



Ernst Peter Fischer

Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat

SACHBUCH



Springer Spektrum

Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat

Ernst Peter Fischer

Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat



Springer Spektrum

Ernst Peter Fischer
Heidelberg
Deutschland

ISBN 978-3-642-34762-7
DOI 10.1007/978-3-642-34763-4

ISBN 978-3-642-34763-4(eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags.
Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Planung und Lektorat: Merlet Behncke-Braunbeck, Bettina Saglio
Lektorat: Regina Schneider
Einbandentwurf: deblifik Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-spektrum.de

Prolog

„Wissenschaft wird von Menschen gemacht“

„Wissenschaft wird von Menschen gemacht“ – so beginnt der große Physiker und Humanist Werner Heisenberg (1901–1976) seine von philosophischen und ästhetischen Überlegungen durchzogene Autobiographie *Der Teil und das Ganze* (1969). Und der gebildete Leser darf sich bis in die Gegenwart ruhig darüber wundern, wie wenig dieser einfache und so selbstverständliche Satz von den Intellektuellen im Lande der Dichter und Denker konkret zur Kenntnis und ernst genommen wird, und auch von denen, die in den Feuilletons der Zeitungen das Sagen haben oder in ihren geisteswissenschaftlichen Seminaren die Deutungshoheit über die Zeitläufte beanspruchen. Sie kennen die Menschen nicht, die die Wissenschaft gemacht haben, von deren Erträgen sie leben, und sie zitieren bevorzugt Sozialphilosophen wie Jürgen Habermas, für den die Naturwissenschaften bestenfalls etwas für Ungebildete sind. „Die wissenschaftlich erforschte Natur“, so sagte er unter dem Beifall der politischen und gesellschaftlichen Prominenz, als er 2001 den Friedenspreis des Deutschen Buchhandels entgegennahm, „fällt aus dem sozialen Bezugssystem von erlebenden, miteinander sprechenden und handelnden Personen heraus“.

Die Intellektuellen der Gegenwart verstehen auf diese Weise viel zu wenig von den historischen Wegen, auf denen tätige Menschen die Gegenwart praktisch gestaltet und für ihre Zeitgenossen bereitet haben. Tatsächlich ist es so, dass sich europäische Gesellschaften – nicht zuletzt die deutsche – im frühen 21. Jahrhundert nahezu vollständig und unumkehrbar in Abhängigkeit von wissenschaftlich-technischen Fortschritten entfaltet haben, wie etwa bei der Ressourcennutzung, der Energiegewinnung, der Krankenversorgung oder im Kommunikationswesen. Und ihre Geschichte – ihr stetes Vorwärtsstreben, das unserer Gegenwart ihre Gestalt verleiht – kann nur verstanden werden, wenn man die dazugehörige Dynamik berücksichtigt. Wenn man also ein waches Bewusstsein hat für die Geschichte der Wissenschaften und die mit ihren Erkenntnissen möglich gewordenen Technik, die in ihrer relevanten und aktuellen Form im frühen 17. Jahrhundert begonnen und den europäischen Sonderweg zum Wohlstand bereitet hat, den viele Millionen Menschen heute so selbstverständlich und in wachsender Zahl genießen, ohne zu fragen, woher er kommt und welchen Ideen er zu verdanken ist. Wissenschaft ist

VI Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat

nämlich von Menschen für Menschen gemacht. Und weil dies so ist, bleibt es mir völlig unverständlich, warum unsere Gesellschaft so wenig von den Naturforschern und ihrem persönlichen Beitrag sowohl zu unserer gegenwärtigen Wirklichkeit als auch zu unserem grundlegenden Weltbild weiß oder wissen will.

Dieses Buch stellt ein Angebot dar, diese Situation zu ändern. Es ist entstanden aus einer Vorlesung, die im Jahre 2012 am Historischen Seminar der Universität Heidelberg gehalten wurde und die sich an Zuhörerinnen und Zuhörer richtete, die zwar von der Bedeutung der Naturwissenschaft für Geschichte und Bildung überzeugt waren, die diese Einsicht aber nicht im Schulunterricht vermittelt bekommen hatten und sie nun nachholen wollten.

Die Geschichte der Wissenschaften, die sich methodisch der Natur zuwenden und ihre Gesetzmäßigkeiten zum Nutzen der Menschen erkunden, wird in diesem Buch zunächst wie im Vogelflug betrachtet, um einen Überblick zu gewinnen, um sie dann im Detail zu betrachten und einzelne Forscher kennenzulernen, die in ausreichender Zahl vorgestellt werden, wodurch gezeigt werden kann, womit sie im Einzelnen beschäftigt waren. Das Buch entsteht in der Überzeugung, dass die Schilderung des historischen Werdegangs einer wissenschaftlichen Einsicht oder Theorie einen eleganten Weg bietet, sie allgemeinverständlich darzustellen. Möglicherweise verstehen ja auch Experten das, was sie gefunden haben, erst dann in ausreichender oder ungewohnter Tiefe, wenn sie die Genese des dazugehörigen Gedankens kennen. Sie sollten es einmal probieren.

Inhalt

Prolog – „Wissenschaft wird von Menschen gemacht“	V
1 Wissen ist Macht – Ein europäisches Quartett und die Folgen	1
Das damals neue Thema des Neuen	1
Wissen ist Macht	5
Mathematische Prinzipien	6
Chemie und Biologie	7
Die erste Wirklichkeit	10
Es wird ein Mensch gemacht	11
Im Schattenreich der Wissenschaft	14
Newtons Koffer und andere Außenseiter	15
Die Traumsymbole	17
Die zweite Wirklichkeit	18
2 Die Verwandlung der Wissenschaft – Ein Überblick über ihre erstaunlichen Veränderungen	21
Ein Gang durch die Jahrhunderte	22
Einstiens Theorien	25
Eine beginnende Sozialgeschichte	26
Die Umwertung aller Werte	26
Der Einzug der Subjektivität	28
Die Entdeckung der Unstetigkeit	30
Sehr revolutionär	31
Die Stabilität der Materie	32
Der Verlust der anschaulichkeit	34
Aus Tatsachenfragen werden Wertefragen	36
Wertfreie Wissenschaft?	39
3 Wege der Wissenschaft – Historische Entwicklungen, logische Vorgehensweisen und Abenteuer auf der Nachtseite	41
Zum Konzept einer Revolution	41
„Eine gänzlich neue Geschichte“	43
Die Bilder in der Seele	46
Die ganzheitliche Sicht	47
Das Unbewusste in der Wissenschaft	49
Faszination Wissenschaft	49

4 Verständnis für die Welt als Ganzes – Frühe Erklärungen des Himmels von der Erde aus	51
Der antike Himmel mit christlicher Aufladung	52
Die sublunare Sphäre und darüber hinaus.	55
Die vier Schritte zur Größe der Sonne	57
Der Ort der Sonne	59
Die Neuzeit beginnt.	60
Die heliozentrische Idee	62
Irrtümer	63
Die zweite Drehung des Kopernikus	64
Die philosophische Wende	66
5 Der Blick durch das Fernrohr – Die Entstehung der modernen Kosmologie	67
Die Gesetze der Marsbahn	68
Die unbewussten Vorgaben	70
Keplers Universum	72
Der erste Blick durch ein Fernrohr	73
Galileis Größe.	74
Galileis Durchblick	75
Der Kampf mit der Kirche	77
Das Newtonsche Uhrwerk	79
Ansichten zu und Einsichten von Newton	82
Pest und Farben	82
Die Schwerkraft	83
Raum und Zeit	85
Die Raumzeit und die Relativität	87
Die Relativität von Raum und Zeit	88
Gleichörtlichkeit.	89
Gleichzeitigkeit	90
Raumzeit und mehr	91
Die Welt als Ganzes	92
6 Der Verlust einer Vorsilbe – Die ersten Erfolge der Chemie im Jahrhundert nach Newton.	93
Die Kräfte der Körper	94
Die chemische und andere Revolutionen.	97
Elementares und Elemente	100
Klarheit in Karlsruhe	105
Das Periodensystem	107
7 Elektrizität und Evolution – Die großen Themen im 19. Jahrhundert	111
Vorgeschichten.	112
Weltreisen	114
Stufen einer Karriere	115
Vom Kosmos	116
Naturgemälde	116
Der innere Zweck und die äußere Wahrnehmung	117
Zeitreisen	118

