dass Schreien das geeignete Mittel sein werde. Allgemein kann man sagen, dass solche verhaltenssteuernden Netzwerke immer eine Theorie über einen Teil der Außenwelt repräsentieren. Wichtig ist dabei lediglich, ob die Theorie sich bewährt, d.h. ob sie zur Lösung des Problems brauchbar ist. Je einfacher die Theorie ist und damit die durch das Nervensystem ausgelösten steuernden Maßnahmen sind, desto besser. Genau das hatten wir auch in Kapitel 5 von Theorien in den Wissenschaften verlangt: Sie müssen brauchbar sein, also im pragmatischen Sinne einen hohen Wahrheitsgehalt haben, und so einfach wie möglich sein.

Wenn man sich die belebte Natur ansieht, dann findet man, dass schon innerhalb einer Zelle Verhaltenssteuerungen stattfinden, die auf „Wissen“ oder besser eben auf Theorien über die Außenwelt basieren. Ein schönes Beispiel ist der Einzeller namens Euglena, auf Deutsch das „Augentierchen“. Der Name täuscht, denn es handelt sich dabei nicht um ein Tierchen, sondern um eine pflanzliche Zelle, die ihre Lebensenergie zum Aufbau und Erhalt ihrer Struktur über Chloroplasten aus dem Sonnenlicht bezieht. Für sie ist Sonnenlicht also Nahrung und es ist für sie wichtig, sich dorthin zu begeben, wo am meisten Licht vorhanden ist. Um dies zu bewerkstelligen hat sie einen primitiven Lichtsensor (deswegen Augentierchen), der ihr die Richtung zu einer Lichtquelle angibt. Mit ihren Geißeln kann sie sich dann in diese Richtung fortbewegen. In dem Steuerungsprinzip, das dieser Einzeller benutzt, ist die einfache Theorie gespeichert: „Bewege ich mich in die Richtung, aus der die Strahlung kommt, so finde ich mehr Nahrung“. Es sei hier am Rande bemerkt, dass sich aus diesen Geißeltierchen schließlich die lichtempfindlichen Zellen in den Augen der höher entwickelten Tiere (die Zäpfchen und Stäbchen) entwickelt haben, wo sie immer noch, aber auf einer höheren Ebene, bei der Bildung von Wissen oder von Theorien über die Umwelt mithelfen.

Je komplexer die Nervensysteme und die in ihnen ablaufenden Programme sind, desto detailliertere Theorien über die Umwelt verkörpern sie. Das Programm, das im Kleinhirn eines Tennisspielers seine Reaktion auf einen anfliegenden Ball steuert, repräsentiert schon sehr genau die Theorie über das Flugverhalten von Tennisbällen und deren Beeinflussbarkeit durch den Schläger.

Nun haben wir gesehen, dass in der Evolution alles, inklusive der Nervensysteme, durch die Fantasie des absoluten Zufalls und durch Selektion in kleinen Schritten entstanden ist. Da wir nun wissen, dass Nervensysteme Theorien repräsentieren, sind auch diese Theorien nach demselben Prinzip entstanden. Und man darf davon ausgehen, dass auch die abstrakteren Theorien über die Welt im menschlichen Gehirn Ergebnisse des Wechselspiels zwischen auf dem Zufall basierenden Intuitionen und Selektionen in kleinen oder größeren Schritten sind. Selektion bedeutet in diesem Fall das rationale Sortieren nach Einfachheit und Brauchbarkeit. Dieser Befund bestätigt, was wir schon in Kapitel 5.1 festgestellt hatten, dass man nämlich für die Entwicklung neuer oder verbesserter Theorien Fantasie braucht.

Wir können die Titel-Frage dieses Kapitels, was ein Nervensystem weiß, also wie folgt beantworten: Die in einem Nervensystem gespeicherten Programme repräsentieren Theorien über die Umwelt, die vom Träger des Nervensystems zur Lösung von Problemen benutzt werden. Diese Theorien haben sich evolutionär, also nach dem Prinzip spontaner Modifikation und Selektion bezüglich Brauchbarkeit und Knappheit, schrittweise entwickelt. Und: Nach dem, was wir schon in den vorhergehenden Kapiteln gelernt haben, wundert es uns jetzt nicht mehr, dass eben auch Theorien nach demselben Prinzip entstehen wie alles andere in dieser Welt auch, nämlich durch das Wechselspiel von Spontaneität und Rationalität.

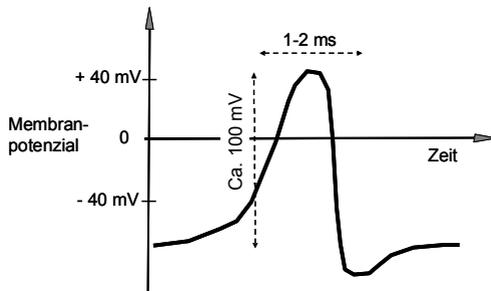
### ***7.4.3 Was passiert im Gehirn, wenn wir denken?***

In den letzten beiden Kapiteln haben wir uns angesehen, wie Nervensysteme entstanden sind, was in ihnen gespeichert ist und wie das entstanden ist, was in ihnen gespeichert ist. Wir haben gesehen, dass bei diesen Entwicklungsprozessen der absolute Zufall bzw. Kants transzendente Freiheit die Rolle der Fantasie gespielt hat. In diesem Kapitel wollen wir uns noch etwas genauer ansehen, was denn nun in einem Nervensystem und speziell im unserem Großhirn abläuft, wenn wir denken, und inwieweit auch hier der Zufall oder die absolute Spontaneität mitspielt.

Eine Nervenzelle besteht aus drei Teilen, dem Zellkörper, den man auch Soma nennt, den Dendriten, einem Geflecht von meist kürzeren Ausläufern auf der einen Seite der Zelle und dem Axon, einem langen Ausläufer auf der anderen Seite der Zelle. In den Dendriten werden die Eingangssignale von anderen Zellen über die schon genannten meist chemischen Synapsen gesammelt und dem Soma zugeführt, welches die eingehenden elektrischen Signale verarbeitet und daraus ein elektrisches Ausgangssignal macht und ins Axon schickt. Das Axon verzweigt sich am Ende, um über Synapsen seine Signale wieder an andere Neuronen weiterzugeben.

Wir wissen aus Kapitel 7.4.1, dass es im menschlichen Gehirn etwa eine halbe Billiarde Verbindungen zwischen Neuronen gibt. Offenbar gibt es dabei aber nicht nur jeweils eine Synapse, die zwei bestimmte Neuronen miteinander verbindet. Denn in der einschlägigen Literatur wird von einer weitaus größeren Zahl von Synapsen in unserem Gehirn ausgegangen, die sogar in die Trillionen geht (eine Trillion ist eine 1 mit achtzehn Nullen). Die wirkliche Anzahl ist für uns hier nicht so wichtig, wir müssen nur zur Kenntnis nehmen, dass es sich um schlicht unvorstellbare Größenordnungen handelt und dass die Speicherkapazität unseres Gehirns wahrscheinlich noch viel größer ist als der im vorletzten Kapitel geschätzte Wert von 100 Terabyte. Wichtig ist auch zu wissen, dass die Verbindungen zwischen den Neuronen nicht stabil sind. So werden permanent während unseres Lebens (nicht oder wenig benutzte) Verbindungen aufgebrochen und neue geknüpft. Bei Alzheimer-Kranken werden diese mit Fortgang der Krankheit generell immer mehr abgebaut, gefolgt vom Absterben der Neuronen selbst. Seinen Anfang nimmt dieser Abbau dabei im Großhirn. Alzheimer-Patienten verlieren deshalb zuerst ihre Assoziationsfähigkeiten und erst später die Fertigkeiten zur Erledigung der alltäglichen Lebensnotwendigkeiten.

Zurück zur Funktion der Neuronen. Das Grundelement eines jeden Nervensignals ist in Abbildung 7.4-1 dargestellt. Man nennt diesen Verlauf auch Aktionspotential. Die Impulse haben eine Breite von wenigen Millisekunden und einen Hub von gut 0,1 Volt. In aller Regel sendet ein Neuron nicht nur *ein* solches Aktionspotential aus, sondern „feuert“ wie man sagt entweder in unregelmäßigen Salven, in rhythmischen Mustern oder in einer längeren Pulsfolge konstanter Frequenz. Form und Höhe der einzelnen Aktionspotenziale sind dabei immer etwa gleich. Die Information steckt im Erscheinungsmuster und der Pulsfrequenz. So bedeuten bei der Übertragung eines Schmerzreizes wenige Impulse pro Sekunde einen kleinen und viele Impulse pro Sekunde einen großen Schmerz. Die Pulsfrequenzen reichen von einigen wenigen Pulsen pro Sekunde bis zu etwa 200 pro Sekunde. Eine solche dichte Folge von Aktionspotenzialen ist in Abbildung 7.4-2 gezeigt. So etwa sieht das Signal an einen Muskel aus, der sich extrem stark kontrahieren soll.



**Abbildung 7.4-1: Aktionspotential als Grundelement der Nervensignale**



**Abbildung 7.4-2: Nervensignal hoher Pulsfrequenz**

Was passiert nun mit den vielen Eingangssignalen, die einem Neuron über seine Synapsen und Dendriten zugeführt werden? Zunächst werden sie auf zwei Arten, einer räumlichen und einer zeitlichen Summation, zusammengefasst. Dabei wird zwischen erregenden und hemmenden Synapsen unterschieden: Die erregenden fördern das Feuern des Neurons und die hemmenden haben die Tendenz, das Feuern zu unterbinden. Das heißt, dass bei der Summation die Signale der erregenden Synapsen po-

sitiv und die der hemmenden negativ gezählt werden. Bei der räumlichen Summation werden auf diese Weise gleichzeitig an mehreren verschiedenen Synapsen auftretende Signale addiert, und bei der zeitlichen Summation mehrere in kurzer zeitlicher Folge hintereinander erscheinende Signale einer Synapse zusammengefasst. Das Soma des Neurons erzeugt dann ein Aktionspotenzial im Axon, wenn bei diesen Zusammenfassungen gewisse Schwellenwerte überschritten werden. Dabei gilt auch, dass der Einfluss einer Synapse um so größer ist, je näher sie am Soma ansetzt.

Die Höhe dieser Schwellenwerte ist in unserem Zusammenhang weniger wichtig, wir müssen uns aber die Frage stellen, was es mit diesen Schwellenwerten grundsätzlich auf sich hat und warum es sie eigentlich gibt. Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir wissen, dass bei jeder elektrischen Übertragung die Signale verrauscht sind. Rauschsignale sind unregelmäßige Spannungsschwankungen, die von den Wärmebewegungen der beteiligten Atome herrühren. Wie wir schon wissen, sind diese Wärmebewegungen und damit das Rauschen völlig regellos und im quantenmechanischen Sinne vom absoluten Zufall beherrscht. Dazu kommt noch, dass durch unvollständige Isolation Impulse von Nachbarfasern sozusagen ein „Nebensprechen“ verursachen. Bei der Übertragung von Steuersignalen in einem Organismus wäre es nun schädlich oder gar verhängnisvoll, wenn bereits diese kleinen, regellosen Spannungsimpulse und ungewolltes Nebensprechen zu einer Reaktion der zu steuernden Zellen führten. Dadurch würde z.B. eine Zelle, die in einem Zellverband für die Fortbewegung zuständig ist, auch wenn kein gezieltes Steuersignal da ist, sich dauernd leicht hin- und herbewegen und dabei nur nutzlos Energie verbrauchen. Es leuchtet ein, dass sich in der Evolution die Systeme durchgesetzt haben, die in der Lage waren, so etwas zu vermeiden. Ein einfaches Mittel, dieses Problem zu lösen, sind die oben genannten Schwellenwerte. Je höher die Schwellenwerte sind, desto sicherer kann eine Übertragung gemacht werden, allerdings braucht man dann auch hohe Spannungshübe bei den Aktionspotenzialen. Je höher die nötigen Spannungen, desto größer ist aber die nötige Energie, um sie zu erzeugen, und desto größer wird auch das ungewollte Nebensprechen zu Nachbarfasern. Als Kompromiss zwischen Aufwand und Störanfälligkeit haben sich in der Evolution die heutigen Schwellenwerte und Spannungen der Aktionspotenziale herauskristallisiert. Einige wenige Steuerungsfehler durch Rauschen und Nebensprechen können dabei durchaus in Kauf genommen werden, wenn sie die Funktions- und Überlebensfähigkeit des ganzen Organismus nicht zu sehr beeinträchtigen. Das Prinzip ist also, wie immer in der Evolution, so gut wie nötig und nicht so gut wie möglich.

Bei der Addition der Synapsen-Signale, wie wir sie oben besprochen haben, kann es also vorkommen, dass sich die durch Rauschen und Nebensprechen verursachten Störungen von den einzelnen Synapsen so überlagern, dass die Summe den betreffenden Schwellenwert überschreitet, auch wenn keine Aktionspotenziale vorliegen, die Zelle somit ohne „gezielten Grund“ feuert. Wenn bei einfachen Nervensystemen nur wenige (100 oder weniger) Synapsen-Signale im Soma verarbeitet werden, wie dies wohl auch bei den Systemen der Fall war, die das Schwellenwertprinzip entwi-

ckelt hatten, dann mag das noch recht selten passieren. Bei sehr vielen aufsummierten Eingangssignalen werden aber auch sehr viel öfter solche „grundlosen“ Aktionspotentiale entstehen. Mit Hilfe der Theorie der Signalübertragung (siehe z.B. [27]) kann man den Effekt der Überlagerung von Rauschsignalen abschätzen. Selbst wenn man bei einem Neuron mit etwa 100 Eingängen eine phantastische, unrealistisch kleine Fehlerrate von nur einem Fehler in einer Billion Fällen annimmt, dann erhöht sich bei einer Verhundertfachung auf 10000 Eingänge (was für unser Gehirn gilt) selbst bei konservativer Schätzung die Wahrscheinlichkeit für grundloses Feuern eines Neurons schon auf einige Prozent. Nehmen wir ferner an, dass in jeder aktiven Nervenzelle des Gehirns pro Sekunde zwischen zehn und hundert Schwellenwertvergleiche durchgeführt werden, dann dürfen wir an deren Ausgängen ganz grob mit etwa einem zufälligen Aktionspotential pro Sekunde rechnen. Das bedeutet aber, dass vermutlich jede Sekunde viele Milliarden allein durch thermisches Rauschen verursachte Signale durch unser gesamtes Gehirn zucken. Hinzu kommt noch ein anderer Effekt, der auch bei kleineren Nervensystemen zum Tragen kommt. Wenn nämlich die Summe der echten und der Nebensprechsignale noch ganz knapp unterhalb der Schwelle liegt, dann kann sogar ein ganz minimaler *einzelner* Rauschbeitrag zur Überschreitung der Schwelle und damit zum Feuern des Neurons führen. Dabei wird aus einer verschwindend kleinen Differenz im Eingangssignal des Neurons ein sichtbares Ergebnis in Form eines Spannungsimpulses von 100 Millivolt. Ein Schwellenwertdetektor ist damit nach unserer Definition ein instabiles System, von denen wir aus Kapitel 6.1 schon wissen, dass sie in der Lage sind, quantenmechanische Unschärfen in den Makrokosmos zu transformieren.

Wenn wir uns die Mühe machten, uns die Vorgänge in den Synapsen genauer anzuschauen, so würden wir wohl noch weitere quantenmechanisch verursachte Effekte feststellen. Wir wissen, dass die Übertragung der Neurotransmitter im synaptischen Spalt leicht durch andere vorhandene Substanzen (z.B. Psychopharmaka) beeinflusst werden kann. Ein Einfluss thermischer Effekte auf den Transfer dieser Moleküle ist sicherlich auch nicht auszuschließen. Ebenso kann man vermuten, dass auch durch Strahlung verschiedener Art die Signalübertragung in einem Nervensystem zufällig beeinflusst werden kann. Wenn die Gene einer Zelle durch Strahlung sogar dramatisch verändert werden können, dann sollte man bei den atomaren Prozessen innerhalb einer Nervenzelle eine Strahlen-Beeinflussung ebenfalls für möglich halten.

Wir können damit als sicher annehmen, dass die Vorgänge in komplexen Nervensystemen, und damit auch in unserem Gehirn, keineswegs deterministisch ablaufen. An dieser Stelle ist es angebracht, noch einmal den Physiker Pascual Jordan zu zitieren, der sogar die Vermutung äußerte (in [5], Seite 149) „... *dass die Beobachtungs- und Vorhersagemöglichkeiten innerhalb der Lebensvorgänge noch beschränkter sein dürften als in der Mikrophysik ...*“.

Wir können uns jetzt auch gut vorstellen, dass Gedankenblitze im wahrsten Sinne des Wortes Blitze in Form spontan auftauchender Aktionspotenziale sind, die uns ganz unvermittelt Einsichten in Zusammenhänge zwischen den im Gehirn gespei-

cherten Informationen ermöglichen. Die Tragweite dieser Feststellung wird untermauert durch die Erkenntnisse über die Kognitionsvorgänge in unserem riesigen Kortex. In ihm gibt es zunächst für jeden unserer Sinne getrennte Assoziationsareale, in denen die Informationen eines einzelnen Sinns, d.h. der Augen, der Ohren, des Tastsinns, des Geschmacks- und des Geruchssinns praktisch ohne Verknüpfung mit Informationen von den anderen Sensoren, man sagt unimodal, verarbeitet werden. Der größte Bereich des Kortex steht aber für die Verknüpfung der Ausgangssignale der unimodalen Areale zur Verfügung, man nennt diese Teile des Gehirns die multimodalen Assoziationsareale. Nach heutigem Verständnis ist davon auszugehen, dass bei einem Menschen, wenn er nachdenkt, sein Gehirn mehr oder weniger in diesem gesamten Bereich aktiv ist. Das Gedächtnis ist nicht lokalisiert, es ist im ganzen Kortex verteilt und besteht im Wesentlichen aus den synaptischen Verbindungen. Der Mensch lernt auch immer mit dem ganzen Kortex. Darüber hinaus werden dabei auch immer Informationen mitbenutzt, die aus dem Gefühlsbereich, d.h. den limbischen Assoziationsarealen des Kortex und sogar aus dem Stammhirn kommen. Dies zeigt uns einerseits, dass unser Denken immer emotional geladen, also selten objektiv ist. Andererseits sind durch diese vollständige „Vermischung“ aller Areale im menschlichen Gehirn die Möglichkeiten spontaner Verbindungen, also verbindender Gedankenblitze, enorm gewachsen.

Betrachten wir das Ganze noch einmal vereinfacht von vorne: Die Natur hatte bei der Entwicklung der einfachen Nervensysteme das Problem, mit möglichen Fehlsteuerungen durch Rauschen, Nebensprechen und evtl. noch anderen Unregelmäßigkeiten fertig zu werden. Das Schwellenwertprinzip lieferte einen Kompromiss, bei dem eine gewisse Unvollkommenheit bezüglich der Zuverlässigkeit der Signalübertragung in Kauf genommen wurde. Diese Unvollkommenheit bestand darin, dass eben hin und wieder ein Neuron auch einmal „ohne Grund“ spontan feuerte. Durch die große Anzahl der von einem Neuron im menschlichen Gehirn, im Gegensatz zu einfachen Nervensystemen, ausgewerteten Signale ist die Chance spontanen Feuerns eines Neurons in unserem Gehirn enorm gestiegen. In komplexen Gehirnen, in denen fast alle Areale miteinander verknüpft sind, eröffnet damit gerade diese damals in Kauf genommene Unvollkommenheit bei der Signalübertragung eine neue Möglichkeit, nämlich die Möglichkeit der ungezielten Assoziation von Gedächtnisinhalten und damit die Möglichkeit von Intuition und Fantasie. Dieses neue Phänomen wollen wir uns im nächsten Kapitel noch etwas genauer ansehen.

#### ***7.4.4 Die Kreativität des Geistes oder die dritte Blütezeit der Freiheit***

Unser Gehirn hat eine gewisse, begrenzte Fähigkeit entwickelt, zu beobachten, was in ihm selbst passiert. Diese Fähigkeit beschreiben wir üblicherweise mit dem Wort Bewusstsein. Wir können Bewusstsein im Gehirn nicht lokalisieren und wir können seine Existenz auch nicht so leicht beweisen oder widerlegen. Denn wenn wir letzteres versuchten, müssten wir ja ein Experiment dazu planen und vorbereiten, wofür wir aber zweifellos unser Bewusstsein bereits brauchen. Man kann nun aber nicht

etwas mit einem Verfahren oder einem Versuch beweisen oder widerlegen wollen, was man als Voraussetzung für den Beweis bereits benötigt. Dass so etwas unmöglich ist, haben die alten Griechen schon erkannt, sie nannten diesen Versuch ein *Hysteron Proteron*. Über diese Tatsache scheinen sich einige Gehirnforscher nicht klar zu sein, die glauben beweisen zu können, wir Menschen bildeten uns unser Bewusstsein lediglich ein. Richtig ist, dass diese Leute ebenso wenig beweisen können, dass wir kein Bewusstsein haben, wie ich beweisen kann, dass wir eines haben. Was immer das ist, sei dahingestellt, egal ob wir seine Existenz beweisen können oder nicht, wir dürfen uns vorstellen, dass wir das, was unser Gehirn an ungezielten Assoziationen von Gedächtnisinhalten aufzeigt, mit einem inneren Auge betrachten können. Wir kennen ja alle die oft äußerst fantastischen Bilder, die unser Gehirn erzeugt und die es uns besonders im Traum manchmal vorspielt.

Wahrscheinlich spielt uns unser Gehirn auf diese Weise weit mehr Bilder vor, als uns bewusst wird. Sicher gibt es auch Institutionen im Gehirn, die die vielen (Trug-) Bilder bewerten und nur *die* in unser Bewusstsein gelangen lassen, die als brauchbar oder für das Überleben zumindest als unschädlich anzusehen sind. So werden z.B. Selbstmordideen von einem gesunden Gehirn eines ausgeglichenen Menschen, wenn sie auftreten sollten, wahrscheinlich unterdrückt und dem Bewusstsein gar nicht erst zur weiteren Verwendung vorgelegt werden.

Wir dürfen uns also vorstellen, dass, verursacht durch die intuitiven, vom Zufall gesteuerten Verknüpfungen von Gedächtnisinhalten, das Gehirn unserem Bewusstsein permanent Bilder anbietet, in denen verschiedene Gedächtnisinhalte in eine räumlich/zeitliche oder kausale Verbindung gebracht werden, und dass dann unser logisch-rationales Denkvermögen aus diesen Verknüpfungen diejenigen Bilder auswählt, die einen Sinn ergeben, uns als vorteilhaft erscheinen oder aus anderen Gesichtspunkten für uns brauchbar sind. Diese Fähigkeit der spontanen Generierung von Ideen und rationalen Auswahl durch das Bewusstsein nennen wir Kreativität.

Dem in der Welt wirkenden Prinzip von zufälliger Erzeugung und anschließender Selektion des Brauchbaren sind wir in diesem Buch immer wieder begegnet, das letzte Mal bei der Evolution der biologischen Erscheinungen, inklusive der Entwicklung des Gehirns. Wir sehen nun, dass die Kreativität des Geistes auf demselben Prinzip beruht. Die Kreativität des Geistes hat aber gegenüber der natürlichen Evolution den entscheidenden Vorteil, dass sie erheblich schneller zum Ergebnis führt: Der kreative Geist kann die Brauchbarkeit einer Alternative gedanklich oft sehr schnell überprüfen und braucht nicht erst Generationen zu warten, ob die Lösung sich bewährt oder abstirbt. Dadurch werden wesentlich schneller unbrauchbare Ansätze ausgesondert und man kommt wesentlich schneller zu überlebensfähigen Lösungen als in der natürlichen Evolution. So können die Erfinder und Entwickler ihre Ideen zunächst dem kritischen Verstand zur Selektion vorlegen und brauchen dann nur noch die vom Verstand als brauchbar und überlebensfähig erkannten Varianten einer Bewährungsprobe in der Wirklichkeit auszusetzen. Entwickler, Erfinder und Künstler ersetzen wesentliche Teile der natürlichen Evolution durch eine im Gehirn

vorweggenommene Simulation. Auf exakt die gleiche Weise entstehen in unserem Gehirn dann auch die Theorien über unsere Welt. Bei der Bildung von Theorien ist unser Gehirn auch deutlich schneller als einfache Nervensysteme zur Steuerung von Zellverbänden, die ja auch schon, wie wir in Kapitel 7.4.2 gesehen haben, Theorien über die Welt enthalten. Das liegt daran, dass diese einfachen Systeme nicht über die Reflexions- und Simulationsfähigkeiten großer Gehirne verfügen.

Kreativität unseres Geistes besteht also darin, dass unser Gehirn Evolution „spielt“. Wir erkennen, dass auch hier wieder die quantenmechanische Spontaneität oder die (transzendente) Freiheit die Alternativen generiert und das bereits Vorhandene, hier die Vernunft oder die Ratio des Geistes, aus diesem Spektrum das Brauchbare auswählt. Die Zeit der komplexen Gehirne, die diese Kreativität des Geistes ermöglicht, ist die dritte und bisher letzte Blütezeit der Freiheit. Sie hat uns insbesondere die rasante technische und wissenschaftliche Entwicklung der letzten 150 Jahre beschert, die es unter anderem auch mir erlaubt, diesen Text an einem preiswerten Personal Computer zu schreiben.

Wir haben gesehen, dass das quantenmechanische Grundprinzip des Übergangs vom Möglichen zum Faktischen vermittelt Spontaneität bzw. Freiheit zusammen mit der rationalen Selektion durch das bereits Vorhandene auf der ganzen Linie, angefangen mit der Entstehung der Materie, über die Evolution der Lebewesen und der Gemeinschaften, über die Entstehung von Theorien bis hin zur Entstehung und Funktionsweise der Kreativität unseres Geistes immer wieder wirksam geworden ist und weiterhin wirkt. Wir haben dabei von den drei Blütezeiten der Freiheit gesprochen. Wir können damit dieses Prinzip als das Schöpfungsprinzip schlechthin bezeichnen, das alles, was es gibt, hervorgebracht hat und das wohl auch verantwortlich sein wird für alles, was es einmal geben wird. Wir können vermuten, dass auf einer höheren Stufe der Evolution des Kosmos dieses Prinzip in späteren Zeiten abermals einen neuen Wirkungsbereich in Form einer weiteren Blütezeit, etwa auf der Ebene der Gesellschaften, finden wird. Ansätze dazu werden wir in Kapitel 9 besprechen. Dort wird uns das Schöpfungsprinzip auf der Ebene des menschlichen Individuums und der menschlichen Gesellschaften auch noch in anderen Verkleidungen begegnen.

