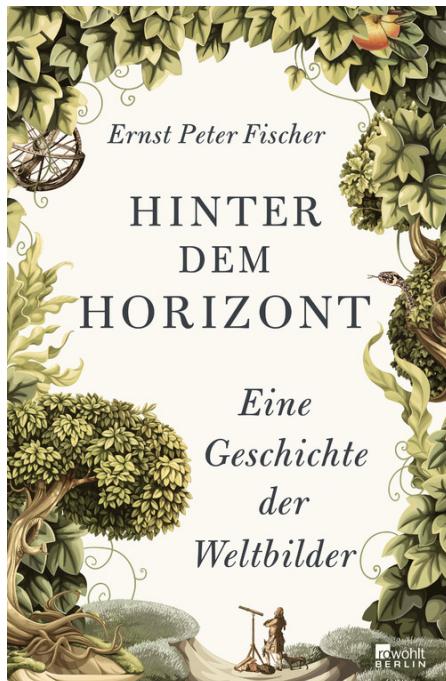


**Leseprobe aus:**



ISBN: 978-3-87134-182-3

Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf [www.rowohlt.de](http://www.rowohlt.de).

Ernst Peter Fischer

**Hinter dem Horizont**

Eine Geschichte der Weltbilder

Rowohlt · Berlin

1. Auflage Oktober 2017

Copyright © 2017 by Rowohlt · Berlin Verlag GmbH, Berlin

Satz aus der Abril bei Dörlemann Satz, Lemförde

Druck und Bindung CPI books GmbH, Leck, Germany

ISBN 978 3 87134 182 3

# Inhalt

Widmung

Einleitung

1. Einblicke

2. Durch das Fenster der Wissenschaft

Mechanische und statistische Welten

Der Horizont am Himmel

Im Licht der Sterne

Kopernikus ernst genommen

Primum Mobile

Neuerungen im vergangenen Jahrhundert

Der Weg in die Raumzeit

3. Erste Erfahrungen der Erde

Auf dem Weg zur ersten Weltkarte

Die Erde wird zur Kugel

Eine Vermessung der Erde

Die Schriften des Herodot und ihre Leser

4. Weite Wege in neue Welten

Eine bewegte Erde

Das Weltall als Ei

Christliche Weltbilder und die neue Welt am

Rande

Ein fünfter Kontinent

Die Welt als Gegenstand

Mit bewaffnetem Auge

Vom Bild zur Wirklichkeit

5. So weit die Bilder tragen

Das Universum wird größer

Hinter dem Ereignishorizont

Der Blick nach innen

Zwischen dem Großen und dem Kleinen: der

Mesokosmos

Der Aufbau der realen Welt

Top-down und Bottom-up

## 6. Im Kosmos der Kulturen

Sumerische und ägyptische Weltbilder

Griechische Feuer

Weltentwürfe im Vergleich

Ein Kosmos aus drei Sphären

Harmonie zwischen Himmel und Erde

Die Schildkröte, die den Lehm versteckt

Viele tausend Weltsysteme

Ausdehnen, entfalten, auflösen

Drei Welten und ein Nichts

Islamische Bemühungen

Im alten Mesopotamien und im alten Ägypten

Die bekannte Welt

Das Weltbild der Germanen

Der göttliche Funke

Verzauberung in Mali

Mythen der Maya

Die Kiste mit dem Licht

Polynesische Strategien

## 7. Vom Wandel der Weltbilder

Energie und Romantik

«Die Verwandlung der Welt»

Vom Ende der Alchemie

Das neue Bild der Krankheit

Leben mit Mikroben

Der Ursprung des Lebens

In der Tiefe der Zeit

Die evolutionäre Sicht der Dinge

Eine Welt voller Wahrscheinlichkeiten

Die neue Art von Wissen

Eine neue Geometrie

Wir werden es nicht wissen

Einiger «Unsinn» im 20. Jahrhundert

Eine alte und die neue Unvorhersagbarkeit

Gebrochene Gebilde

Die Modelle der Maschinen

8. Das Licht, das auf den Menschen fällt

Die Abstammung des Menschen und seine Unbelehrbarkeit

Was ist der Mensch?

Philosophisch gedacht und christlich verstanden

Das Doppelwesen

Von Homo sapiens bis Homo ludens

Der Mensch als Maschine

Von der Entdeckung des Unbewussten

Der Fortschritt der Menschheit

Menschenrechte und Menschenpflichten

9. Eine Welt ohne Horizont

Die Welt als Ganzes und virtuelle Welten

Massen von und vor Bildern

Wahrnehmen und Sein

Anhang

Literaturhinweise

Register

Dank

Bildnachweis

# Einleitung

Der Mensch und seine Horizonte

Im Vorwort ihres Buches «Mit den Meeren leben» beschreibt die jüngste Tochter von Thomas Mann, Elisabeth Mann Borgese, wie sie in Kindertagen zum ersten Mal mit ihrem Vater am Meer steht und beide «ganz benommen in die Ferne» schauen. Und während sie da stehen und den Blick schweifen lassen, nimmt etwas die Aufmerksamkeit der Tochter in Anspruch: «Was mich am tiefsten beeindruckte, war der Horizont, der sich fest und ungebrochen, wie von einem überdimensionalen Zirkel gezeichnet, von einem Ende des Blickfeldes zum anderen hinzog. ›Das ist der Horizont‹, erklärte mein Vater. ›Und was ist hinter dem Horizont?‹, fragte ich. ›Der Horizont und dahinter wieder der Horizont. Je weiter du hinausruderst, umso weiter zieht sich der Horizont zurück, so dass du immer nur einen Horizont siehst, bis ganz, ganz zuletzt das Land in Sicht kommt, und dann ist der Horizont verschwunden. Du kannst ihn aber wieder sehen, wenn du dich umdrehst.›»<sup>1</sup>

Mit anderen Worten: Der Horizont selbst bleibt den Menschen unerreichbar. Und doch scheint sich dahinter eine geheimnisvolle Welt zu öffnen, zu der sich die menschliche Neugierde unaufhaltsam hingezogen fühlt. Schon früh in ihrer Geschichte haben Menschen die Vorstellung entwickelt, dass sich hinter oder über dem Horizont der Wolkendecke ein Himmelreich mit göttlichen Bewohnern befindet, und so denken viele auch, dass hinter der Linie, an der sich Himmel und Erde still küssen, wie es poetisch heißt, etwas ganz anderes liegt, das man gerne als das Wesentliche versteht. Doch was der Mensch auch unternimmt, um hinter diese Horizontlinie schauen zu können, am Ende aller Bemühungen meldet sich das Heimweh, und zuletzt zieht es

ihn wieder zurück an den Ausgang. Er kommt nicht hinter den Horizont, sondern kann immer nur von einem zum anderen gehen.