Theorien der Erde	120
Das Aufkommen der Elektrizität	122
Der Strom und die Nadel	129
Ein Weltreisender	137
8 Energie und Entropie – Andere große Themen der Wissenschaft im 19. Jahrhundert	147
Die Heilsbotschaft der Energie	148
Zum „Wesen der Energie“	150
Energie und Zeit	152
Eine Welt voller Wahrscheinlichkeit	153
Der Zweite Hauptsatz der Wärmelehre und ein Dämon	156
Maxwells Sortiermaschine	158
Eine Frage der Information	160
Der Preis des Vergessens	161
Ein Physiker im Klostergarten	163
Die „Versuche über Pflanzen-Hybridien“	165
Der Physiker Mendel zum ersten	167
Der doppelte Bruch	168
Die Rolle der Physik	169
Die Teile und das Ganze	170
Der Physiker Mendel zum zweiten	172
9 Von der Romantik bis zur Radioaktivität – Noch mehr Geschichte der Wissenschaft aus dem 19. Jahrhundert	175
Die Einheit der Zelle	178
Der Blick auf und in die Zellen	180
Die Rolle der Chemie	184
Ein großer Chemiker	185
Die Chemie und ihre Träume	188
Kekulés Traum	190
Die Logik des Benzols	191
Andere Träume	192
Die unsichtbaren Strahlen	194
10 Der Quantensprung zu Beginn des 20. Jahrhunderts – Ein neues Weltbild der Physik und die Folgen	197
Die Quanten und ihre Folgen	198
Der Quantensprung	201
„Sehr revolutionär“	202
Die Stabilität der Materie	203
Der Verlust der Anschaulichkeit	205
Die Umwertung alter Werte	207
Schizophrene Physik	209
Die Idee der Komplementarität	211
Näheres zum Ding an sich	212
Unbestimmtheiten	213
Die Debatte um die Quanten	214
Die Verschränktheit der Quantenwelt	216

Rechnen mit Verschränktheit	219
Wirkungen aus dem Nichts	221
Das Verschwinden der Atome	226
Atome als Symbole	228
11 Eine interdisziplinäre Wissenschaft – Das Aufkommen der Molekularbiologie	231
Ein Physiker in der Biologie	231
Auf dem Weg in die Molekularbiologie	233
Das Wachsen der Phagen	237
Der Blick auf die Schwankungen	239
Das Experiment mit dem Mixer	241
Der Weg zur Doppelhelix	243
Forschen in Cambridge	245
Die Idee der Helix	246
Mehr zu Crick	246
The Odd Couple	248
Die Idee der Molekularbiologie	250
„Ein unwiderlegbares Experiment“	253
Persönlichkeiten und Forschungsstile	253
Professor und Direktor	257
Das Rätsel des Lebens	258
Die interdisziplinäre Wissenschaft	258
Das Zeitalter der Gentechnik	259
Die neue Genetik	262
Der Mangel an Theorie	263
12 Informationen in komplexen Welten – Eine Einheit in der Vielfalt der Disziplinen nach 1945	265
Verändert das Internet das Denken?	266
Eine zweite industrielle Revolution	270
Das transistorische Zeitalter	271
Der Siegeszug zur Informationsgesellschaft	273
Eine Welt voller Informationen	273
Was ist Leben?	276
Die Revolution der Informationstechnologie	277
Der integrierte Schaltkreis	279
Personal Computer	282
Der Weg ins Netz	283
Ein neuer Informationsbegriff	287
Epilog – „Was alle angeht, können nur alle lösen“	291
Weiterführende Literatur	293
Index	295

1

Wissen ist Macht *Ein europäisches Quartett und die Folgen*

Es gibt in Europa keinen bestimmten Ort, an dem jene komplexe historische Realität entstand, die wir heute als *moderne Wissenschaft* bezeichnen. Europa selbst ist dieser Ort. Rufen wir uns ruhig eine allgemein bekannte Tatsache in Erinnerung: Kopernikus war Pole, Bacon, Harvey und Newton waren Engländer, Descartes, Fermat und Pascal Franzosen, Tycho Brahe Däne, Paracelsus, Kepler und Leibniz Deutsche, Huygens Holländer, Galilei, Torricelli und Malpighi Italiener. Alle diese Persönlichkeiten trugen dazu bei, eine Welt der Ideen zu schaffen, in der es keine Grenzen gab, eine Gelehrtenrepublik, die sich mühsam einen eigenen Raum schuf inmitten politisch-sozialer Gegebenheiten, die immer schwierig, oft dramatisch, zuweilen tragisch waren.

Das damals neue Thema des Neuen

Mit diesen zugleich einsichtigen und eindringlichen Worten beginnt der italienische Historiker Paolo Rossi sein 1997 erschienenes Buch *Die Geburt der modernen Wissenschaft in Europa*. Diese „Geburt“ legt er zeitlich an den Anfang des 17. Jahrhunderts, und sie dauerte noch an, als der Dreißigjährige Krieg (1618–1648) den Kontinent verwüstete und die brutalen Glaubenskämpfe den historischen Blick auf das eigentliche Geschehen dieser umwälzenden Tage versperrten, auf erdgeschichtlicher Ebene vergleichbar den Säugetieren, die sich im Schatten der Dinosaurier zeigten. Was nämlich damals, in jenen ersten Jahrzehnten nach 1600, tatsächlich von den oben genannten und in geisteswissenschaftlichen Seminaren vermutlich kaum bekannten, geschweige denn schriftlich erwähnten Personen mit überragender und bis heute ungebrochener Bedeutung hervorgebracht wurde, lässt sich kurz und knapp als das „Thema des Neuen“ bezeichnen. Ein Thema, das seitdem die gesamte europäische Kultur durchzieht. In den Worten von Rossi:

2 Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat

Der Begriff *novus* erscheint in nahezu obsessiver Weise in den Titeln von Hunderten wissenschaftlicher Bücher, die im 17. Jahrhundert gedruckt werden: *Novum Organum* von Bacon, *Nuova de universis philosophia* von Francesco Patrizi (1591), *De mundo nostro sublunari* von William Gilbert (1651), *Astronomia nova* von Kepler (1609), *Discorsi intorno a due nuove scienze* von Galilei (1638), *Novo teatro di machine* von Vittorio Zonca (1607). (Kasten: Die alte Welt vor dem Neuen und in ihm).

Das europäische Quartett

Es waren viele Personen, die zur Geburt der modernen Wissenschaft in Europa beigetragen haben, und die in diesem Rahmen nicht alle ausreichend gewürdigt werden können. Dieser Text konzentriert sich daher auf vier herausragende Persönlichkeiten, die für die Herausbildung der neuzeitlichen Wissenschaft stehen – auf den Briten Francis Bacon (1561–1626), den Italiener Galileo Galilei (1564–1642), den Deutschen Johannes Kepler (1571–1630) und den Franzosen René Descartes (1596–1650). Ihre Schriften zeigen exemplarisch das veränderte und *neue* Verständnis dessen, was *Wissenschaft ausmacht*. Sie zeigen einen neuen Grundgedanken – nützliches Wissen führt zu Fortschritten im irdischen Dasein –, eine neue Überzeugung – Naturgesetze lassen sich mathematisch formulieren –, eine neue Bewertung – empirisch gewonnene Daten können traditionelle Vorstellungen als unbrauchbar erkennen lassen und zu ihrer Ablösung führen – und ein neues methodisches Vorgehen (die Zerlegung eines Ganzen und die Betrachtung seiner Elemente ermöglicht das Verstehen). Und sie zeigen, wie diese neue Wissenschaft in die Geschichte der europäischen Kultur eingeführt und in den nachfolgenden Jahrhunderten zu ihrem größten Exportschlager werden konnte.

Die alte Welt vor dem Neuen und in ihm

Die neue Wissenschaft, die sich im 17. Jahrhundert in Europa herausbildete, kam nicht aus dem Nichts. Ihr vorangegangen waren jahrhundertelange Bemühungen, die sich unter anderem durch Stichworte wie Alchemie und Astrologie kennzeichnen lassen. Historisch ist dabei von besonderem Interesse, dass der große Meister der neuen Astronomie, Johannes Kepler, als Astrologe tätig war, und zwar erstens mehrfach und zweitens sogar sehr erfolgreich, und dass der noch größere Physiker Isaac Newton (1642–1727) fleißig und überwiegend Alchemie getrieben hat, wenn auch nicht so erfolgreich wie mathematische Physik, der wir die Idee eines kosmischen Uhrwerks verdanken. Zwar gibt sich – zumindest auf den ersten Blick – heutzutage kein moderner Forscher mehr eine derartige Blöße, und auch hat es weder die Alchemie noch die Astrologie jemals zu akademischen Ehren gebracht – keine der beiden Disziplinen konnte sich im Verlauf der Geschichte mit einem Lehrstuhl an den Universitäten

etablieren –, doch wer daraus den Schluss zieht, dass es nicht lohnt, alchemistische Ansätze oder astrologische Bemühungen zu verfolgen, der irrt, wie im Folgenden deutlich gemacht werden soll. So seltsam es auch erscheinen mag, aber das alchemistische Gedankengut ist – wenn auch nahezu unbemerkt im Hintergrund – ein unübersehbarer Teil der modernen Wissenschaft. Und die Popularität und die öffentliche Neigung vieler Menschen zur Astrologie mit ihren Horoskopen kann nur übersehen, wer das Publikumsinteresse für völlig nebensächlich hält, wer wirklich niemanden kennt, der sich mit Steinböcken, Stieren, Fischen oder Skorpionen beschäftigt und der sich Gedanken darüber macht, welche dieser Sternzeichen gut zueinander passen.