## **8. *Die menschliche Freiheit, Blüte oder Enttäuschung?***

Auf unserem langen und ausführlichen Streifzug durch die Wissenschaften haben wir uns in Kapitel 7 ausführlich mit dem Begriff der Freiheit im Sinne von Spontaneität in der Natur beschäftigt. Wir haben festgestellt, dass wir diese Freiheit in der Natur überall in Hülle und Fülle vorfinden, auch im Gehirn und beim kreativen Wirken unseres Geistes. In diesem Kapitel wollen wir auf den Begriff der menschlichen Entscheidungsfreiheit zurückkommen und diskutieren, was nach all unseren Erkenntnissen von dieser menschlichen Freiheit übrig geblieben ist.

Wir können zwar jetzt auch sicher sein, dass wir objektiv so etwas wie Freiheit besitzen, um aber zu verstehen, was diese Freiheit für unser Selbstverständnis bedeu-

tet, müssen wir noch einmal auf die Innensicht, also auf das subjektive Verständnis von Freiheit zurückkommen.

### ***8.1 Die Innensicht der Entscheidungsfreiheit und die anthropologische Enttäuschung***

Wir hatten in Kapitel 6.3 als ein Fazit der „Großen Freiheit“ bereits festgestellt, dass wir wohl menschliche Entscheidungen und physikalische Experimente als ähnliche Prozesse ansehen müssen. So wie bei einem physikalischen Experiment der absolute Zufall für die Auswahl aus den möglichen Ergebnissen verantwortlich ist, so müssen wir dies womöglich auch für den freien, nicht zwangsläufigen Teil einer menschlichen Entscheidung annehmen. Dieses Fazit hätte Konsequenzen für unser menschliches Selbstverständnis und unser Verhältnis zur Freiheit. Zur Verdeutlichung beginnen wir vielleicht noch einmal von vorne und schauen uns abermals aus der Innensicht an, was ein Mensch tut, wenn er eine Entscheidung zwischen Alternativen fällt und was dies in der Außensicht bedeutet.

Bei einer Entscheidung kann ein Mensch auf zwei Arten vorgehen. Normalerweise wird er die Alternativen nach allerlei Kriterien bewerten, und wenn dabei eine davon deutlich am besten abschneidet, wird er sich für diese begründet entscheiden. Da wir Gründe auch als Ursachen ansehen müssen, ist eine solche Entscheidung als zwangsläufig anzusehen, und der hypothetische Dämon hätte sie auch zweifelsfrei richtig vorhergesagt. Wenn der Betreffende keine der Alternativen als beste Wahl erkennen kann und ein „Restspektrum“ von einigen ihm etwa gleichwertig erscheinenden Alternativen bleibt, wird er unter diesen durch von ihm als frei empfundene Intuition eine auswählen. Er kann, als zweite Möglichkeit, auf eine bewusste Bewertung der Alternativen aber auch ganz verzichten und gleich aus der Menge der ursprünglichen Alternativen durch Intuition eine auswählen. In diesem Fall ist das „Restspektrum“ identisch mit der ursprünglichen Menge von Alternativen. Die subjektiv als frei empfundene Auswahl aus dem Restspektrum kann nun objektiv wieder entweder zwangsläufig, oder aber - zumindest teilweise - nichtzwangsläufig, spontan und damit in der Tat unvorhersagbar sein. Gleichgültig wie der Mensch auch vorgeht und was er subjektiv dabei empfindet, seine Entscheidungen sind objektiv immer entweder zwangsläufig oder zumindest teilweise unvorhersagbar. Und nur die Letztgenannten können wir im objektiven Sinne frei nennen.

Wenn etwas prinzipiell Unvorhersagbares passiert, dann benutzen wir Menschen dafür auch den Begriff des (absoluten) Zufalls. Ein prinzipiell unvorhersagbarer, spontaner Vorgang ist somit *per definitionem* zufällig. Kant hatte (siehe Kapitel 4) seine absolute Spontaneität, die wir mit dem quantenmechanischen Zufall gleichsetzen können, schon als Ursache für die praktische Freiheit des Menschen bezeichnet. Die Philosophen Karl Popper (siehe [20]) und der in München lehrende Julian Nida-Rümelin (siehe [25]) sehen im quantenmechanischen Indeterminismus (nur) eine *notwendige* Voraussetzung für die Existenz von Freiheit. Wenn aber unvorhersagbare Vorgänge *per definitionem* zufällige Vorgänge sind, dann ist Zufall *per definitio-*

nem sogar auch eine *hinreichende* Bedingung für die Freiheit, d.h. ihre *einzig* Voraussetzung. Außerdem haben wir ja auch in dieser Welt keine zusätzlichen, über den quantenmechanisch begründeten absoluten Zufall hinausgehenden Quellen für prinzipielle Unvorhersagbarkeiten oder Nichtzwangsläufigkeiten gefunden. Wir werden es also akzeptieren müssen, dass bei allen objektiv freien, nicht zwangsläufigen Teilen einer Entscheidung etwas im Spiel war, für das wir in dieser physikalischen Welt keine andere treffende Bezeichnung haben als den Zufall, und dass wir einer Entscheidung objektiv nur dann eine Freiheitskomponente zuschreiben können, wenn wenigstens ein bisschen dieser absolute Zufall mitgespielt hat. Und das ist unabhängig davon, ob der Betreffende seine Entscheidung subjektiv für frei hält oder nicht. Da nun aber auch die anderen Konzepte von Freiheit, die wir in Kapitel 1 betrachtet hatten, auf dem elementaren Begriff der Entscheidungsfreiheit aufbauen, müssen wir hier konstatieren und hinnehmen, dass der absolute Zufall auch alle anderen Freiheitskonzepte regiert.

Bei unseren Untersuchungen in den letzten Kapiteln hatten wir gefunden, dass der quantenmechanische Zufall oder die Kant'sche transzendente Freiheit als Entwicklungsmotor verantwortlich ist für alles Werden in dieser Welt, angefangen vom Urknall bis zum Menschen, und dass wir diesen Zufall auch als Grundlage für die menschlichen Ideen und seine Kreativität ansehen müssen. Auf diese Weise konnten wir in der Entwicklung der Welt drei Blütezeiten der Freiheit aufzeigen. Das war sehr erfreulich. Wenn wir nun aber das Prinzip des Zufalls auch für unsere persönlichen, menschlichen Freiheiten verantwortlich machen müssen, so ist das für unser menschliches Selbstverständnis eher weniger erfreulich. Denn sollte menschliche Freiheit, die wir subjektiv als so etwas Großartiges, Hehres, ja sogar Göttliches empfinden, tatsächlich mit so etwas Banalem wie dem Zufall zusammenhängen? Für viele Menschen bedeutet dies eine bittere Pille, die ich hier als „*anthropologische Enttäuschung*“ bezeichnen möchte.

Solche Enttäuschungen sind uns Menschen aber keineswegs neu. Sie sind vielmehr eine unumgängliche Begleiterscheinung unseres Forscherdrangs. So ist es für einen über beide Ohren verliebten jungen Menschen gleichermaßen enttäuschend, wenn man ihm sagt, sein hehres Gefühl von Glück und Sehnsucht werde lediglich von nichts weiter als einigen banalen Hormonen in seinem Körper ausgelöst. Auch hier ist die subjektive Innensicht durch die Brille des Bewusstseins sehr verschieden von der objektiven Außensicht. Es sei hier aber ausdrücklich bemerkt, dass beide Sichtweisen ihre Existenzberechtigung haben, denn wir Menschen sind eben nicht nur Objekte, sondern auch Subjekte. Ich kenne Menschen, die sich dem Freiheits-Schock dadurch entziehen, dass sie jeglichen Zusammenhang der menschlichen Freiheit mit dem Zufall a priori vehement und kategorisch ablehnen, weil dieser Gedanke ihr inneres Gefühl von Freiheit verletzt. Andere begründen ihre Ablehnung mit einer offenbar falschen Interpretation der Quantenmechanik. Sie schließen von der determinierten und reversiblen Weiterentwicklung der Wellenfunktion zwischen zwei Beobachtungen auf die Determiniertheit der Beobachtungen selbst. Sie ver-

wechseln also die Welt der Möglichkeiten mit der Welt der Fakten und glauben durch diesen Fehler den Zufall aus dieser Welt, und damit auch von der Freiheit, fernhalten zu können.

Dass Freiheit auf dem Zufall beruht, kann man aber auch durchaus positiv aufnehmen. Denn diese Freiheit verschafft uns doch die erhebende Möglichkeit, in gewissen Entscheidungssituationen tatsächlich unbeeinflusst und willkürlich, wenn man so will mit einem Würfel, entscheiden zu können. Ich zumindest empfinde das als etwas Positives und Angenehmes.

Wir haben in diesem Buch gesehen, dass sich die Zufalls-Theorie von Spontaneität und Freiheit (und deren Zusammenwirken mit der Rationalität) zur Erklärung des gesamten Schöpfungsgeschehens in unserer Welt gut eignet. Außerdem ist sie sehr einfach. Erklärungskraft und Einfachheit sind aber die Kriterien für die Brauchbarkeit einer Theorie. Ob sie uns emotional gefällt oder nicht, spielt dabei keine Rolle. So wie man die Evolutionstheorie nicht allein deshalb ablehnen kann, weil sie einem aus emotional-religiösen Gefühlen heraus nicht „in den Kram“ passt.

Dennoch müssen wir die anthropologische Enttäuschung ernst nehmen. Denn oft stecken in den Gefühlen der Menschen im Laufe des Lebens (d.h. ontogenetisch) oder auch im Laufe der Entwicklung der ganzen Menschheit (also phylogenetisch) gewonnene Einsichten in tiefere Wahrheiten. Im Folgenden werden wir sehen, dass man ohne Veränderung des Grundansatzes die Begriffe Spontaneität und Freiheit doch wieder in für uns Menschen gefälligere Gewänder kleiden kann.

## **8.2 *Wege aus dem Dilemma***

Fassen wir zusammen: Freiheit im Sinne von Entscheidungs- oder Wahlfreiheit hatten wir objektiv, also in der Außensicht, mit „Nichtzwangsläufigkeit“ oder „prinzipieller Unvorhersagbarkeit“ gleichgesetzt. Für prinzipielle Unvorhersagbarkeit benutzen wir aber auch den Begriff des absoluten Zufalls. Wir kommen deshalb nicht umhin, die menschliche Freiheit mit dem Zufall in Verbindung zu bringen, was wir Menschen als herbe Enttäuschung erleben.

In diesem Kapitel wollen wir Gedanken zur Vermeidung dieser anthropologischen Enttäuschung diskutieren und Wege aufzeigen, mit der Enttäuschung fertig zu werden. Der einfachste Weg besteht darin, auf eine Erklärung des Begriffs Freiheit ganz zu verzichten und immer dann von einer freien Entscheidung zu reden, wenn man sich dabei frei „gefühl“ hat. Diese Methode hätte zwar den Vorteil, dass wir uns dabei den in Kapitel 6.4 angesprochenen Vorwurf ersparten, wir könnten möglicherweise der Freiheit durch allzu viel Hinterfragung schaden. Da wir in diesem Buch aber gerade nach Erklärungen suchen, können wir uns nicht nur mit der subjektiv empfundenen Freiheit zufrieden geben. Ein anderer Weg bestünde darin, den uns Menschen unangenehmen Begriff des Zufalls erst gar nicht zu verwenden, so wie es ja schon Kant mit seinen Begriffen von „Kausalität durch Freiheit“ oder der „transzendentalen Freiheit“ getan hat, oder Pascual Jordan, wenn er in der Physik nicht

vom Zufall, sondern von „mikrophysikalischer Freiheit“ sprach. Dieser Weg ist aber auch untauglich, da er uns nicht mehr den nun einmal erkannten Zusammenhang zwischen Freiheit und Zufall wieder vergessen machen kann.

Im Kapitel 8.2.1 werden wir uns, als *begrifflichen* Ausweg aus dem Dilemma, einen erweiterten Freiheitsbegriff in Form der schöpferischen Freiheit ansehen, und in Kapitel 8.2.2 einen *metaphysischen* Ausweg diskutieren, nämlich den Versuch, den die Freiheit ermöglichenden absoluten Zufall als Projektion aus dem Transzendenten zu begreifen und damit der Freiheit ihren göttlichen Charakter wiederzugeben.

Zuvor sollen hier noch zwei Vorstellungen über Freiheit erwähnt werden, die man als heuristische (Pseudo-) Auswege aus dem Dilemma herzunehmen geneigt sein könnte. So nennen manche Menschen Ihre Entscheidungen frei, wenn sie diese ohne Zwang durch andere lediglich nach ihrem eigenen Gutdünken treffen können. Dieser Vorstellung liegt aber offenbar ein anderer Freiheitsbegriff zugrunde als der in diesem Buch diskutierte, nämlich eine Freiheit von lediglich direkten *äußeren* Zwängen. Auch bei Abwesenheit von äußeren Zwängen kann eine Entscheidung nach unserer Definition natürlich immer noch zwangsläufig sein, und der Dämon würde sie richtig vorhersagen. Außerdem hat dieses Freiheitskonzept die wenig plausible Konsequenz, dass die Existenz von noch so großen inneren Zwängen der Freiheit nicht abträglich wäre. Ferner müsste man auch immer klar zwischen inneren und äußeren Zwängen unterscheiden können, was oft gar nicht möglich ist.

Manche Menschen halten ihre Entscheidungen zwar für begründet, nennen sie aber dennoch frei, weil die Gründe, d.h. die Ursachen für die Entscheidung, ausschließlich nur ihnen selbst bekannt seien und niemand anderes sonst diese in Erfahrung bringen könnte. Bei dieser Vorstellung wird also die Existenz von Gründen postuliert, gleichzeitig wird aber behauptet, dass diese grundsätzlich nicht erfahrbare seien. Die Aussage kann von niemandem überprüft werden, weil sie selbst ihre Überprüfbarkeit ausschließt. Aussagen oder Theorien sind nun aber absolut wertlos, wenn sie sich grundsätzlich nicht beweisen und auch nicht widerlegen lassen, wie dies bei vielen esoterischen „Theorien“ der Fall ist. Dieser Rettungsversuch der Freiheit erinnert an den Versuch, mit Hilfe von (grundsätzlich) verborgenen Variablen den Zufall aus der Quantenmechanik zu vertreiben. Außerdem hätte diese Art von Freiheit die absurde Eigenschaft, zu verschwinden, wenn man etwa einem anderen Menschen seine Gründe nennt. Wir müssen also auch diese Theorie fallen lassen.

Die bisher in diesem Kapitel diskutierten Wege und Freiheitsvorstellungen sind also nicht geeignet, die anthropologische Enttäuschung zu vermeiden. Sie bieten keine wirklichen Auswege aus unserem Dilemma. Wir kommen nicht umhin, zu akzeptieren, dass freie Entscheidungen zumindest nicht vollständig begründet sein können, und wir müssen uns der Tatsache stellen, dass Freiheit (auch die menschliche) mit dem Zufall verknüpft ist. Nur auf Basis dieser Fakten können wir versuchen, Wege aus dem Dilemma zu finden. Das werden wir in den nächsten beiden Kapiteln tun.

### **8.2.1 Schöpferische Freiheit, Verantwortung und die kosmologische Dreifaltigkeit**

Wir hatten gesehen, dass man die Entstehung von praktisch allem, was es in unserer immanenten Welt gibt, durch das Zusammenspiel von Zufall und Selektion erklären kann. Auch die geistigen Schöpfungen der Menschen, seien es wissenschaftliche Theorien, Kunstwerke oder Musikstücke, entstehen auf diese Art. Beim menschlichen Geist reden wir dabei besser von *spontanen Einfällen* und der Auswahl aus diesen durch das *rationale Denkvermögen* oder die *Urteilstkraft*. Über diese Kreativität des Geistes hatten wir schon in Kapitel 7.4.4 gesprochen, wollen sie uns aber hier noch einmal etwas genauer ansehen.

Wenn ein Mensch in einem Sachgebiet schöpferisch denkt, dann kann man sich das so vorstellen, dass er mit seinem Bewusstsein als Scheinwerfer diejenigen spontan und zufällig entstehenden Verknüpfungen von Gedächtnisinhalten in seinem Gehirn besonders aufmerksam verfolgt oder beleuchtet, die zu diesem Sachgebiet passen. So wird das Bewusstsein eines Malers besonders darauf achten, welche Verknüpfungen von Formen und Farben ihm seine Fantasie vorspielt. Was ihm dabei erscheint, wird er mit seinem fachlich rationalen, ästhetischen Verstand beurteilen, daraus etwas als erste Grobvorstellung auswählen und diese dann vorerst ruhen lassen. Seine Fantasie wird dann spontan Variationen an dieser Grundvorstellung vornehmen und diese wieder dem Bewusstsein zur Beurteilung und Auswahl anbieten. Dieser Prozess wiederholt sich mehrfach, wobei sich Schritt für Schritt die Vorstellung verfeinert, bis sich allmählich das Konzept eines neuen Gemäldes soweit herauskristallisiert hat, dass der Maler dieses als Entwurf aufs Papier bringt. Wenn der Künstler dieser Entwurf noch nicht befriedigt, wird er sich diesen noch einmal durch den Kopf gehen lassen und dabei wieder spontane Ideen für Modifikationen in seinem Kortex einsammeln, bewerten und auswählen, die er in einen zweiten Entwurf umsetzt. Das geht so lange weiter bis etwas entstanden ist, mit dem der Künstler zufrieden ist. Bei diesem iterativen Prozess kommt der spontane Zufall sogar mehrmals zum Einsatz: Zu Beginn bei der Erzeugung der ersten Grundmuster sowie später bei der Bildung der Änderungsideen, die dem Bewusstsein zur Auswahl angeboten werden. Meist ein zweites Mal bei der Auswahl zwischen Alternativen, wenn nämlich das Bewusstsein nicht durch Argumente oder Präferenzen exakt und klar zwischen den angebotenen Alternativen begründet entscheiden kann oder wenn es gleich ohne detaillierte Bewertung spontan aus vorhandenen Alternativen wählt. Ein drittes Mal kommt der Zufall zum Einsatz, wenn der Künstler in seinem Kortex entstandene Entwurfs- oder Änderungsgedanken zu Papier bringt, wobei beim „Abzeichnen“ der Ideen aus dem Kopf verbliebene Freiräume intuitiv vom Künstler gefüllt werden. Ferner werden dabei auch immer durch die Motorik der Hand ungewollte, freie Variationen einfließen.

In diesem gesamten schöpferischen Prozess kommt jeder einzelnen Entscheidung nur eine kleine Bedeutung zu. Aber das Ergebnis des Gesamtprozesses ist so überzeugend, dass für enttäuschende Gedanken über die banale Quelle der in den vielen

Einzelritten angewandten Freiheit wenig Platz ist. Wir sollten deshalb weniger die Einzelschritte, sondern besser diesen überzeugenden Gesamtprozess mit dem Begriff Freiheit belegen und ihn *schöpferische Freiheit* nennen. Dieser Freiheitsbegriff kommt unseren menschlichen Erwartungen an den Begriff der Freiheit schon viel näher. Was daran frei ist, beruht aber dennoch, und daran hat sich nichts geändert, nach wie vor auf dem kreativen Motor des Zufalls.

In unserem Beispiel haben wir speziell die Tätigkeit eines Künstlers betrachtet. In diesem Sinne verstandene schöpferische Freiheiten besitzen wir Menschen aber in allen Bereichen des Lebens. Schöpferische Freiheit lässt sich nun auch gut mit einem anderen für den Menschen wichtigen Begriff zusammenbringen, nämlich dem der Verantwortung. Intuitiv wissen wir, dass Verantwortung Freiheit erfordert und nur wahrgenommen werden kann, wenn es Alternativen gibt. Sie manifestiert sich in dem Prozess der schöpferischen Freiheit dadurch, dass die Person in der Lage ist, die ihr spontan durch die Fantasie erscheinenden Alternativen oder die daraus abgeleiteten Handlungsmöglichkeiten auch hinsichtlich moralischer, sozialer und anderer kultureller Kriterien zu bewerten und nur die diesbezüglich akzeptablen umzusetzen.

Mit dem Einbezug von Verantwortung haben wir unser Weltbild erweitert. Bisher hatten wir immer wieder festgestellt, dass die Entstehung von Allem, was es gibt, aus dem Wechselspiel der beiden Prinzipien Spontaneität und Rationalität erklärt werden kann. Offenbar reichen diese Prinzipien nun doch nicht aus, denn warum hätten wir sonst den Begriff der Verantwortung nötig? Man kann hier anführen, dass auch das Verantwortungsgefühl oder andere moralisch-ethische Aspekte der Sozialität, bis hin zu den sozialen Gefühlen wie Mitgefühl und Nächstenliebe, sich als Ergebnis der Evolution aus den beiden anderen Prinzipien entstanden erklären lassen und man deshalb eigentlich kein weiteres Prinzip einführen müsste. Vielleicht ist das sogar richtig. Selbst wenn es so ist, scheint es dennoch im Sinne größerer normativer Kraft in unserer Gesellschaft angemessen, dem Prinzip der Sozialität eine von den anderen beiden unabhängige Position zu geben. Die christlichen Religionen erheben sogar die Nächstenliebe, die wir hier nur als ein Element der Sozialität bezeichnet haben, zu einem unabhängigen göttlichen Prinzip und geben ihr damit in der menschlichen Gesellschaft eine besonders herausragende Bedeutung. Man kann auch die Meinung vertreten, dass das Prinzip der Sozialität oder speziell das der Verantwortung schon immer als eigenständige Prinzipien existiert haben, dass sie sich aber erst in menschlichen oder tierischen Gesellschaften auswirken oder zum Tragen kommen. Wir sehen, es gibt einige Gründe, dem Prinzip der Sozialität eine eigene Dimension im Raum der Schöpfungsprinzipien einzuräumen.

Wir haben also in dieser Welt die folgenden drei Wirkprinzipien gefunden:

- 1.) *Freiheit im Sinne von zufälliger Spontaneität als Fantasiequelle, als Impulsgeber und als Mittel zur intuitiven Wahl zwischen Alternativen*
- 2.) *Rationalität als Sammelbegriff für alle gesetzmäßigen oder kausalen, logischen Zusammenhänge, unter anderem zur Vorbereitung von*

### *Auswahl- und Entscheidungsvorgängen*

#### *3.) Sozialität als Sammelbegriff kulturell-gesellschaftlicher, inklusive moralisch-ethischer Erfordernisse, Standards und Triebfedern, unter anderem zur Wahrnehmung von Verantwortung*

Diese drei Prinzipien möchte ich die *kosmologische Dreifaltigkeit* nennen.

Bei allem Positiven, das wir mit den Begriffen Sozialität und Verantwortung verbinden, dürfen wir aber nicht übersehen, dass diese auch als Gegenspieler zur Freiheit wirken. So können wir zwar einerseits Verantwortung nur dann wahrnehmen, wenn es Freiheit gibt, andererseits bewirkt die Wahrnehmung von Verantwortung aber auch immer eine Einschränkung der Freiheit zugunsten eines im Sinne einer akzeptierten Norm berechenbaren, determinierten Verhaltens. Verantwortliches Handeln ist also auch eine Vernichtung von Freiheit zugunsten eines von einem selbst oder der Gesellschaft erwarteten Determinismus. Die Formung eines Menschen, sich in der gewünschten Weise deterministisch zu verhalten, ist nicht in Freiheit möglich, sondern erfordert immer inneren oder äußeren Zwang auf das Individuum. Ein Beispiel ist die Erziehung der Jugend zu Verantwortungsbewusstsein, die nie ganz ohne Zwang auskommt. Ein anders Beispiel ist das Strafrecht. So soll ein verurteilter Täter durch die Bestrafung derart „geformt“ oder erzogen werden, dass er sich künftig in vergleichbaren, gesellschaftlich relevanten Entscheidungssituationen nicht mehr völlig frei, sondern in einer vom Gesetz erwarteten Weise deterministisch verhält. Verantwortung kann man also verstehen als einen erworbenen Satz von Standards oder Kriterien, die das Individuum bei der Bewertung der Alternativen in Entscheidungssituationen dazu veranlassen, möglichst verlässlich eine im Sinne der Gemeinschaft adäquate Alternative auszuwählen.

### **8.2.2 Anbindung der Freiheit an das Transzendente oder die Rückgewinnung des Göttlichen**

Wenn spontane Ereignisse und freie Entscheidungen auf dem absoluten Zufall beruhen, dann sind diese, wie der absolute Zufall selbst, per definitionem in der diesseitigen, immanenten Welt nicht mehr begründbar. Es liegt dann nahe, es einmal mit der transzendenten Welt als Begründungsquelle zu versuchen.

Wir hatten den transzendenten Bereich der Welt als etwas definiert, zu dem wir keinen Zugang haben, von dem aber durchaus, sozusagen als Projektion aus dem Jenseits, etwas zu uns herüberschimmern könnte. In Kapitel 2.3 hatten wir dazu das Beispiel eines in der Ebene lebenden Wesens betrachtet, das Projektionen eines dreidimensionalen Körpers in seiner Ebene durchaus wahrnehmen könnte, die Ursache für diese Projektionen aber niemals eindeutig zu ergründen in der Lage wäre. Denn es gibt bekanntlich unendlich viele dreidimensionale Gegenstände, die alle ein und denselben Schatten auf eine Ebene werfen würden. Wir müssen also damit rechnen, dass uns Dinge, die uns über die Grenze vom Transzendenten her erreichen, unerklärlich, grundlos, regellos oder eben auch zufällig erscheinen. Das erlaubt uns die

Vermutung, dass eine im Immanenten unregelmäßige Erscheinung, wie es der für die Freiheit verantwortliche absolute Zufall ist, eine solche Projektion aus dem Transzendenten sein könnte. Aus den obigen Überlegungen heraus ist diese Vermutung zulässig, und mehr als zulässige Vermutungen können wir über die transzendente Welt ohnehin nicht anstellen. Es ist schon bemerkenswert, dass Immanuel Kant die von ihm gefundene absolute Spontaneität der Natur als *transzendente Freiheit* bezeichnet hat (siehe Kapitel 4), obwohl er damit etwas anderes meinte.

Wenn wir die Ursache für den Zufall schon in einer transzendenten Welt suchen, dann wünschen wir uns aber, dass er dort wenigstens im Prinzip erklärbar ist, auch wenn wir aus unserer Welt heraus niemals eine eindeutige Erklärung finden können. Das wäre erfüllt in einer deterministisch strukturierten transzendenten Welt; Anhaltspunkte für eine solche Vermutung werden wir uns im nächsten Kapitel ansehen. Interessanterweise versucht sich auch die bereits erwähnte „transzendente“ Stringtheorie in dieser Richtung. So heißt es etwa in [18], Zitat: *Die Stringtheorie ist in der Lage dieses Problem (das der Quantenfluktuationen) zu umgehen. ... Der fatale Quantenschaum ist also nicht messbar und somit nicht mehr relevant* (Zitat Ende). Es scheint also durchaus möglich zu sein, die in unserer immanenten Welt beobachteten Erscheinungen aus einer transzendenten, mehrdimensionalen Welt heraus mit einem im Wesentlichen deterministischen Formalismus zu erklären.