Um den neuen Horizont zu sehen, muss man zwar die Blickrichtung ändern, wie Thomas Mann seiner Tochter erläutert, man kann dabei aber sein anfängliches und naturgemäßes Verlangen bewahren, Zugang zu der sich verborgen haltenden Sphäre hinter der geheimnisvoll wirkenden Grenze zu bekommen, die sich augenscheinlich vor dem Schauenden auftut. Dieser Wunsch gehört zum Menschen und charakterisiert sowohl sein biologisch bedingtes als auch sein historisch gewachsenes Wollen. Man könnte die drei Fragen, deren Beantwortung nach Immanuel Kant zu sagen erlaubt, was der Mensch ist, demnach folgendermaßen beantworten: Was kann der Mensch wissen? Er kann seine Grenze oder seine Grenzen kennenlernen, zum Beispiel den Horizont am Meer. Was kann der Mensch tun? Er kann versuchen, sie zu überwinden. Und was darf der Mensch dabei hoffen? Dass ihm bei diesem Bemühen Erfolg beschieden ist und dass er die ihn treibende Neugierde dadurch befriedigen kann – bevor ihn eine neue Grenze, ein neuer Horizont lockt.

Elisabeth Mann Borgese hat der Vorschlag ihres Vaters offenbar beeindruckt, denn er löste langfristig etwas in ihrer Seele aus: «Ich musste oft über den Horizont nachdenken, und er hatte die unterschiedlichsten Bedeutungen für mich. Als ich zwölf Jahre alt war, schien er mir die Einheit von Zeit und Raum in einem sich ausdehnenden Universum verständlich und anschaulich zu machen. So, wie man sich in den Raum hinausbewegt, was ja Zeit dauert, so erweitert sich der Horizont des Universums, dachte ich mir, und die Endlichkeit wird zur Unendlichkeit.»<sup>2</sup>

Diese Empfindung haben auch andere beschrieben. Der große Physiker Werner Heisenberg, dem die Menschheit die erste zutreffende Theorie der Atome – sie heißt Quan-

tenmechanik – verdankt, erinnert sich in seiner Autobiographie «Der Teil und das Ganze», dass es ihm 1925 auf der Insel Helgoland möglich war, «beim Blick über das Meer einen Teil der Unendlichkeit zu ergreifen».<sup>3</sup> Dieser Eindruck hat den damals Vierundzwanzigjährigen inspiriert und ermutigt, die scheinbar unüberwindlichen Grenzen der klassischen Form seiner Wissenschaft hinter sich zu lassen und zu neuen Ufern, seinem inneren Amerika, aufzubrechen.

Noch einmal zurück zu dem Mädchen am Meer. Wer von den universalen und über den Himmel hinausreichenden Vorstellungen der jungen Dichtertochter liest, kann sich mit ihr freuen, wird aber auch darüber staunen. Als Elisabeth zwölf Jahre alt war, schrieb man das Jahr 1930, und umso verwunderlicher ist es, dass sich in der Familie Mann bis zu den Kindern bereits herumgesprochen zu haben scheint, was die damaligen Kosmologen seit den späten 1920er Jahren erst allmählich in ihre Überlegungen einbezogen: die Expansion des Weltalls in Form einer Raumzeit und die erstaunliche Möglichkeit seiner geometrischen Unbegrenztheit trotz physikalischer Endlichkeit. Das inzwischen längst durch zahlreiche Beobachtungen gestützte Bild eines expansiv-dynamischen und sich endlos ausweitenden Universums konnte im Anschluss an die Allgemeine Relativitätstheorie entworfen werden, die Albert Einstein in den Jahren des Ersten Weltkriegs entwickelt hatte.

Einstein prägte dem Weltall eine neue Geometrie auf und lud die Menschen dazu ein, sich den von ihnen bewohnten Kosmos als vierdimensionales Gebilde vorzustellen, als eine Raumzeit. In diesem Bild wurde und wird es für die Neuzeit sehr schwierig, wenn nicht gar unmöglich, sich einen Rand der Welt oder einen entsprechenden Horizont auszumalen. Einsteins Weltbild bereitete zunächst selbst Physikern von Rang einige Mühe, und es stellt viele Zeitgenossen des 21. Jahrhunderts noch immer vor zahlreiche und keineswegs triviale Probleme. Einsteins Einsichten in «die

Welt als Ganzes» scheinen aber schon früh das Verständnis und auf jeden Fall die Sympathie der Familie Mann gewonnen zu haben, wenn man dem Bericht der Tochter trauen darf, was gerne geschehen soll. In ihren Reihen konnten die Manns offenbar spielerisch und vergnüglich über den wissenschaftlichen Horizont hinaussehen, an dem die Blicke der meisten Zeitgenossen verständlicherweise hängen blieben und hängen bleiben – damals wie heute.

Unsere Augen reichen nicht so weit wie Einsteins Gedanken. Die für das Licht sensitiven Organe erfassen den Lebensraum nur bis zu der Linie, an der Erde und Himmel aufeinandertreffen, wobei dieser Horizont die Welt nicht abschließt, sondern sie – im Gegenteil – der Neugier öffnet. Wer der Verlockung nachgibt und hinter die sichtbare Grenzlinie blicken will, braucht geeignete Mittel, und damit sind nur bedingt Teleskope und andere Instrumente gemeint. Die Rede ist vielmehr vor allem von Weltbildern. Das Entwerfen und Verfertigen von Weltbildern erlaubt es den Menschen seit Anbeginn ihrer Geschichte und in allen Kulturen, den Blick dorthin zu lenken, wo die Augen normalerweise nicht hinreichen, nämlich hinter den Horizont.