Wer die modernen Wissenschaften verstehen will, ist gut beraten, wenn er ernst nimmt und bedenkt, was der Philosoph Friedrich Nietzsche 1882 in seinem Werk *Die fröhlichen Wissenschaft* niedergeschrieben hat: Dass nämlich die Physik, Chemie und Biologie nicht „entstanden und groß geworden wären, wenn ihnen nicht die Zauberer, Alchimisten, Astrologen und Hexen vorangelaufen wären“, die dabei vor allem eine Funktion erfüllten, nämlich „mit ihren Verheißen und Vorspiegelungen erst Durst, Hunger und Wohlgeschmack an verborgenen Mächten“ zu schaffen. Dass zumindest in der Alchemie mehr steckt als die von Nietzsche anvisierten Verführungen, soll im Folgenden beschrieben werden. An dieser Stelle sei noch verwiesen auf die Bedeutung der islamischen Welt für die europäische Wissenschaft, war sie es doch, die das Wissen der Antike bewahrt und das Erbe der griechischen Denker als Schatz erkannt und dem christlichen Mittelalter zurückgegeben hat. Nur dank der vielen Übersetzungen griechisch-arabischer Werke konnte die europäische Wissenschaft im 13. Jahrhundert überhaupt wieder erstarken. Und um einen erneuten Verlust des angesammelten Wissens auszuschließen und damit einen weiteren Niedergang der eigenen europäischen Kultur zu verhindern, schickte man sich an, in rascher Folge Sammelorte des Wissens zu gründen, sogenannte Universitäten. Es waren vor allem die ursprünglich griechisch verfassten und jetzt aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzten Werke des Philosophen Aristoteles, die zur Grundlage vieler Studiengänge wurden, obwohl es einige Kritikpunkte von Kirchenseite an dessen Ansichten gab, was aber ohne Folgen blieb. So ging Aristoteles davon aus, das Universum sei ewig, es würde ewig existieren und lasse daher keinen Raum für eine göttliche Schöpfung. Er verstand den Lauf der Dinge im Wechselspiel von Ursache und Wirkung, wodurch dem wunderbaren Eingreifen Gottes Grenzen gesetzt wurden.

Unabhängig davon begann mit der Lektüre der aristotelischen Texte eine mittelalterliche Naturphilosophie, mit der es zum Beispiel bei Albertus Magnus (um 1200–1280) zu einem Konflikt kam zwischen dem, was man wissen *konnte*, und dem, was man glauben *sollte*. Albertus Magnus plädierte dabei vorsichtig für den Vorrang des Wissens, und er wollte als Lehrer vor allem die Wissbegierde der Studenten bedienen, die sich wie er den Kopf über die Frage zerbrachen, was es mit dem bereits in der Antike gewonnenen Wissen einer runden (kugelförmigen) Erde auf sich habe. Wie können sich die Menschen auf

4 Wie der Mensch seine Welt neu erschaffen hat

der gegenüberliegenden Seite des Erdballs halten, also dort, wo von Europa aus gesehen das heutige Neuseeland zu finden ist, von dem Albertus Magnus und seine Schüler natürlich nichts wussten? Viele Christen mögen vermutet haben, was Dante um 1300 in seiner *Göttlichen Komödie* festhielt: Dass irgendwo auf der Unterseite der Erde die Hölle liege, die örtlich möglichst weit entfernt liegen müsse vom Himmel mit Gott, der über allen Dingen anzusiedeln sei.

Neben der genannten kirchlichen gab es auch eine kinematische Kritik an den Ideen von Aristoteles. Konkret geäußert wurde diese unter anderem von dem in Paris lebenden Gelehrten und Rektor Jean Buridan (um 1295– um 1358), der sich zum einen nicht mit dem antiken Gedanken abfinden wollte, dass eine Bewegung dadurch zustande komme, dass ein Körper seinen natürlichen Ort als Ziel anstrebe (fallende Steine also den Boden), und der sich zum anderen über die aristotelische Behauptung wunderte, eine Bewegung höre auf, wenn die sie bewirkende Kraft verschwinde: Wenn ein Speer geworfen oder eine Kugel abgefeuert wird, dann fliegen die Projektile weiter, auch wenn die Hand den Speer losgelassen oder die Kugel die Kanone verlassen hat. Buridan erkannte, dass eine andere Erklärung notwendig war. Er nahm eine Idee aus dem 6. Jahrhundert auf, die er bei dem aus Alexandria stammenden Philosophen Johannes Philoponos (um 490– um 575) fand. Dieser hatte vorgeschlagen, dass die Kraft, die auf einen Körper ausgeübt wird, diesem Körper einen Impetus verleiht. Der Ausdruck Impetus kommt aus der lateinischen Sprache und bezeichnet so etwas wie einen Vorwärtsdrang, den Philoponos (und später Buridan) in einem bewegten Körper festmachte, um zu verstehen, was mit diesem Körper nach einer Krafteinwirkung passierte. Buridan ging es vor allem darum, bei der Erklärung von physikalischen Abläufen ohne die Ursache eines Ziels oder Zwecks – einer Causa finalis – auszukommen, wie sie Aristoteles noch selbstverständlich eingesetzt hatte. Buridan versuchte sogar, die Idee des Impetus, der so etwas wie eine „Wegzehrung“ darstellt, auf die Bewegung der Himmelssphären abzubilden. Damit wollte er loskommen von der Vorstellung eines geheimnisvollen „unbewegten Bewegers“, den sich Aristoteles ausgedacht hatte, einer ersten Kraft, die unentwegt tätig ist und alle Bewegung auf der Welt verursacht. Buridan genügte der christliche Gedanke, Gott habe den Dingen bei der Schöpfung einen Impetus gegeben, der die Welt seither bewegt und am Laufen hält und der es dem Schöpfer möglich mache, sich vom siebten Tage an auszuruhen. Das Konzept eines Impetus (Impetustheorie) hielt sich bis in die Tage von Newton, der am Ende des 17. Jahrhunderts als erster Wissenschaftler im modernen Sinne verstand, wie Bewegungen zustande kommen und fortlaufen. Sein Schlüsselbegriff der Trägheit (Inertia) bereitet vielen Menschen bis heute gedankliche Schwierigkeiten. Es scheint eine andere Trägheit zu geben, eine Trägheit – die der Seele oder die des Verstehens –, die der Mensch nur ungern zu überwinden versucht. Man kann nur betonen, dass sich dieser Versuch auf jeden Fall lohnt.

Die genannten unbekannten Naturwissenschaftler der europäischen Moderne brachten damals tatsächlich etwas Neues hervor, nämlich den heute selbstver-

ständlichen Gedanken, dass es so etwas wie Fortschritt geben kann und damit eine Zukunft, die besser werden kann, als es die Vergangenheit war. Und „besser“ heißt dabei, „besser für die Menschen“, denn „das einzige Ziel der Wissenschaft“ besteht darin, „die Bedingungen der menschlichen Existenz zu erleichtern“, wie Brecht den Helden in seinem Theaterstück „Leben des Galilei“ sagen lässt, und in dieser Formulierung steht nichts von Wahrheit oder einem anderen hehren Ziel. Es ging und geht in der Naturwissenschaft um konkretere Dinge, um bessere Kühlmöglichkeiten zur Aufbewahrung von Nahrung etwa, um bessere Geräte zur Messung von Fieber, um bessere Anwendungen von Energie zum Transport von Gütern und Personen und dergleichen mehr. Natürlich wollte das sich öffnende Denken mit dem neu erworbenen Wissen auch zum Thema Wahrheit beitragen. Und so überprüfte man die Übereinstimmung zwischen den Antworten, die die Natur auf eine experimentelle Befragung gab, und denen, die Forscher in ihren Theorien vorgelegt hatten. Einige Vertreter der aufkeimenden Naturwissenschaft etwa befassten sich nun eingehender mit der Frage, ob das Weltall endlich oder unendlich groß sei, ob sich also der Himmel in offene Weiten erstrecken oder ob er irgendwo seinen Abschluss finden würde, um das vielfach angenommene Dach zu formen, unter dem sich das Leben der Menschen auf einem Planeten namens Erde abspielt, welche es galt, besser zu machen. Einige andere wiederum beschäftigten sich mit der Wärme, fragten sich, wie sie entsteht und woraus sie besteht. Was unterscheidet das Brennen von Pfeffer im Mund vom (Ver)brennen der Sonne auf der Haut? Und wie warm sind die Strahlen des Zentralgestirns im Vergleich zum kühlen Licht unseres Erdtrabanten, des Mondes?

Wissen ist Macht

Wenn man so will und einen Anfangspunkt suchen möchte, kann man sagen, dass die Wissenschaft ihre moderne – also bis heute praktizierte experimentell orientierte – Form mit dem dazugehörigen Sinn einer Lebenserleichterung zuerst durch die Schriften des englischen Philosophen Francis Bacon (1561–1626) bekommen hat. Mit ihm verbindet die Nachwelt den inzwischen vielfach als Sprichwort verstandenen und viel zitierten knappen Satz „Wissen ist Macht“, den Bacon wörtlich so nicht formuliert, dem Sinne nach aber meint, wenn er in den Eingangsaphorismen seines grundlegenden Werkes *Novum Organon* sagt:

Menschliches Wissen und menschliche Macht treffen in einem zusammen; denn bei der Unkenntnis der Ursache versagt sich die Wirkung. Die Natur kann nur beherrscht werden, wenn man ihr gehorcht; und was in der Kontemplation als Ursache auftritt, ist in der Operation die Regel.