Wie wir beim Studium der Quantenmechanik gelernt haben, hatten die Arbeiten Albert Einsteins zum photoelektrischen Effekt die Initialzündung für die schlussendliche Formulierung der Quantenmechanik gegeben. Mit der daraus folgenden Konsequenz einer nichtdeterministischen Welt hat sich Einstein aber nie abgefunden. Sein oft zitierter (angeblicher) Ausspruch „*der da oben würfelt nicht*“ beschreibt seine intuitiv ablehnende Haltung zum absoluten Zufall. Hätte Einstein diesen transzendenten Gott nicht „da oben“ angesiedelt, sondern ihn als Prinzip überall und zu jedem Zeitpunkt aus seiner Transzendenz heraus in unsere Welt hinein wirkend verstanden, so hätte er gerade in den überall auftretenden, uns unerklärlich erscheinenden quantenmechanischen Zufällen das Wirken eines Schöpfers vermuten können, der permanent in unserer Welt kreativ tätig ist und sich dabei eben nicht in die Karten schauen lässt. Ich will hier nicht den Gottesbegriff irgendeiner Religion strapazieren, sondern generell mit dem Wort Gott das Transzendente selbst abkürzend charakterisieren. Mit der Vermutung, dass der unsere Freiheit bewirkende Zufall eine Projektion aus eben diesem transzendenten Bereich darstellt, kann man dann den Zufall oder die Spontaneität auch als ein göttliches Prinzip bezeichnen.

Wir sollten festhalten, was wir hier gerade getan haben: Wir haben den von den Menschen üblicherweise mit Verachtung gestraften Begriff des Zufalls zu einem göttlichen Prinzip erhoben! Damit haben wir aber auch der Freiheit ihre göttlichen Gewänder zurückgegeben, die wir ihr durch die Verknüpfung mit dem vorher als schönede angesehenen Zufall genommen hatten.

Soweit zur ersten Komponente unserer kosmologischen Dreifaltigkeit. Als zweite

Komponente dieses Trios hatten wir die Rationalität bezeichnet, mit der wir die von uns zur Beschreibung und kausalen Erklärung von Zusammenhängen benutzten Gesetzmäßigkeiten und die Prinzipien der Logik zusammenfassen. Es ist wohl allgemein anerkannt, dass wir im Diesseits, also in der immanenten Welt, auch für die Rationalität keine tiefer liegenden Begründungen finden können. So finden wir zwar immer wieder die Richtigkeit der Grundgleichung der Mechanik bestätigt, haben aber nicht die geringste Ahnung, warum sie gilt. Genauso wie den absoluten Zufall können wir die Rationalität in der immanenten Welt lediglich beobachten, aber nicht begründen. Schon beim Studium des Gödelschen Satzes und anderer verallgemeinerter Unschärferelationen in Kapitel 6.2.4 hatte sich gezeigt, dass man innerhalb eines abgeschlossenen Systems nicht über alles eindeutig und widerspruchsfrei entscheiden und damit nicht alles von innen heraus erklären kann. Es wundert daher nicht, dass dies auch bei der für uns abgeschlossenen immanenten Welt gilt und wir eben innerhalb dieser auch keine Erklärung für die Naturgesetze finden können. Wir dürfen damit auch für die Rationalität einen transzendenten Ursprung vermuten (können dies aber natürlich nicht wissen). Versuche, einen solchen Ursprung zu finden, gibt es bereits. So versucht man mit der bereits mehrfach genannten Stringtheorie die Werte der Naturkonstanten, wie etwa der Elektronenladung oder des Wirkungsquantums, aus höheren Dimensionen heraus zu erklären. Auch hier müssen wir aber wieder davon ausgehen, dass es vermutlich unendlich viele solcher transzendenter Erklärungen gibt, zwischen denen wir nicht entscheiden können, weil wir eben in den höheren Dimensionen der Stringtheorie keine Beobachtungen anstellen können.

Da das Wirken der Prinzipien Spontaneität und Rationalität erst eine Welt geschaffen hat, in der die Sozialität zum Tragen kommen konnte, hat auch diese einen jenseitigen Anstrich. Man kann die Sozialität aber auch direkt auf das Jenseits beziehen, wie dies etwa die christlichen Religionen mit dem Prinzip der Liebe bereits tun. Wir dürfen also alle drei Elemente der kosmologischen Dreifaltigkeit als Projektionen aus der transzendenten Welt auffassen und damit göttliche Prinzipien nennen.

Man könnte noch ein viertes Prinzip, nämlich das der Spiritualität hinzufügen, das entwicklungsgeschichtlich wohl auch aus den anderen hervorgegangen sein dürfte und das in jeder Kultur, unabhängig von der religiösen oder philosophischen Ausrichtung, überall als ein universelles Phänomen zu beobachten ist. Gemeint ist der uralte Wunsch des Menschen oder seine Sehnsucht, sich der Grenze zur Transzendenz durch Rituale zu nähern, um dort wenigstens einige Schatten aus dem Jenseits zu erhaschen. Damit wäre unsere (menschliche) Welt charakterisiert durch die vier göttlichen Wirkprinzipien *Spontaneität*, *Rationalität*, *Sozialität* und *Spiritualität*.

Vielleicht hat der große Physiker Werner Heisenberg mit dem Wort Gott auch solche transzendenten Wirkprinzipien gemeint, als er einmal sagte: "Der erste Schluck aus dem Becher der Wissenschaft macht atheistisch. Auf dem Grunde des Bechers aber wartet Gott."

### 8.3 *Diesseitige Vermutungen über das Jenseits*

Wir haben gesehen, dass wir über die transzendente Welt nichts wirklich wissen können. Wir können darin nichts beobachten und auch keinerlei Hypothesen beweisen oder widerlegen, es bleiben uns nur Vermutungen. Bei Vermutungen handelt es sich um eine andere Kategorie von Aussagen, als es die Theorien sind, die sich ja durch Experimente im Diesseits überprüfen lassen. Eine Theorie ist zulässig, brauchbar oder im Sinne des pragmatischen Wahrheitsbegriffs wahr, wenn sie knapp beschreibbar, oft bestätigt und möglichst unbelastet ist. Bei Vermutungen über die transzendente Welt können wir diesen Maßstab nicht anlegen, vor allem deshalb nicht, weil wir in der transzendenten Welt keine Experimente machen können. Wie können wir dann aber bei Vermutungen entscheiden, ob sie zulässig sind oder nicht? Hier hilft uns der Begriff der Konsistenzwahrheit weiter: Vermutungen über das Transzendente dürfen wir dann als legitim oder zulässig ansehen, wenn sie erstens konsistent sind mit den Indizien, die wir bereits haben (d.h. mit den Schatten und Projektionen, die uns aus der transzendenten Welt erreichen), wenn sie zweitens in sich konsistent sind, und wenn sie drittens übereinstimmen mit den Grundlagen des logischen Denkens. Ferner sollten diese Vermutungen auch möglichst knapp beschreibbar sein. Einige der sich nach diesen Maßstäben ergebenden Vermutungen hatten wir im letzten Kapitel bereits angesprochen. Wir wollen diese hier aber noch einmal zusammenfassen, ergänzen und erläutern.

Als erstes können wir vermuten, dass neben der Rationalität auch der absolute Zufall und damit die Freiheit aus dem Transzendenten heraus verursacht werden, dass aber die transzendenten Begründungen für den Zufall für uns in der immanenten Welt höchstwahrscheinlich für immer unergründlich bleiben (Gott lässt sich eben nicht in die Karten schauen). Damit konsistent ist die zweite Vermutung, dass das transzendente Jenseits insgesamt eine deterministische Welt ist. Wir hatten gelernt, dass in der quantenmechanischen Beschreibung der Welt nur die Beobachtungen selbst etwas Reales sind und dass wir deshalb die Wellenfunktion in der transzendenten Welt der Möglichkeiten oder an der Grenze zu dieser ansiedeln müssen. Die zweite Vermutung wird erhärtet durch die Tatsache, dass diese (transzendente) Wellenfunktion über die lineare Schrödingergleichung in völlig deterministischer Weise und sogar reversibel die Berechnung der Möglichkeiten zwischen zwei Beobachtungen erlaubt. Konsistent damit ist auch die Vermutung, dass die transzendente Welt vielleicht auch unkritisch ist gegenüber der Richtung der Zeit, so dass dort vorwärts- und rückwärtsgerichtete Bewirkungen (*causa efficiens* und *causa finalis*) gleichbedeutend wären. Das Jenseits dürfen wir uns damit auch als zeitlos vorstellen. In Kapitel 6.2.4 hatten wir die sich in der Wellenfunktion manifestierende Welt der Möglichkeiten mit der Ideenwelt Platons verglichen. Auch Platon hatte sich diese Ideenwelt schon als ewig, unveränderlich und zeitlos vorgestellt.

Das Jenseits wäre somit die deterministische, zeitlose Welt der Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten, in der der Begriff Freiheit selbst nicht existiert. Freiheit, Spontaneität und Zufall erscheinen nur im Diesseits, wenn das Mögliche an der

Grenze zum Diesseits zum Faktischen wird. Dazu passen die auf Seite 109 angestellten Gedanken zur Stringtheorie und auch, was wir in Kapitel 7.2 schon erwähnt hatten, dass wir nämlich möglicherweise von einem transzendenten Anfang der Welt ausgehen müssen, bei dem das Weltall aus einem ursprünglich zeitlosen und damit jenseitig-deterministischen Zustand heraus sozusagen in das zeitliche Diesseits „hineingeboren“ wurde.

Es ist also zulässig und legitim, zu vermuten, dass die transzendente Welt das verkörpert, was wir uns von ihr häufig wünschen und was in der immanenten Welt gar nicht oder nur unvollkommen zu haben ist, nämlich Determiniertheit, Festigkeit, ewige Konstanz, Sicherheit, Harmonie und Geborgenheit.

Konsistent damit ist auch die Vorstellung, dass diese zeitlose Ewigkeit auch ewige, nicht hinterfragbare, mythische Wahrheiten repräsentieren könnte, die unsere immanente Welt beeinflussen oder gar leiten und führen. Die Wege, über die diese Wahrheiten und Einflüsse zu uns dringen könnten, sind die beiden göttlichen Prinzipien des dynamischen Zufalls (bzw. der Spontaneität) und der statischen Rationalität (etwa der Naturgesetze), die in unserem Weltbild die Transzendenz mit der Immanenz verbinden. Wie oft titulieren wir nicht unsere Ideen als (göttliche) Eingebungen, reden bei zufälligen Ereignissen von Gottes Fügung oder bei den rationalen Grundsätzen von ehernen göttlichen Gesetzen? Vielleicht dienen ja auch die Prinzipien der Sozialität und der Spiritualität als solche „Wege über die Grenze“. Das wäre nicht auszuschließen, wenn diese als zumindest teilweise eigenständige, von Rationalität und Spontaneität unabhängige Wirkprinzipien angesehen werden können. Wir dürfen also die in dieser Welt wirkenden, oder in unsere immanente Welt hineinwirkenden drei oder gar vier Prinzipien wegen ihres transzendenten Ursprungs durchaus als Geschenke des Himmels auffassen und können diese Überlegungen schließen mit der Feststellung: *Wir und alles in dieser Welt sind nicht nur von dieser Welt.*

Nun könnte man meinen, wir hätten uns durch diese Überlegungen doch wieder eine im höheren Sinne deterministische Gesamtwelt konstruiert. Das ist aber nicht der Fall. Wir haben lediglich die Gesamtwelt in zwei Teile zerlegt, die immanente, reale Welt der Eigenschaften und die transzendente, jenseitige Welt der Möglichkeiten. Die uns einzig zugängliche, immanente Welt der Eigenschaften ist und bleibt eine nichtdeterministische Welt. Determinismus können wir nur in dem transzendenten Weltteil der Möglichkeiten vermuten (können dies aber nicht wissen!). Das transzendente Jenseits dürfen wir aber auch im Sinne der platonischen Ideenwelt als eine „Leitwelt“ auffassen, die uns vielleicht in Form von Möglichkeitsspektren diesseitige Wege weist, zwischen denen wir aber immer noch mehr oder weniger frei wählen und verantwortungsvoll entscheiden müssen. Jeder Mensch ist und bleibt in dieser Welt seines Glückes eigener Schmied, Bequemlichkeit oder Fatalismus sind nicht angebracht.

Die hier vorgebrachten diesseitigen Vermutungen über das Jenseits dürfen wir nur mit der gebotenen Vorsicht verwenden. Denn sie sind zwar zulässig, sind aber eben

nur Vermutungen. Wir dürfen legitime Vermutungen über die Transzendenz haben, wir müssen es aber nicht, wir dürfen an solche Vorstellungen glauben, wir müssen aber auch das nicht, denn direkt beweisen oder widerlegen kann man davon nicht nur praktisch, sondern auch prinzipiell gar nichts – das gilt für die Stringtheorie genauso wie für jenseitige Aussagen der Religionen. Natürlich dürfen wir auch die Existenz einer transzendenten Welt generell verneinen, müssen uns dann allerdings mindestens den berechtigten Vorwurf überheblichen, anthropozentrischen Denkens gefallen lassen.

Trotz der gebotenen Vorsicht müssen wir aber auf der anderen Seite legitimen Vermutungen über die transzendente Welt unter Umständen sogar einen Wahrheitscharakter im pragmatischen Sinne (also im Sinne von Brauchbarkeit) zubilligen, wenn sie es nämlich erlauben, genügend viele Erscheinungen in der immanenten Welt logisch korrekt, zuverlässig und ausreichend exakt zu erklären. So dürften wir vielleicht die noch junge transzendente Stringtheorie dereinst durchaus, zumindest in Teilen, in diesem Sinne *dann* als wahr bezeichnen, wenn es ihr einmal gelingen sollte, die Elementarteilchen und die Werte der Naturkonstanten schlüssig, eindeutig und exakt zu erklären (man bedenke dabei aber die zu vermutende Mannigfaltigkeit der Erklärungsmöglichkeiten), auch wenn wir Menschen niemals in der Lage sein werden, die behaupteten Vorgänge in der multidimensionalen Welt der Stringtheorie direkt zu beweisen oder zu widerlegen. Und wenn andere legitime Vermutungen über das Jenseits sich so weit als normative (Leit-) Vorstellung etablieren, dass sie das Verhalten der Menschen in einer Gruppe in irgend einem Sinne (positiv) beeinflussen, also in diesem Sinne brauchbar sind, dann kann man auch diese Vermutungen in ihrer Wirkung, also sekundär, im pragmatischen Sinne als wahr bezeichnen. Religiöse Aussagen und religiöse Theorien haben oft über ihre normative Wirkung einen solchen pragmatischen Wahrheitscharakter.



## TEIL IV: Die Zukunft der Freiheit und der Gesellschaft

### 9. *Wohin strebt die Freiheit?*

#### 9.1 *Spontaneität und Freiheit gegen Rationalität und Sicherheit*

Beim Studium unserer Welt sind wir immer wieder auf das schöpferische Zusammenspiel von Spontaneität bzw. Freiheit und der Rationalität gestoßen. Spontaneität wirkt mit ihrem Zufallscharakter als schöpferisch-kreatives Element und die Rationalität wirkt als das Konstante, das Deterministische, als das schon Vorhandene, welches aus den spontanen Ideen bergend auswählt. Gleichzeitig wirkt die Spontaneität aber auch als zerstörerische Kraft. So haben die meisten Mutationen in der Evolution nicht zur Verbesserung geführt, sondern sie dürften im Gegenteil oft sogar so zerstörerisch gewirkt haben, dass die mutierten Linien sich nicht weiter vermehren konnten. Auch bei der Entstehung der Materie nach dem Urknall haben sich nur die wenigen Bausteine halten können, die so stabil waren, dass sie nicht gleich wieder in dem schöpferischen Inferno vernichtet wurden.

Kreativität ist also immer auch mit Zerstörung verbunden, und wer in einer kreativen Welt überleben will, muss entsprechende Schutzmechanismen entwickeln, die für Sicherheit, Konstanz und Stabilität sorgen. Ein gutes Beispiel hatten wir schon bei der Entwicklung der Nervensysteme kennen gelernt: Die schöpferische Freiheit der Natur hatte über Zufallsschritte Nervenfasern entstehen lassen, die eine gezielte Steuerung in einem mehrzelligen Organismus ermöglichten. Derselbe Zufall führte aber in der Faser auch zu elektrischen Rauschsignalen, die - unterstützt durch „Nebensprechsignale“ - die Funktionssicherheit der Signalübertragung gefährden können. Dagegen setzten sich die Nervenzellen erfolgreich durch die Entwicklung und Anwendung von Schwellenwerten zur Wehr. Ein weiteres Beispiel sind die Reparatur-Gene im tierischen und menschlichen Erbgut, die sich entwickelt haben, um zumindest einen Teil der spontanen fehlerhaften Veränderungen des Erbguts zu erkennen und zu reparieren. So gibt es z.B. DNS-Stücke, die durch Röntgenstrahlung verursachte Brüche des DNS-Doppelstrangs erkennen und unwirksam werden lassen.

Spontaneität lässt zwar zusammen mit der Rationalität alles entstehen, das Entstandene muss sich dann aber wieder mit rationalen Mitteln gegen die Spontaneität schützen, um nicht durch denselben Mechanismus Schaden zu nehmen oder gar wieder zu Grunde zu gehen. *Wer überlebt, hat also eine gewisse Robustheit gegen sein eigenes Erzeugungsprinzip entwickelt.* Nur so gibt es Sicherheit und Geborgenheit.

Fassen wir zusammen. Spontaneität und Rationalität spielen als schöpferische Prinzipien einerseits *zusammen*, sie spielen aber andererseits auch *gegeneinander*, indem die Spontaneität das Geschaffene wieder bedroht und Letzteres sich gegen diese Bedrohung mit rationalen Mitteln schützen muss. Ein solches heterogenes Verhältnis zwischen zwei Prinzipien oder Begriffen nennt man auch *polaren Antagonismus* und die beiden Partner nennt man *Antagonisten*.

Da Spontaneität und Freiheit Synonyme sind und Sicherheit nur über rationale Maßnahmen erreichbar ist, kann man das Antagonisten-Paar Spontaneität und Rationalität auch in das Paar *Freiheit und Sicherheit* umformulieren. Aus dem gesellschaftlichen Leben wissen wir, dass sich auch die Antagonisten Freiheit und Sicherheit einerseits gegenseitig ergänzen und bedingen, denn Freiheit ist bekanntlich nicht ohne Sicherheit möglich, dass sie aber andererseits auch wieder gegeneinander wirken und sich teilweise ausschließen, denn hohe Sicherheit geht immer mit Einbußen bei den individuellen Freiheiten einher.

Wir dürfen uns also auch vorstellen, dass die Entstehung, das Bestehen und die Weiterentwicklung unserer Welt erklärbar sind über zwei Antagonisten, die ständig gegeneinander streben, sich aber auch wieder gegenseitig ergänzen und bedingen. Je nachdem, über welchen Bereich der Welt wir reden, sind diese Antagonisten die kosmologischen Prinzipien Spontaneität und Rationalität oder, im menschlich-gesellschaftlichen Bereich, Freiheit und Sicherheit (oder Geborgenheit) der Gesellschaftsmitglieder. Die Schöpfung, also das Werden der Dinge in unserer Welt, ihre Existenz und ihre Weiterentwicklung erfordern ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den beiden Antagonisten. Bei zuviel Freiheit gibt es zu wenig Ordnung und Struktur und damit die Gefahr des Untergangs im Chaos. Bei zu viel Ordnung und Sicherheit gibt es zu wenig Freiheit, keine Weiterentwicklung, gähnenden Stillstand, keine Anpassungsfähigkeit und damit auch wieder die Gefahr des Untergangs.

Exakt denselben Gedanken eines polaren Antagonismus zur Erklärung der Welt findet man übrigens auch in der alt-chinesischen Philosophie mit den beiden Polen Yin und Yang wieder. Dabei haben die Begriffe allerdings andere Bedeutungen. Yin und Yang stehen für eine Vielfalt polarer Gegensätze, die durch ihr ständiges Miteinander und Gegeneinander in einem dynamischen Fließgleichgewicht stehen, wie etwa männlich-weiblich, oben-unten, vorwärts-rückwärts, hell-dunkel, Feuer-Wasser, Himmel-Erde, Geist-Materie und einiges andere.

In Kapitel 6.2.4 hatten wir neben der Unschärferelation der Quantenmechanik bereits von einer Reihe anderer Unschärferelationen gesprochen, und zwar von einer logischen, einer juristischen, einer psychologischen, einer linguistischen, einer geschichtlichen und einer im künstlerischen Bereich. Der hier gefundene Antagonismus ist ein weiteres Beispiel für eine Unschärferelation. Wie wir gesehen haben, sind nämlich die Größen in dem Paar Spontaneität und Rationalität sowie dem Paar Freiheit und Sicherheit niemals beide unabhängig voneinander beliebig zu haben. Die Größen in diesen Paaren sind in ähnlicher Weise inkommensurabel wie Ort und Impuls oder Energie und Zeit.

Die Menschen können nun in gewissen Grenzen während ihres Leben - wie auch eine menschliche Gesellschaft als Ganzes während ihrer Entwicklung - selbst beeinflussen, in welchem Verhältnis sie die Ingredienzien Freiheit und Sicherheit mischen wollen. Ob sie mehr den sicheren Weg in Geborgenheit, aber geringerer Freiheit und weniger Entwicklungspotenzial gehen wollen oder lieber den unsichereren Weg mit

weniger Geborgenheit, aber mehr Freiheit und größerem Entwicklungspotenzial. Im nächsten Kapitel 9.2 wollen wir uns ansehen, wie ein einzelner Mensch im Laufe seines Lebens (also ontogenetisch) mit der Freiheit umgeht. Im übernächsten Kapitel 9.3 werden wir dann den Boden der gesellschaftlichen Evolution betreten und diskutieren, welche menscheitsgeschichtlichen Entwicklungen wir uns diesbezüglich ausmalen können.

Bevor wir das tun, wollen wir hier aber noch ein wenig über die Zukunft des Schöpfungsprinzips selbst nachdenken. Wir hatten gesehen, dass das durch Spontaneität Geschaffene sich selbst wieder gegen diese Spontaneität schützen muss, um nicht durch sie wieder vernichtet zu werden. Wenn wir das biologische Evolutionsgeschehen auf diesem Globus betrachten, dann erkennen wir, dass die große Zeit der Entstehung der Arten vorüber ist. Wir hatten diese Zeit die zweite Blütezeit der Freiheit genannt. Mittlerweile hat sich das Leben auf der Erde in jeden noch so kleinen und noch so unwirtlichen Winkel verbreitet und die Arten haben sich die genannten Schutzmechanismen zugelegt. Neue Arten oder Unterarten entstehen nur noch als Anpassungsentwicklungen an sich ändernde Bedingungen, wie z.B. gegen bestimmte Medikamente resistente Bakterien. Auch ist damit zu rechnen, dass die Evolution auf die auch durch uns Menschen mit verursachten Veränderungen des ökologischen Gleichgewichts nicht nur mit dem Absterben bestehender, sondern vielleicht auch mit der Entwicklung neuer Arten und Unterarten reagieren wird. Man kann aber davon ausgehen, dass sich auf unserem Globus unter *stationären* Bedingungen, unter denen sich keine neuen Lebensnischen auf tun, heute und künftig nicht mehr viele neue Arten entwickeln können. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass in einer stationären Welt Spontaneität und Freiheit allmählich eine immer geringer werdende Rolle spielen werden. In Kapitel 7.3.3 hatten wir die Vermutung geäußert, dass das so mächtige Schöpfungsprinzip des Zusammenspiels von Spontaneität und Rationalität möglicherweise sogar sich selbst – an irgendeinem Anfang – hat hervorgehen lassen. Hier sehen wir nun, dass dieses Prinzip auch die Tendenz hat, sich bei stationären Bedingungen am Ende selbst wieder abzuwürgen. Sorge ist allerdings nicht geboten, denn unsere Welt ist offenbar nicht stationär, und es werden sich immer wieder, auch verursacht durch uns Menschen, neue Nischen für weitere Entwicklungsmöglichkeiten bieten.

## **9.2 Der Mensch und seine Freiheiten**

In diesem Kapitel wollen wir untersuchen, wie es einem einzelnen Menschen während seines Lebens mit der Freiheit geht und wie er mit ihr umgeht. Mit Freiheit meinen wir wieder Spontaneität, Entscheidungsfreiheit oder Handlungsfreiheit. Wir müssen aber auch definieren, was wir unter der Lebensspanne eines Individuums unter dem Aspekt der Freiheit verstehen wollen. Das ist gar nicht so einfach. Wann beginnt das Leben eines Menschen im Hinblick auf seine Freiheit? Bereits bei der Zeugung, irgendwann im Mutterleib, bei der Geburt oder erst innerhalb der ersten Lebensmonate oder -jahre? Wann hört es auf? Auf dem Sterbebett, mit dem Über-

gang zum Tode oder erst danach? Bei der Beantwortung dieser Fragen müssen wir unterscheiden, ob wir die Außen- oder die Innensicht der Freiheit meinen.

Hinsichtlich der Außensicht hilft uns weiter, was wir in Kapitel 2.3 gefordert hatten, dass nämlich der Teil der Welt, über dessen Freiheit wir etwas aussagen wollen, für die Außenwelt beobachtbar sein muss. Selbst wenn bereits gewisse Äußerungen eines Ungeborenen im Mutterleib beobachtbar sind, wollen wir es uns hier aber einfach machen und den von außen beobachtbaren Anfang des Lebens mit dem Zeitpunkt der Geburt gleichsetzen. Und als Lebensende aus der Außensicht können wir auch nur den Zeitpunkt des von außen festgestellten Todes annehmen.

Bei der Innensicht wird es schon schwieriger. Am Anfang wie am Ende des Lebens haben wir das grundsätzliche Problem der *Nichterlebbbarkeit*. In der Außensicht sind Anfang und Ende des Lebens Übergänge, einmal vom „Noch-nicht-leben“ herüber zum Leben und dann vom Leben hinüber zum „Nicht-mehr-leben“. Beide Übergänge bestehen aus je zwei Seiten, je einer Seite im Leben und einer Seite im Tod. Der betreffende Mensch selbst kann aber diese Übergänge nur von der Innenseite, der Seite des Lebens, sehen und erleben, niemals in ihrer Gänze. Kurz gesagt: Der Mensch kann weder seine Geburt noch seinen Tod erleben. Wir werden auf dieses interessante Phänomen in Kapitel 9.2.2 noch näher eingehen.