# 1. **Einblicke**

Eine Welt und viele Bilder

Es gibt Wörter, die jeder benutzt und zu verstehen scheint und die deshalb kaum einer Erläuterung bedürfen. Wer hat nicht schon von der oder einer «Welt» gesprochen – von der Welt im Kopf ebenso wie von der Welt im Kochtopf –, ohne sich dabei besondere Gedanken darüber zu machen, was das Wort in diesem wie in jenem Fall bedeutet? Und wer fragt sich noch, was ein Bild ist, wo man doch tagtäglich von einer Flut – vor allem unzähliger zappelnder Fernsehbilder – überschwemmt wird und nach statistischen Schätzungen heute während eines Fußballspiels in einem vollen Stadion mehr Bilder aufgenommen werden als während des ganzen 19. Jahrhunderts? Wobei vermutlich ein einziges Bild aus der alten Zeit mehr Betrachter gefunden hat als die Millionen von heute.

Wer mit dem Begriff der Welt und dem Betrachten von Bildern vertraut ist, dem fällt darüber hinaus die Rede von einem «Weltbild» leicht. Wir können uns Weltbilder sogar in bunter Vielfalt denken und dann munter miteinander vergleichen. Jeder wird mühelos verstehen, was das mechanische Weltbild der Physik mit den dazugehörigen Gesetzen für die Bewegungen von materiellen Körpern meint, und sich wundern, wenn zu erfahren ist, dass dieses Bild angeblich zerstört worden ist. Auch wird jeder unmittelbar erfassen, was Zeitungen in diesen Tagen meinen, wenn sie Terroristen unterstellen, ein «rechtsextremistisches Weltbild» zu propagieren, das Hass auf unschuldige Menschen mit sich bringt. Und jeder Leser begreift sofort, was Patrick Süskind vor Augen oder anderen Sinnesorganen hat,

wenn er in seinem Roman «Das Parfum» einen Dufthersteller erleichtert feststellen lässt, dass sein «parfümistisches Weltbild» wieder in Ordnung ist, nachdem er verstanden hat, wie eine wohlgefällige Duftnote zustande gekommen ist. Ein Weltbild zu haben kann einfach eine Sicht der Dinge meinen, die einem allgemein passt oder an besonderer Stelle gelegen kommt, und niemand wird Mühe haben, das eigene Weltbild einmal daraufhin zu prüfen.

Wenn auch jedem das Trio aus den beiden Einsilbern «Welt» und «Bild» und dem Kompositum «Weltbild» schon mehrfach untergekommen ist, so soll hier dennoch der Versuch unternommen werden, die Begriffe etwas genauer zu fassen und sie knapp zu explizieren, ohne sie ausführlich definieren zu wollen. Der Versuch einer Definition wäre eher kontraproduktiv, denn in dem Wort «Definition» steckt das lateinische «finis», also das Ende, wobei damit das Ende des Erkundens gemeint ist, das zu einer abschließenden Festlegung führen soll. Diese zieht tatsächlich eine künstliche Grenze, hinter der nichts weiter von Belang erwartet wird, weshalb sie - außer zur Warnung - gar nicht erst in Betracht kommen soll.

Was die «Welt» angeht, so meint das Wort zum Beispiel den Gegenstand einer Wissenschaft namens Kosmologie, die exotische Objekte wie Schwarze Löcher oder Rote Riesen findet. Es kann aber auch die Erde und die Menschen erfassen, die auf ihr leben, und das kurze Wort kann darüber hinaus ganz allgemein die Gesamtheit der physischen Wirklichkeit benennen, wobei derjenige, der von dieser Welt spricht, keine besondere Einstellung ihr gegenüber vertreten muss.

Was das «Bild» angeht, so fällt sofort auf, dass es zum einen innere und äußere Bilder gibt - man kann sich schließlich sowohl etwas einbilden und vorstellen als auch Fotografien oder Gemälde betrachten - und dass es sich zum Zweiten lohnt, Bilder, die jemand Punkt für Punkt und

Strich für Strich auf einer Leinwand zustande gebracht hat, von denen zu unterscheiden, die jemand mit einer Kamera und einem einzigen Druck auf den Auslöser aufgenommen hat. Bilder werden – wie die Welt selbst – mit Augen betrachtet, wobei seit der Romantik bekannt ist, dass es neben den äußereren Sehorganen im Kopf auch ein inneres Augenpaar gibt, mit dem sich das Eigentliche erkennen lässt, das unter der Oberfläche der Erscheinung oder hinter dem Horizont des Sichtbaren steckt und nur in einer Einbildung offengelegt – oder sogar offenbart – werden kann. Das ergibt insgesamt drei Dopplungen, und wahrscheinlich finden sich noch mehr, wenn Menschen ihre Aufmerksamkeit den Bildern zuwenden.

Wichtig ist der Hinweis, dass ein Bild im Normalfall etwas zeigt, was es selbst nicht ist. Das Bild einer Pfeife ist bekanntlich selbst keine Pfeife, wobei Betrachter immer wieder schmunzeln werden, wenn sie das berühmte Bild von René Magritte aus dem Jahre 1929 anschauen, auf dem eine Pfeife zu sehen ist, unter der geschrieben steht: «Dies ist keine Pfeife.» Magritte wird von der Kunstgeschichte als Surrealist gehandelt, was ausdrücken soll, dass die in seinen Bildern gemalten Sachverhalte jenseits der Wirklichkeit anzutreffen sind oder über sie hinausgehen, ohne völlig von der Realität abgelöst zu sein. Übrigens: Das Bild mit der Pfeife trägt den Titel «Der Verrat der Bilder», wobei sich der Autor dieser Zeilen im Scherz die Frage erlaubt, was ihm denn die Bilder verraten. Sie verraten ihm vor allem eines, nämlich dass Wirklichkeit nicht als einfaches Konzept zu verstehen ist, sondern mehr als etwas daherkommt, das ein Forellenkleid trägt und sich dem Betrachter im wechselnden Licht immer wieder anders darstellt.



«Der Verrat der Bilder» von René Magritte, gemalt 1928/29, als die Physik verstanden hatte, dass Atome kein Aussehen haben und Menschen sich kein Bild von ihnen machen können. Wer immer ein Atom malt, muss darunterschreiben: «Das ist kein Atom.» Das Bild von Magritte ist ja auch keine Pfeife, sondern besteht aus Ölfarben auf einer Leinwand (die wiederum aus Atomen besteht). Ebenso gilt für jedes Weltbild: «Das ist nicht die Welt» – sondern nur ein Bild von ihr, das wir selbst erschaffen haben.