Mit anderen Worten, Wissen wird für Menschen zur Macht, wenn sie die Naturgesetze zuerst erfassen und dann anwenden, was konkret heißt, sich ihnen zu unterwerfen. Und wenn diese Wendung auch noch so unscheinbar daherkommt, mit ihr betritt ein neuer Akteur die Weltbühne, auf der die Geschichte spielt, nämlich das menschliche Subjekt. „Unterwerfen“ heißt im Lateinischen „*subiacere*“, und der Mensch, der sich der Natur unterwirft, um sie für seine Zwecke zu nutzen, wird zum Subjekt, das einem Objekt – also einem Gegenstand – im Wortsinne gegenübersteht. Ein Mensch tritt der Natur als ein Ich gegenüber und behandelt sie als Gegenstand (Objekt), wobei sich in den Jahrzehnten nach Bacon noch die Idee durchsetzt, dass die dazugehörige Beschreibung der Natur (Welt) so zu erfolgen habe, dass der beobachtende und darstellende Mensch darin nicht vorkommt. Die Welt ohne ein Ich zu erfassen, wird zum großen Ziel der westlichen (europäischen) Naturwissenschaft, das später philosophisch als „objektives Ziel“ bezeichnet und dahingehend aufgewertet wird. Die Naturwissenschaft soll objektiv sein und keinerlei subjektives Element enthalten. Die kommenden Jahrhunderte scheinen diesem großen Ziel nah und näher zu kommen, bis sich nach 1900 ein radikaler Umsturz vollzieht und sich ein neues Weltbild zu formen beginnt, das noch zu erläutern sein wird.

Mathematische Prinzipien

Der erste weit ausholende Schritt hin zu einer objektiven Physik gelang dem Briten Isaac Newton (1642–1727) im späten 17. Jahrhundert. 1687 publizierte er sein großes Werk mit dem umständlich klingenden Titel *Philosophiae naturalis principia mathematica*, das in den meisten Fällen kurz als die *Principia* zitiert wird. In diesem – meiner Ansicht nach absichtlich – schwer verständlich gehaltenen Text demonstrierte Newton für seine Zeitgenossen wie auch für die Nachwelt offenbar hinreichend überzeugend, dass die 1623 in einer Art Glaubensbekenntnis formulierte Vermutung von Galileo Galilei (1564–1642) wohl zutrifft. „Das Buch der Natur kann man nur verstehen, wenn man vorher die Sprache und die Buchstaben gelernt hat, in denen es geschrieben ist.“ Und damit meinte Galilei die Sprache der Mathematik und der Geometrie, der wissenschaftlichen „Weltvermessung“ im wörtlichen Sinne, die Galilei für vollständig durchführbar hielt. Er teilte die Dinge in solche ein, die schon vermessen waren, und solche, die noch vermessen werden sollten. Alles sollte also in einer mathematisch relevanten Zahl ausgedrückt werden können, und dieser riskante und damals eher unbegründete Vorschlag des Italiener faszierte nicht nur Newton, der ihn in seiner *Principia* zur Geltung brachte und das damit verbundene Versprechen weitgehend einlöste (Kasten:

Galileis konkretes Scheitern). Galileis geometrischer Gedanke fasziniert die Forscher bis heute und zieht noch immer viele Beobachter der Wissenschaft in Bann, Historiker wie Philosophen gleichermaßen, und auch die, die Galileis eher aus der Luft gegriffene Vermutung für eine wundersame Wahrheit halten und andere Möglichkeiten übersehen. Wie etwa die, dass Gott weder Mathematiker noch Geometer sei, sondern Dichter und Künstler, wie man spätestens im frühen 19. Jahrhundert vermutete und wie im Verlauf der Geschichte noch zu erörtern sein wird.

Galileis konkretes Scheitern

Galileis Vorschlag, das Buch der Natur sei in der Sprache der Mathematik geschrieben, mutet umso erstaunlicher an, wenn man weiß, dass er selbst keinen einzigen Satz oder Lehrsatz darüber gekannt noch formuliert hat. Galilei versuchte, den freien Fall zu erfassen, der, wie heute jeder in der Schule lernt, dadurch definiert ist, dass die Fallgeschwindigkeit proportional zur Fallzeit zunimmt (solange keine relativistischen Effekte auftreten und sich alles in einem Vakuum abspielt). Jedoch gab es zu Galileis Zeiten nicht einmal Uhren, und man musste den Puls zu Hilfe nehmen, um die Zeit zu messen. Es gehört zu den hübschen Einsichten der Physik der nachfolgenden Jahrhunderte, dass dann, wenn die Geschwindigkeit (v) proportional zur Zeit (t) zunimmt, wenn also $v = g \cdot t$ ist, wie es in moderner Schreibweise mit dem Proportionalitätsfaktor g heißt, der für die Fachwelt Gravitationskonstante heißt und die Beschleunigung einer Masse durch die Erdanziehung erfasst, dass dann die durchfallene Strecke (s) proportional zum Quadrat der Zeit zunimmt, wobei konkret gilt, dass $s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ ist. Und wer diese kleine Formel sieht, wird sich nicht mehr wundern, dass Galilei an ihr scheiterte. Bleibt zum einen die Frage, was ihn außer Keckheit zu der Äußerung veranlasste, nur der könne im Buch der Natur lesen, der mit der Sprache der Mathematik vertraut sei. Und stellt sich zum zweiten die Frage, warum viele Menschen bis heute Galileis Diktum gedankenlos nachbeten, obwohl die Wissenschaftsgeschichte viele Beispiele kennt von Menschen, die sehr viel von der Natur verstanden und auch vermittelt haben, ohne sich dabei mit geometrischen Symbolen oder Beweisen abzugeben.

Chemie und Biologie

Mit Newtons Werk etabliert sich die erste der modernen Disziplinen, die Physik, zu der sich im Lauf der historischen Entwicklungen weitere Bereiche hinzugesellen. Nach der Physik im ausgehenden 17. Jahrhundert kommt im Laufe des 18. Jahrhunderts die Chemie in Gang, deren Ursprünge mit dem Namen des französischen Naturwissenschaftlers Antoine Lavoisier (1743–1794) verbunden werden. Er versteht mit Hilfe von quantitativen

Analysen zum ersten Mal, was bei dem Verbrennen von Stoffen passiert, und er kann auch zeigen, dass das seit der Antike als elementar eingestufte Wasser tatsächlich keine einfache, sondern eine zusammengesetzte Substanz ist, in der sich die beiden Stoffe zusammengefunden haben, die Menschen heute als Sauerstoff und Wasserstoff bezeichnen.

Als das 18. Jahrhundert zu Ende geht, schlägt ein Landsmann von Lavoisier, der Zoologe und Botaniker Jean Baptiste Lamarck (1744–1829) vor, der Untersuchung des Lebendigen einen eigenen Namen zu geben und prägt den Begriff der Biologie, der das moderne Trio der grundlegenden wissenschaftlichen Disziplinen komplett macht. Die Biologie erlebt im 19. Jahrhundert eine grandiose Blüte, als ihre Vertreter zuerst erkennen, dass alles Leben aus Zellen besteht und entsteht, und der Engländer Charles Darwin (1809–1882) danach den Gedanken überzeugend begründen kann, dass es einen natürlichen Mechanismus gibt, der die Vielfalt des Lebens und Mannigfaltigkeit der Organismen verständlich machen kann – die Evolution.

Das 19. Jahrhundert erlebt neben den elementaren Fortschritten in den Bereichen der Wissenschaft auch erste konkrete Anwendungen ihrer Erkenntnisse im großen Stil. Die Industrialisierung, der eine „Industrielle Revolution“ vorausgegangen ist, beginnt 1815 mit dem Einsatz von ersten mechanischen Maschinen wie etwa der Dampfmaschine. Im 19. Jahrhundert kommt es ganz allgemein zu einer „Verwandlung der Welt“, wie Historiker heute erkennen, und es steht außer Frage, dass vor allem das naturwissenschaftlich orientierte Vorgehen und die dadurch erzielten Erfolge dazu beigetragen haben. Davon wird noch ausführlich die Rede sein.

Exkurs: Die Aktualität der Alchemie und die Verbesserung des Menschen

Wer sich zu den modernen Wissenschaftlern rechnet oder wer ein ernsthafter Anhänger streng rationaler Wissenschaftlichkeit ist, wird alles, was mit dem Namen der Alchemie in Verbindung gebracht wird, bestenfalls als harmlosen Aberglauben und schlimmstenfalls als groben Unfug und Beutelschneiderei betrachten. Die Alchemie wird von vielen Zeitgenossen sehr gerne als „eine verbreitete und hartnäckige Verirrung der Kulturgeschichte“ abgetan, die man längst überwunden glaubt, wobei die zitierte Formulierung von Hermann Kopp (1817–1892) stammt, einem der ersten Chemiehistoriker aus dem 19. Jahrhundert. Tatsächlich setzen viele Wissenschaftler (und andere gebildete Menschen) bis heute die Alchemie mit mühsamer und vergeblicher Goldmacherei in dunklen Laboratorien gleich (siehe „Das Wort Alchemie“ und „Was ist Alchemie?“). Sie denken, dass die moderne Physik mit ihrer Kenntnis vom Aufbau der Materie und der daraus entwickelten Fähigkeit, Elemente umzuwandeln zu können, die alte Wunschvorstellung der Alchemisten, unedle Metalle

wie Blei in edle Stoffe wie Gold zu verwandeln, sich längst als Phantasmagorie erwiesen habe. Tatsächlich haben Chemiker des 20. Jahrhunderts – zum Beispiel der Deutsche Otto Hahn (1878–1968) oder der Neuseeländer Ernest Rutherford (1871–1937) – von moderner Alchemie gesprochen, nachdem sie in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts verstanden hatten, wie Elemente durch Beschuss mit Neutronen umgewandelt werden können. Auf diese Fähigkeit der Wissenschaft wird zu passender Zeit noch eingegangen. Auf jeden Fall sollte man nicht annehmen, dass in unseren Tagen niemand mehr sinnlos seine Zeit mit solchen abstrusen Vorhaben vergeudet. Das alchemistische Denken bleibt aktuell, auch wenn die Methoden hoffnungslos veraltet und im Kabinett der Kuriositäten ausgestellt sind.