Unser Leben ist also ein abgeschlossenes System, über dessen Grenzen wir nicht hinausschauen und nicht hinaustreten können. Damit folgt aber auch, dass wir (nach Gödels Satz, siehe Kapitel 6.2.4) niemals in der Lage sein werden, unser eigenes Leben vollständig und widerspruchsfrei zu erklären. Das dürfte auch der Grund sein, warum sich die Menschen so schwer tun, aus dem Diesseits heraus für ihr Leben einen Sinn zu finden, und sie deshalb gerne auf die transzendenten Erklärungen der Religionen zurückgreifen.

### **9.2.1 Entwicklung der Freiheit in der Außensicht**

Wie in der Natur, so wirken auch im Leben eines Individuums permanent die Antagonisten Spontaneität und Rationalität. Sie erzeugen das von außen beobachtbare Verhalten des Individuums, und mit ihnen erzeugt sich das Individuum auch „seine Umwelt“ im Sinne von Theorien. Beginnen wir mit der Geburt. Wenn man ein Neugeborenes beobachtet, dann erkennt man leicht, dass bei ihm die Spontaneität überwiegt. Frei und ungezwungen bewegt es seine Glieder, benutzt seine Stimmbänder und bewegt seine Augen, alles veranlasst durch spontane, zufällige Nervenimpulse. Eingeengt werden seine Bewegungen nur durch die Begrenzungen, die ihm durch seine Babykleidung und sein Bett auferlegt sind. Dieses anfangs noch unbewusste, weitgehend unvorhersagbare Verhalten ist im Sinne unserer Außensicht-Definition ein Zeugnis von Freiheit. Ein wenig Rationales ist aber auch schon von Anfang an in Form angeborener Theorien über die Welt dabei. Eine davon hatten wir in Kapitel 5.1 bereits kennen gelernt, nämlich die, dass Schreien hilft, den Hunger zu stillen. Als eine weitere angeborene „Theorie“ kann man den Saugreflex auffassen.

Die anfänglich ganz zufälligen Verhaltensweisen des Kleinkindes bewirken rational-kausale Reaktionen der vorhandenen Umwelt, die das Kind über seine Sensoren (die Sinnesorgane) als angenehm oder unangenehm empfindet. Verhalten, das wiederholt etwas Angenehmes bewirkt, wird beibehalten und als Theorie über die Erlangung dieser positiven Umweltreaktion gespeichert. Aus einer Verhaltensweise, die dagegen wiederholt einen Schmerz auslöst, wird die Theorie entwickelt, dass das betreffende Verhalten zwangsläufig Schmerz auslöst und deshalb zu vermeiden ist. Über dieses Zusammenspiel von spontanen Aktionen und rationalen Reaktionen der Umwelt eignet sich das Kind während seines Heranwachsens ganz von selbst immer mehr rationale Verhaltensweisen an, die seiner Spontaneität mehr und mehr Grenzen setzen und es beim Ausleben seiner Freiheit einengen. Später tritt auch noch die Sozialität in das Leben eines Menschen. Sie bindet den Heranwachsenden schon in jungen Jahren an soziale Normen und verlangt ihm gewisse konforme Verhaltensweisen ab. Die dritte Komponente der kosmologischen Dreifaltigkeit ist also, wie wir ja schon in Kapitel 8.2.1 festgestellt hatten, auch dazu angetan, die Freiheit bzw. Spontaneität des Menschen einzuschnüren. Das Positive an dieser Entwicklung ist aber, dass mit steigender Rationalität auch eine Steigerung des Wissens einhergeht. Die mit dem Heranwachsen zwangsläufig geringer werdende Spontaneität wird also im Allgemeinen von einer Steigerung des Wissens begleitet.

Als Nebenprodukt dieses Wechselspiels der Antagonisten entwickelt das Kind auch sein (Ich-) Bewusstsein. Bewusstsein besteht im Kern aus der Fähigkeit, zwischen *den* Teilen der Welt zu unterscheiden, die Bestandteil des eigenen Körpers sind, und solchen, die nicht zum eigenen Körper gehören. Diese Unterscheidungsfähigkeit kann das Kind leicht wie folgt entwickeln: Immer dann, wenn es mit der Hand, zunächst meist zufällig, einen nicht zu seinem Körper gehörenden Gegenstand berührt, wird der Tastsinn dieser Hand ein Signal an das Gehirn senden. Wenn das Kind aber einen eigenen Körperteil berührt, wird das Gehirn nicht nur vom Tastsinn der Hand ein Signal erhalten, sondern auch gleichzeitig von dem berührten Körperteil. Das ist ein grundsätzlicher Unterschied. So lernt das Kind allmählich seinen ganzen Körper kennen und zwischen sich und der Umwelt zu unterscheiden; es wird sich so seiner selbst bewusst.

In Kapitel 7.4.4 hatten wir gefunden, dass uns die Kreativität des Geistes eine dritte Blütezeit der Freiheit beschert hat. Es ist deshalb sicher interessant zu untersuchen, wie sich diese Kreativität während des Lebens eines Menschen entwickelt und verändert. Kreativität hatten wir definiert als die spontane Verknüpfung von Gedächtnisinhalten und die Auswahl aus diesen „Bildern“ durch das Bewusstsein. Für hohe Kreativität braucht man also zunächst einmal eine große Wissensbasis, dann aber auch möglichst viele Gedankenblitze pro Zeiteinheit, die die Elemente der Wissensbasis immer wieder zufällig miteinander verknüpfen, also eine hohe Spontaneität. Es ist daher sinnvoll, die Größe der Kreativität als mathematisches Produkt aus Spontaneität und Wissen zu definieren. Da nun im Verlauf des Lebens das Wissen langsam anwächst, die Spontaneität aber nachlässt, gibt es beim Menschen einen Altersbe-

reich, in dem er seine höchste Kreativität besitzt. Zur Verdeutlichung sind die Größen Spontaneität, Wissen und Kreativität über dem Lebensalter in Abbildung 9.2-1 qualitativ dargestellt. Fachleute vermuten, dass die maximale Kreativität, also der höchste Punkt der Kreativitätskurve in der gezeigten Abbildung, bereits im Kindesalter erreicht wird. Böse Zungen sagen sogar, dass jedes Jahr Schule die Kreativität eines Kindes halbiert. So weit will ich hier nicht gehen. Wichtig ist aber festzuhalten, dass in der Tat die Gefahr besteht, dass die Gesellschaft durch falsche oder weniger förderliche Erziehung und Bildung den jungen Menschen die für das Fortbestehen der Menschheit unbedingt nötige Kreativität austreibt. Um das zu vermeiden, sollte in den Familien sowie bei der öffentlichen Bildung und Ausbildung meines Erachtens auf Folgendes geachtet werden:

1.) Es sollte ein möglichst breites Grundlagenwissen und unbedingt logisches Denken vermittelt werden. Das erfordert auch, dass die natürliche Neugierde und das Interesse an *allen* Dingen in unserer Welt geweckt, erhalten und gefördert wird, und dass Junge wie Alte sich mit möglichst vielem immer wieder intensiv geistig auseinandersetzen. An den allgemein bildenden Schulen, Hochschulen und Universitäten sollte nach Möglichkeit kein vergängliches Spezialwissen vermittelt werden. Den diesbezüglichen Wünschen der Industrie sollte auf keinen Fall entsprochen werden.

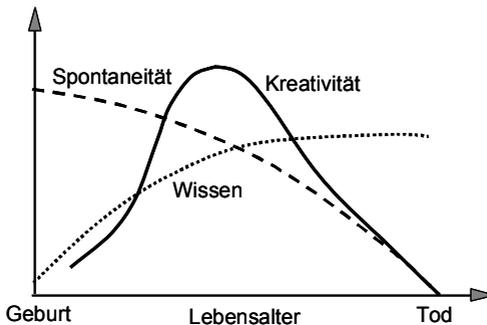


Abbildung 9.2-1: Spontaneität, Wissen und Kreativität als Funktion des Lebensalters

2.) Zur Erhaltung und Förderung der Spontaneität, bzw. zur Erhaltung der Denkfreiheit, sollten die jungen Menschen auf allen Gebieten immer wieder zu eigenen Fantasien angehalten werden. Diese Fantasien dürfen so verrückt sein, wie sie wollen, sie dürfen auf keinen Fall abwertend abgetan werden (etwa mit der Bemerkung: „Wie kommst du denn auf so eine blöde Idee?“), sondern sollten durchaus mit Begeisterung aufgegriffen und auf ihre „Brauchbarkeit“ hin besprochen werden. Die Fähigkeit des Fantasierens sollte sich der Mensch so lange wie möglich erhalten. Zur Förderung und zum Erhalt von Spontaneität und Kreativität sind auch künstlerische, musische und sportliche Betätigungen unerlässlich.

3.) Es sollte besonders den Eltern und den Ausbildern auch klar sein, dass die Quelle

einer jeden Idee (wie auch der Freiheit) in unserer Welt immer beim banalen Zufall zu suchen ist und dass man deshalb freie Ideen nicht fördern kann, wenn man den Zufall ignoriert oder nicht zulässt. Im Gegenteil, wenn man kreativ sein will, muss man dem göttlichen Prinzip Zufall Zeit und Raum zu seiner Entfaltung geben. Der Zufall entsteht, so hatten wir gefunden, an der Grenze vom Transzendenten zu unserer Welt. Vielleicht hilft es der Intuition deshalb tatsächlich, wenn man versucht, sich durch Rituale, Andacht oder Meditationen der unsichtbaren Grenze zum Transzendenten zu nähern, um sich beeinflussen zu lassen von dem, was da herüberschimmern mag; so wie dies ja auch von großen Religionen angenommen wird.

Für die Fantasie spielt auch der Schlaf eine wichtige Rolle. Jeder Mensch kennt das Erlebnis, dass ihm so manches Mal die besten Ideen zur Lösung eines Problems buchstäblich im Schlaf gekommen sind, also in einem Zustand der eingeschränkten Bewusstheit. Das bestätigt uns den zufälligen Charakter von Geistesblitzen; für das Aufblitzen von Ideen braucht man kein Bewusstsein, es hilft uns allerdings bei der nachfolgenden Auswahl und Auswertung der Ideen.

Wie es mit der Freiheit im Leben eines Menschen weiter und schließlich mit ihr zu Ende geht, können wir hier kurz halten. Die Kurven in Abbildung 9.2-1 zeigen, wie sich die Größen Spontaneität und damit Freiheit, Wissen und Kreativität mit dem Älterwerden tendenziell verändern. Allerdings verlaufen die Kurven bei jedem Menschen sehr unterschiedlich. Der individuelle Verlauf hängt stark von den Anlagen des Menschen ab, von seiner erlernten oder ererbten inneren Einstellung, die wir im nächsten Kapitel noch beleuchten werden, und von seinem Gesundheitszustand. Sicher ist jedenfalls, dass mit dem von außen festgestellten Tod Spontaneität und Freiheit im Sinne der Außensicht verschwunden sind, wie immer auch der Abfall auf Null in der letzten Lebensspanne im Einzelfall verlaufen mag.

### ***9.2.2 Innensicht der Freiheit, die Flucht und der Tod***

Wir hatten am Anfang dieses Buches festgestellt, dass eine Innensicht der Freiheit oder ein subjektives Empfinden über Freiheit Bewusstsein erfordert. Da uns also erst unser Bewusstsein die Fähigkeit zu dieser subjektiven Innensicht verschafft, müssen wir uns auch ansehen, wie sich das Bewusstsein während des Lebens eines Menschen entwickelt. Wir hatten im letzten Kapitel gesehen, dass ein Kind nicht von Geburt an über ein (Ich-) Bewusstsein verfügt, sondern dass es dieses erst allmählich in den ersten Lebensmonaten ausbildet. Damit kann es auch das Empfinden subjektiver Freiheit nicht von Anfang an besitzen, sondern muss dieses erst Schritt für Schritt aufbauen. Mit dem im letzten Kapitel Gesagten können wir jetzt die interessante Feststellung machen, dass der Mensch zwar im objektiven Sinne von Geburt an frei ist, das subjektive Empfinden von Freiheit sich aber erst allmählich entwickelt.

Diese allmähliche Entwicklung des Bewusstseins in unseren ersten Lebensmonaten kann man sich wie das langsame Erklimmen eines Berges vorstellen. Am Anfang des Weges haben wir noch kein Bewusstsein und wir können uns deshalb nichts von

den ersten Metern der Strecke merken oder darüber reflektieren. Mit jedem gewonnenen Höhenmeter, also mit jedem Meter gewonnenen Bewusstseins, gewinnen wir dann allmählich auch mehr und mehr Erinnerungs- und Reflektionsfähigkeit. Wenn wir auf dem Wege innehalten und an das Erlebte zurückdenken, ist das gleichsam so, als ob wir uns umdrehen und den Hang hinunterschauen. Vor uns liegt dann ein nebeliges Tal, die nähere Vergangenheit sehen wir noch recht klar und deutlich, je weiter wir jedoch zurückschauen, desto weniger Stützstellen finden wir in der Erinnerung und desto blasser und verschwommener wird das Bild. Das, was wir aus der Außensicht mit dem Anfang des Lebens bezeichnet hatten, nämlich die Geburt, können wir gar nicht sehen, da sie in unserer Erinnerung nicht vorkommt. Ein Anfang des Weges ist im Nebel nicht zu erkennen, und wenn es ihn irgendwo geben sollte, so erscheint er uns in die unendlichen Tiefen der Vergangenheit entrückt. In der Einleitung von Kapitel 9.2 hatten wir bereits von der Nichterlebbarkeit des Lebensanfangs gesprochen. Wie wir jetzt sehen, gibt es für einen Menschen subjektiv gar keinen Beginn des Lebens, er kann nicht anders, als sein Leben als schon ewig bestanden zu empfinden. Mit anderen Worten: Der aus der Außensicht konkret definierbare Zeitpunkt der Geburt eines Menschen dehnt sich in der subjektiven Empfindung des Betroffenen in die unendliche Vergangenheit, also mathematisch hin zu minus unendlich. Jeder Mensch weiß natürlich ab einem bestimmten Alter, dass er nicht immer war, sondern einmal geboren wurde. Das weiß er aber nur, weil man es ihm gesagt hat, nicht aus eigener Erfahrung.

Soweit zur Entwicklung des Bewusstseins, das der Mensch braucht, um schließlich auch freie Entscheidungen treffen zu können, so wie wir das in den Kapiteln 2 und 8 schon beschrieben hatten. Wir mussten in Kapitel 8 die enttäuschende Tatsache konstatieren, dass wir einer Entscheidung objektiv nur dann eine Freiheitskomponente zubilligen können, wenn der Zufall mitgespielt hat, und hatten uns dann mit dem Problem befasst, die durch den Zufall banalisierte Freiheit wieder aufzuwerten. Neben diesem ersten Problem haben wir Menschen aber noch ein zweites Problem mit der Freiheit, das wir uns jetzt ansehen wollen.

Wir hatten in Kapitel 9.1 festgehalten, dass der einzelne Mensch das Verhältnis zwischen den Antagonisten Freiheit und Sicherheit in seinem Leben zumindest teilweise selbst bestimmen kann. In der Praxis zeigt sich, dass (erwachsene) Menschen im Allgemeinen dazu neigen, der Sicherheit mehr Raum zu geben als der Spontaneität. Vielen Menschen ist es unangenehm und sie fühlen sich regelrecht unwohl dabei, wenn sie zwischen Alternativen wählen sollen oder müssen, ohne klare Gründe für die Präferenz genau einer der Alternativen zu finden; Gründe, die ihnen also letztlich die Entscheidung abnähmen, damit aber auch ihre Freiheit. Bei diesem Unwohlsein spielt sicher auch die Furcht mit, im Nachhinein betrachtet etwas Falsches getan zu haben, also die Furcht vor der Verantwortung für das Getane. Wie stark dieses Unwohlsein ausgeprägt ist, hängt vom einzelnen Menschen ab, manche können mit unentschiedenen Situationen besser, andere aber schlechter umgehen. Künstlerisch verlangte Menschen tun sich damit wahrscheinlich etwas leichter als perfekte Lebens-

planer, die im Alter von 20 Jahren schon gerne festgelegt hätten, wie sie mit 60 leben werden. Im Durchschnitt kann man aber davon ausgehen, dass sich junge Menschen in unentschiedenen Situationen leichter tun als alte. Die „Angst“ vor der Freiheit nimmt also mit dem Alter des Menschen tendenziell zu. Im Verlauf seines Lebens ist der Mensch bestrebt, sein Lebensumfeld immer berechenbarer zu gestalten, mehr und mehr der Rationalität zu unterwerfen und damit sein Leben sicherer und einfacher zu machen. Ideal wäre in diesem Sinne, wenn man für jede mögliche Lebenslage bereits eine vorgefertigte Lösung in der Schublade hätte. Entscheidungen fällte dann die Schublade und Verantwortungsängste blieben einem erspart. Der in Abbildung 9.2-1 dargestellte Abfall der Spontaneitätskurve ist somit zu einem guten Teil bewusst verursacht, man kann auch sagen „hausgemacht“.

An dieser Stelle ist vielleicht ein kleiner Exkurs ins Wirtschaftsleben angebracht. Die wichtigste Aufgabe von Führungskräften in der Wirtschaft ist das Treffen von Entscheidungen. Entscheidungen sind aber nur dann wirklich solche, wenn sich aus der Menge der anstehenden Alternativen *nicht* eine als die eindeutig beste und damit notwendigerweise zu wählende hervorhebt. In solchen Fällen ergäbe sich ja der zu beschreitende Weg zwangsläufig, einer wirklichen Entscheidung bedürfte es dann nicht und damit auch keiner Führungskraft. Eine Entscheidung verdient nur dann diesen Namen, wenn vorher Unsicherheit herrscht oder wenn unvollständiges Wissen vorliegt. Somit ist das Treffen einer (wirklichen) Entscheidung die Anwendung von Freiheit. Damit Führungskräfte ihrer Aufgabe gerecht werden können, sollten sie also möglichst keine Angst vor der Freiheit haben, sondern entscheidungsfreudig sein. Leider erfüllen so manche Führungskräfte diese Anforderung nicht und sind damit im Grunde gar keine Führungskräfte. Manche wissen nicht einmal, dass ihre Entscheidungen eben nur bei Ungewissheiten nötig sind, und oft sitzen sie die Zeiten, in denen sie wirkliche Entscheidungen treffen sollten, damit aus, dass sie sich immer mehr Entscheidungsgrundlagen beschaffen, so lange, bis die Entscheidung sich erübrigt hat. Auf der anderen Seite gibt es leider auch wieder Führungskräfte, die auf einer unzureichenden Basis von rationalen Argumenten leichtfertig ihre Entscheidungen treffen. Offenbar ist es nicht leicht, bei Führungsaufgaben die richtige Balance zwischen Freiheit und Rationalität zu finden. Das Ganze wird noch dadurch erschwert, dass Führungskräfte auch die dritte Komponente der kosmologischen Dreifaltigkeit, die Sozialität, mit im Auge haben sollten, aber dieses heute leider meist versäumen. Durch unausgewogene Berücksichtigung dieser drei Komponenten hat in den letzten Jahren so manche Führungskraft mit zum Untergang von Unternehmen und zur Massenarbeitslosigkeit in Deutschland beigetragen.

Der Mensch neigt also mit zunehmendem Alter mehr und mehr zur Furcht und Flucht vor der Freiheit und der damit einhergehenden Verantwortung. Dieser Trend konnte sich in der Evolution halten, weil er der Gesellschaft auch einen Vorteil verschaffte. Wegen ihrer besseren Fähigkeit, mit Unentschiedenheiten umzugehen, ist die Jugend recht risikobereit und liefert damit auch die nötige Grundlage für schnelle Anpassungen der menschlichen Gesellschaften an veränderte äußere Bedingun-

gen. Damit diese Risikobereitschaft aber in Grenzen bleibt und nicht leichtfertig Nützliches über Bord geworfen wird, muss auch die Sicherheit und das Bewahrende im Auge behalten werden, welches mehr die ältere Generation beisteuert.

Risikobereitschaft ist eine Komponente der Progressivität und die Furcht vor der Freiheit eine Komponente der Konservativität. Die Schöpfungsprinzipien Spontaneität und Rationalität begegnen uns also erneut in einem anderen Gewand, nämlich in den Antagonisten *Progressivität* und *Konservativität*. Beide Kräfte ringen in jedem einzelnen Menschen miteinander, wirken zwischen den Generationen als Generationenkonflikt sowie zwischen Gruppen verschiedener Progressivitäts- oder Konservativitätsausprägung (z.B. den politischen Parteien), und erzeugen über ihr Wechselspiel einen guten Teil der Realitäten in den menschlichen Gesellschaften.

Zurück zum Individuum und seiner Furcht und Flucht vor der Freiheit. Diese, sich im Alter steigende, Furcht kann man auch als Sehnsucht auffassen. Als Sehnsucht nach Konstanz, nach Unveränderlichkeit, nach Berechenbarkeit, nach Risikofreiheit, nach Sicherheit, nach Leben ohne Verantwortung und nach Geborgenheit. All das sind Dinge, die in dieser Welt nur begrenzt und unvollkommen zu haben sind und von denen wir zwar nicht wissen, aber doch vermuten dürfen, dass die transzendente Welt mit diesen Eigenschaften ausgestattet ist. Damit kann man dem Menschen auch eine mit dem Alter zunehmende (unbewusste) „Jenseitssehnsucht“ attestieren. Diese Jenseitssehnsucht hat sicher mit dazu beigetragen, dass die Anhänger vieler Religionen daran glauben, der Mensch könne, zumindest unter gewissen Umständen, nach dem irdischen Leben ein jenseitiges Leben in Geborgenheit erlangen.

Zum Schluss dieses Kapitels müssen wir uns noch das Ende des Lebens eines mit Bewusstsein ausgestatteten Individuums anschauen. Wir wissen bereits aus dem Vorspann zu Kapitel 9.2, dass Menschen weder ihre Geburt noch ihren Tod erleben können. Die Geburt aus der Innensicht hatten wir oben schon als einen in die unendliche Vergangenheit gedehnten empfundenen Vorgang interpretiert. Wie sieht es nun mit dem Tod aus? Wir können uns vorstellen, dass uns beim Sterben unser Bewusstsein genauso schrittweise wieder verlässt, wie wir es in den ersten Lebensmonaten gewonnen haben. Für einen äußeren Beobachter, also aus der Außensicht, geht das allerdings im Allgemeinen viel schneller als am Lebensanfang. Man kann sich vorstellen, dass das Bewusstsein während des Sterbens sein eigenes Schwinden verfolgt und diese Veränderung als Trübung wahrnimmt. Man kann auch sagen, man verfolgt den Schwund seines Bewusstseins durch eine sich mehr und mehr trübende Brille. Mit dieser allmählichen Trübung schwindet auch mehr und mehr die Fähigkeit, den schrittweisen Abbau des Bewusstseins zu verfolgen, bis schließlich der letzte Schritt gänzlich im Trüben verschwindet. Das kann man so deuten, dass der von außen nur als ein Punkt auf der Zeitachse gesehene Übergang zum Tod sich für den Sterbenden subjektiv ins Unendliche dehnt. Aus den Neurowissenschaften wissen wir, dass unsere Wahrnehmung der Zeit durch die Periode einer Oszillation von gewissen Gehirnströmen bestimmt wird. Diese werden beim Übergang zum Tode allmählich langsamer, womit dann zwangsläufig auch eine gleitende Dehnung des Zeitempfin-

dens der Person einhergehen dürfte. Menschen, die aus dem Sterben zum Leben zurückgeholt werden konnten, haben auch über ein subjektiv verändertes Zeitempfinden berichtet. Nach den obigen Überlegungen wären der Mensch und alle Wesen, die während ihres Lebens ein Bewusstsein entwickelt haben, subjektiv unsterblich. Zu dem für das Individuum am Ende in die Ewigkeit gedehnten Leben haben wir als Außenstehende keinen Zugang. Wir dürfen damit diese subjektive Ewigkeit der transzendenten, jenseitigen Welt mit ihren in Kapitel 8.3 vermuteten und von den Menschen ersehnten Eigenschaften zuordnen. Vielleicht ist das ja das ewige Leben, von dem viele Religionen sprechen.

Wie bei einem schwarzen Loch, das wir ja auch schon der Transzendenz zugeordnet hatten, läuft die Zeit bei dem Sterbenden innen und außen unterschiedlich ab. Bei einem schwarzen Loch wird für die Außenwelt zur Ewigkeit, was im Inneren nur ein Moment ist, und dem Sterbenden wird im Inneren zur Ewigkeit, was von außen nur wie ein Moment aussieht. Daran wird noch einmal die Zeitlosigkeit der transzendenten Welt deutlich. Wie sagen wir so schön: Wenn jemand stirbt, dann hat er oder sie das Zeitliche gesegnet.

Anfang und Ende des Lebens dehnen sich also subjektiv ins Unendliche. Wir kommen aus der Ewigkeit und gehen zurück in die Ewigkeit. Mit der in Kapitel 7.2 genannten Interpretation des Beginns und möglichen Endes des Weltalls als einem zeitlosen Zustand würde dann auch dem Weltall dasselbe widerfahren wie einem Individuum, nämlich aus der transzendenten Ewigkeit zu kommen und dort schließlich wieder „hineinzusterben“.

Nach unseren Vermutungen über die transzendente Welt gibt es in dieser keinen Zufall und damit keine objektive Freiheit. Deshalb kann der Sterbende in seiner für ihn in die Transzendenz gedehnten letzten Sekunde seines Lebens im objektiven Sinne auch keine Freiheit haben. Was er dabei subjektiv empfindet, können wir allerdings nicht wissen.

## **9.3 Die Gesellschaft und ihre Freiheiten**

### **9.3.1 Was ist eine Gesellschaft?**

Unter einer Gesellschaft wollen wir hier eine Gruppe sich ihrer selbst bewusster Individuen verstehen, die miteinander verflochten sind und interagieren. Die Gruppe kann dabei eine beliebige Größe haben, es müssen aber mindestens zwei Individuen sein. Die Verflechtungen der Individuen in einer Gesellschaft werden mit dem Begriff der Sozialstruktur beschrieben. Der Soziologe Ulrich Beck von der Universität München hat eine Sozialstruktur wie folgt definiert (in seiner Vorlesung zur Gesellschaftsstruktur der Bundesrepublik Deutschland, Sommersemester 2006):

*Unter einer Sozialstruktur versteht man gesellschaftliche Abhängigkeiten, die das Verhalten und das Bewusstsein der Individuen beeinflussen oder bestimmen, die aber im Allgemeinen nicht im Bewusstsein der Individuen bekannt sind.*

So bestimmt z.B. eine solche Struktur das Verhalten der Familienmitglieder untereinander, der Sohn verhält sich wie eben ein Sohn und nicht wie der Vater oder wie ein Gast, die Mutter spielt ihre Rolle und definiert die Mutter-Rolle durch ihr Verhalten, das Gleiche gilt für den Vater. In gleicher Weise geht es in anderen Gesellschaften zu, wie den Vereinen und den öffentlichen oder staatlichen Institutionen. Das fehlende Wissen der Individuen über die Abhängigkeiten ist dabei sogar ein wesentliches Merkmal der Sozialstruktur. Mehr noch, die Abhängigkeiten wirken oft sogar besonders gut, wenn die Betroffenen von deren Abwesenheit überzeugt sind. Wenn die Individuen über die Abhängigkeiten wissen, dann wirken diese im Allgemeinen anders, als wenn sie unbewusst sind, und können unter Umständen auch ihre Wirkung ganz verlieren. Ein gutes Beispiel sind Zweierbeziehungen, in denen oft unbewusst sehr starke Abhängigkeiten der Partner voneinander bestehen. In vielen klassischen Ehen hinterfragen oft die Frauen in der postedukalen Phase, d.h. nach der Kindererziehung, ihre vorher nicht in Frage gestellte Beziehung, werden sich dann ihrer Abhängigkeiten vom Ehemann bewusst und scheren aus. Es bestätigt sich in der Soziologie die aus der Beschäftigung mit der Quantenmechanik gewonnene Erkenntnis, dass die Hinterfragung das Hinterfragte schwächt oder sogar zerstören kann (siehe Kapitel 6.4).