Was nun das Kompositum «Weltbild» betrifft, so möchte ich dem Philosophen Martin Heidegger auf seinen keineswegs in die Irre gehenden «Holzwegen» folgen, bei deren Abschreiten und Erwandern er sich im Jahre 1938 nicht zuletzt Gedanken über «Die Zeit des Weltbildes» macht – wobei man meinen könnte, er habe Einsteins Buch «Mein Weltbild» aus dem Jahre 1934 gekannt. Heidegger charakterisiert bei den ersten Schritten auf seinem Weg durch den dichten Wald die Wissenschaft mit dem Hinweis, sie gehöre «zu den wesentlichen Erscheinungen der Neuzeit». Unter dieser zugleich erfreulichen und großmütigen Vorgabe fragt er «nach dem neuzeitlichen Weltbild», ohne zu verraten, welche naturwissenschaftlichen Einsichten er im Auge

hat. Die Chemie etwa lernte damals, radioaktive Elemente herzustellen, und näherte sich durch die Analyse von Vitaminen den Lebensvorgängen. Unabhängig davon beginnen Heideggers philosophische Überlegungen zur Freude mindestens eines Lesers höchst einfach, unmittelbar nachvollziehbar und zudem äußerst sympathisch: «Was ist das – ein Weltbild? Offenbar ein Bild von der Welt. Aber was heißt hier Welt? Was meint da Bild? Welt steht hier als Benennung des Seienden im Ganzen. Der Name ist nicht eingeschränkt auf den Kosmos, die Natur. Zur Welt gehört auch die Geschichte.» Im Anschluss fängt der Philosoph an, tiefer zu graben. Er spricht über die «Wechseldurchdringung» von Natur und Geschichte und führt sogar einen «Weltgrund» an, der in «Beziehung zur Welt gedacht wird».<sup>4</sup>

Bevor der Philosoph jetzt allzu sehr ins Grübeln kommt, soll der Gedanke ernst genommen werden, zur Welt gehöre «auch die Geschichte». In diesem Fall haben Weltbilder ebenfalls eine Geschichte, und möglicherweise zeigen Weltbilder die ganze Geschichte, allein schon deshalb, weil die Welt nie etwas anderes getan hat, als sich zu ändern und immer wieder in einem neuen Licht zu zeigen. Das Seiende im Ganzen ist ein dauerhaftes Werden ihrer Teile, wie die neuzeitliche Wissenschaft immer besser zu sagen weiß, weshalb ein Weltbild auch eher als ein Prozess, als ein fortgesetztes Geschehen, als eine unendliche Geschichte zu verstehen ist, eben als eine «Weltbildung». Mit diesem Wort meint man eine Welt und zugleich das fortgesetzte Arbeiten an ihrer Erscheinung.

Zurück zu Heideggers Worten. Er erklärt das Weltbild als «ein Gemälde vom Seienden im Ganzen», was für ihn konkret bedeutet, dass wir damit «die Welt selbst meinen». Diese Wendung gilt es zu beachten: «Weltbild, wesentlich verstanden, meint daher nicht ein Bild von der Welt, sondern die Welt als Bild begriffen.» Die Möglichkeit, die Welt als ein Bild zu begreifen, zeichnet die Neuzeit aus. Ihr philo-

sophisches Wesen besteht nämlich darin, «dass überhaupt die Welt zum Bild wird», und damit zeigt in diesem Fall das Bild, was es selbst ist, nämlich die Welt, was einen selbst ins Grübeln bringen kann.<sup>5</sup>

An dieser Stelle erlaubt sich der Verfasser dieser Zeilen, auf einen Gedanken hinzuweisen, der in den 1920er Jahren in der Physik aufgekommen ist, als deren Vertreter dabei waren, die oben erwähnte Umwandlung des Weltbilds ihrer Wissenschaft zu vollziehen. Bei dem Versuch, die Atome und ihre Wirklichkeit zu verstehen, bemerkten die Physiker auf einmal, dass sie gar keine Beschreibung der Natur lieferten, wie sie zuvor immer gedacht hatten. Ihre Physik lieferte vielmehr eine Beschreibung des Wissens, das sie von der Natur hatten. So war es zum Beispiel gar nicht möglich, sich ein Bild von einem Atom zu machen, weil diese Gegebenheiten der Natur überhaupt kein Aussehen erkennen ließen. Die Physiker konnten ein Atom nur als Bild begreifen, also im Modus der Kunst und durch die Form, die sie ihm verliehen, und sie durften sich dabei sogar freuen, dass sich die Objekte der Begierde durch eine dauerhafte Gestalt auszeichneten, die sich der menschlichen Einbildungskraft als zugängig erwies. Welche Experimente sie auch mit Atomen unternahmen, zuletzt zeigten sich immer wieder die alten (ewigen, urtümlichen) Atome, nur mit neuen Formen.

Mit diesen Erfahrungen verstanden und praktizierten die Physiker in ihren Laboratorien und mit ihren Theorien höchst konkret, was Heidegger in seinen «Holzwegen» mehr allgemein ausgedrückt hat, dass Atome nämlich zum Bild werden und sich in diesem Umsturz des alten physikalischen Weltbilds das philosophische Wesen der Neuzeit zu erkennen gibt. Ob Heidegger die damals entstehende neuartige Physik der Atome gekannt und so verstanden hat?

Heideggers Gedanke, «dass überhaupt die Welt zum Bild wird», wäre etwa im christlichen Mittelalter noch nicht möglich gewesen. Damals lag das Seiende – Heidegger zu-

folge – nicht als Bild, sondern nur als «das vom persönlichen Schöpfergott als der obersten Ursache Geschaffene» vor.<sup>6</sup> Es war das «ens creatum», wie man auf Lateinisch dasjenige bezeichnet, was aus höheren Sphären als das Gegenständliche vor die Menschen gebracht und ihnen zugänglich gemacht wird. Wer sich wörtlich auf diese Vorschläge einlässt, wird naturgemäß Mühe haben, vom «Weltbild des mittelalterlichen Menschen» zu sprechen. Dennoch soll auf dieses Konzept hier nicht verzichtet werden, gerade weil der Vorwurf bekannt ist, den Goethes Faust seinem Gesprächspartner Wagner zu Beginn des Dramas macht: «Die Zeiten der Vergangenheit sind uns ein Buch mit sieben Siegeln; was ihr den Geist der Zeiten heißt, das ist (...) der Herren eigner Geist, in dem die Zeiten sich bespiegeln.» Mitglieder der Neuzeit, die sich mit Weltbildern beschäftigen und das entsprechende Denken des Mittelalters verstehen wollen, können gar nicht anders, als diesem die Form eines Weltbilds zu geben, mit dem sie sich selbst zurechtfinden wollen. Nur so lässt sich dann auch der Versuch unternehmen, die Einsichten einer Wissenschaft wie der Physik in ihrer historischen Folge vorzustellen.