Das Wort Alchemie

Der Begriff „Alchemie“ stammt offenbar aus dem Arabischen: *al-kimiya*
Lateinische Fassung: *alkimia*, *alchimia*

Klar ist allerdings das Präfix: al- = bestimmter Artikel;
Unklar bleibt die Wurzel.

in der Literatur werden drei Möglichkeiten genannt:

Ägyptisch: *keme*, *chemi* – die schwarze Erde
Griechisch: *chemeia* – gießen (flüssiges Metall)

Hebräisch: *ki mijah* – „was von Gott ist“

Was ist Alchemie?

Alchemisten bemühen sich um die Herstellung von unvergänglichem Gold, und als Mittel zu diesem Zweck dient der Stein der Weisen. Der Stein bewirkt die Transmutation. Als Ausgangsmaterial des alchemistischen Prozesses dient das unedle Blei, das dem Saturn zugeordnet ist. Griechisch steht dafür Kronos, der mit der Zeit in Verbindung gebracht wird und also die Vergänglichkeit darstellt. Damit erklärt sich eine andere Definition der Alchemie. Sie findet sich zum Beispiel in der französischen *Encyclopédie universalis* (Paris 1968), in der es heißt: „Die Alchemie stellt den Menschen die Möglichkeit vor Augen, über die Zeit zu triumphieren, sie ist die Suche nach dem Absoluten. Der Weg dazu ist die Vervollkommenung dessen, was vor dem Menschen geschaffen, aber von der Natur unvollkommen gelassen wurde.“

Ist die Alchemie aber tatsächlich überholt und bestenfalls ein Relikt aus der Mottenkiste der Wissenschaftsgeschichte? Oder sollte man etwas vorsichtiger mit ihr umgehen und es sich nicht zu leicht machen mit „der sehr lächerlichen Selbstüberschätzung, mit der viele auf das Zeitalter der Alchemie zurückblicken?“

Die zuletzt zitierte Formulierung geht auf Justus von Liebig (1803–1873) zurück, der wie kein zweiter die wissenschaftlich werdende Chemie des 19. Jahrhunderts geprägt hat und alles andere als ein Traumtänzer war. Seine Frage zeigt die Formulierung seines Zeitgenossen Kopp in einem neuen Licht. Mit Liebigs Hilfe wird der Leser nämlich darauf aufmerksam, dass etwas, das so-

wohl „verbreitet“ als auch „hartnäckig“ ist, nicht einfach als Unsinn abqualifiziert werden kann und mehr als eine Eigenschaft verstanden werden sollte, die einen durchgängig humanen Zug aufweist und somit fest zum menschlichen Dasein gehört. Wenn die Alchemie auch längst nicht mehr im warmen Licht der öffentlich geförderten Forschung blüht, so folgt daraus keineswegs, dass sie nicht vielleicht aus tieferen Sphären heraus bemerkbar wird, von denen einige im Folgenden bezeichnet werden sollen.

Es lohnt sich tatsächlich, die Alchemie genauer zu betrachten und ihre Wirksamkeit und Wirklichkeit nicht daran zu messen, ob sich ihre Vorgehensweise einer rein rational definierten Form von Wissenschaftlichkeit einfügt – etwa im Sinne einer Logik der Forschung, die von reproduzierbaren Versuchen und den Schlüssen handelt, die man aus ihnen ziehen kann. Genauso wenig wie die Wirklichkeit selbst logisch ist, muss ein menschliches Tun logisch sein, um wirksam zu werden und etwas Wirkendes und Wirkliches zu ergeben.

Die erste Wirklichkeit

Moderne Zeitgenossen denken, dass wir spätestens seit der Aufklärung die Magie in den Zirkus oder das Varieté verbannt haben, und sie übersehen, dass dieser philosophische Entwurf nicht auf die alltägliche Welt zu übertragen ist – zum Beispiel nicht auf die Sphäre der Wirtschaft. Tatsächlich lässt sich die Ökonomie vielfach nur als alchemistischer Prozess deuten, und ausgebreitet findet man diesen Zusammenhang im zweiten Teil von Goethes *Faust*. Der Dichter versteht die Idee der Alchemie besser als seine wissenschaftlichen Kollegen. Goethe sieht nämlich, dass für einen Alchemisten nicht entscheidend ist, Blei in Gold zu verwandeln, sondern dass es darauf ankommt, aus einer wertlosen Substanz wie Papier eine wertvolle Sache wie Geld zu machen. Mit anderen Worten, die Alchemie hat die Herstellung des künstlichen Goldes nicht aufgegeben, weil sie nicht gelang, sondern weil das mühsame Herumwerkeln in stinkigen Laboratorien nicht mehr nötig war, nachdem die Wertschöpfung in anderer Form viel erfolgreicher zu praktizieren war.

Das ökonomisch vertraute Wort von der Wertschöpfung gewinnt im alchemistischen Rund einen unheimlichen Klang, bemerkt der Leser doch auf einmal den Anspruch des Schöpferischen und damit des Gottähnlichen, der in diesem Ausdruck steckt. Man scheut davor zurück, und muss zunächst doch einsehen, dass Goethe mit seiner im *Faust* explizit vor Augen geführten Behauptung Recht hat, dass der Ursprung des Wohlstands unserer Gesellschaft nicht nur die Leistung arbeitender Hände ist, sondern sich auch der „Magie verdankt, im Sinne der Schaffung von Mehr-Werten, die nicht durch Leistung erklärt werden können.“

Dieses Zitat ist dem Buch *Geld und Magie* (1985) von Hans Christoph Binswanger entnommen, einem ökologisch orientierten Volkswirtschaftler. Binswanger hat schon vor mehr als zehn Jahren auf die alchemistische Grundstruktur von Goethes Weltspiel hingewiesen, das in seinem zweiten Teil die Verwandlung von Papier in Geld geschehen lässt und auf diese Weise für die Wiederherstellung der Kaufkraft sorgt. Als Vorbild für Fausts Wirtschaftsmagie mit ihrem schnellen Reichtum diente übrigens ein Schotte namens John Law, der 1715 in Frankreich die Genehmigung zur Gründung einer Notenbank erhielt, und zwar durch den Herzog von Orleans. Gleichzeitig wurden die Hofalchemisten aus dem Dienst entlassen, denn mit der Erfindung der Banknoten – so der Herzog – stand eine bessere und sichere Methode zur Verfügung, mit der an Geld zu kommen war.

Indem Goethe die Wirtschaft als alchemistischen Prozess deutet, gelingt ihm auch die Lösung eines der zentralen Probleme für die Praxis. So klar die Vorgabe für einen Alchemisten auch war – nämlich etwas Wertvolles zu schaffen oder zu schöpfen –, so unklar war, wie dies im Einzelfall gelingen sollte. Das Mittel dazu nannte man den Stein der Weisen, und für seine Herstellung gab es eine Menge komplizierter Vorschriften, die leicht misslingen konnten.

In der Ökonomie gab es dieses Problem nicht, wie Goethe sah. Hier ergab sich ganz von selbst, was der Stein der Weisen war, nämlich das Kapital. Es schafft bekanntlich neues Geld aus sich selbst, ohne eine Leistung zu erbringen.

Es steht somit außer Frage, dass die Wirklichkeit der Wirtschaft voller Alchemie steckt (auch wenn dies niemand gerne zugibt), aber es steht natürlich ebenso außer Frage, dass die magische Vermehrung des Reichtums ohne Leistung im wirklichen Leben nicht ohne Gegenleistung auskommt und zuletzt doch bezahlt werden muss. Goethe nennt im *Faust* drei Verluste, die Menschen erfahren und somit die Münze sind, in der sie bezahlen. Der Preis lässt sich mit den Stichworten Schönheit, Sicherheit und Sorglosigkeit umschreiben, was besagt, dass den Menschen im Verlauf der alchemistischen Wertschöpfung erstens der Sinn für die Schönheit der Welt verloren geht, dass ihnen zweitens kein Gefühl der Sicherheit mehr möglich ist und dass sie drittens – bei aller Wohlhabenheit – sich immer mehr Sorgen über die Zukunft – vor allem ihres Kapitals und seiner möglichen Gewinne – machen und sich dabei als unfähig zum Genuss und zum Glück erweisen.