Man kann eine Gesellschaft auch als rückgekoppeltes System aus Sozialstruktur und Individuen verstehen. Wie wir oben schon gesagt haben, spielt die Mutter in einer Familie die vorgegebene Mutterrolle. Dadurch, dass sie sie spielt, definiert sie aber auch, was diese Rolle ist. Das Verhalten der Individuen definiert oder erzeugt also Rollen, Strukturen, ein Ambiente oder eine Stimmung, die ihrerseits wiederum die Individuen dazu veranlassen, sich genau so zu verhalten, wie sie es eben tun. Das führt dazu, dass die Struktur *und* das spezifische Verhalten der Individuen erhalten bleiben und sich nur in gewissen Grenzen und nur allmählich verändern können. Gesellschaft entsteht also aus dem Zusammenspiel der Teile mit dem Ganzen, sozusagen als die Lösung einer Rückkopplungs-Gleichung.

Jeder kennt die Situation, dass man in eine Gesellschaft gerät, in der eine tolle Stimmung herrscht, die einen mitreißt und veranlasst, sich in einer Weise zu verhalten, die diese Stimmung aufrechterhält oder gar verstärkt. Ein Neuankömmling, der nicht in dieser Weise mitmacht und ausschert, indem er ein deutlich anderes Verhalten an den Tag legt, vernichtet die Stimmung und zerstört damit die (momentane) Gesellschaft. Damit bleibt er aber den anderen in unangenehmer Erinnerung. Und weil er dies vermeiden will, wird er doch in der Regel sein Verhalten der vorhandenen Stimmung anpassen.

Man kann die Wirkung einer Sozialstruktur auch als eine „Verschränkung“ der Individuen der Gesellschaft auffassen, wie das bei Quantenteilchen zu beobachten ist. Wir hatten darüber bereits in Kapitel 6.2.4 gesprochen. Wie in der Quantenmechanik, so geben auch hier Individuen einen Teil ihrer Individualität zugunsten eines teilweise mit den anderen Individuen synchronen oder konformen Verhaltens auf. Die Wirkung einer Gesellschaftsstruktur ist damit analog zu der synchronisierenden

Wirkung der gemeinsamen Wellenfunktion teilweise verschränkter Quantenteilchen. Es zeigt sich also auch hier wieder, dass menschliche Gesellschaften gewisse quantenmechanische Züge haben.

Neben ihrer Sozialstruktur wird eine Gesellschaft noch durch ihre Kultur beschrieben. Unter Kultur wird hier die Gesamtheit der Normen und Standards verstanden, die man in einer Gesellschaft benutzt, um zu entscheiden was ist, d.h. was man als Tatsachen ansieht, was man für möglich hält, wie man zu den Tatsachen und Möglichkeiten steht, was getan werden soll und wie man dieses tut. (Die Definition stammt aus einer Vorlesung zur interkulturellen Kommunikation von Professor Moosmüller an der Universität München im Wintersemester 2006/2007). Diese Normen entwickeln sich durch Kommunikation der Individuen, durch Institutionen der Gesellschaft wie Rechtswesen, Schulwesen, Medien, die politischen Strukturen und durch gemeinsames Handeln. Die kulturellen Standards geben den Menschen in einer Gesellschaft Leitlinien zum eigenen Verhalten und damit Antworten auf die drei Fragen Immanuel Kants „was kann ich wissen?“, „was darf ich hoffen?“ und „was soll ich tun?“. Sie prägen damit entscheidend das Selbstverständnis eines Menschen in seiner Gesellschaft. In einer funktionierenden Gesellschaft müssen diese Standards ein gewisses Mindestniveau haben und behalten, was besonders wichtig ist bei dem moralisch-ethischen Teil dieser Normen. Wir werden auf diesen Aspekt später noch einmal eingehen.

In einer Gesellschaft kann man zwei Freiheits-Aspekte unterscheiden. Zum einen kann man fragen, welche Freiheiten die Individuen in einer Gesellschaft besitzen und wie die Gesellschaft diese individuellen Freiheiten beeinflusst. Zum anderen kann man fragen, welche Freiheiten eine Gesellschaft als Ganzes bei ihrer eigenen Weiterentwicklung hat. Dabei betrachten wir dann die ganze Gesellschaft als ein Individuum. Auf diese Analogie werden wir in Kapitel 9.3.4 wieder zurückkommen.

### ***9.3.2 Die Gesellschaft und ihre individuellen Freiheiten***

Beginnen wir mit dem Einfluss der Gesellschaft auf die individuelle Freiheit ihrer Mitglieder. Das Beispiel in Kapitel 9.3.1 zeigt, dass ein Mensch in einer Gesellschaft einem erheblichen Konformitätsdruck ausgesetzt ist, der ihm, wenn er nicht unangenehm auffallen will, nicht erlaubt, sein Verhalten völlig frei zu wählen. Er muss sein Auftreten der vorhandenen Struktur anpassen. Die Freiheit findet damit in der Konformität einen neuen Antagonisten, der die Spontaneität und Freiheit des Individuums einengt. Da in der Evolution dieser Nachteil hingenommen wurde, ist zu vermuten, dass damit aber auch wieder Vorteile verbunden sind. Das ist tatsächlich der Fall; es gibt zwei Vorteile: Erstens erfährt ein sich konform verhaltendes Mitglied in der Gesellschaft mehr Zuneigung und Wertschätzung als ein „Querkopf“. Und zweitens findet es mehr Gesprächspartner zum Ideenaustausch, was trotz gebremster Spontaneität seiner Kreativität (und damit der schöpferischen Freiheit) wieder zugute kommt, weil es aus den vielen Gesprächen mehr rationale Gesichtspunkte lernen und sammeln kann als der Querkopf. Eine optimale Entwicklung der Kreati-

vität in einer Gesellschaft lässt sich also durch ein ausgewogenes Verhältnis der Antagonisten *Querköpfigkeit* und *Konformität* erreichen. Die beiden Prinzipien arbeiten wieder miteinander *und* gegeneinander und erlauben so die Entstehung von etwas Neuem. Sie können dies innerhalb eines Kopfes tun, es können aber auch unterschiedliche Menschen oder Gruppen von Menschen mit unterschiedlichen Ausprägungen von Querköpfigkeit und Konformität zusammenwirken. Die Querköpfe bringen mehr die für Fortschritt immer auch nötigen, auf den ersten Blick oft sogar „abwegig“ erscheinenden, Ideen ein, die Konformisten wirken mit ihrer Tendenz, nicht anecken zu wollen, dämpfend und tragen damit auch zum nötigen Hintergrund für eine vorsichtige Bewertung und Auswahl aus den Ideen bei. Damit haben wir nach den Antagonisten Progressivität und Konservativität eine weitere Formulierung des Schöpfungs-Prinzips gefunden, die aber letztlich auch wieder auf denselben kosmologischen Prinzipien von Spontaneität und Rationalität basiert. Die Antagonistenpaare Progressivität/Konservativität und Querköpfigkeit/Konformität wirken sich meist im Rahmen des Generationenkonflikts aus. Sie sind die wichtigsten Motoren gesellschaftlicher Veränderungen und Anpassungen an neue Gegebenheiten. Es ist daher für jede Gesellschaft tödlich, wenn sie versucht, aus dem Bedürfnis nach Harmonie Konflikte zu vermeiden, statt sie zu suchen und auszutragen. In ihren Extremen führt die Kombination von Harmoniebedürfnis und Konfliktscheu letztlich sogar zu Fundamentalismus und damit zum gesellschaftlichen Stillstand oder gar zum Rückschritt. Es gibt kritische Stimmen, die befürchten, dass in unserer westlichen Gesellschaft Generationenkonflikte heute nicht mehr in ausreichendem Maße stattfinden. Richtig ist sicher, dass der sehr schöpferischen Konfliktdynamik der 68er Generation heute nichts Vergleichbares gegenübersteht. Allerdings werden die Auswirkungen des 68er-Konflikts heute nicht nur positiv bewertet.

Unsere menschlichen Gesellschaften werden repräsentiert und geführt durch herrschende Regierungen und ihre staatlichen Institutionen. In den westlichen Demokratien ist die Herrschaft dieser Institutionen legitimiert durch ein allgemein anerkanntes Grundgesetz oder eine Verfassung sowie durch Wahlen, über die einer repräsentativen Volksmeinung Rechnung getragen wird. Nach innen hin haben die staatlichen Institutionen vorwiegend die Aufgabe, ein vernünftiges Gleichgewicht zwischen individuellen Freiheiten der Bürger und ihrer Sicherheit und Geborgenheit herzustellen und zu erhalten. In Kapitel 9.1 hatten wir diese beiden Antagonisten bereits diskutiert. Welche Gesellschaftsform sich durchsetzt, wird maßgeblich von dem Grad der Ausgewogenheit zwischen diesen beiden Antagonisten bestimmt. Liberalistische Gesellschaftsformen bieten mehr Freiheit und strikt bürokratisch geordnete Gesellschaften können zumindest im Prinzip mehr Sicherheit bieten.

Auch wenn es immer wieder Rückschläge gegeben hat und noch geben wird, so kann man doch aus der Entwicklung der letzten 100 Jahre vermuten, dass sich bei der gesellschaftlichen Evolution letztlich auf der ganzen Welt die Demokratie mit einer sozialen Marktwirtschaft als die übliche Gesellschaftsform durchsetzen wird. Wegen einiger Nachteile der Demokratien, denen wir uns weiter unten noch widmen

werden, und unter Berücksichtigung der Entwicklungen der letzten 20 Jahre könnte man auch zu dem Schluss kommen, dass sich künftig Gesellschaftsformen mit mehr autokratischem Charakter durchsetzen könnten. Nach Meinung des Autors hat die Demokratie auf die Dauer aber doch die besseren Chancen. Wir dürfen auch annehmen, dass eine Demokratie, verbunden mit einer sozialen Marktwirtschaft, für die menschliche Art auch das „kleinste Übel“ darstellt. Wenn man von im Sinne einer bestimmten Ideologie „idealen“ Menschen ausgeht, also nicht von Menschen, wie sie heute sind, dann kann man sich für diese hypothetischen Menschen natürlich auch „bessere“ Gesellschaftsformen vorstellen. Beispiele für solche Formen sind die kommunistische und die aristokratische Gesellschaftsform. Beide, die aristokratische „Herrschaft der Besten“ wie die kommunistische „Herrschaft des Proletariats“, funktionieren nur, wenn genügend viele Individuen dem für die jeweilige Gesellschaftsform definierten menschlichen Idealbild entsprechen. Ist dies nicht der Fall, dann werden die Gesellschaften instabil und zerbrechen. Der Vorteil der Demokratie ist, dass sie versucht, sich soweit wie möglich an den gegebenen Eigenschaften der Menschen zu orientieren. Dennoch gibt es auch bei der Demokratie Gefahren der Instabilität. Wir werden diese im Einzelnen noch in den nächsten beiden Kapiteln untersuchen.

Zur Sicherung der Freiheit muss der Staat die Bürger zunächst befreien von Not und Ungemach durch die Natur und sie möglichst auch frei halten von Zwängen durch die Obrigkeit, soweit dies mit den Rechten der anderen Menschen und dem Gemeinwohl in Einklang zu bringen ist. Er muss die Bürger aber auch auf so vielen Gebieten wie irgend möglich eigene Entscheidungen treffen lassen und darf sie auf möglichst keinem Gebiet entmündigen. Zur Herstellung von Sicherheit muss der Staat stellenweise auch die Entscheidungs- und Bewegungsfreiheit der Bürger einengen und in gewissem Umfang sogar in ihre Lebens- und Versorgungsplanung eingreifen. Gesellschaften, in denen der Freiheit mehr Raum gegeben wird als der Sicherheit, tendieren zur Ellenbogengesellschaft. Gesellschaften, bei denen der Sicherheit mehr Raum gegeben wird als der Freiheit, tendieren zum Wohlfahrtsstaat. Beides ist von Übel. Über die Schwächen einer rein freiheitsorientierten Ellenbogengesellschaft brauchen wir hier nicht zu diskutieren. Die Schwächen eines Wohlfahrtsstaates sind aber mindestens genauso gravierend. Wenn sich z.B. durch staatliche Unterstützungsmaßnahmen für einen Teil der Bürger eigenes Engagement und aktive, eigene Lebensentscheidungen weitgehend erübrigen oder gar ganz überflüssig werden, dann schadet der Staat diesen Individuen gleich in zweierlei Hinsicht: Er nimmt ihnen die Möglichkeit, Eigenverantwortlichkeit zu entwickeln, und vernichtet ihre Kreativität. Und wer dies beides nicht hat, kann weder sich selbst noch anderen in der Gesellschaft von großem Nutzen sein. In Kapitel 9.2.1 hatten wir drei Aspekte genannt, auf die bei der Bildung unserer Jugend zur Förderung von Kreativität zu achten ist. Hier haben wir gesehen, dass Gesellschaften auch zurückhaltend mit der Zuwendung von „Wohlergehen“ umgehen sollten, wenn sie kreative, verantwortungsbewusste und damit zukunftsfähige Bürger haben wollen.

### **9.3.3 Die Gesellschaft und ihre institutionellen Freiheiten**

Als Überleitung zur Frage der Freiheiten einer Gesellschaft als Ganzem wollen wir uns zunächst ansehen, was in einer Gesellschaft eigentlich die Grundlagen für offizielle Entscheidungen sind. In autokratischen Gesellschaften wie absolutistischen Monarchien und Diktaturen gibt es eine Zentralgewalt, die alle anstehenden Entscheidungen zur Lösung von Problemen der Gemeinschaft trifft, wobei keinerlei Beteiligung des Volkes an der Staatsgewalt vorgesehen ist. Hier obliegt es einem oder wenigen Menschen, Ideen zu entwickeln und diese z.B. in Gesetze umzusetzen. Dabei sind diese Herrscher gar nicht oder höchstens auf die Zustimmung weniger enger Vertrauter angewiesen. Sie können vielfach ganz allein mit ihrer eigenen Kreativität und schöpferischen Freiheit die Geschicke der ihnen anvertrauten Gesellschaft bestimmen. In einer Autokratie ist die Grundlage für offizielle Entscheidungen also die schöpferische Freiheit einer einzelnen Person oder weniger herrschender Personen.

In der Demokratie beginnt bei einem anstehenden Problem der Lösungsweg auch damit, dass eine Person oder wenige Einzelpersonen, etwa ein Sachbearbeiter oder eine Expertengruppe, unter Anwendung ihrer schöpferischen Freiheit einen Lösungsvorschlag in Form eines Gesetzesentwurfs erarbeiten. Dieser wird nun aber keineswegs gleich umgesetzt, sondern einer größeren Gruppe von Menschen, etwa dem Kabinett und später dem Parlament, zur Bewertung und Beratung vorgelegt. Diese Gruppe kann den Vorschlag annehmen, zur Überarbeitung zurückgeben oder mit der Bitte um einen neuen Vorschlag auch gänzlich zurückweisen. Dieser Vorgang wiederholt sich dann iterativ solange, bis eine durch Konsens von allen Beteiligten getragene Lösung da ist, die schließlich vom Parlament gebilligt wird.

Dieses Prinzip der Entscheidungsfindung wird in den Demokratien im Grundsatz zur Lösung aller Probleme verwendet, der inneren Probleme wie auch beim Umgang mit Nachbargesellschaften. Im letzteren Fall haben die Volksvertreter zwar in der Regel in vorgegebenen Grenzen etwas mehr individuelle (Vor-) Entscheidungskompetenz, müssen sich aber ihre nach außen gegebenen Zusagen oder Versprechungen grundsätzlich nachträglich zu Hause bestätigen lassen. Erst dann können die entsprechenden Verträge ratifiziert und damit völkerrechtlich gültig werden.

Wenn man sich den demokratischen Meinungsfindungsprozess genau ansieht, stellt man fest, dass es sich um eine exakte Kopie desjenigen Vorgangs handelt, der sich im Gehirn eines Menschen abspielt, wenn er schöpferisch tätig ist, nur hier auf einer anderen Ebene. Wir hatten diesen Vorgang in Kapitel 7.4.4 und dann am Anfang des Kapitels 8.2.1 am Beispiel eines Künstlers beschrieben. Das Bewusstsein des Malers entspricht der Regierung, sein Bewusstseins-Scheinwerfer entspricht dem Auftrag an den Sachbearbeiter. Die spontanen Gedankenblitze in Form von Farben, Formen und Vorstellungen über das Gemälde im Gehirn des Künstlers entsprechen den Lösungsvorschlägen der Sachbearbeiter oder der Expertengruppe bei den einzelnen Iterationsschritten. Der fachlich rationale und ästhetische Verstand des Künstlers entspricht der rationalen Beurteilungsfähigkeit des Kabinetts oder des Parlaments. Und

das schließlich vom Künstler hergestellte Gemälde entspricht dem vom Parlament letztendlich gebilligten Gesetzentwurf.

Bei dem Prozess der Entscheidungsfindung in einer Demokratie wirkt also abermals das Prinzip von spontaner Entwicklung einer Idee und rationaler Selektion durch die Umwelt. Dieses Prinzip hatte bereits die Entstehung der physikalischen Welt und die biologische Evolution angetrieben. Allerdings kommt hier etwas Neues hinzu, nämlich der Konsens. Es ist das Wesen der Demokratie, dass nur solche Ideen sich durchsetzen, die konsensfähig sind, d.h. denen die Mehrheit der Personen in den beteiligten Entscheidungsgremien auch zustimmt. Da die Personen in diesen Gremien vom Volk gewählt sind, werden sie im Allgemeinen auch nur solchen Lösungen zustimmen, von denen sie annehmen, dass sie in ihrer eigenen Wählerschaft auch Konsens fänden. In der biologischen Evolution kann sich das durchsetzen, was sich im Überlebenskampf der Natur bewährt und damit im pragmatischen Sinne von der Umwelt für „wahr“ gehalten wird. Bei der demokratischen Entscheidungsfindung überlebt, was vom Volk oder einem Gremium mehrheitlich für gut bzw. für „wahr“ gehalten wird. Damit basiert die Demokratie auf dem Begriff der Konsenswahrheit. Das hat Vor- und Nachteile.

Ein wichtiger Vorteil ist, dass es selten passieren wird, dass sich auf demokratischem Wege die Bürger ihre eigenen Freiheitsrechte wieder nehmen. Der Rückweg zu Diktaturen ist damit ohne eine gewaltsame Machtübernahme nicht sehr wahrscheinlich. Die auf Konsens basierenden Demokratien sind also diesbezüglich relativ stabil. Außerdem sind gefährliche Abenteuer der Gesellschaft, wie etwa Kriege, zwischen konsensbasierten Demokratien unwahrscheinlicher als z.B. zwischen autokratischen Gesellschaften (aber natürlich nicht ausgeschlossen), weil sich für derartige Abenteuer in einer Demokratie heute nur selten ein breiter Konsens finden lässt.

Generell ist es allerdings gefährlich, Wahrheit über Konsens, also über eine Mehrheitsmeinung, und damit über die Durchschnittsmeinung zu definieren. Ein schönes Beispiel dafür, wie falsch die Durchschnittsmeinung sein kann, konnte man bei der Einführung der Mobiltelefone in Deutschland beobachten. Vor deren Einführung war die große Mehrheit der Westdeutschen der Ansicht, diese „Handys“ würden im Wesentlichen nur von einer begrenzten Zahl von Geschäftsleuten benutzt werden, aber kaum von Privatpersonen, und ihre Verbreitung würde sich deshalb in Grenzen halten. Genau das Gegenteil ist eingetreten, mittlerweile werden in Deutschland mehr Handys betrieben, als Deutschland Einwohner hat! Dieser Fehler war ja noch harmlos. Aber es kann sich so auch sehr unseliges und destruktives Gedankengut in einer Gesellschaft als Wahrheit etablieren und sich verheerend auswirken, wie wir dies ja im Dritten Reich in Deutschland schmerzlich erleben mussten. Konsens lässt sich unter Menschen eben manchmal auch über etwas erzielen, das aus ethischen Gründen abzulehnen ist. So gibt es leider heute immer noch sogar demokratische Gesellschaften, in denen sich Konsens über das Führen eines Angriffskrieges zur Lösung eines Problems erzielen lässt. Im nächsten Kapitel werden wir darüber sprechen, wie man der Gefahr eines moralischen Abgleitens begegnen kann.

Ein weiterer Nachteil der konsensbasierten Demokratien ist der, dass sich meist nur mittelmäßige Lösungen durchsetzen lassen, die nicht weit weg liegen von dem, was jeder bereits kennt, die also relativ wenig Neues beinhalten. Ungewöhnliche, zunächst als abwegig angesehene Lösungen finden bei der Mehrheit im Allgemeinen keinen Konsens und fallen damit unter den Tisch. In der natürlichen Evolution ist das ganz anders. Bei einem Großteil der natürlichen Mutationen weichen die Veränderungen oft sogar so stark von dem Bestehenden ab, dass die mutierten Linien nicht einmal mehr überlebensfähig sind. Ungewöhnliche „Vorschläge“ sind in der natürlichen Evolution also an der Tagesordnung, nicht dagegen oder kaum in einer Demokratie. Da aber in ungewöhnlichen Zeiten für das Überleben einer Gesellschaft auch manchmal ungewöhnliche Lösungen nötig wären, leiden Demokratien prinzipiell an zu geringer Flexibilität und damit an begrenzter Anpassungsfähigkeit. Das Problem wird trefflich durch ein altes Sprichwort beschrieben: „In Gefahr und größter Not bringt der Mittelweg den Tod“ (es gibt übrigens auch einen Film von Alexander Kluge mit diesem Titel). Und Mittelwege sind es eben, die in Demokratien meistens gegangen werden. Demokratie wirkt also wie eine Evolutionsbremse. Damit besteht die Gefahr, dass die Menschheit auf eine sich schnell verändernde Umwelt wie auch auf globale Gefahren nicht schnell genug reagieren kann und dann vom Aussterben bedroht ist. Über Gegenmaßnahmen werden wir im nächsten Kapitel nachdenken.

Zum Schluss sei auf noch einen Nachteil unserer Parteien-Demokratien hingewiesen, der mit dem Letztgenannten zusammenhängt. Manchmal sind zur Bildung einer mehrheitsfähigen Regierung auch Koalitionen zwischen zwei oder mehr Parteien mit unterschiedlichen Grundausrichtungen erforderlich. Je mehr sich diese Grundausrichtungen voneinander unterscheiden, desto mehr Kompromisse müssen bei der Gesetzgebung von allen Beteiligten gemacht werden. Häufig kommt dann nach langem Ringen ein Gesetz heraus, das im Wesentlichen beschlossen wurde, um Konsens zu demonstrieren, das aber von nur so mangelhafter Substanz ist, dass man es besser nicht beschlossen hätte. Der Konsens wird also manchmal zum Selbstzweck. Aus dem Studium der Unschärferelationen in Kapitel 6.2.4 wissen wir ja schon, dass solche Selbstbezüge in der Regel die Beliebigkeit des Ergebnisses fördern.

### ***9.3.4 Das Individuum Gesellschaft und Gedanken über seine Zukunft***

Fassen wir zunächst zusammen: Nach Meinung des Autors können wir davon ausgehen, dass sich die parlamentarische Demokratie trotz gewisser Nachteile und Gefahren als Gesellschaftsform weltweit durchsetzen wird. Wir können die Demokratie auch als die natürliche Staats- und Gesellschaftsform ansehen, weil bei ihr das Evolutionsprinzip, also die Methode von spontaner Kreation aus Freiheit und rationaler Selektion, auf der politischen Ebene der Gesetzgebung abermals zum Tragen kommt. Wir können damit ein und dasselbe Prinzip verantwortlich machen für die Entstehung der materiellen Welt, des Lebens und aller Lebewesen, für die geistige Entwicklung des Menschen während seines Lebens, für die Kreativität unseres Geistes und von Gruppen von Menschen, für die Entstehung von Gesellschaften und nun

auch für den Entscheidungsfindungsprozess in einer Demokratie. Wegen der Parallelen zwischen dem Schöpfungsprozess im Geiste eines Individuums und dem Entscheidungsfindungsprozess in einer Demokratie können wir auch vom „Individuum Gesellschaft“ sprechen, wobei die Regierung eines Staatsgebildes bei dieser Analogie die Rolle des Bewusstseins spielt.

In der nicht-menschlichen Welt reichen zur Erklärung der Erscheinungen die beiden Prinzipien Spontaneität und Rationalität aus. In der menschlichen Gesellschaft müssen wir aber auch die Verantwortung des Menschen berücksichtigen. Diese lässt sich zwar möglicherweise auch aus der Rationalität folgern, aus normativen Gründen ist es aber klüger, sie innerhalb des eigenständigen moralisch-ethischen Prinzips der Sozialität zu berücksichtigen. Wir hatten von den drei „göttlichen“ Prinzipien Spontaneität, Rationalität und Sozialität oder von der kosmologischen Dreifaltigkeit gesprochen. Verbinden wir nun die Demokratie mit der sozialen Marktwirtschaft, so haben wir eine dieser Dreifaltigkeit zumindest im Prinzip gerecht werdende Gesellschaftsform. Das Prinzip der Sozialität hilft unter anderem zu verhindern, dass sich in der Gesellschaft extreme, unsoziale Formen des Kapitalismus einschleichen.

Wir hatten im letzten Kapitel festgestellt, dass die Demokratie eine Gesellschaftsform ist, die auf Konsenswahrheiten basiert. Das Prinzip birgt zwei Gefahren, die wir auch schon angesprochen hatten, und zwar erstens die Gefahr des Aussterbens wegen ungenügender Anpassungsfähigkeit an veränderte Bedingungen und zweitens die Gefahr des ethischen Abgleitens oder Verfalls. Die Gefahr des Verfalls oder der Verflachung besteht auch bei den anderen der in Kapitel 9.3.1 genannten kulturellen Standards, nicht nur den ethisch-moralischen, die moralischen sind aber vermutlich die kritischsten. Man kann auch von einer moralischen oder verallgemeinert von einer kulturellen Instabilität reden. Eine dritte Gefahr ist die, dass in Gesellschaften die Bürokratie die Tendenz hat, sich mit der Zeit aufzublähen. Da diese Gefahr keine Folge des Konsensprinzips ist, droht die Überbürokratisierung auch anderen Gesellschaftsformen, nicht nur der Demokratie. Wir werden am Ende dieses Kapitels noch sehen, wie man sich den Trend zur Überbürokratisierung erklären kann.