Jede Zeit, jede Kultur und jede wissenschaftliche Disziplin macht sich Gedanken über die Welt und die Stellung des Menschen in ihr. Zu jeder Zeit fragen Menschen nach dem Ursprung der Dinge und ihrer Entwicklung. Sie fragen, welcher Sinn in dem ganzen Prozess steckt, an dem sie bewusst und voller Leben teilnehmen und teilhaben. Die Welt wird zum Bild, wenn der Mensch zum Subjekt wird, meint Heidegger. Und zum Subjekt wird der Mensch vor allem in der Wissenschaft, die ihr suchendes Auge auch dem Mittelalter zuwenden kann. Mit der Wissenschaft und ihrer Forschung richten sich moderne Menschen in der Welt ein. «Der Grundvorgang der Neuzeit ist die Eroberung der Welt als Bild», meint der Philosoph in seiner behaglich elektrifizierten Schwarzwaldhütte, und man stimmt ihm gerne zu.<sup>7</sup>

Wer mitverfolgen möchte, wie diese Eroberung der Welt als Bild vonstattengeht, wird fündig in dem Vortrag «Die Physik im Kampf um die Weltanschauung», den Max Planck im Jahre 1935 gehalten hat. Planck betont zu Beginn, dass «eine Weltanschauung, die Anspruch auf umfassende Gel tung erhebt, auch auf die Gesetze der unbelebten Natur Rücksicht nehmen muss». Im Verlauf seiner Rede führt er dann aus, «wie die Weltanschauung eines Forschers stets auf die Richtung seiner wissenschaftlichen Arbeit mitbestimmend einwirken» wird und «auch umgekehrt die Resultate seiner Forschung nicht ohne Einfluss auf seine Weltanschauung bleiben können».<sup>8</sup> Man kann sich diesem strebenden Bemühen, diesem Ringen nicht entziehen. Es ist unser Kampf, wenn man so sagen und für die Menschen sprechen darf. Er bestimmt «in den Stürmen des Lebens» (Planck) ihre Geschichte und ihre Kultur. Mehr geht nicht, und die Hoffnung bleibt, die in Goethes Worten lautet: «Wer immer strebend sich bemüht, / Den können wir erlösen.»

## 2.

# Durch das Fenster der Wissenschaft

Von Uhren und Wolken, Atomen und Genen

Vom Weltbild der Physik war schon mehrfach die Rede, weshalb das dazugehörige Gemälde in den kommenden Abschnitten genauer vorgestellt werden soll. Natürlich haben andere Disziplinen der Naturwissenschaft – etwa die Chemie, die Biologie und die Geologie – eigene Beiträge zu dem geliefert, was man als Weltbild der Wissenschaft bezeichnen kann. Aber die Physik nimmt in diesem Spektrum als eine Art grundlegende Wissenschaft mit allgemein anwendbaren Gesetzen eine besondere Position ein, weshalb ich mit ihr beginnen will.

Die Eigentümlichkeiten der «Naturwissenschaft mit Sonderstellung», wie die Physik einmal genannt worden ist,<sup>9</sup> lassen sich nicht zuletzt an einigen merkwürdigen Fehleinschätzungen ablesen, die ihren Vertretern durch die Jahrhunderte hindurch unterlaufen sind. Diese Fehleinschätzungen entfalten nach wie vor ihre Wirkung – auch in den dazugehörigen Weltbildern – und stifteten manches Unheil bei der öffentlichen Einschätzung der Wissenschaft. Nicht loszuwerden ist zum Beispiel die im frühen 17. Jahrhundert geäußerte Ansicht Galileo Galileis, es gebe «ein Buch der Natur», das in der Sprache der Mathematik verfasst worden ist und das nur von denen gelesen werden kann, die dieses Idiom beherrschen. Zwar konnte im ausgehenden 17. Jahrhundert Isaac Newton tatsächlich ein Gesetz der Gravitation aufstellen, das ausschließlich mathematische Symbole verwendete und die Zeitgenossen da-

zu verleitete, das Universum als ein Uhrwerk - «Newton's Clockwork» - anzusehen, das keinerlei Abweichungen zu-lässt. Aber die Natur besteht neben den durch Schwerkraft bewegten Körpern unter anderem auch aus chemischen Substanzen und lebendigen Wesen mit kreativen Köpfen, und auf einen «Newton des Grashalms» oder eine «Physik der Sitten und des Rechts» wartet die Menschheit bis heute vergeblich (um zum einen eine Formulierung des Philosophen Immanuel Kant und zum Zweiten einen Buchtitel des Soziologen Émile Durkheim zu zitieren).

Natürlich kann man einwenden, dass die Gesetze der Physik letztlich überall gelten und so auch allen Abläufen in der Natur und sogar menschlichen Handlungen zugrunde liegen müssen. Aber der Schluss, dass man die Welt vollständig verstehen und berechnen - und damit banalisieren und entzaubern - kann, wenn man sich nur gut genug bei Atomen, Elektronen und ihren Wechselwirkungen aus-kennt, führt rasch und nachhaltig in die Irre.

Um es ganz bestimmt und eindeutig zu sagen: Es gibt dieses «Buch der Natur» nicht, von dem Galilei geredet hat und das von irgendeinem transzendenten Autor verfasst worden sein müsste, der ebenso schwer zu fassen bleibt. Wenn man im Bild der Druckerzeugnisse bleiben möchte, lässt sich bestenfalls sagen, dass es ein Magazin der Natur gibt, in dem sich mathematische Beschreibungen mit künstlerischen Darstellungen und begrifflichen Analysen abwechseln und in dem folglich jeder Leser etwas findet, das seinem Geschmack und seiner Neugierde entspricht.