Es wird ein Mensch gemacht

Der Vorschlag, Goethes *Faust* als „alchemistisches Drama“ zu lesen, stammt ursprünglich von dem Psychologen C. G. Jung, der im ersten Teil die Verwandlung von Faust durch den Hexentrink – mit der für den Verlauf des Dramas

nötigen Wiederherstellung der gelehrten Manneskraft – und im zweiten Teil die Verwandlung von wertlosem Papier in wertvolles Geld – mit der Wiederherstellung der Kaufkraft – als wesentliche Punkte der Handlung ausmachte. Im zweiten Teil des *Faust* taucht aber noch ein weiteres alchemistisches Meisterstück auf, und zwar im zweiten Akt, wenn „ein Mensch gemacht“ wird. So nennt ein Dr. Wagner das, was er in seinem Laboratorium versucht, als ganz zufällig Mephisto und Faust vorbeischauen. Der Wissenschaftler Wagner verwendet die damals traditionellen Methoden der Alchemie, wenn er auf Nachfrage erläutert, wie er konkret im technischen Detail vorgehe:

Den Menschenstoff gemächlich komponieren.
 In seinen Kolben verlutieren,
 Und ihn gehörig kohobieren,
 So ist das Werk im Stillen abgetan.

Niemand braucht die überholten Verfahren der Alchemisten zu kennen, die uns unter vielen Seltsamkeiten mindestens einen bis heute ergiebigen und zum allgemeinen Wohlgefallen genutzten Prozess hinterlassen haben, und zwar den der Destillation. Was damals „verlutieren“ und „kohobieren“ hieß und sicher trickreich zu handhaben war, nennen wir heute vielleicht „chromatographieren“ und „sequenzieren“, und niemand kann sagen, wann diese Wörter und die damit bezeichneten technischen Vorgehensweisen in Vergessenheit geraten werden. Sehr bekannt war zu Goethes Lebzeiten der Arbeitsgang der „Putrefactio“, womit auf die Verwesung oder die Fäulnis von modernden Körpern und organischen Stoffen hingewiesen wurde. In diesem Vorgang sah man vielfach die Trennung von Geist und Körper, der als Rückstand in der Retorte verbleibt.

Die mit genanntem Wort der Putrefaction bezeichnete Scheidung und Läuterung steht im Zentrum einer Anweisung zur Herstellung von „chymischen Menschen“, die auf Paracelsus zurückgeht und in einer Schrift von 1666 ausgeführt wird, die Goethe vorlag. Der Autor gibt ganz allgemein für die Umwandlung folgende Anweisung: „Stete feuchte werme bringet putrefacionem und transmutiert alle natürliche ding“, unter anderem den Menschen. Es ist nun aufschlussreich, dass Goethe lange den Gedanken in sich getragen hat, das alchemistische Experiment gelingen und ein „chemisch Menschlein“ auf die Bühne treten zu lassen. Es soll dies „als wohlbewegliches Zwerglein“ tun, nachdem es den Glaskolben zersprengt hat, in dem es erzeugt (und nicht gezeugt) worden ist. An diesem Plan hat Goethe mindestens bis 1826 festgehalten, und die Frage stellt sich, warum der Homunculus in der endgültigen Textfassung von 1829 in der Phiole steckenbleibt und erst noch erkunden muss, „wie man enstehn und sich verwandeln kann“.

Die Antwort hat mit einer berühmten und maßgeblichen Entwicklung in der Naturwissenschaft zu tun, über die Goethe genau informiert war. (Nebenbei gesagt hatte er ein großes Netz von Korrespondenten gespannt, die ihm zuarbeiteten; heute würde Goethe natürlich das Internet nutzen.) Gemeint ist ein gelungenes Experiment des Chemikers Friedrich Wöhler (1800–1882), der 1828 im Reagenzglas einen Stoff herstellen konnte, der sonst nur in lebenden Körpern und in deren Organen zu finden war und dessen Entstehung wohl auch nur da möglich sein sollte. Gemeint ist die Synthese von Harnstoff, und zwar ohne Hilfe einer Niere und nur mit ein wenig Wärme (und einem anorganischen Ausgangsmaterial). Nachdem diese wundersame Herstellung eines organischen Stoffes aus anorganischen Vorstufen gelungen war, wandte Goethe seinen Blick von der alten Alchemie weg und mehr zur neuen Chemie hin, die im 18. Jahrhundert erste souveräne Schritte unternehmen konnte. Die Scheidung zwischen der Chemie und der Alchemie, die sich zunächst noch als die würdige und erhabene Form der Stoffverwandlung betrachtete, lässt sich ziemlich genau datieren. 1753 trägt Denis Diderot in seiner *Encyclopédie* beide Stichworte ein und unterscheidet sie gründlich: „Alchimie“ ist jetzt nur noch die Kunst, Metalle zu schmelzen und zu wandeln, während „chimie“ die Lehre von den Prinzipien ist, nach denen sich Substanzen trennen und verbinden (vereinen) lassen.

Die genannte Zeit erlebt übrigens die erste Großstat der Chemiker, die stark zum Selbstbewusstsein ihrer Vertreter beiträgt. Ihnen gelingt die Herstellung eines beliebten und viel verwendeten Stoffes, der bis dahin von sehr weit her (zum Beispiel von Ägypten) herbeigeholt werden musste. Gemeint ist Soda, das Chemiker als Natriumkarbonat bzw. als kohlensaures Natrium kennen und bis heute als Ausgangssubstanz für die Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln verwenden. Die Synthese von Soda gelingt erst im kleinen Maßstab – im Reagenzglas – und bald in Riesenmengen, sodass der begehrte Stoff plötzlich in neuer Form erscheint – nämlich billiger, besser und selbst gemacht. Mit Wöhlers Harnstoffsynthese taucht gegen Ende von Goethes Leben der Gedanke auf, dass nicht nur die anorganischen, sondern alle Stoffe – auch die der Natur – den Chemikern zugänglich sind und von ihnen hergestellt – und dann auch angeboten und verkauft – werden können. Tatsächlich nimmt im 19. Jahrhunderts die Zahl der künstlich herstellbaren Substanzen derart rasch zu, dass die chemische Industrie aufgebaut werden kann, die in den kommenden Jahrzehnten und Jahrhunderten umfassende gesellschaftliche und politische Folgen zeitigt (die von naturwissenschaftlich uninformatierten und damit ungebildeten Historikern nur am Rande zur Kenntnis genommen und so gut wie nie in den Schulbüchern erwähnt werden und damit der berühmten Öffentlichkeit unbekannt bleiben).

Die Entwicklung der auf wissenschaftlicher Grundlage entstehenden Industrie beginnt nach der Zeit von Goethe. Er spürt nur, dass die Versuche der Alchemie den Erfolgen der Chemie weichen, und er ahnt, dass jetzt Vorsicht geraten ist. Goethe verzichtet – am Ende seines Lebens – also darauf, einen Menschen aus der Retorte steigen zu lassen, und er tut dies auch deshalb, weil er sich insgesamt den Vorstellungen der damaligen Naturforscher anschließt, die – noch bevor die Idee der Evolution weite Verbreitung findet – den Ursprung des Lebens ins Meer legen und annehmen, dass die Reihe der Organismen von den Anfängen bis zur Gegenwart sehr lang ist und es dauert, bevor sie beim Menschen ankommt. „Bis zum Menschen hast du Zeit“, heißt es im *Faust*, wobei sich viele Zeitgenossen heute fragen, ob diese Frist überhaupt schon abgelaufen ist und wir aktuell Lebenden nicht eher die Zwischenstufe auf dem Weg dorthin sind.

Im Schattenreich der Wissenschaft

Es wird oft behauptet, dass in dem genannten 18. Jahrhundert die Alchemie dort angekommen ist, wo die Astrologie schon war, nämlich im Schattenreich der Geschichte von Wissenschaft. Natürlich sank damals die Alchemie für viele zum Schimpfwort herab, da sie als „Goldmacherei“ jede Würde verloren zu haben schien. Aber selbst wenn einzelne Tätigkeiten oder einzelne Scharlatane einen Berufsstand in Misskredit bringen, können die grundlegenden Ideen im Verborgenen – als Schatten – weiter wirken. Sie taten dies schon bei Newton, der den alchemistischen Grundsatz „Was unten, ist so, wie das, was oben ist“ genutzt und mit seiner Hilfe die Idee bekommen hat, dass für den fallenden Apfel auf der Erde („unten“) und den kreisenden Mond am Himmel („oben“) dieselben Gesetze gelten. Dieser alchemistische Leitsatz geht auf den mythischen Begründer der Alchemie zurück, der unter dem Namen Hermes Trismegistos geführt wird. Drei Schriften werden dem Dreimalgroßen zugeschrieben; eine trägt den Titel *Tabula Smaragdina*, und hier findet sich der zitierte Satz.

Im Übrigen hat Newton mindestens zwölf Jahre lang (zwischen 1678 und 1696) zweimal sechs Wochen im Jahr in seinem Laboratorium versucht, die Rezepte und theoretischen Vorgaben der Alchemisten erst nach ihrer Literatur zu probieren und dann zu verbessern. Er muss dabei stark toxische Substanzen verwendet haben – Blei und Quecksilber vor allem –, die seiner Gesundheit nachhaltig geschadet haben.