Das „Individuum Gesellschaft“ kann langfristig nur überleben, wenn es diese drei Gefahren in den Griff bekommt. Wir wollen uns deshalb im Rest des Kapitels mit dieser Problematik auseinandersetzen. Beginnen wir mit dem Problem der mangelnden Anpassungsfähigkeit.

### ***Das Problem der mangelnden Anpassungsfähigkeit***

Zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit von demokratischen Gesellschaften muss man darauf hinwirken, dass die politischen (wie die wirtschaftlichen) Entscheidungen sich nicht nur auf Durchschnittsmeinungen begründen, sondern auch unkonventionelle Meinungen zum Tragen kommen können und nicht gleich über den Konsens wieder verworfen werden. Besondere Situationen erfordern besondere Lösungen, die man nur finden kann, wenn man insbesondere die zunächst abwegig klingenden unkonventionellen und verrückten Ideen in Erwägung zieht. Hierher passt noch einmal

die bereits erwähnte überspitzte Formulierung Albert Einsteins: „Wenn eine Idee zu Beginn nicht absurd erscheint, dann ist sie nicht wert weiterverfolgt zu werden“. Da Kreativität aus den Faktoren Spontaneität und Wissen besteht, bedeutet dies, dass der Faktor Spontaneität erhöht werden muss. In dem Buch „Die Verrückten werden siegen; Gebrauchsanweisung für ein völlig neues Deutschland“ (Klaus Utermöhle, Zeppelin-Verlag, Stuttgart 2006) wird dieses Thema aus der Sicht des Individuums behandelt und dabei der Steigerung der Kreativität der Menschen das Wort geredet.

Hier geht es uns aber nicht (nur) um die Steigerung der Kreativität eines menschlichen Individuums, sondern um die des Individuums (der demokratischen) Gesellschaft als Ganzem. Das Wesen einer demokratischen Gesellschaft ist aber, dass auf Mehrheitsmeinungen Rücksicht genommen wird. Und je mehr Individuen an der Bildung einer Mehrheitsmeinung beteiligt sind, desto durchschnittlicher und gewöhnlicher fällt die Meinung aus und desto weniger wird sie enthalten, was der Gesellschaft in ungewöhnlichen Situationen helfen könnte. Wegen der großen Zahl der Entscheidungsträger schneidet diesbezüglich eine Basisdemokratie oder direkte Demokratie am schlechtesten ab, da bei ihr jede Entscheidung über eine Volksbefragung vom ganzen Volk getroffen wird. Die direkte Beteiligung aller war bei einem altgriechischen Stadtstaat (der Polis) wegen der relativ kleinen Zahl der freien Bürger noch möglich. Diese Zahl war vor allem deshalb so klein, weil Frauen, Sklaven und andere Teile der arbeitenden Bevölkerung, wie etwa Handwerker, nicht zur freien Bürgerschaft zählten und an den Entscheidungen nicht beteiligt waren. Die heutigen Demokratien sind allesamt repräsentative Demokratien, manche gewürzt mit direktdemokratischen Elementen wie Volksentscheiden. Im letzteren Fall spricht man auch von einer „plebiszitären Demokratie“. Bei diesen Formen werden die Entscheidungen bis auf Ausnahmen nicht direkt vom Volk, sondern von den vom Volk gewählten Parlamentariern getroffen. Die Zahl der Entscheidungsträger ist hier schon viel kleiner, liegt aber z.B. im Bundestag der Bundesrepublik Deutschland immer noch bei etlichen hundert. Außerdem sind diese Parlamentarier, wie wir das im letzten Kapitel ja schon festgestellt hatten, bei ihren Entscheidungen auch nicht frei, sondern sie werden immer die vermutliche Meinung ihres Wahlvolkes oder auch von Lobbyisten im Auge behalten. All zu viel Spontaneität ist also auch bei den heutigen Demokratien nicht zu erwarten.

Um das zu verbessern, müsste man in den Demokratien zwei Dinge tun: Erstens müsste man die Menge der pro Zeiteinheit erzeugten „verrückten“ Ideen vergrößern und zweitens die Selektion daraus auf eine kleinere Anzahl von („klugen“) Köpfen beschränken. Um das Erstere zu erreichen, müsste man die Ministerien und öffentlichen Verwaltungen, die heute fast ausschließlich aus zwar sehr sachkundigen, aber konformistisch ausgerichteten un kreativen Verwaltern bestehen, massiv mit kreativen „Querköpfen“ durchsetzen. Dasselbe gilt für die Kabinette und Parlamente. In den autokratischen Regierungen der Vergangenheit hielten sich die Herrscher zur Kreativitätssteigerung einen Hofnarren. Dieser durfte frei und ungestraft zu allem seinen „Senf“ geben, woraus der Herrscher immer wieder Anregungen für seine Ent-

scheidungen erhielt. Ein Beispiel beängstigender Ideenlosigkeit in Deutschland war der bürokratische Vorschlag der Kultusministerkonferenz im September 2006, zur Behebung des Bildungsnotstands zunächst einmal eine riesige Datei mit allen nur denkbaren Daten aller deutschen Schüler anzulegen (siehe [7], Süddeutsche Zeitung, 29.9.2006). Wenn man über diese Daten dann verfügte, würde einem schon einfallen, was man damit anfangen könnte. Nach dem, was wir in Kapitel 5.2 bereits zur Entwicklung von Theorien gesagt haben, muss man aber genau anders herum vorgehen: Zuerst braucht man eine überzeugende Lösungsidee und erst dann sollte man daran gehen, gezielt und genau nur die Daten zu sammeln, die man für die Umsetzung dieser Idee braucht.

Vor allem muss sich die Grundeinstellung der Menschen zur Spontaneität ändern. Heute werden spontane Ideen immer noch negativ mit den Worten „das ist ja reine Spekulation“ abgetan. Wir müssen endlich erkennen, dass Spekulationen das höchste Gut sind, das wir in unserer Gesellschaft haben. Spekulationen müssen unbedingt salonfähig gemacht werden, sonst haben wir keine Chance, mit den künftigen Problemen der Menschheit fertig zu werden. Dazu muss auch klar sein, dass Spontaneität, Spekulationen und damit die Kreativität auf der Freiheit fußen, und dass dies alles etwas mit dem absoluten Zufall zu tun hat, dem man eben auch Zeit und Raum zu seiner Entfaltung geben muss. Und dazu passt auch überhaupt nicht der immer noch verbreitete und sogar von einigen Wissenschaftlern und Philosophen vertretene, unselige Glaube an eine deterministische Welt, der so manchen Menschen zum Fatalisten werden lässt; denn was kann man selbst schon bewegen, wenn ohnehin alles vorherbestimmt ist?

Als zweites Mittel gegen die Inflexibilität der Demokratie hatten wir die Verringerung der Anzahl der Entscheidungsträger genannt. Hier bestünde die Möglichkeit, in Krisenzeiten, in denen schnelle Reaktionen gefragt sind, einer kleinen Auswahl von „klugen Köpfen“ für eine begrenzte Zeit alle Entscheidungsgewalt zumindest auf *den* Sachgebieten zu übertragen, die mit der jeweiligen Krise zusammenhängen. Nach Ablauf dieser Zeit würden sie ihre Gewalt wieder verlieren, müssten aber Rechenschaft ablegen über die in ihrer Amtszeit gefällten Entscheidungen. Ein geschichtliches Vorbild dafür finden wir in der alten römischen Republik (von ca. 450-27 v. Chr.). Rom wurde damals von zwei Konsuln und einer Reihe von Senatoren regiert, die in einer gewissen Gewaltenteilung das Reich führten, auch gestützt auf Entscheidungen von Volksversammlungen. In Kriegszeiten sah die Verfassung aber vor, dass für jeweils ein halbes Jahr ein Diktator gewählt werden konnte. Diese Möglichkeit hatte man bewusst als Maßnahme zur Beschleunigung der Reaktion und zur schnelleren Anpassung des Verhaltens des Staates während eines Krieges in die Verfassung aufgenommen. Auch in den heutigen Demokratien gibt es noch gewisse Sonderregelungen für den Verteidigungsfall, diese reichen aber niemals so weit wie bei den alten Römern. So sollte z.B. in der Bundesrepublik Deutschland bis 1968 im Verteidigungsfall der Bundeskanzler zusätzlich zu seinen anderen Aufgaben auch die Führung der Streitkräfte übernehmen. Im Rahmen der 1968 beschlossenen Not-

standsgesetze wurde dieser Absatz im Grundgesetz aber wieder gestrichen und durch andere Sonderregelungen für den Verteidigungsfall ersetzt (u.a. in den Artikeln 12a und 53a; für Einzelheiten siehe z.B. [8]).

Wie solche Lösungen zur Erhöhung der Flexibilität heute im Einzelnen aussehen könnten, müssten sich unsere Politiker überlegen. Dabei müssten aber auf alle Fälle die Entscheidungsfindungswege deutlich verkürzt und die Anzahl der Entscheidungsträger signifikant verringert werden, in speziellen Fällen sogar auf eine einzige Person, die dann sehr schnell und flexibel entscheiden kann. Hohe Flexibilität führt zwar mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer zeitgerechten Lösungsidee, birgt aber auch ein hohes Risiko, dass sich diese Idee als untauglich erweist. Je mehr Personen eingeschaltet sind, desto geringer ist die Chance, einen zeitgerechten Vorschlag bei der Hand zu haben, desto geringer aber auch die Chance von Fehlern, vorausgesetzt alle Beteiligten sind kluge Leute. Darin kann man auch eine Unschärferelation zwischen der „Zeitgerechtigkeit“ einer Lösungsidee und deren „Tauglichkeit“ sehen. Man sollte also je nach Krisentyp und Dringlichkeit die Zahl der Entscheidungsträger so wählen, dass eine der Art der anstehenden Probleme angepasste Balance zwischen deren Reaktionsgeschwindigkeit und dem Fehlerrisiko erreicht wird. Die zu wählende Zahl der Köpfe hängt auch von der Größe der Gemeinschaft und der „Qualität“ der zu Verfügung stehenden „klugen Köpfe“ ab. Bei der relativ kleinen Gesellschaft einer Schiffsbesatzung auf hoher See gab es schon immer und gibt es auch heute noch die Krisenregelung, dass in kritischen Situationen und Zweifelsfällen nur *eine* (kluge) Person entscheidet, nämlich der Kapitän.

### ***Das Problem der moralischen Instabilität***

Obwohl auch die anderen kulturellen Standards einer Gesellschaft immer der Gefahr des Verlustes an Niveau, also einer Verflachung, ausgesetzt sind, sollen hier nur die ethischen Standards als deren wichtigster Teil näher betrachtet werden. Wie im letzten Kapitel schon angesprochen, wird in einer Demokratie die Herrschaft der politischen Führung durch zweierlei legitimiert: Erstens durch ein Grundgesetz oder eine *Verfassung* und zweitens durch die in regelmäßigen Abständen durch Wahlen abgefragte *Meinung* des Volkes. Durch die Wahlen wird angestrebt, Konsens zwischen Regierung und Parlament auf der einen und dem Volk auf der anderen Seite herzustellen. Die Demokratie basiert also auf genau zwei begrifflichen Größen: der Größe „Verfassung“ und der Größe „Meinung“. Meinungen können sich bekanntlich ändern. In den heutigen Demokratien kann nun aber auch die Verfassung weitgehend geändert werden, wenn nur genügend viele Parlamentarier „der Meinung sind“, dass dies erforderlich sei. Damit ist auch die Größe „Verfassung“ selbst der Größe „Meinung“ unterworfen, was zu dem Ergebnis führt, dass eine Demokratie im Wesentlichen auf veränderlichen Meinungen basiert. Das klingt äußerst bedenklich. Ganz so schlimm, wie es zunächst scheint, ist es aber doch nicht, weil die Verfassungen der Demokratien in aller Regel die Änderung bestimmter Artikel nicht erlauben; es gibt also in den Verfassungen immer nichthinterfragbare Grundsätze. So kann das

Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland (siehe z.B. [8]) zwar grundsätzlich durch ein Gesetz geändert werden, wenn jeweils mindestens zwei Drittel der Mitglieder des Bundestages und des Bundesrates dem Gesetz zustimmen. Artikel 79 des Grundgesetzes erlaubt aber keine Änderungen, die die in den Artikeln 1 und 20 niedergelegten Grundsätze der Menschenrechte und der demokratisch-sozialen und föderalen Struktur Deutschlands betreffen. Das Grundgesetz selbst verbietet damit die Hinterfragung dieser zwei Grundsätze. Alle davon nicht berührten Passagen des Grundgesetzes dürfen aber hinterfragt und geändert werden und sind damit der Größe „Meinung“ preisgegeben. Die Frage ist nun, ob der bestehende Änderungsschutz ausreicht, die Demokratie und die sozial verpflichtete Marktwirtschaft langfristig zu sichern.

Eine Antwort auf diese Frage können wir nicht aus der Beschäftigung mit dem Grundgesetz allein finden. Denn in unseren heutigen Gesellschaften, wie auch in der Bundesrepublik Deutschland, wird das Leben und das zwischenmenschliche Verhalten der Individuen bei weitem nicht nur durch das bestimmt, was im Grundgesetz oder auch in den Einzelgesetzen steht. Die Verhaltensnormen, inklusive der moralisch-ethischen, werden im Allgemeinen nicht oder nicht nur über Gesetze und andere staatliche Institutionen, sondern viel mehr als kulturelle Standards durch Konvention, durch Prägung und Weitergabe innerhalb der Familien, in Religionsgemeinschaften, in Vereinen, in den Gemeinschaften der Arbeitswelt, durch Rundfunk, Fernsehen, Presse und in den privaten Kontakten in Form von Konformitätsdruck teils bewusst, teils unbewusst wirksam. Ohne den gesellschaftlichen Konformitätsdruck aus all diesen außerstaatlichen Organen und Institutionen würden sich Moral, Anstand, Respekt vor den anderen Menschen und ein vernünftiges Zusammenleben in unserer Gesellschaft nicht ausbilden oder halten können. Mit anderen Worten: Das Grundgesetz reicht zwar aus, solange die normativen Kräfte aus den anderen Lebensbereichen wirksam sind. Wenn diese Kräfte schwinden, verliert aber auch das Grundgesetz seine Kraft.

Nehmen wir ein aktuelles Beispiel: Wenn sich in der täglichen Lebenswelt die Meinung durchsetzt, dass ein Attentäter eigentlich kein Mensch mehr sei, dann nützt es diesem wenig, wenn ihm in Artikel 1 des Grundgesetzes eine unantastbare Würde bescheinigt wird. Man wird sie ihm nicht lassen. Die Mehrheitsmeinung wird über die Parlamentarier dafür sorgen, dass nicht änderungsgeschützte Artikel des Grundgesetzes im Sinne der Mehrheitsmeinung geändert und auch zu dieser Meinung passende Einzelgesetze erlassen werden. Oder nehmen wir den änderungsgeschützten Artikel 20 des Grundgesetzes. Er sagt, dass die Bundesrepublik Deutschland ein sozialer Bundesstaat ist. Der Artikel ist sicher auch so zu verstehen, dass im Sinne der sozialen Marktwirtschaft wirtschaftliches Handeln immer gleichzeitig auch soziales Handeln sein sollte, der Mensch also in den Wirtschaftsunternehmen im Mittelpunkt zu stehen hat, und nicht so etwas wie ein „shareholder value“. Daran hält man sich heute in der globalisierten Wirtschaft aber praktisch gar nicht mehr, auch nicht in Deutschland. Nach Ansicht des Autors ist es auch ein Indiz für den moralischen

Verfall in unserer Gesellschaft, dass es heute ein hoher Anteil der Menschen in unserer Gesellschaft inklusive vieler Volksvertreter hinnimmt, dass Top-Manager von Großunternehmen sich ihre ohnehin schon sehr hohen Bezüge abermals erhöhen und gleichzeitig Massenentlassungen ankündigen. Glücklicherweise kann man hier aber schon eine durch die öffentliche Diskussion ausgelöste Trendwende erkennen.

Aus diesen Überlegungen heraus muss man befürchten, dass die normative Kraft des Faktischen oder die Kraft veränderlicher Meinungen auf die Dauer stärker ist als die eines noch so guten Grundgesetzes. So können leicht auch die in der Verfassung garantierten Freiheitsrechte des Bürgers dadurch in Gefahr geraten, dass extreme oder fundamentalistisch eingestellte Gruppierungen und Parteien zu starken Zulauf bekommen oder gar Regierungsverantwortung übernehmen. Solchen Gefahren sind besonders jüngere Demokratien ausgesetzt, aber auch alte, bewährte Demokratien wie etwa die Vereinigten Staaten von Amerika müssen immer wieder darauf achten, nicht etwa fundamentalistischen Trends zu erliegen.

Um das zu verhindern, ist zweierlei zu fordern. Das Erste betrifft das Grundgesetz. In diesem sollten möglichst viele Grundsätze als unhinterfragbar, d.h. als unveränderbar, definiert werden. Wenn man einen Grundsatz als unveränderbar definiert, bedeutet das aber auch, dass es für diesen keiner weiteren expliziten Begründung bedarf. Er begründet sich selbst allein dadurch, dass er postuliert wird. Man spricht auch von *Letztbegründung durch Selbstevidenz*, bzw. durch *intrinsische Wahrheit*. In Kapitel 5.3 wurde schon erwähnt, dass in der Verfassung der Vereinigten Staaten von Amerika die Grundrechte auf diese Weise verankert werden. Welche und wie viele Grundsätze man auf diese Weise schützen sollte, muss sorgsam überlegt werden; auf alle Fälle sollten es aber nach Meinung des Autors mehr sein als in der derzeit gültigen Verfassung der Bundesrepublik Deutschland. Dabei könnte es auch helfen, den unveränderlichen Kern der Verfassung durch Anbindung an eine transzendente Instanz, d.h. durch eine *göttliche Letztbegründung*, a priori einer Hinterfragung zu entziehen, da ja Transzendentes im Allgemeinen ohnehin nicht erklärbar ist. Eine transzendente Anbindung würde auch unsere Ehrfurcht und Demut vor *den* Dingen zum Ausdruck bringen, die wir wegen unserer menschlichen Unvollkommenheit nicht wissen können. Ferner ist eine transzendente Letztbegründung vielleicht auch „haltbarer“ als die leichter bezweifelbare Selbstevidenz und würde darüber hinaus auch den Vorstellungen der Religionsgemeinschaften entgegenkommen.

Noch wichtiger ist aber zu fordern, dass in der Gesellschaft außerhalb der Gesetze eine das Grundgesetz und die Einzelgesetze untermauernde ethisch-moralische Grundhaltung im Bewusstsein der Menschen verankert ist, die die Menschen erst zu charakterfesten Individuen mit Format werden lässt. Denn ohne diese bleibt jedes Grundgesetz, wie wir oben gesehen haben, letztlich wirkungslos. Während der vergangenen Jahrhunderte wurde in Europa diese ethisch-moralische Grundhaltung von den christlichen Kirchen repräsentiert und verbreitet. Aufklärung und Säkularisation hatten letztlich die Trennung von Kirche und Staat besiegelt, wobei der größere Teil des ethisch-moralischen Mandats den Kirchen zufiel oder, besser gesagt, bei ihnen

verblieb. Mit der dann im 19. und besonders im 20. Jahrhundert in Europa sich fortsetzenden Schwächung des Einflusses der Kirchen in der Öffentlichkeit und in den Familien haben die Kirchen ihren normativen Einfluss bei Ethik und Moral bis heute weitgehend eingebüßt. Die entstandene Lücke kann der Staat alleine nun aber auch nicht ausreichend füllen, da er diese Kompetenz damals den Kirchen gelassen hatte und jetzt damit auch sicher überfordert wäre. Wir leben deshalb heute in einem sich ausbreitenden ethisch-moralischen Vakuum, was auf die Dauer für die Demokratie, für die Freiheit und damit für die ganze Menschheit gefährlich werden könnte.

Ich bin der Überzeugung, dass wir in Europa in dieser Sache recht bald gegensteuern müssen, und würde es begrüßen, wenn die Kirchen dieser Aufgabe wieder gerecht werden könnten. Sie böten den Vorteil, dass sie ihre normativen Aussagen an das Transzendente anbinden und ihnen damit eine größere Kraft vermitteln können, als es der Staat kann. Dazu müssten sich die Kirchen aber zunächst wieder die Anziehungskraft und die breite Anerkennung verschaffen, die sie früher einmal hatten. Das geht meines Erachtens nur, wenn sie ihre Lehre überarbeiten, von unnötigen Mirakeln befreien und zu einer faszinierenden Welt- und Lebensphilosophie werden lassen, die im Einklang steht mit dem, was wir Menschen heute glauben über unsere Welt zu wissen, und von dem ich in diesem Buch versucht habe, ein wenig darzulegen. Bei diesem Erneuerungsprozess brauchen und dürfen die Kirchen aber nichts von ihrer rituellen und spirituellen Dimension aufgeben. Diese Dimension zu erfahren ist ein tiefes Bedürfnis der Menschen, welches sie immer wieder veranlasst, sich der Grenze zum Transzendenten zu nähern und in Ehrfurcht vor dem, was sie prinzipiell nicht wissen können, dem Pulsschlag aus dem Jenseits zu lauschen, um sich vielleicht ein wenig von den göttlichen Prinzipien inspirieren zu lassen, die uns in diesem Buch beschäftigt haben.

In der multi-kulturellen Welt, auf die wir hinsteuern, müssen sich an dieser Aufgabe auch die anderen großen Weltreligionen beteiligen. Dazu ist ein Dialog zwischen den verschiedenen Kulturen und Religionen der Welt nötig, der auf den Gemeinsamkeiten der Kulturen aufbaut, ihre Unterschiede erkennt und respektiert und dennoch eine Harmonisierung anstrebt. Ziel des Dialoges sollte es sein, ein Weltethos zu schaffen, das den Demokratien, bis hin zu einer demokratischen Weltgemeinschaft, den zum Überleben des Individuums Gesellschaft nötigen ethisch-moralischen und charakterlichen Rückhalt im Bewusstsein der Menschen bietet. In dieser Weltgemeinschaft wird Fundamentalismus gleich welcher Couleur keinen Platz mehr haben, weder der islamistisch-arabische noch der christlich-amerikanische.

Vielleicht sollten die Religionen bei ihrer Erneuerung auch von der Vorstellung eines persönlichen Gottes zugunsten göttlicher Prinzipien Abschied nehmen oder zumindest die Personalität eines Gottes über solche Prinzipien definieren. Im Neuen Testament der Bibel (1. Brief des Johannes, Kapitel 4, Vers 16) findet man bereits eine in diesem Sinne abstrakte Definition des Gottesbegriffs, auf der man aufbauen könnte. Dort heißt es: „Gott ist Liebe; und wer in der Liebe bleibt, der bleibt in Gott und Gott in ihm“. Wenn wir einen Gott abstrakt definieren, dann ist er *auch* Liebe,

aber nicht nur. Meines Erachtens wird das Göttliche am besten beschrieben durch die vier Prinzipien Spontaneität, Rationalität, Sozialität (inklusive der Liebe) und Spiritualität.

Der Grundstock für moralisch vernünftige Verhaltens- und Denkweisen wird bereits im frühen Kindesalter im Elternhaus gelegt. Heute ist aber in Deutschland ein erschreckend großer Teil der Eltern leider mit dieser Erziehungsaufgabe hoffnungslos überfordert. Eine bessere Bildung der künftigen Eltern, auch im Hinblick auf eine vernünftige, am besten transzendent verankerte Ethik, könnte hier sicher helfen.

### ***Das Problem der Überbürokratisierung***

Neben den beiden bisher behandelten Gefahren der mangelnden Anpassungsfähigkeit und moralischer Instabilität, die beide aus dem Konsensprinzip der Demokratien erwachsen, gibt es noch eine dritte Gefahr, der alle Gesellschaftsformen inklusive der demokratischen immer ausgesetzt sind, nämlich die Gefahr der Überbürokratisierung der Verwaltungen.

Verwaltungen bestehen aus Menschen, die ihren Dienst tun auf der Basis von Gesetzen, Vorschriften und Verordnungen, welche das Leben der Menschen in der Gesellschaft regeln sollen. Verwaltung besteht also, kurz gesagt, aus zwei Komponenten: Die eine Komponente sind die *Regeln* und die andere Komponente sind die *Verwalter*. Der Trend zur permanent steigenden Bürokratisierung wird von zwei Bürokratisierungs-Motoren getrieben, der eine hängt mit den Regeln und der andere mit den Verwaltern zusammen.

Beginnen wir mit den Verwaltern. Es ist seit langem bekannt, dass menschliche Organisationen die starke Neigung zeigen, sich auszuweiten, weil die in den Organisationen tätigen Individuen gerne ihren Wirkungsbereich vergrößern möchten. Jeder Gruppenleiter, Abteilungsleiter oder Bereichsleiter freut sich, wenn seine Gruppe, seine Abteilung oder sein Bereich wächst. Wachstum einer Organisationseinheit ist aber dann nötig oder zumindest zu rechtfertigen, wenn ihr Aufgabenbereich wächst, wenn also die Anzahl und die Komplexität der zu verwaltenden Regeln größer werden. Es ist also im eigenen Interesse eines Verwalters, wenn das staatliche oder gesellschaftliche Regelwerk wächst und sich verdichtet. Er wird deshalb nur selten geneigt sein Regeln abzuschaffen, sondern eher dazu tendieren, das Regelwerk weiter zu vergrößern und zu perfektionieren.