## Mechanische und statistische Welten

Bekanntlich ist das Ganze oft nicht nur sehr viel mehr als die Summe seiner Teile, sondern etwas vollkommen anderes: Aus einzelnen und eher trocken daherkommenden H<sub>2</sub>O-Molekülen kann zum Beispiel im vielfältigen Verbund eine lebenspendende Flüssigkeit namens Wasser werden, und erregbare einzelne Nervenzellen können sich in komplexen Netzwerken zusammenfinden, mit denen sich in aller Ruhe etwas denken lässt. Bei aller mathematischen Geschicklichkeit und Raffinesse mussten die Physiker bald zur Kenntnis nehmen, dass es Grenzen ihres Zugriffs auf die Welt gab. Zu Newtons Zeiten etwa blieb man ratlos vor der Frage, wie die Schwerkraft den Weg von der Erde zu dem Apfel findet, den sie dann auf den Boden zieht, oder gar zu dem Mond, den sie auf seiner Bahn hält. Unabhängig von solchen Unklarheiten im Detail triumphierte zunächst Newtons mathematische Physik im großen Ganzen, und sie hat bis heute ihre Gültigkeit bewahrt – wenn auch etwas eingeschränkt auf passende Gelegenheiten vor allem im Alltag. Wenn Bälle durch die Luft fliegen oder Autos zusammenstoßen, kann man das immer noch mit Newtons Gleichungen nachrechnen, ohne etwas anderes bemühen zu müssen. Das durch den grandiosen Erfolg seiner Bewegungslehre vermittelte mechanische Weltbild spukt vermutlich noch in vielen Köpfen herum, in die es vielfach auch durch den Schulunterricht hineinbefördert wurde.

Mit dem mechanischen Weltbild der Physik ist etwa die Ansicht gemeint, dass physikalische Gesetze die Abläufe der Welt weitgehend erfassen oder gar komplett berechenbar machen könnten. Die Welt zeigt sich in dieser besorgniserregenden Vorstellung wie oben erwähnt als ein Uhrwerk, dessen Räder- oder Federmechanik gnadenlos abläuft, was der polnische Aphoristiker Stanisław Jerzy Lec in die hübschen Worte gegossen hat: «Die Uhr schlägt. Alle.»

Tatsächlich denken viele Zeitgenossen sofort an einen unangenehmen Determinismus, wenn sie von den Gesetzen der klassischen Physik hören, und sie nehmen eher zurückhaltend zur Kenntnis, dass diese exakte Form der Wissenschaft mit ihrer mathematischen Sprache im Verlauf der nachfolgenden Geschichte eine Revolution der Wahrscheinlichkeit erleben und vollziehen musste. Die neuere Physik hat bemerkt und verkündet, dass es vor allem statistische Gesetze sind, die in der Natur wirken. Überall wimmelt es von Wahrscheinlichkeiten und Zufälligkeiten, die in einer komplexen und vielfach vernetzten Welt kaum noch exakte Vorhersagen gestatten – nicht beim Wetter oder beim Börsenhandel und erst recht nicht beim Klima oder bei Wetten auf Fußballergebnisse. Mit dieser Befreiung von den deterministischen Fesseln des mechanischen Denkens können dem Wunsch nach Freiheit neue Möglichkeiten eingeräumt werden, die jetzt immerhin auch im physikalischen Rahmen Platz finden.

Ihren anschaulichen Höhepunkt haben die Entwicklung des statistischen Denkens und ihre Betonung des Zufälligen in jüngster Zeit in dem gefunden, was als «Schmetterlingseffekt» nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen, sondern auch im Laiengespräch zirkuliert. In dieser Erzählung vermag es der Flügelschlag eines Schmetterlings etwa irgendwo in Europa, sich über nichtlineare physikalische Wechselwirkungen immer stärker aufzuschaukeln und zuletzt einen Wirbelsturm in der Karibik oder sonst wo auszulösen. Die Physiker können diese merkwürdige Kausalkette mit den Werkzeugen der Komplexitätsforschung berechnen, wobei sie von einem sogenannten deterministischen Chaos ausgehen, mit dessen Hilfe sich physikalische Systeme entwickeln und die Ordnung annehmen, die sich ihren Beobachtern zeigt. «Nichts kann existieren ohne Ordnung», wie Einstein einmal formuliert hat, um zu ergänzen, «nichts kann entstehen ohne Chaos». Es ist nicht leicht, sich in einem

chaotischen Zustand zurechtfzufinden. Hier verläuft zwar alles brav kausal, wie man es im Alltag gewohnt ist, aber vergleichbare Ursachen führen meist zu stark abweichen- den und ungewöhnlichen Folgen.

Diese vielen Worte lassen sich ganz einfach auf ihren weltanschaulichen Punkt bringen, wie es der Philosoph Karl Popper einmal unnachahmlich vorgeschlagen hat. Demnach darf man sich die Welt nicht mehr als Uhrwerk vorstellen, wie man es nach Newton getan hat und wie es noch im 18. Jahrhundert in Mode war – man sollte sich die Welt vielmehr als Wolke denken. Das ist schon allein deshalb ein schönes Bild, weil man nun ohne einen mechanischen Apparat auskommt, den es dauernd aufzuziehen gilt. Dafür bewegt man sich jetzt mit einer luftig-leichten Beweglichkeit am Himmel ohne die schleppende Dynamik der Erde. In einer Wolke gelten natürlich durchgehend und überall die physikalischen Gesetze, nur dass die Menschen nicht mehr in der Lage sind, die genaue Form der himmlischen Gebilde vorherzusagen, die sich zudem dauernd verändern. Warum sich nicht einfach mal an einem schönen Sommertag ins Gras legen und die Wolken betrachten, wie sie am Himmel entlangziehen – bis sich ein Gewitter nähert und es zu grummeln beginnt?

Der Wechsel vom regelmäßig ablaufenden mechanischen Uhrwerk zur chaotisch gestaltreichen dynamischen Wolke vollzieht sich im Anschluss an Entwicklungen des 19. Jahrhunderts, in dem den Menschen «Die Verwandlung der Welt» gelang, wie Historiker die damals einsetzende Verwissenschaftlichung des Daseins mit industriellen Folgen auf den Begriff gebracht haben. Zu dieser Verwandlung trug zum Beispiel die Tatsache bei, dass es dank des Bemühens von Chemikern, die den Einfluss von Licht auf entsprechend empfindliche Substanzen untersucht haben, zum ersten Mal möglich wurde, fotografische Aufnahmen von Gegenständen und Menschen anzufertigen. Diese lie-

ferten so etwas wie ein objektiv wirkendes Bild der Welt und schienen somit auf den ersten Blick ein korrektes Weltbild zu erlauben. Zur umfassenden Verwandlung der Dinge kam es auch deshalb, weil Mathematiker und Physiker die Wirklichkeit, die zuvor ein Thema der Kunst war, von nun an sauber und korrekt als Statistik erfassten. Sie verwandelten den individuellen Menschen in einen Durchschnittsbürger, dessen Lebenserwartung plötzlich berechenbar wurde, was das irdische Dasein zwar nicht entzauberte, aber immerhin das Aufkommen des Versicherungswesens ermöglichte und begünstigte.