Die alchemistischen Ideen wirkten besonders nachhaltig bei Gregor Mendel (1822–1884), auch wenn dies keiner seiner heutigen Verehrer zur Kenntnis nimmt. Vermutlich haben die meisten von ihnen das Original auch gar nicht gelesen. Würden sie dies tun, könnten sie erfahren, dass der Mönch aus

Brünn gar nicht gefunden hat, was in der offiziellen Sprache der Schul- und Lehrbücher die Gesetze der Vererbung genannt wird. Bei seinen Versuchen hatte Mendel nämlich etwas anderes im Sinn. In der Sprache der historischen Tatsachen hat er die Verwandlung einer Pflanze untersucht und beschrieben. Es ging Mendel amtlich um „Hybriden“ und „Bastarde“, wenn man die ihm geläufigen Worte der Botaniker nutzen will, aber es ging ihm gedanklich mit ihrer Hilfe darum, eine alchemistische Frage zu beantworten, und zwar die Frage, wie in den Erbsen die eigene Natur in eine fremde verwandelt wird, wie ihre Farbe und ihre Form verändert werden können. Ihn interessiert dabei, was zeitlos war und sich gerade nicht entwickelte. Dies nannte er die Stammform der Pflanzen, und alle seine Daten sollten mit aller Genauigkeit zeigen, dass sämtliche Varianten immer die Neigung haben, zu diesem für die Ewigkeit geschaffenen Zustand zurückzukehren.

Newton's Koffer und andere Außenseiter

Der Wissenschaftshistoriker Federico Di Trocchio hat in seinem Buch *Newton's Koffer* ausführlich geschildert, wie Newton als Alchemist gedacht hat. Den Koffer hat es dabei tatsächlich gegeben, denn er ist von dem großen Physiker bei seinem Tode hinterlassen worden. In dem Koffer befand sich – sehr zum Leidwesen von Newtons Enkelin und Erbin Catherine Barton – kein Geld, sondern nur Papier, das aber nicht nur ausführlich, sondern seltsam beschrieben war. Newton hatte in dem Koffer eine große Menge an Aufzeichnungen und Notizen hinterlassen, die insgesamt 25 Mio. Wörter umfassen.

Es dauerte zwar sehr lange, bis sich jemand ernsthaft mit Newtons verpacktem Vermächtnis beschäftigte – nämlich bis in unser Jahrhundert hinein –, doch als dies soweit war, erkannte man, dass nach dem Blick in den Koffer unser Bild von Newton vollständig neu anzulegen war. In den Manuskripten wimmelte es nämlich von alchemistischen Argumenten und theologischen Texten, und im Grunde muss man sagen, dass der wahre Newton weniger ein Mathematiker als vielmehr ein Alchemist und Theologe war. Die Formulierung der Physik, die ihn für uns so berühmt macht, ist ihm quasi als einfache Anwendung seiner grundlegenderen Ideen gelungen. Newton hat den Kern seiner wissenschaftlichen Methode wahrscheinlich vor allem deshalb ausgearbeitet, um die Sprache der Heiligen Schrift und besonders der Apokalypse zu interpretieren, denn mit Di Trocchio lässt sich sagen:

Newton war überzeugt, dass es nur eine Wahrheit gibt und Gewissheit nur auf einem Weg zu erlangen ist: durch die Beherrschung der Bildsprache der Prophezeiungen. Er fand den Schlüssel dieser Sprache in 70 Definitionen und 16 Regeln, die er ... aus einem Logikhandbuch von Robert Sanderson über-

nahm, das er als Student gelesen hatte. Die wissenschaftliche Methode, die in der Physik verwendet wird, ist nichts anderes als eine Vereinfachung und Reduktion dieser Regeln, weil die Welt der Physik für Newton den am leichtesten zu begreifenden Aspekt der Realität darstellte. Komplizierter dagegen war die Chemie, wo seiner Meinung nach eine direktere Verwendung der Bild- und Symbolsprache der Propheten erforderlich war.

Für diese Deutung Di Trocchios ist die Tatsache nicht unerheblich, dass Newton seine für die moderne Physik grundlegende *Principia mathematica* erst geschrieben hat, nachdem er viele Jahre als Magier, Alchemist und Theologe zugebracht hatte. Und an dieser Stelle darf einmal spekuliert werden, dass wir uns jeden Wissenschaftler damit beschäftigt denken müssen, seinen entsprechenden Koffer zu packen – und sei es nur im Kopf.

Solche Koffer spielen solange keine Rolle, solange sie privat und verschlossen bleiben und ihr Inhalt nicht veröffentlicht wird. Schwierig wird es, wenn einige Wissenschaftler es anders als Newton halten und ihre hintergründigen Gedankenspielereien zur Diskussion stellen, mit denen sie die etablierte Forschung in Schwierigkeiten bringen können. Was hätte die Wissenschaft des 18. und 19. Jahrhunderts denn zu Newtons alchemistischen Ansichten sagen sollen? Wie hätten sie mit ihren akzeptierten Methoden und einsichtigen Gedanken etwas dafür oder dagegen vorbringen sollen?

Heute können wir uns aus weiter historischer Distanz relativ risikolos mit Newtons „unphysikalischen“ Bemühungen beschäftigen. Wir können seine alchemistischen Bemühungen als unverständliche Spielerei abtun, ohne ernsthaft zu überlegen, an welcher Stelle das aufhört, was wissenschaftlich ist, und das beginnt, was nicht weiter dazu gerechnet werden kann. Eine genaue Unterscheidung scheint in keiner Gegenwart möglich zu sein, und bestenfalls kann ein Historiker bestimmen, ob ein Problem in einem gegebenen Moment der Wissenschaftsgeschichte wissenschaftlich behandelbar war oder nicht: „In jeder Epoche gibt es Probleme, die nicht wissenschaftlich behandelt werden können und folglich unentscheidbar sind. In diesen Fällen müssen sich die Wissenschaftler vor jeder Art von Urteil hüten und sich darauf beschränken, die Grenzen ihrer eigenen Kompetenz zu präzisieren“, wie der Autor von *Newton's Koffer* zur Kenntnisnahme empfiehlt.

Dies gilt natürlich auch für unsere Zeit, und was den italienischen Historiker in diesem Zusammenhang ärgert, ist die Tatsache, dass die heutigen Träger großer Namen aus diesem Rahmen ausbrechen und allzu leicht allzu starke Behauptungen aufstellen. Er weist vor allem auf Stephen Hawking (*1946) hin, der behauptet, die Physik stehe kurz davor, eine allumfassende Theorie des Kosmos zu formulieren. Damit machen Hawking und seine Kollegen aber nur deutlich, dass sie noch nicht verstanden haben, „dass ihre eigene

immer nur die vorletzte Version der Wahrheit ist“, wie der Schriftsteller Jorge Luis Borges es ausdrücken würde. Tatsächlich neigen viele Forscher heute wieder gerne dazu, sich „den Mantel des Magiers und die Stola des Priesters“ anzuziehen, um den Wahrheiten, die sie verkünden, den Schein totaler und endgültiger Sicherheit zu geben. Wir sollten sie nicht zu ernst nehmen und stattdessen fragen, was sie in ihren Koffer gepackt haben.

Die Traumsymbole

Ungefähr zu der Zeit, zu der Mendel in seinem Klostergarten an alchemistische Traditionen anknüpfte und die durch Kreuzung neu entstandenen Erbsenhybride mit den Stammformen bilden ließ („Rückkreuzung“), träumte ein Chemiker den wohl berühmtesten Traum der Wissenschaftsgeschichte. Gemeint ist August Kekulé (1829–1896), der sich zwar mit den meisten Verbindungen auskannte, die Kohlenstoff einging, der in den 1860er Jahren aber lange Wochen hindurch nicht wusste, wie er sechs Atome dieser Art in Gemeinschaft mit Wasserstoff so verknüpfen sollte, dass eine stabile Verbindung entstand. Eines Abends muss Kekulé wohl vor einem Kamin eingeschlummert sein, und beim trüben Blick in die bewegten Flammen sah er innerlich plötzlich klar. In seinen eigenen Worten:

Wieder gaukelten Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund. Mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichter ähnlicher Art geschärft, unterschied jetzt größere Gebilde von manigfaltiger Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; alles in Bewegung, schlängenartig sich drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfasste den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht, um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten.

Im Zentrum des Traumes windet sich eine Schlange, die zu einem Ring verbogen ist, weil sie ihren eigenen Schwanz in den Mund genommen hat. Diese Figur gehört nun zu den ältesten Symbolen der Alchemie. Sie war schon viele Jahrhunderte vor Christi Geburt bekannt und heißt Ouroboros oder Uroboros. Die in diesem Zusammenhang ausreichende Deutung dieses Symbols weist auf die Kreisform hin, die zugleich auf Vollständigkeit und Trennung hinweist. Ein Kreis ist in sich geschlossen, und er scheidet ein Innen von einem Außen. Aber es gibt noch eine weitere Besonderheit, und zwar die, dass ein Ich – die träumende Person – die Kreislinie gezogen hat. Sie trennt für ihn oder mich, was eigentlich eins ist und was wieder eins werden will. Hier steckt

der Grund für das, was oft etwas dunkel das Einheitserlebnis der Alchemie genannt wird und das der modernen Naturwissenschaft leider völlig abhanden gekommen zu sein scheint.