Der zweite Motor hat etwas mit der Rolle zu tun, die Gesetze, Vorschriften und Verordnungen für das „Individuum Gesellschaft“ während seines „Lebens“, d.h. der Lebensspanne dieser Gesellschaft, spielen. So wie der einzelne Mensch tendenziell dazu neigt, während seines individuellen Lebens der Sicherheit immer mehr Raum einzuräumen als der Spontaneität, neigen schon länger existierende Gesellschaften und Staaten dazu, immer mehr Angelegenheiten des täglichen Lebens durch Vorschriften rational so zu regeln, dass möglichst bei allen erdenklichen Entscheidungs- oder Streitfällen die dabei zu wählende Lösung bereits weitgehend vorher feststeht. Wie

der einzelne Mensch während seines Lebens, so nimmt sich so auch eine alternde Gesellschaft zugunsten vermeintlicher Rationalität und Sicherheit peu à peu ihre Freiheiten. In Kapitel 9.2.2 hatten wir von einer mit dem Alter wachsenden Furcht des Individuums vor der Freiheit gesprochen. Dasselbe Prinzip verleitet offenbar auch ganze Gesellschaften dazu, sich selbst durch die Schaffung von immer mehr Bürokratie zu verknöchern. Auch der später in Kapitel 10 noch angesprochene Trend zu mehr und mehr Verboten und Regelungen für die täglichen Lebensgewohnheiten (wie Rauchen, Essen, Trinken) lässt sich durch diese Flucht tendenz erklären. Man kann also erwarten, dass stark bürokratisierte Gesellschaften ihrem geschichtlichen Ende näher sind als weniger bürokratisch verkrustete. Diese Verkrustungen verstärken sogar noch das durch das Konsensprinzip verursachte Problem der mangelnden Anpassungsfähigkeit einer demokratischen Gesellschaft. Besonders tragisch an diesem Trend ist, dass nicht nur dem Individuum Gesellschaft dabei die Freiheitsgrade ausgehen, sondern dass auch das Einzel-Individuum immer weniger eigene Entscheidungen treffen kann und dadurch die für jede Gesellschaft wichtige Fähigkeit zum verantwortlichen Handeln verliert. *Nicht*verantwortliches Handeln wird schnell *un*verantwortlich und damit moralisch fragwürdig. Außerdem entwickeln die Menschen in überbürokratisierten Gesellschaften halblegale oder illegale Strategien zur Umgehung von Gesetzen, die den Eindruck vermitteln, als hätten sie gar keinen externen Zweck, seien also nur um ihrer selbst willen da, oder zur Umgehung ihnen absurd oder ungerecht erscheinenden Gesetzesgestrüpps, wie etwa Teilen des deutschen Steuerrechts oder der Bauverordnungen. Eine übersteigerte Bürokratisierung fördert damit sogar den moralischen Verfall der Gesellschaft.

Damit kommen wir zu dem bedauerlichen Befund, dass Überbürokratisierung nicht nur ein Übel an sich ist, sondern dass sie in einer Demokratie auch noch den konsensbedingten Gefahren der mangelnden Anpassungsfähigkeit und des moralischen Verfalls Vorschub leistet.

Überbürokratisierung kann einen Staat bis zur völligen Handlungs- und Überlebensunfähigkeit treiben. Es wird vermutet, dass das alte ägyptische Reich unter anderem auch aus diesem Grunde untergegangen ist. Der deutsche Soziologe und Begründer der Sozialwissenschaften Max Weber (1864-1920) hat bereits um 1900 auf die Gefahren der Bürokratisierung in den westlichen Gesellschaften hingewiesen; er hat damals keinen Weg gesehen, diese zu vermeiden. Auch heute hat man nicht den Eindruck, dass unsere Politiker und Gesellschaftswissenschaftler eine geeignete Vermeidungsstrategie zur Hand hätten. Zunächst ist sicher wichtig, dass die Gefahr erkannt wird und man nicht leichtfertig immer mehr Regelungen auf die Schiene bringt. Ohne Zweifel haben alle neuen Regelungen und Gesetze immer einen vernünftigen Zweck, nämlich für bestimmte Menschen ein Problem zu vermeiden oder zu lösen. Sie haben aber *ausnahmslos und immer* auch den Nachteil, entweder anderen Menschen Probleme zu bereiten, die Eigenverantwortung der Menschen einzuschränken oder Lebens- bzw. Berufsqualitäten zu verringern. Das richtig abzuwägen ist sicher schwierig, aber man sollte auf alle Fälle nach dem Prinzip vorgehen: lieber

ein Gesetz oder eine Verordnung weniger als eine zu viel, der Freiheit zuliebe. In sehr vielen Fällen sind einvernehmliche, in Freiheit und Verantwortung ausgehandelte Regelungen gesetzlichen Regelungen oder offiziellen Verordnungen vorzuziehen. Man kann und sollte nicht, in sprichwörtlich preußischer Manier, alles bis ins letzte Detail regeln wollen, denn die Schöpfung hat uns Menschen die Fähigkeit zu Freiheit und Verantwortung gegeben, damit wir sie anwenden; und dazu brauchen wir eine Gesellschaft, in der wir das so oft wie möglich auch immer wieder tun dürfen. Denn genauso wie für unser Gehirn und unsere Muskulatur gilt auch für Freiheit und Verantwortung in der Gesellschaft die Regel „use it or lose it“.

Es bleibt uns und unseren nachfolgenden Generationen überlassen, die bestehende bürokratische Verfilzung abzubauen, zukünftige zu vermeiden und der Freiheit und Eigenverantwortung wieder mehr Raum zu geben. Das ist sicher ein großes Stück Arbeit, aber es lohnt sich.

Ein Mittel zum Abbau von Bürokratie besteht auch darin, Staatsaufgaben zu privatisieren, weil häufig Privatunternehmen die Aufgaben effektiver und unbürokratischer erledigen können als staatliche Organisationen. Damit muss man aber aus drei Gründen vorsichtig umgehen: Erstens wird bei der Abwicklung der Aufgaben durch private Unternehmen der soziale Aspekt allzu leicht vergessen, der z.B. beim Gesundheitswesen unverzichtbar ist. Zweitens gibt es hoheitliche Aufgaben, die nur als Gemeinschaftsaufgabe erfüllbar sind, wie etwa die Exekutivgewalt und Aufgaben der inneren Sicherheit, die Bildung und andere kulturelle Aufgaben sowie die Aufgaben der Landesverteidigung. Allein nach marktwirtschaftlichen Prinzipien darf man dabei nicht vorgehen. Drittens kommen bei zu viel „Entstaatlichung“ den Bürgern in einer Demokratie immer mehr Bereiche abhanden, bei denen sie über ihre demokratischen Rechte mitbestimmen könnten. Heribert Prantl hat das in dem Artikel „Der Herbst des Staates“ (Süddeutsche Zeitung, 6.11.2006, Seite 4) sehr treffend auf den Punkt gebracht: *Wenn der Staat immer weniger Gestaltungsmacht hat – was kann der Bürger dann noch demokratisch mitgestalten? Der Rückzug des Staates darf nicht so weit gehen, dass er sich selbst in Frage stellt.* Zu viel Staat und Bürokratie schadet sicher der Freiheit, zu wenig Staat aber eben auch.

Zum Abschluss dieses Kapitels möchte ich meiner persönlichen Überzeugung Ausdruck verleihen, dass das Individuum der menschlichen Gesellschaft als Ganzes, nicht unbedingt jeder einzelne Nationalstaat oder jede einzelne jetzt bestehende kulturelle Gruppe, Wege finden wird, den drei Krankheiten der begrenzten Anpassungsfähigkeit, der moralischen oder kulturellen Instabilität und der Überbürokratisierung so zu begegnen, dass die Schöpfungsprinzipien von Spontaneität bzw. Freiheit und Rationalität zusammen mit den Prinzipien Sozialität und Spiritualität uns auf globaler Ebene eine vierte Blütezeit der Freiheit bescheren können. Sicher wird dabei auch der eine oder andere Staat oder die eine oder andere Gesellschaft, vielleicht auch unsere eigene, ihren Krankheiten erliegen und von diesem Globus verschwinden, wie das am Ende des 20. Jahrhunderts den meisten sozialistischen Gesellschaften widerfahren ist.

## Teil V: Abschluss

### 10. Von Freiheit und vom Glauben

Zum Schluss müssen wir uns noch ein Problem ansehen, welches möglicherweise die Existenz von Freiheit doch wieder in Frage stellen könnte. Wir hatten gelernt, dass wir als notwendige Voraussetzung für die Existenz von Freiheit annehmen müssen, dass wir nicht in einer Welt von absoluten „Dingen-an-sich“ leben, sondern in einer nicht-deterministischen Welt von beobachteten Eigenschaften oder Erscheinungen. Einer Welt, in der der Begriff von objektiv existierenden, absoluten Dingen keinen Sinn hat. Die Quantenmechanik hat uns dann gelehrt, dass wir tatsächlich unsere Welt als so beschaffen beschreiben müssen und dass wir damit behaupten können, dass es Freiheit in dieser Welt tatsächlich gibt. Man kann nun einwenden, dass wir damit aber *doch* wieder behauptet hätten, dass es etwas Objektives gäbe, nämlich die Freiheit. Wenn wir die Voraussetzung für Freiheit so verstehen müssen, dass es überhaupt nichts objektiv gibt, dann dürfte es natürlich auch Freiheit objektiv nicht geben. Die Voraussetzung der Freiheit würde diese dann ermöglichen und gleichzeitig wieder vernichten. Wenn das richtig wäre, hätten zu guter Letzt doch diejenigen Recht, die schon immer die Existenz von Freiheit negiert haben. Das wäre nach all unseren Bemühungen, in dieser Welt objektive Freiheit ausfindig zu machen, eine zweite anthropologische Enttäuschung. Diese können wir aber glücklicherweise abwenden.

Dazu müssen wir unsere Überlegungen aus Kapitel 6.2.4 noch einmal rekapitulieren. Dort hatten wir erkannt, dass wir Objekten keine Eigenschaften zuordnen können und dass wir deshalb entweder auf den Begriff des Objektes oder auf den der Eigenschaft verzichten müssen. Da wir den Begriff der Eigenschaft brauchen, um das zu beschreiben, was uns bei unseren Beobachtungen erscheint, müssen wir die Vorstellung eines unabhängig von unseren Beobachtungen existierenden Objektes aufgeben. Freiheit im Sinne von Spontaneität, wie wir sie verstehen und eingangs definiert haben, ist nun aber sicher kein Objekt, sondern eine feststellbare Eigenschaft eines Teils der Welt, so wie etwa eine gemessene Länge oder eine gemessene elektrische Spannung. Da wir als Voraussetzung für die Freiheit nur den Begriff des Objektes, nicht aber den der Eigenschaft aufgeben müssen, gibt es auch keine Notwendigkeit anzunehmen, dass die Voraussetzung der Freiheit diese selbst wieder vernichtet. Wir dürfen also weiter davon ausgehen, dass Freiheit real existiert.

Nehmen wir trotzdem einmal an, wir müssten die Voraussetzung für die Freiheit auf diese selbst anwenden, also auch die reale Existenz der Eigenschaft Freiheit bezweifeln. Dann müssten wir aber wohl oder übel auch allen anderen Eigenschaften, die uns bei Beobachtungen erscheinen, ihre reale Existenz absprechen, und es bliebe nichts mehr übrig, was es noch real und objektiv gäbe. Alles, was uns in dieser Welt erscheint, wären dann nur subjektiv von uns als real empfundene Pseudo-Fakten oder Konstruktionen unseres Geistes. Etwas als subjektiv real zu empfinden, heißt

aber daran zu glauben. Wir hätten uns dann unsere ganze Welt *erglaubt* und besäßen dann natürlich auch eine *erglaubte* Freiheit, die wir ja schon früher mit dem Begriff der subjektiven Freiheit belegt hatten. Immanuel Kant hat auch schon in diese Richtung gedacht. Er schreibt bezüglich der erglaubten Freiheit (in [9], Seite 105):

*Ein jedes Wesen, das nicht anders als unter der Idee der Freiheit handeln kann, ist eben darum in praktischer Rücksicht wirklich frei, d.h. es gelten für dasselbe alle Gesetze, die mit der Freiheit unzertrennlich verbunden sind, ebenso als ob sein Wille auch an sich selbst und in der theoretischen Philosophie gültig für frei erklärt würde.*

Nach Kant würde die Idee von Freiheit ausreichen, um sie für uns (subjektiv oder „fiktionalistisch“) Gewissheit werden zu lassen. Wir wären also dann schon frei, wenn wir uns frei fühlten, und die Idee von Freiheit oder der Glaube an dieselbe wäre identisch mit der „Freiheit an sich“. Wie oben gezeigt, dürfen wir zwar weiter von der realen Existenz von (objektiver) Freiheit ausgehen, selbst wenn es sie aber nicht gäbe, dann reichte uns die Idee davon. Wir hätten uns die Freiheit dann zwar nur fiktionalistisch erglaubt, was aber für uns Menschen auf das Gleiche hinausliefe, wie ihre objektive Existenz.

Wir haben bei diesen Überlegungen gesehen, dass dem Begriff oder dem Prinzip „Glauben“ eine besondere Bedeutung zukommen kann. Darüber wollen wir noch etwas weiter nachdenken. Schon bei einem quantenmechanischen Messprozess hatten wir gesehen, dass man durch einen entsprechenden Messaufbau die Wellenfunktion so beeinflussen kann, dass ein bestimmtes *gewünschtes* Ergebnis mit erhöhter Wahrscheinlichkeit gemessen wird. Man kann das aber auch so interpretieren, dass der Mensch, der die Messung vorbereitet, durch seinen Glauben an das Auftreten eines bestimmten Ereignisses (oder den Wunsch danach) das Auftreten desselben aktiv wahrscheinlicher macht. Damit hilft hier der Glaube bei der Erschaffung von Realität. Albert Einstein war offenbar auch von der Kraft des Glaubens in den Wissenschaften überzeugt. Er soll einmal sinngemäß gesagt haben: „*Wir können nur etwas begreifen, wenn wir daran glauben, dass wir die Wirklichkeit durch unsere Begriffe begreifbar machen können*“. Bevor wir etwas begreifen können, müssen wir also erst einmal daran glauben, dass wir es können. Glauben wäre danach die Voraussetzung für die Gewinnung von Wissen.

Auch im täglichen Leben, speziell bei den zwischenmenschlichen Beziehungen, werden bestehende Strukturen oft allein über den Glauben oder die Erwartungen der Beteiligten erzeugt. Wenn etwa in einer Gruppe von Menschen jeder fest daran glaubt, dass es jeder mit jedem anderen gut meint, dann meint es letztlich auch jeder mit jedem gut und alle werden sich gut vertragen. Ähnlich sieht es aus mit dem Vertrauen. Jeder weiß, dass allseitiges Vertrauen auch *mehr* Ehrlichkeit schafft, als wenn sich alle misstrauten. Man hat Versuche mit Studenten durchgeführt, die mit ihnen fremden Personen per Computer simulierte wirtschaftliche Geschäfte abzuwickeln hatten, dabei dem Geschäftspartner mehr oder weniger vertrauen konnten,

aber ihn auch, wenn sie wollten, schädigen durften. Es zeigte sich, dass der wirtschaftliche Gesamterfolg der Gruppe größer war, wenn die Gruppenmitglieder sich a priori, also nicht erst aus der Erfahrung heraus, mehr Vertrauen entgegenbrachten. Glaube schuf in diesem Fall sogar wirtschaftlichen Erfolg. Auch der Austausch von Zärtlichkeiten in einer Zweierbeziehung findet nur so statt, wie er stattfindet, weil beide erwarten oder daran glauben, dass der jeweils andere von ihm erwartet, sich genau so zu verhalten, wie er es tut. Durch diese Erwartungs-Erwartungen stellt sich ein stabiles Verhalten ein. Andererseits führt es auch immer zu Schwierigkeiten und Instabilitäten, wenn Erwartungen bewusst oder unbewusst nicht erfüllt werden. Viele Probleme, die wir in den heutigen multikulturellen Gesellschaften haben, wenn Menschen aus verschiedenen Kulturkreisen zusammenleben müssen, sind auf wechselseitig unerfüllte Erwartungen zurückzuführen.

Weitere Beispiele sind die so genannten sich selbst erfüllenden Prophezeiungen. So wird ein Lehrer, der a priori von der Leistungsfähigkeit eines neuen Schülers überzeugt ist, diesen in der Tat zu einer höheren Leistungsfähigkeit führen, als wenn er a priori vom Gegenteil überzeugt ist. Und so darf sich der Präsident der Vereinigten Staaten auch nicht wundern, wenn ein Staat ihm mit Atomwaffen droht, wenn er ihn zuvor auf einer „Achse des Bösen“ verortet hatte. Ein anderer Bereich, in dem oft Befürchtungen das Eintreffen des Befürchteten fördern, ist der Einsatz der staatlichen Exekutivgewalt zum Schutz von Veranstaltungen. Wenn die staatlichen Organe bei einer Veranstaltung Krawalle erwarten, diese Erwartung vorher mit dicken Lettern (als Befürchtung) in der Presse äußern, womöglich noch durch wenig erfolgreiche Razzien die Stimmung aufheizen, der Organisation zur Abwendung der Gefahr zu allem Überfluss auch noch einen provozierenden Namen geben (wie etwa die dem Wort „Krawall“ ähnliche Bezeichnung „Kavala“, so geschehen in Rostock im Frühjahr 2007) und dann auch ihre Krawallerwartung noch in einem übertrieben massiven Polizeiaufgebot bei der Veranstaltung zum Ausdruck bringen, kann man fast sicher sein, dass es auch Krawalle geben wird.

Einen analogen Effekt mit entgegengesetzter Wirkung gibt es bei den sich selbst widerlegenden Prophezeiungen. Dabei sorgt die Befürchtung, dass das Prophezeite eintritt, dafür, dass die Beteiligten mit Erfolg an der Abwendung der Prophezeiung arbeiten. Als Menschen des 21. Jahrhunderts können wir nur hoffen, dass uns der Effekt der sich selbst widerlegenden Prophezeiungen bei der Abwehr des heute befürchteten Klimawandels hilft.

Ähnlich wirken Antizipationen in Form von (oft nur impliziten) Unterstellungen bei gesetzlichen Regelungen, besonders bei Verboten wie z.B. von gewissen sexuellen Neigungen, von Prostitution oder von menschlichen Lastern wie Trinken und Rauchen. Durch ein Verbot wird dem Verbotenen auch immer etwas Böses unterstellt, wodurch häufig dann erst das Böse in Form kriminellen Verhaltens erzeugt wird. Das beste Beispiel dafür war die Prohibition in den Vereinigten Staaten von Amerika am Anfang des 20. Jahrhunderts. Wir sollten aus diesem Grunde den heute von vielen befürworteten und sogar rational begründbaren Rauchverboten in Lokalen

und Alkoholverboten im Freien doch mit einer gewissen Skepsis gegenüberzutreten. Allein schon deshalb, weil derartige Verbote immer auch eine Reduktion der Freiheit, eine Einschränkung von Lebensqualitäten und den Entzug von Verantwortung bedeuten. Darüber hinaus bergen sie auch die Gefahr, andere Verbote und Regelungen nach sich zu ziehen, durch die dann weitere Gewohnheiten negativ belegt werden. Denn warum sollte man nicht, wenn man schon z.B. das Rauchen aus Gesundheitsgründen gesetzlich einschränkt, auch andere Verhaltensweisen, wie etwa die Ess- und Trinkgewohnheiten gesetzlich regeln, wenn man doch weiß, dass viele dieser Gewohnheiten ähnlich schädlich sind wie das Rauchen. Gemäß einer staatlichen Studie verlieren die Niederlande jährlich durch Übergewicht und falsche Ernährung sogar wesentlich mehr Lebensjahre ihrer Bürger als durch das Rauchen.

Glaube ist auch das A und O für einen Politiker, denn dieser kann nur dann wirklich etwas bewirken, wenn er an den Wert der Sache glaubt, die er vertritt. Und die Herrschaft eines Staates kann langfristig auch nur bestehen, wenn sie hinreichend durch Glauben der Bürger legitimiert ist. Rational begründete Herrschaften, wie die heutigen Demokratien, werden legitimiert durch den Glauben der Bürger an die Legalität der gesetzten Ordnung, traditionelle Herrschaftsformen durch den Glauben an die Heiligkeit der Tradition und der durch sie berufenen Personen, und die Herrschaft eines charismatischen Führers durch den Glauben an die außeralltägliche Vorbildhaftigkeit oder gar Heiligkeit dieser Person.

Aus den Überlegungen in diesem Kapitel können wir folgern, dass offenbar noch ein anderes Grundprinzip als die bereits diskutierten der kosmologischen Dreifaltigkeit (evtl. ergänzt durch das Prinzip der Spiritualität) die menschlichen Gesellschaften beherrscht, nämlich das Prinzip des Glaubens, der Erwartung, der Antizipation oder der Unterstellung. In der Soziologie hat sich diese Erkenntnis bereits in der Beschreibung der heutigen Gesellschaft als „Risikogesellschaft“ niedergeschlagen, in der ein Großteil der Regelungen und des Verhaltens der Menschen und der Gemeinschaft als das Produkt von Überlegungen zur Vermeidung „antizipierter“ Katastrophen und Konflikte erklärt wird.

Durch seine motivierende Kraft ist Glaube auch stärker als Wissen. Vielleicht ist die Kraft des Glaubens in der Gesellschaft sogar größer als die Kraft der „göttlichen“ Prinzipien der kosmologischen Dreifaltigkeit. Vielleicht können Glaube und Hoffnung ja in der Tat Berge versetzen und uns den Wunsch nach einer vierten Blütezeit der Freiheit erfüllen helfen. Hoimar von Ditfurth geht (in [11], Seite 390) sogar so weit zu fragen, ob wir uns nicht vielleicht den „Himmel“ dadurch verspielen könnten, dass wir nicht stark genug an ihn glaubten. Der Glaube hat also eine große Kraft und damit auch der Unglaube, denn der ist ja auch ein Glaube. So viel man mit Glauben erzeugen kann, so viel kann man mit Unglauben auch zerstören. Auf die Freiheit angewendet bedeutet das: Unabhängig davon, ob Freiheit absolut existiert oder nur erglaubt ist, können wir aber wohl sicher sein, dass wir uns die Freiheit in jedem Fall verspielen, wenn wir *nicht* an sie glaubten. Die Wahl, an die Freiheit zu glauben oder nicht, haben wir allerdings nur, wenn es sie gibt.

## 11. Schlussbemerkungen

Wir haben in diesem Buch an Hand des Begriffs der Freiheit einen Streifzug durch philosophische, natur- und gesellschaftswissenschaftliche Gefilde unternommen. Wir haben dabei in dieser Welt Freiheit gefunden, die als ein mächtiges Prinzip überall gewirkt hat und weiterhin wirkt. Sie tut dies ohne in dieser Welt erkennbare Ursachen oder Gründe und ohne äußeren Zweck, sie existiert um ihrer selbst willen und ist damit Mittel und Zweck zugleich. Wir hatten in Kapitel 6.2.4 gesehen, dass durch Identität von Zweck und Mitteln Freiheit entsteht, weswegen wir hier die Behauptung wagen können, dass sich die Freiheit in dieser Welt sogar selbst erzeugt.

Wir Menschen können im Einzelfall auch auf die Nutzung unserer Freiheit verzichten, indem wir uns einer anstehenden Entscheidung enthalten oder in anderen Fällen uns einfach „erwartungsgemäß“ verhalten. Aber selbst dann haben wir, wenn diese Enthaltung nicht zwangsläufig war, von der Freiheit bereits Gebrauch gemacht, denn *nicht wählen heißt wählen, nicht zu wählen* (siehe [21], Seite 30). Und Freiheit ist sogar so stark, dass sie auch einer Anwendung gegen sich selbst standhält, denn *Freiheit zeigt sich auch darin, dass man behaupten kann, es gäbe sie nicht*. Das sollten sich besonders diejenigen vergegenwärtigen, die immer noch nicht an die Freiheit glauben wollen.

Wir haben gelernt, dass jede Art von menschlicher Freiheit auf der Spontaneität von Entscheidungen gründet, die niemand, auch kein Dämon, sicher vorhersagen oder erraten kann. Wir können deshalb unsere Überlegungen zur Freiheit schließen mit einem alten Studentenlied, das die Idee der Gedankenfreiheit so schön zum Ausdruck bringt:

*Die Gedanken sind frei,  
wer kann sie erraten,  
sie fliegen vorbei  
wie nächtliche Schatten.  
Kein Mensch kann sie wissen,  
kein Jäger erschießen,  
es bleibt dabei:  
die Gedanken sind frei!*



## Quellenverzeichnis

- [1] Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft; Reclams Universal-Bibliothek Nr. 6461, Philip Reclam jun., Stuttgart 2003.
- [2] Max von Schenkendorf: Freiheit, die ich meine; Deutsche Studentenlieder, Taschenkommersbuch, Seite 14; Moritz Schauenburg Verlag, Lahr 1973.
- [3] Roman und Hannelore Sexl: Weiße Zwerge - Schwarze Löcher; Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg 1975.
- [4] Enzyklopädie Wikipedia; Internet-Seite:  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Russellsche\\_Antinomie](http://de.wikipedia.org/wiki/Russellsche_Antinomie).
- [5] Pascual Jordan: Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens; Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1948.
- [6] William K. Wootters und Wojciech H. Zurek: A single quantum cannot be cloned; Nature 299 (1982), Seiten 802-803.
- [7] Marco Finetti: Das Gläserne Klassenzimmer; Süddeutsche Zeitung, 29.9.2006, Seite 1.
- [8] Internet-Seiten zum Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland, z.B.:  
[http://www.bundestag.de/parlament/funktion/gesetze/gg\\_jan2007.pdf](http://www.bundestag.de/parlament/funktion/gesetze/gg_jan2007.pdf)
- [9] Immanuel Kant: Grundlegung zur Metaphysik der Sitten; Reclams Universal-Bibliothek Nr. 4507, Philip Reclam jun., Stuttgart 2004.
- [10] Hoimar v. Ditfurth: Wir sind nicht nur von dieser Welt; Hoffmann und Campe, Hamburg 1981.
- [11] Hoimar v. Ditfurth: Innenansichten eines Artgenossen; Claassen Verlag, Düsseldorf 1989.
- [12] Günter Nimtz und Astrid Haibel: Tunneleffekt - Räume ohne Zeit; Willey-VCH Verlag, Weinheim 2002.
- [13] Harald Fritzsch: Quarks, Urstoff unserer Welt; R. Piper, München 1981.
- [14] Anton Zeilinger: Quanten-Teleportation; Spektrum der Wissenschaften, Juni 2000, Seite 30.
- [15] Hoimar v. Ditfurth: Der Geist fiel nicht vom Himmel; Hoffmann und Campe, Hamburg 1976.
- [16] Thomas Thieman und Markus Pössel: Ein Kosmos ohne Anfang? Spektrum der Wissenschaften, Juni 2007, Seite 32.
- [17] Hanno Charisius: Die Grammatik der Gene; Süddeutsche Zeitung, 14. Juni 2007, Seite 20.