Tatsächlich: Das 19. Jahrhundert erlebt einen Triumph der Wahrscheinlichkeit und eine Hinwendung zum Zufälligen, und dieser Wandel des Weltbilds nimmt seinen Ausgang im Bereich der Naturwissenschaften, in dem Physiker anfangen, von Verteilungen zu sprechen und mit ihnen zu rechnen. Wer ein Gas und seine vielen Bausteine untersucht, fragt nicht mehr nach der Bewegung jedes einzelnen Partikels etwa der Luft. Er fragt nach der Verteilung der Geschwindigkeit bei diesen Partikeln, die sich bei der immensen Zahl von Molekülen berechnen und beobachten lässt und dann zum Beispiel erlaubt, die Temperatur eines Gases vorherzusagen. Das heißt, niemand versucht mehr, über einen einzelnen Baustein Auskunft zu geben – das wäre allein der Menge wegen weder sinnvoll noch möglich –, man bemüht sich vielmehr zu ermitteln, welcher Anteil an Molekülen unter welchen Bedingungen durch welche Wechselwirkungen seine Eigenschaften bekommt, die dann als Druck oder Temperatur gemessen werden können und die statistische Sicht der Dinge bestätigen.

So offensichtlich dies im historischen Rückblick erscheint, so leicht übersieht man dabei, dass das, was die Physiker im 19. Jahrhundert mit ihren Gegenständen – vorgezugsweise mit Gasen – taten, zur gleichen Zeit einem berühmten Biologen half, das Weltbild seiner Wissenschaft

vollständig neu zu entwerfen. Gemeint ist der Brite Charles Darwin, der 1859 den Gedanken einer Evolution der Organismen vorlegte. Es ging ihm darum, die enorme Vielfalt der Organismen und ihre erstaunliche Anpassung an die jeweilige Umwelt zu verstehen. Darwin verzichtete in seiner Darstellung von der Wandlungsfähigkeit der Lebewesen darauf, die Wirkung der natürlichen Selektion in irgendeinem Einzelfall vorherzusagen. Er begnügte sich mit statistischen Aussagen und erklärte, wie Tiere sich auf lange Sicht mit und in ihren vorgefundenen oder ausgewählten Nischen einrichten und ihre Lebensweise entsprechend anpassen. Mit anderen Worten: Darwin nutzte die universelle Gültigkeit des statistischen Denkens aus, mit dem das wissenschaftliche Weltbild des 19. Jahrhunderts charakterisiert werden kann. Dieses Denken ist heute längst selbstverständlich geworden oder sollte es zumindest sein in Zeiten, in denen eine Verkehrs- oder Gesundheitsstatistik der anderen folgt und die Medien unentwegt Wahlprognosen verbreiten oder Wanderbewegungen von Wählern analysieren und dabei mit Prozentzahlen nur so um sich schmeißen.

Der Horizont der Wissenschaft hängt von den jeweiligen Zeitumständen ab. Hinter diesem Horizont liegt die Zukunft, die man vorhersagen möchte, und zwar am besten mit Hilfe des Wissens, das Physiker, Biologen und Chemiker fleißig sammeln. «Zwar weiß ich viel, doch möcht ich alles wissen», verkündet ein trockner Schleicher namens Wagner in Goethes Faust, und im 19. Jahrhundert werden viele Forscher gedacht haben, dass sich dieses Ziel erreichen lässt. Was dabei unter anderem übersehen wurde: Das angestrebte «alles» bleibt ihnen und allen Menschen verwehrt, sobald es auch um die Zukunft geht und sie selbst zu ihr beitragen. Denn so viel Menschen auch zu einem gegebenen Zeitpunkt wissen, eines werden sie nicht wissen, nämlich das, was sie in Zukunft – also hinter dem Horizont der Zeit – wissen werden. Solange sie das Wetter oder die

Ausbreitung eines Virus vorhersagen, können sie hoffen, mit ihren Informationen zu verstehen, was auf sie zukommt. Sobald es aber um Prognosen von Abläufen geht, zu denen sie selbst beitragen und deren Beeinflussung sie ändern können, wenn sich ihr Wissen ändert - etwa im Fall des Virus durch Informationen über die Ansteckungsgefahr oder durch Entwicklung von Medikamenten -, entzieht sich das Künftige der Betrachtung. Diese Grenzlinie der kommenden Zeit bleibt den Menschen nicht nur erhalten, sie rückt paradoxerweise mit zunehmendem Wissen näher. Eine Gegenwart, die durch ihr Wissen geprägt ist, muss erleben, wie sich der Horizont der Zeit ihr nähert - und nicht umgekehrt -, während es ihr gleichzeitig verwehrt bleibt, über die schwarze Wand der Zukunft hinauszuschauen. Je mehr Menschen wissen, desto weniger können sie hinter diesen Horizont sehen.

Zurück zu Darwin. Natürlich muss seine Leistung noch unter einem weiteren Aspekt gesehen werden, steckt doch die wesentliche Neuerung seiner Ideen gegenüber dem vorausgehenden Denken in der dynamischen Anschauung der Erde und des Lebens, das sich auf ihr zeigt und entwickelt hat. Vor dem Beginn des 19. Jahrhunderts ging die von Platon initiierte und vom Christentum geförderte durchgängige Sicht auf die Welt davon aus, eine stabile Erde mit konstanten Arten als Produkt einer göttlichen Schöpfung vor Augen zu haben, die für die Ewigkeit angelegt war. Nach 1800 zeigte sich mehr und mehr eine evolutionäre Sicht der Dinge, und zwar sowohl bei geologischen als auch bei biologischen Gegebenheiten. Es war die Zeit, in der Naturforscher zu Weltreisen aufbrachen, um einen Eindruck von der irdischen Mannigfaltigkeit zu gewinnen, der dann Eingang in ihr Weltbild fand.