Für uns Menschen am deutlichsten getrennt – und zwar seit den Zeiten von Descartes – sind Körper und Geist. Diese Vorstellung war den Alchemisten fremd. Sie behandeln Körper und Geist gleichwertig oder gleichgewichtig und stellen sich vor, dass der Geist im Inneren von Körpern sitzt und darauf wartet, befreit oder erlöst zu werden (zum Beispiel durch geeignete Erziehung oder Bildung). Überhaupt gilt, dass die Umwandlungsaktionen der Alchemisten nicht darauf abzielten, etwas neu zu schaffen, sondern nur dazu dienten, etwas Vorhandenes zu befreien. Alchemisten folgen der Natur, um sie zu vollenden und dadurch zu befreien. Die moderne Form der Naturwissenschaft – unter der Führung von Bacon – tut etwas anderes. Sie unterwirft sich die Natur, um sie zu beherrschen. Genau an dieser Stelle steckt auch der Unterschied zu der Biotechnologie unserer Tage, die durch genetische Eingriffe nach Wandel strebt. Doch während die Alchemie das Innere befreien wollte, bemüht sich die Biotechnologie, das Innere (genetisch verstanden) zu beherrschen. Die Frage, welche die den Menschen angemessenere Art ist, scheint zwar noch nicht entschieden zu sein, an dieser Stelle soll aber trotzdem versucht werden, eine Antwort zu geben. Sie gelingt am besten, wenn vorausgesetzt wird, dass der russisch-amerikanische Dichter Joseph Brodsky (1940–1996) recht hatte, als er die Menschen dadurch charakterisiert, dass er sie als primär ästhetische Wesen bezeichnet. Wir wissen erst, was schön ist, bevor wir lernen, was gut ist. Das heißt mit anderen Worten, Menschen streben nach Schönheit, und wenn wir an dieser Stelle einen weiteren Poeten zu Rate ziehen – nämlich Friedrich Schiller – und an seine Einsicht erinnern, dass Schönheit Vollkommenheit in Freiheit ist, dann erkennt man das Problem der Biotechnologie, dass die Alchemie nicht hatte. Mit genetischen Manipulationen wird Vollkommenheit in Unfreiheit geschaffen. Existierende Organismen sollen verbessert und auf einen Nutzen hin perfektioniert werden, und zwar durch Vorgaben von außen. Bei solchen Vorgängen wird nichts befreit (und verwandelt), sondern nur alles bestimmt. Vielleicht sollte die Biotechnologie von der Alchemie lernen, wie sie ihre Grundidee an den Menschen bringen kann.

Die zweite Wirklichkeit

Wem die oben gegebene Diagnose moderner und reicher Gesellschaften vertraut vorkommt, ahnt nicht nur etwas von der Aktualität, die Goethes Dichtung auszeichnet, sondern auch etwas von der Wirklichkeit der Alchemie in unseren Tagen bzw. in unserem Alltag. Vielleicht werden unter diesem Eindruck die eingangs zitierten Anhänger strenger Wissenschaftlichkeit bereit

sein, den bislang ins Auge gefassten Teil der Realität als alchemistisch durchdringbar zu akzeptieren. Sie werden vermutlich aber immer noch eine Grenze vor ihrem eigenen Territorium ziehen wollen und der Alchemie keinen Bewegungsspielraum im wissenschaftlichen Denken selbst einräumen.

Doch das erwähnte Schattenreich existiert auch hier und die Abwehrmauern lassen sich auf unterschiedlichen Wegen ganz schnell überwinden. Man braucht nur das Modell der Weltentstehung zu nennen, das die Wissenschaft heute bevorzugt und gerne unter dem Namen Urknall (Big Bang) verbreitet. Wenn die Theorien der Physiker zutreffen, wird die materiell gegebene Wirklichkeit durch vier Qualitäten charakterisiert, die als Raum, Zeit, Energie und Masse bekannt sind. Sie hängen sehr eng zusammen, wie seit den Tagen Albert Einsteins (1879–1955) geläufig ist, und zwar so eng, dass es sogar möglich ist, sie gemeinsam aus einer Quelle und in einer Zustandsform entspringen zu lassen. Details erfasst die Theorie des Urknalls, bei der ein Urstoff entsteht, aus dem die Dinge und ihre Kräfte sich so herausbilden, wie sie sich uns heute zeigen.

Anders haben sich die Alchemisten die Wirklichkeit auch nicht vorgestellt. Seit Urzeiten sahen sie die Realität durch vier Gegebenheiten (Elemente) beschrieben, die Feuer, Erde, Wasser und Luft genannt wurden. Sie waren als Zustandsformen einer Ursubstanz zu denken, die in entsprechenden Texten als „prima materia“ – als Urmaterie – bezeichnet wurde.

Wer die Welt in Urknall-Kategorien begreift – und sich dabei korrekt auf die physikalischen Theorien beruft – denkt in bewährten alchemistischen Traditionen, in denen sich eine Sehnsucht nach Einheit ausdrückt. Tatsächlich lässt sich vieles von dem, was in alchemistischen Laboratorien geschieht, besser verstehen, wenn man es unter diesem Aspekt des Einheitswunsches betrachtet. Er beschäftigt die Wissenschaft nach wie vor, weil es offenbar zum menschlichen Wesen gehört, in dieser Form zu denken. Unser Denken nimmt diese Form ein.

Wer das Einheitsverlangen der Alchemisten so ernst nimmt wie seinen Willen zur Wissenschaftlichkeit, wird bald bemerken, dass in der immer wieder angeführten Goldmacherei mehr steckt, als sich auf den ersten Blick erschließt. Die Aufgabe des Alchemisten, unvergängliches Gold herzustellen, bedeutet nämlich nicht, das unedle Blei zu ersetzen. Der Gedanke lautet vielmehr, das in dem unvollkommenen Stoff schon vorhandene Gold heranreifen und frei werden zu lassen. Dies nennt man die Transmutation, die der Stein der Weisen ermöglichen soll.

Es geht in der Alchemie also um die Freisetzung einer Qualität, und wer diesen Begriff leicht verändert, wird bald die Sphäre erreichen, um die es den Alchemisten tatsächlich ging. Denn wer statt „Freisetzung“ erst „Befreiung“ und dann „Erlösung“ sagt und dabei nicht an Religion denkt, sondern nach

wie vor den alchemistischen Prozess vor Augen hat, versteht besser, was sich die Alchemisten vorgestellt haben: In ihrer Gedankenwelt saß oder sitzt in der Materie ein Geist, der darauf wartet, befreit (erlöst) zu werden, und zwar durch die Verwandlung oder Transmutation.

Genau an dieser Stelle lässt sich übrigens sagen, was falsch war an der Alchemie. Ihre Betreiber verharren mit ihrem Denken in der konkret sichtbaren Wirklichkeit. Sie trennten den Körper nicht vom Geist, was beiden einen irdischen Charakter verlieh. Genau dies aber hat die moderne Wissenschaft besser verstanden. Denn wenn ein heutiger Biochemiker unedle Stoffe (Rohmaterialien und Homogenate) nimmt, um zum Beispiel wertvolle Arzneimittel daraus herzustellen, dann geht er zwar formal wie sein alchemistischer Vorläufer vor – als Stein der Weisen dient dabei ein Katalysator –, aber er weiß, dass die Moleküle, die er dabei aus dem Rohstoff befreit (herauslöst), keine konkret sichtbare Realität haben, sondern einer sinnlich nicht direkt wahrnehmbaren Wirklichkeit entstammen.

Im Gegensatz zur Alchemie kennt die moderne Wissenschaft eine unsichtbare Wirklichkeit, von der sichtbare Wirkungen ausgehen, und sie kennt diese zweite Wirklichkeit sowohl im physischen als auch im psychischen Bereich. Im ersten Fall sind die Atome gemeint, und im zweiten Fall ist vom Unbewussten die Rede. Zwar wissen wir alle, dass es dieses Schattenreich des Denkens gibt, aber die Anhänger der Wissenschaft tun immer noch so, als ob es in ihrer Sphäre keine Rolle spiele und die wissenschaftliche Erkenntnis unberührt lasse.

Die Wirklichkeit der Alchemie zeigt aber, dass dies nicht zutrifft, und es scheint, dass die wichtigste Verpflichtung der modernen Naturforschung darin bestehen könnte, die Rolle des Unbewussten in der Wissenschaft zu erkunden. Dabei könnte das Glück gewonnen werden, das im ökonomischen Bereich als verloren gemeldet worden ist. Auf diese Konsequenz hat Adolf Portmann (1897–1982) bereits 1949 hingewiesen, als er in seinem Essay „Biologisches zur ästhetischen Erziehung“ schrieb: „Unser geistiges Leben wird nur dann eine neue, glücklichere Form finden, wenn der Mensch ebenso sehr erstrebt, stark und groß zu sein im Denken wie im Träumen.“ Diese Wandlung steht uns noch bevor. Sie ist möglich und nötig – und zwar der Kreativität wegen, auf die wir so angewiesen sind.