- [18] Wikipedia-Bücher, siehe Internetseite  
[http://de.wikibooks.org/wiki/Die\\_Stringtheorie:\\_Schwingende\\_Teilchen](http://de.wikibooks.org/wiki/Die_Stringtheorie:_Schwingende_Teilchen)
- [19] Brian Greene: Das elegante Universum; Goldmann, München 2006.
- [20] Karl Popper: Logik der Forschung; Herausgegeben von Herbert Keuth; Akademie Verlag, Berlin 2004.
- [21] Albert Keller: Freiheit als Grundwert; in Politische Studien 412, Hanns Seidel Stiftung, März/April 2007.
- [22] Wolfgang Wickler und Uta Seibt: Männlich-Weiblich, ein Naturgesetz und seine Folgen; Spektrum, Akad. Verl., Heidelberg, Berlin 1998.
- [23] Werner Heisenberg: Physik und Philosophie; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1959.
- [24] Adolf Wirk: Philosophie und Physik; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1961.
- [25] Julian Nida-Rümelin: Über menschliche Freiheit; Reclams Universal-Bibliothek Nr. 18365, Philip Reclam jun., Stuttgart 2005.
- [26] Douglas R. Hofstadter: Gödel, Escher, Bach - ein endlos geflochtenes Band; Klett-Cotta Verlag, Stuttgart 1986.
- [27] Hans Dieter Lüke: Signalübertragung - Grundlagen der digitalen und analogen Nachrichtenübertragungssysteme; Springer-Verlag, dritte Auflage, Heidelberg 1985.

## Namensregister

Aristoteles	11, 22, 34, 67, 81
Augustinus von Hippo	62, 68
Bach, Johann Sebastian	150
Basset, Volkhard	6
Beck, Ulrich	125
Bell, John Stuart	61, 63
Brillouin, Léon	73
Brogie, Louis Victor	47
Charisius, Hanno	149
Dannemann, Heiko	6
Dante Alighieri	72
Darwin, Charles	86, 87, 156
von Ditzfurth, Hoimar	19, 90, 146, 149
Eberhard, Manfred	6
Einstein, Albert	30, 31, 33, 45, 61, 63, 66, 78, 109, 134, 144
Escher, Maurits Cornelis	150
Finetti, Marco	149
Fritzscht, Harald	149
Gödel, Kurt	64, 110, 118, 150, 156
Greene, Brian	150
von Gudden, Johann Bernhard	76
Habermas, Jürgen	38
Haibel, Astrid	149
Hawking, Stephen	19
Heisenberg, Werner	51, 110, 150
Hoener, Siegfried	6
Hofstadter, Douglas R.	150
Hubble, Edwin	78
Hume, David	23
Jordan, Pascual	69, 98, 104, 149
Kant, Immanuel	11, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 27, 35, 37, 46, 47, 48, 65, 79, 95, 97, 102, 103, 104, 109, 127, 144, 149, 154
Keller, Albert	150
Keuth, Herbert	150
Kuhn, Thomas S.	29
Laplace, Pierre Simon	8, 15, 70, 153
Leibniz, Gottfried Wilhelm	24
Ludwig II.	76
Lüke, Hans Dieter	150
Maxwell, James Clerk	66
Miller, Stanley	84, 85

Moosmüller, Alois	127
Neubauer, Gerhard	6
Newton, Isaac	31
Nida-Rümelin, Julian	102, 150
Nimtz, Günter	149
von Ockham, Wilhelm	34, 37
Peirce, Charles Sanders	29
Penzias, Arno	77
Planck, Max	45, 47, 53, 79
Platon	11, 62, 67, 68, 111, 112
Podolski, Boris	63
Popper, Karl	29, 102, 150
Pössel, Markus	149
Prantl, Heribert	142
Richardson, Owen Williams	47
Rosen, Nathan	63
Russel, Bertrand	20, 21, 64, 149
Sartre, Jean Paul	68
von Schenkendorf, Max	11, 149
Schrödinger, Erwin	55, 59, 63, 65, 69, 75, 111
Seibt, Uta	150
Sexl, Roman und Hannelore	149
Sokrates	19, 20
Thieman, Thomas	149
Thomas von Aquin	68
Utermöhle, Klaus	134
Weber, Max	141
Wickler, Wolfgang	150
Wilson, Robert Woodrow	77
Wirk, Adolf	150
Wooters, William K.	71, 149
Zeilinger, Anton	72, 149
Zurek, Wojciech H.	71

## **Anhang: Zusammenfassung**

### **Teil I: Einführung oder Freiheit, die ich meine**

Das Buch beginnt mit dem aristotelischen Begriff der Handlungs- oder Entscheidungsfreiheit, die als grundlegende Form der Freiheit die Voraussetzung für jede andere Art von Freiheit ist. Der Autor unterscheidet zwischen objektiver und subjektiv empfundener Freiheit. Objektive Freiheit, und um diese geht es dem Autor hauptsächlich, wird verstanden im Sinne von „Nicht-Zwangsläufigkeit“ oder „Nicht-Vorhersagbarkeit“ von Entscheidungen, Handlungen oder Abläufen. Dieser Begriff der (objektiven) Freiheit wird in Richtung Spontaneität verallgemeinert, sodass auch nicht-vorhersagbare Ereignisse in anderen, nicht-menschlichen Teilen der Welt erfasst werden können und die beiden Begriffe Spontaneität und Freiheit synonym verwendet werden dürfen. Wenn das Wort Freiheit ohne ein Attribut verwendet wird, so ist immer Freiheit im objektiven Sinne gemeint.

Mit Hilfe des Gedankenmodells eines laplaceschen Dämons, der alles weiß, was man wissen kann, wird dann eine Definition von (objektiver) Freiheit gegeben, die es zumindest im Prinzip erlaubt, von außen zu entscheiden, ob in einem abgegrenzten Teil der Welt bei einer Entscheidung oder einem Vorgang Freiheit bzw. Spontaneität mit im Spiel war oder nicht. Eine Entscheidung oder ein Ereignis ist demnach genau dann als zumindest teilweise frei oder spontan zu bezeichnen, wenn der allwissende Dämon das Ergebnis nicht zweifelsfrei richtig vorhersagen konnte, sich also prinzipiell keine hinreichenden Begründungen dafür finden lassen. Davon zu unterscheiden ist die von einem bewussten Individuum subjektiv empfundene Freiheit, die von der objektiven durchaus abweichen kann. So kann ein Mensch sehr wohl eine Entscheidung subjektiv für frei und dennoch begründet halten (was objektiv nicht möglich ist) oder eine Entscheidung als freie Intuition empfinden, auch dann, wenn sie, über den Dämon entschieden, dennoch vollständig zwangsläufig war.

Auch wenn wir aus menschlicher Bescheidenheit neben der uns zugänglichen immanenten auch eine uns prinzipiell unzugängliche transzendente (jenseitige) Welt annehmen müssen, können wir Freiheit nur in der immanenten, diesseitigen Welt suchen. Der Autor untersucht dann zwei komplementäre mögliche (diesseitige) Welten hinsichtlich der Existenz von Spontaneität bzw. Freiheit: eine dem bis etwa Anfang des 20. Jahrhunderts gültigen Standard-Weltbild entsprechende streng deterministisch ablaufende Welt und eine der quantenmechanischen Interpretation entsprechende nicht-deterministische Welt. Es wird gezeigt, dass Freiheit und Spontaneität in einer deterministischen Welt keinen Platz haben, denn in einer solchen Welt ist alles vorherbestimmt, es gibt nichts Neues, sondern nur ewiges Sein. Freiheit ist also nur in einer nicht-deterministischen Welt möglich und alle Versuche der „Kompatibilisten“, in einer deterministischen Welt Freiheit zu finden, müssen erfolglos bleiben; sie sind auch nutzlos, da unsere Welt, wie später gezeigt wird, eben nicht deterministisch ist.

Am Ende des Teils I widmet sich der Autor den Kant'schen Überlegungen zu Spontaneität und Freiheit. Immanuel Kant kam schon im 18. Jahrhundert zu der Überzeugung, dass in dieser unserer Welt Freiheit notwendigerweise existiert als eine – wie er es nannte – transzendente Freiheit oder absolute Spontaneität, die ohne Ursache „Kausalketten“ anfangen lässt und die auch die Grundlage für jede praktische Freiheit sei. Er sagte auch, dass es für uns keinen Sinn hat von „Dingen-an-sich“ zu reden, die ohne unsere Beobachtung absolut existierten. Und ferner: Wenn die Erscheinungen Dinge an sich selbst wären, dann wäre die Freiheit nicht zu retten. In späteren Kapiteln dieses Buches wird deutlich, dass das Kant'sche Weltbild von der Quantenmechanik hervorragend bestätigt wird.

## **Teil II: Unser Weltbild oder was wir heute glauben, wie unsere Welt ist und wie es darin mit der Freiheit bestellt ist**

Im zweiten Teil wird dargestellt, was die Wissenschaft heute über unsere Welt zu wissen glaubt und wie es nach diesen Theorien in unserer Welt mit der Freiheit bestellt ist. Am Anfang wird erläutert, was im Sinne der Erkenntnistheorie heute unter Theorien verstanden wird, was diese uns sagen, was es mit dem Begriff der Wahrheit auf sich hat und welche Wahrheitsbegriffe wir unterscheiden. Vereinfacht kann man sagen, dass Theorien dazu da sind, Probleme zu lösen, und dass sie so lange im Sinne von Brauchbarkeit als wahr gelten können, wie sie diesen Zweck hinreichend erfüllen.

Danach werden die Chaostheorie und die Quantenmechanik anschaulich erklärt. Zur Überraschung der Wissenschaftler hat die Chaostheorie herausgefunden, dass die meisten Systeme unserer Welt instabil, d.h. so beschaffen sind, dass kleine Änderungen der Anfangsbedingungen zu großen oder gar dramatischen Änderungen der Ergebnisse führen, wie etwa bei einer auf den Grat eines Berges gelegten Kugel, beim Wettergeschehen oder bei Experimenten mit Pendeln. Dennoch lässt sich mit der Chaostheorie allein nicht zwingend eine für die Freiheit nötige nicht-deterministische Welt konstatieren.

Die Beschreibung der Quantenmechanik beginnt mit der Begründung der Welle-Korpuskel-Dualität und einer Erläuterung der Unschärferelation, womit sich der nicht-deterministische Charakter des Mikrokosmos bereits zwangsläufig ergibt. Es wird dann gezeigt, dass der mikroskopische Indeterminismus über die chaostheoretischen Instabilitäten die ganze Welt auf allen Größenskalen zu einem nichtdeterministischen Gebilde werden lässt. Es wird ferner von den Merkwürdigkeiten des quantenmechanischen Messprozesses, wie etwa bei verschränkten Quantenteilchen, von den Konsequenzen der Quantenmechanik für unser naturwissenschaftliches und philosophisches Weltbild und von interessanten Parallelen zwischen der Quantenmechanik und den Vorgängen in menschlichen Gesellschaften berichtet. Diese quantenmechanischen Züge der Gesellschaft werden in Teil IV erneut aufgegriffen. An einer Reihe von Beispielen wird gezeigt, dass man auch in ganz anderen Bereichen als der Quantenmechanik, etwa in den Disziplinen der Logik, der Rechtswissen-

schaften, der Psychologie, der Kunst und der Musik, der Linguistik, der Geschichtswissenschaften und sogar beim Begriff der Freiheit selbst Unschärferelationen ausmachen kann. Darüber hinaus wird auch das Kant'sche Postulat bestätigt, dass wir nicht in einer Welt von absoluten Objekten, sondern in einer Welt von beobachteten Eigenschaften leben, womit unsere Welt auch nach Immanuel Kant alle Voraussetzungen für Freiheit besitzt. Freiheit äußert sich in unserer Welt beim Übergang vom Möglichen zum Faktischen als prinzipielle Unvorhersagbarkeit, d.h. aber als absoluter Zufall. Der Übergang vom Möglichen zum Faktischen entspricht bei einer physikalischen Messung dem Kollaps der Wellenfunktion auf einen der möglichen Messwerte und bei einer menschlichen Entscheidung der Wahl zwischen Alternativen.

Fazit: Nach dem heutigen Stand unserer derzeit im Sinne von Brauchbarkeit als wahr geltenden Theorien müssen wir von einer nicht-deterministischen immanenten Welt zwingend ausgehen und damit auch von der Existenz von Spontaneität und Freiheit bei den Übergängen vom Möglichen zum Faktischen auf allen Größenskalen. Das schließt auch die Handlungs- und Entscheidungsfreiheit des Menschen mit ein. Die heute immer noch von manchen Forschern gemachte Annahme der strikten Determiniertheit von Vorgängen in lebenden Strukturen, wie etwa denen in unserem Gehirn, entbehrt nach Ansicht des Autors nach heutigem physikalischem Wissen jeder Berechtigung.

### **Teil III: Konsequenzen oder was von der Freiheit übrig blieb**

In Teil III wird zunächst beschrieben, wie sich Spontaneität bzw. Freiheit in der Entwicklungsgeschichte der Welt ausgewirkt haben. Da dies einen Blick zurück erfordert, wird zu Beginn das Problem der Vergangenheit diskutiert und aufgezeigt, welche Möglichkeiten sich uns für diesen Rückblick bieten. Dabei wird auch ein quantenmechanischer Aspekt der Geschichte deutlich.

Danach werden drei große Abschnitte der Entwicklungsgeschichte beschrieben, in denen der Motor der Freiheit im Sinne von Spontaneität all das hervorgebracht hat, was wir heute in der Natur bewundern. Der Autor spricht von drei Blütezeiten der Freiheit: Die erste Blütezeit war der Beginn des Weltalls und die Entstehung der Materie, wie wir sie heute kennen. Die zweite Blütezeit war die Entstehung und Weiterentwicklung des Lebens auf der Erde. Neben der Darwin'schen Evolutionstheorie wird in diesem Zusammenhang auch erläutert was das Leben ausmacht, wie es vermutlich entstand und welche Vererbungsmechanismen es gibt. Als dritte Blütezeit bezeichnet der Autor die Entwicklung von komplexen Nervensystemen und die Herausbildung der Kreativität des menschlichen Geistes. Es wird gezeigt, dass in diesen Schöpfungsperioden immer wieder Spontaneität bzw. Freiheit in Form des Zufalls die Fantasie und den Ideenreichtum lieferten und aus diesen Ideen die bereits bestehende Umwelt nach rationalen Gesichtspunkten bergend ausgewählt hat. Auch der menschliche Geist wendet, wenn er schöpferisch tätig ist, wiederum genau dieses Prinzip an. Alles Werden, bis hin zur Entstehung komplexer Theorien über die Welt in unserem Gehirn und allen sonstigen Kreationen des menschlichen Geistes,

lässt sich so mit den beiden Prinzipien Spontaneität und Rationalität erklären.

Mit der Frage „menschliche Freiheit, Blüte oder Enttäuschung?“ widmet sich der Autor dann wieder speziell der menschlichen Entscheidungsfreiheit. Die Ausführungen des Buches haben bis dahin dazu geführt, dass als *einzig* Quelle für „Nicht-zwangsläufigkeiten“ der absolute quantenmechanische Zufall angesehen werden muss und dass wir deshalb nicht umhin kommen, nicht nur spontanes Geschehen in der Natur, sondern auch den hehren Begriff der menschlichen Freiheit objektiv mit dem banalen Zufall in Verbindung zu bringen. Diese ernüchternde Erkenntnis nennt der Autor „anthropologische Enttäuschung“. Neben einigen untauglichen Versuchen, diesem Dilemma zu entgehen, werden im Wesentlichen zwei sinnvolle Wege zur Aufwertung des Zufalls und damit der Freiheit beschrieben. Der erste Weg ist ein begrifflicher. Er besteht darin, den Begriff der Freiheit weiter zu fassen als die elementare Entscheidungsfreiheit und Freiheit als schöpferischen Gesamtprozess zu begreifen, der aus einer mehrfach wiederholten Folge zufälliger intuitiver Ideenbildung, Selektion aus den Ideen durch das Bewusstsein und schlussendlicher Umsetzung besteht. Dieser Begriff lässt auch Raum für Verantwortung, ein wesentliches Element des in menschlichen Gesellschaften wichtigen Prinzips der Sozialität. Auf diesem Wege ergänzt der Autor die Schöpfungs- oder Wirkprinzipien zu der „kosmologischen Dreifaltigkeit“, bestehend aus Spontaneität, Rationalität und Sozialität. Der zweite Weg ist ein metaphysischer. Er besteht darin, den Zufall, also die Quelle der Freiheit, als eine Projektion aus einer transzendenten, jenseitigen Welt zu interpretieren, von der wir nichts wirklich wissen können, über die wir aber Vermutungen anstellen können (neben den transzendenten Welten, die die Religionen annehmen, gibt es auch von den Physikern antizipierte jenseitige Welten, wie etwa die Welt der Stringtheorie mit neun Raumdimensionen). Mit diesem letztgenannten Weg aus der anthropologischen Enttäuschung gelingt es uns auch, die Freiheit wieder in die göttlichen Gewänder zu kleiden, die ihr nach unserem menschlichen Empfinden zustehen. Da wir auch die Naturgesetze in der immanenten Welt nur beobachten, aber nicht erklären können, dürfen wir auch das Prinzip der Rationalität als Projektion aus der transzendenten Welt und damit als ein göttliches Prinzip auffassen. Das steht auch im Einklang mit Gödels Unvollständigkeitssatz, nach dem wir allein aus der Innensicht der immanenten Welt nicht alles in ihr vollständig und widerspruchsfrei erklären können.

Diese Gedanken und die transzendenten Aspekte der Quantenmechanik führen den Autor auch dazu, legitime Vermutungen über die transzendente (jenseitige) Welt anzustellen. Während die für uns einzig zugängliche immanente Welt offenbar eine nicht-deterministische Welt der Eigenschaften ist, könnte es sich bei der transzendenten Welt um eine deterministische, zeitlos ewige Welt der Möglichkeiten handeln. Verbindungen zwischen diesen beiden Welten könnte man sich über die Prinzipien der kosmologischen Dreifaltigkeit und auch über das Prinzip der Spiritualität vorstellen. Auch wenn die Existenz einer transzendenten Welt vernünftigerweise nicht bestritten werden kann, lassen sich allerdings selbst legitime Vermutungen

über die transzendente Welt nicht direkt beweisen oder widerlegen, weder die Vermutungen der Religionen über das Jenseits noch die physikalischen Vorgänge in der transzendenten mehrdimensionalen Welt der Stringtheorie. Sie können aber dennoch im pragmatischen Sinne als „wahr“ bezeichnet werden, wenn sie sich in der immanenten Welt für uns als brauchbare Erklärungshilfe oder als normativ nützlich erweisen.

#### **Teil IV: Die Zukunft der Freiheit und der Gesellschaft**

In Teil IV geht es zunächst um die Zukunft des Schöpfungsmechanismus selbst. Spontaneität und Rationalität haben zwar alles werden lassen, dasselbe Prinzip hat aber auch die Tendenz, das Gewordene wieder zu zerstören; überleben konnte nur das, was eine ausreichende Resistenz gegen sein eigenes Entstehungsprinzip entwickelt hatte. Spontaneität und Rationalität spielen also als Antagonisten einerseits zusammen, andererseits aber auch gegeneinander, genau so, wie es in der chinesischen Philosophie von den Antagonisten Yin und Yang angenommen wird. Der Autor schließt daraus, dass in einer stationären Welt sich schließlich ein Gleichgewicht der Antagonisten derart einstellen würde, dass die Schöpfungstätigkeit zum Erliegen kommt, dass das Schöpfungsprinzip also die Tendenz hat, sich am Ende selbst wieder abzuwürgen. Sorge ist allerdings nicht geboten, denn unsere Welt ist offenbar nicht stationär und es werden sich immer wieder, auch verursacht durch uns Menschen, neue Nischen für weitere Entwicklungen des Lebens bieten.

Danach widmet sich der Autor der Entwicklung der Freiheit des Menschen während seines Lebens. Wie in der Natur, so prägen auch während des Lebens eines Individuums permanent die Antagonisten Spontaneität (bzw. Freiheit) und Rationalität sein Verhalten. Im Laufe des Lebens nimmt die Spontaneität eines Menschen ab, Wissen und Rationalität seines Verhaltens nehmen aber zu. Die als Produkt der Großen Spontaneität und Wissen zu deutende Kreativität erreicht damit bei jedem Menschen irgendwann, meist schon mit recht jungen Jahren, ein Maximum und fällt danach wieder ab. Der erreichte Kreativitätslevel wird dabei entscheidend von Erziehung und Bildung bestimmt. Der Autor deutet die mit dem Altern eines Menschen im Allgemeinen stärker werdende Hinwendung zu Rationalität und Sicherheit als Flucht des Individuums vor der Freiheit, d.h. vor „unangenehmen“ freien Entscheidungen. So besteht in jedem Individuum selbst, aber auch besonders zwischen jungen und älteren Menschen, permanent ein Konflikt zwischen dem Mut zum Wagnis und dem Bedürfnis nach Konstanz und Sicherheit, also zwischen Progressivität und Konservativität. Diese Spannung ist als Generationenkonflikt ein wesentlicher Motor für die Weiterentwicklung einer jeden Gesellschaft. Auch hier wirken wieder die Schöpfungsprinzipien Spontaneität und Rationalität, nur in einer anderen Verkleidung. Da subjektives Freiheitsempfinden ein Bewusstsein erfordert, untersucht der Autor auch, wie sich dieses bei einem Kind entwickelt und beim Sterben eines Menschen wieder endet. Diese Überlegungen führen auch zu der Einsicht, dass ein Mensch weder die Entstehung seines Bewusstseins, also seine geistige Geburt, noch seinen Tod

erleben kann und dass deshalb ein bewusstes Wesen subjektiv sein Leben als ewig empfinden muss. Das Sterben eines Individuums kann man damit so deuten, dass sich der von außen als Moment empfundene Übergang vom Leben zum Tod für den Sterbenden zu einer den Hinterbliebenen nicht zugänglichen, transzendenten Ewigkeit dehnt.

Dann werden die Wechselwirkungen zwischen den Individuen einer Gesellschaft und der Sozialstruktur betrachtet. Die Struktur veranlasst die Individuen zu einem bestimmten Verhalten, welches wiederum rückwirkend die Struktur selbst erzeugt oder stabilisiert. Die Individuen einer Gesellschaft sind also über die Sozialstruktur miteinander verschränkt, wie man das auch von Quantenteilchen kennt. Abermals zeigen sich hier quantenmechanische Züge menschlicher Gesellschaften, die bereits in Teil II angesprochen wurden. Diese Verschränkung erzeugt auch Druck zur Konformität, die zusammen mit ihrem Antagonisten, der Querköpfigkeit, eine weitere Variante des Schöpfungsprinzips ergibt.

Jede Gesellschaft muss den Individuen eine ausgewogene Kombination von Freiheit und Sicherheit bieten. Da Freiheit nur über die Notwendigkeit ihres Gebrauchs erhalten werden kann, sollte nach Ansicht des Autors eine Gesellschaft zurückhaltend mit der Zuwendung von Wohlergehen umgehen und auch versuchen, mit so wenig Verboten und anderen gesetzlichen Regelungen auszukommen wie irgend möglich, da sonst die wichtigsten Qualitäten der Bürger, nämlich Verantwortungsfähigkeit und Kreativität, Schaden nehmen oder gar ganz vernichtet werden können.

Im Rest des Teils IV geht es hauptsächlich um die institutionellen Freiheiten unserer demokratischen Gesellschaften und um ihre Zukunft. Der Autor kommt zu der Überzeugung, dass die westliche Form der Demokratie als die natürliche Staats- und Gesellschaftsform angesehen werden kann, weil bei ihr das Evolutionsprinzip, die spontane Kreation aus Freiheit und nachfolgender rationaler Selektion, auf der politischen Ebene der Gesetzgebung abermals zum Tragen kommt. Verbunden mit einer sozialen Marktwirtschaft wird dann in einer solchen Gesellschaft allen drei Prinzipien der kosmologischen Dreifaltigkeit Geltung verschafft. Neu auf dieser Ebene ist allerdings, dass in der Demokratie der gesellschaftliche Konsens als wesentlicher Selektionsmechanismus wirkt. Demokratien basieren also auf dem Begriff der Konsenswahrheit. Dies hat zwar Vorteile, bringt aber auch zwei erhebliche Probleme mit sich. Das erste Problem liegt in der mangelnden Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft an Situationen, in denen nur ungewöhnliche, vielleicht sogar verrückte Ideen helfen, diese aber in aller Regel keinen Konsens finden. Das zweite Problem besteht in der Gefahr der moralischen Instabilität, die auf der Variabilität der Konsensmeinungen gründet, weswegen auch eine noch so gute Verfassung ins Leere laufen kann, wenn nicht ein ausreichend starkes moralisches Rückgrat der Bevölkerung dahinter steht. Der Autor beschreibt diese Gefahren im Detail und nennt auch Wege, wie man diesen begegnen könnte. Als Letztes wird noch in gleicher Weise der Trend zur Überbürokratisierung behandelt, der jeder Staatsform droht. Diesen Trend, der mit dem Alter einer Gesellschaft zunimmt, kann man deuten als Furcht des „Indivi-

duums Gesellschaft“ vor der Freiheit, vergleichbar mit der Freiheits-Furcht eines älter werdenden Menschen, der sich für alle Eventualfälle immer mehr Regelungen und Richtlinien schafft, um zu verhindern, im Einzelfall selbst entscheiden zu müssen. Der Autor zeigt, dass Überbürokratisierung auch den Gefahren der zu geringen Anpassungsfähigkeit und der moralischen Instabilität einer Gesellschaft Vorschub leistet.

## **Teil V: Abschluss**

In Teil V kommt der Autor noch einmal auf den elementaren Begriff von Freiheit bzw. Spontaneität zurück und stellt die Frage, ob die Kant'sche Negation eines „Dinges-an-sich“ als Voraussetzung für Freiheit nicht auch die Freiheit selbst im Sinne von „Freiheit-an-sich“ wiederum negiere. Diese Frage kann der Autor zum Glück verneinen, er kommt aber mit Immanuel Kant zu dem Schluss, dass, auch wenn es im absoluten, objektiven Sinne Freiheit nicht gäbe, uns die Idee von Freiheit ausreichen würde; wir hätten uns dann die Freiheit fiktionalistisch „erglaubt“. Dies nimmt der Autor zum Anlass, zum Schluss des Buches über das Prinzip „Glauben“ noch etwas nachzudenken. An vielen Beispielen wird verdeutlicht, welche Kraft Glaube, Überzeugungen, Erwartungen und Unterstellungen haben und was diese bei einem einzelnen Menschen und im zwischenmenschlichen Bereich bewirken können. Angewendet auf die Freiheit bedeutet diese Erkenntnis, dass wir uns mit Sicherheit die Freiheit verspielten, wenn wir *nicht* an sie glaubten. Die Wahl, an sie zu glauben oder nicht, haben wir allerdings nur, wenn es sie gibt.

Das Buch beginnt mit der ersten Strophe des Studentenliedes „Freiheit, die ich meine“, in der die gesuchte Freiheit mit himmlischen Sphären in Verbindung gebracht wird und mit der Frage, was wohl am Ende davon übrig bleibt. Das Buch endet mit dem die Freiheit bestätigenden Studentenlied „Die Gedanken sind frei“ und dem Hinweis an alle immer noch Freiheits-Ungläubigen, dass sich Freiheit auch darin äußert, dass man behaupten kann, es gäbe sie nicht.