Alexander von Humboldt prägte in der damaligen Aufbruchsstimmung den kühnen Satz: «Die gefährlichste Weltanschauung ist die Weltanschauung derer, die die Welt nie

angeschaut haben.»<sup>10</sup> Mit einer solchen selbstverschuldeten und bequemen Eingrenzung des Horizonts kamen Menschen vom 19. Jahrhundert an nicht mehr weiter, als die Verwandlung der Welt zu einem globalen Dorf mit neuen Bildungsanforderungen ihren historischen Anfang nahm. Die dazugehörige Dynamik bleibt im gegenwärtigen 21. Jahrhundert ungebrochen und zeigt eher steigende Tendenzen, die aus dem Ruder zu laufen scheinen, was viele Folgen für die Fertigung aktueller Weltbilder mit sich bringt, auf die noch einzugehen sein wird.

Es lohnt sich, einen Moment bei Alexander von Humboldt zu verweilen, um die besondere Welt- und Natursicht dieses Reisenden und Forschers in den Blick zu nehmen. Auch sie steht beispielhaft für den Wandel des Weltbilds, der sich um die Wende zum 19. Jahrhundert abgespielt hat. Humboldt wollte eine Naturkunde begründen, die systematisch vorgeht, aber weder auf das Sinnliche verzichtet noch vom Gemüt des Forschers absieht. Es ging ihm darum, die wissenschaftliche Natursicht «um die Dimension der ästhetischen Vernunft zu erweitern und bereichern» und eine «Synthese von Wissenschaft und Ästhetik, von Begriff und Anschauung» herzustellen, wie es Kant in seiner «Kritik der reinen Vernunft» zwar vorgeschlagen, aber selbst nie umgesetzt hat. Solch eine ästhetisch angelegte Wissenschaft würde ihre Ergebnisse in Form von «Naturgemälden» vorstellen, die man auch die dazugehörigen Weltbilder nennen kann.<sup>11</sup>

Der Ausdruck «Naturgemälde» geht auf Humboldt selbst zurück, der damit ein schwer zureichendes Ziel bezeichnete. Er hoffte, langfristig eine Verbindung zwischen Wissenschaft und Kunst herstellen zu können. Nur auf diese Weise sah er den humanen Charakter des Unternehmens Naturwissenschaft gewahrt. Für Humboldt war es Aufgabe der Kulturwelt, den Dreiklang «Humanität, Kunst und Wissenschaft» erklingen zu lassen und für alle Menschen

hörbar zu machen, eine Aufgabe, die uns immer noch aufgegeben ist. Die Schwierigkeiten, die Humboldts Naturverständnis bereitet, hängen damit zusammen, dass sich hier «eine durchaus romantische Sehweise» zeigt, die viele Menschen für rückwärtsgewandt halten. Sie «beruht auf der Spannung zwischen Individuum und Landschaft, wobei sich diese Spannung in Bewusstsein und Gefühl des Menschen, in seinem Inneren, widerspiegeln».<sup>12</sup>

«Am Gestade eines Sees», schreibt Humboldt, «in einem großen Walde, am Fuß dieser vom ewigen Eis bedeckten Berggipfel ist es nicht die materielle Größe, die uns mit dem heimlichen Gefühl der Bewunderung erfüllt. Was zu unserer Seele spricht, was so tiefe und mannigfache Empfindungen in uns wachruft, entzieht sich unseren Messungen, wie auch den Formen der Sprache. Wenn man Naturschönheiten recht lebhaft empfindet, so mag man Landschaften von verschiedenem Charakter gar nicht vergleichen; man würde fürchten, sich selbst im Genuss zu stören.»<sup>13</sup>

Entscheidend ist, dass Humboldt diesen Zugang zur Natur als eine von zwei komplementären Möglichkeiten betrachtet hat. Ästhetischer Naturgenuss und wissenschaftliche Naturerkundung gehören untrennbar zusammen. Deshalb beschreibt Humboldt die Natur wie ein Dichter und Maler – mit poetischer Sprache und in lebendigen Bildern. Er bezieht den Eindruck der Natur auf die menschliche Seele mit ein und redet von Genuss, Gefühl, Furcht, Bewunderung und Erlebnis.

Wie kein Zweiter hat Humboldt Goethes Diktum «Bezüge sind alles, Bezüge sind das Leben» in die wissenschaftliche Tat umgesetzt und erkennend verwirklicht. Humboldt hat sein wissenschaftliches Leben unter anderem damit verbracht, die Lagerung von Gesteinen zu vergleichen, und er hat die wechselseitigen Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren notiert: «Diese Form der Typen, die Gesetze dieser Beziehungen und die ewigen Bande zu bestimmen,

durch welche die Erscheinungen des Lebens mit den Phänomenen der unbelebten Natur verknüpft sind: das ist das zentrale Problem für eine Physik der Erde.»<sup>14</sup>

[...]

## Endnoten

- 1** Elisabeth Mann Borgese: Mit den Meeren leben. Über den Umgang mit den Ozeanen als globaler Ressource. Köln 1999, Vorwort.
- 2** Ebd.
- 3** Werner Heisenberg: Der Teil und das Ganze. München 1969, S. 88; vgl. dazu auch Ernst Peter Fischer: Werner Heisenberg. Ein Wanderer zwischen zwei Welten. Heidelberg 2015, 1. Kapitel.
- 4** Martin Heidegger: Holzwege. Frankfurt am Main 1950, S. 73 ff.
- 5** Ebd.
- 6** Ebd., S. 75 f.
- 7** Ebd., S. 77.
- 8** Max Planck: Die Physik im Kampf um die Weltanschauung. In: ders.: Vorträge und Erinnerungen. Darmstadt 1969, S. 285.
- 9** Friedrich Hund: Grundbegriffe der Physik. Mannheim 1969, S. 11.
- 10** Alexander von Humboldt: Über die Freiheit des Menschen. Auf der Suche nach Wahrheit. Hrsg. von Manfred Osten. Frankfurt am Main 1999, S. 18.
- 11** Ebd., S. 177.
- 12** Zitiert nach Werner Heisenberg: Die Einheit der Natur bei Alexander von Humboldt und in der Gegenwart. In: Gesammelte Werke. Abt. C. Band III. München 1985, S. 18.
- 13** Ebd., S. 19.
- 14** Ebd., S. 23.