

Vorwort

Dieses Buch soll als einführendes Lehrbuch in die Wissenschaftstheorie dienen. Es beschreibt die Strukturen, die Entwicklung, die Methoden der Wissenschaften und die Einpassung dieser Dinge in eine – hier unsere – Gesellschaft. Das Buch wendet sich an Studierende und Lehrende aller Disziplinen, die sich mit Grundlagenfragen und methodischen Problemen auseinandersetzen.

Die zweite Auflage von *Die Wissenschaft und ihre Methoden* erschien im Jahr 2009. In der hier vorgelegten, dritten Auflage wurde der Titel etwas geändert, die neuen Entwicklungen wurden aufgenommen und der Inhalt an die neue Internet-Welt angepasst.

Durch die neue Internet-Welt sind zur Zeit die Lernmethoden und teilweise auch Forschungsmethoden im Umbruch. Man könnte auch sagen, dass es eine revolutionäre Veränderung beim Lernen – und teilweise auch bei der Forschung – gibt. Diese Veränderungen sind in den Schulen und Universitäten klar zu erkennen. Viele junge Leute beziehen ihre Information nur noch aus dem Internet; Bücher in Papierform werden kaum noch gekauft. Fakten, Hypothesen und Meinungen werden aus dem Internet zusammengesucht, um einen (wissenschaftlichen) Text zu erstellen. Das Schreiben eines Textes selbst ist keine große Aufgabe mehr. Verschiedene Unternehmen bieten Computerprogramme an, die solche Aufgaben erledigen – ein Beispiel wäre der ‘General Pre-Trained Transformer’ GPT (ChatGPT). Diese Programme werden im Moment unter die *Large Language Models* LLM subsumiert.

Jede Leserin, jeder Leser kann beim Lesen eines Buches gleichzeitig zusätzliche Hinweise durch ‘Surfen’ im Internet erhalten. Spezielle Suchmaschinen, wie *Scholar* (Google), beschränken sich auf wissenschaftliche Inhalte. Allerdings filtern diese Maschinen meist die existierenden, wissenschaftlichen Beiträge und ordnen sie nach ökonomischen Gesichtspunkten. Früher geschah dies durch Verlage und Gutachter; heute durch – meist nicht öffentlich einsehbare – Computer- und Profitregeln. Dies führte – unter anderem – dazu, dass heute jedes Thema X-mal durch einen Autor publiziert wird. Websites (nicht: ‘Seiten’) ändern sich ständig – auch inhaltlich; Bücher und Artikel halten dagegen länger. Die Haltbarkeit von Internet-Auftritten ist unbekannt. Aus diesen Gründen habe ich mich bei Hinweisen und Referenzen auf Bücher und auf begutachtete Aufsätze beschränkt und jeweils nur ein Werk für ein bestimmtes Thema und Sichtweise aufgenommen.

Die Wissenschaftstheorie ist im Moment auf Universitätsebene in verschiedenen Disziplinen (Biologie, Medizin, Psychologie, Philosophie etc.) nur als marginale Randerscheinung vertreten. Da das Wort ‘Wissenschaftstheorie’ im Englisch nicht existiert, könnte es sein, dass es auch im deutschen Sprachraum langfristig durch

Vorwort

Anglizismen wie 'Metascience', 'Metatheory', 'Science Research' (mit oder ohne Bindestrich) ersetzt wird.

Das ist schade, denn unsere Gesellschaft ist wohlhabend geworden durch Bildung, die in mehreren Generationen aufgebaut wurde. Im Moment soll die Gesellschaft durch Ausbildung in produktiven Wissenschaftsbereichen und Diensten zukunftsfähig gemacht werden. Aber wo ist die Bildung geblieben? Das Nachdenken über Wissen und das Nachdenken über das Schaffen von Wissen ist ein Kernbestandteil der Bildung. Dies wussten die Gebildeten immer.

Ich habe mich bemüht, die Naturwissenschaften und die Informatik nicht als übermächtiges Vorbild darzustellen und den Sozialwissenschaften und anderen Disziplinen einen angemessenen Platz einzuräumen. Die strukturellen und die methodischen Probleme sind in den Sozial- und Geisteswissenschaften im Vergleich zur Naturwissenschaft wesentlich schwieriger zu lösen. Normalerweise werden in jedem Wissenschaftsbereich solche Probleme anders isoliert und diskutiert. Mein Ziel in diesem Buch ist, die Naturwissenschaften und die anderen Wissensgebiete zu einem zunächst einheitlichen Bild zusammenzufügen, und erst dann innerhalb dieses Rahmens die interessanten Unterscheidungen zu treffen. Ohne diesen Rahmen wird der wissenschaftliche Wettbewerb ausgelagert, auf Neudeutsch: 'outsourced', nämlich in den Bereich der Politik und der Wirtschaft.

Ich habe versucht, speziell auch den deutschen Wortschatz zu verwenden. Die deutsche Sprache enthält viele Feinheiten, die in der heute verwendeten, amerikanischen Sprache, eingegeben wurden. In einigen Fachbereichen in deutschen Universitäten und in einigen Unternehmen wird nur noch englisch geredet und geschrieben.

Die Abschnitte in den Kapiteln 2 bis 4 bauen – mit Ausnahmen – systematisch aufeinander auf und vermitteln ein präzises Modell von Theorie und Anwendung, das für jeden wissenschaftlich Arbeitenden von Nutzen sein dürfte. In Kapitel 5 werden die wichtigsten allgemeinen Typen wissenschaftlichen Vorgehens jeweils kurz behandelt; diese Abschnitte sollen in der akademischen Lehre jeweils als Ausgangspunkt für ein tieferes Eindringen in das jeweilige Thema dienen. Aufgrund der allgemeinen Ausrichtung geht das Buch nicht auf schwierige Beispiele ein und enthält keine umfangreichen Fallstudien.

Aus der Munich Simulation Group habe ich viele Anregungen bekommen. Ich bedanke mich speziell bei Karl Brendel, Solveig Hofmann, Daniel Kurzawe, Klaus Manhart, Joseph Urban und bei dem früh verstorbenen Dieter Will.

München, im September 2023

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Soziales	9
1.1 Wissenschaft als Prozess	9
1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess	11
1.3 Selbstorganisation in der Wissenschaft	20
1.4 Wissen	23
1.5 Wege der Wissenschaft, der Offenbarung und anderer Wege	26
1.6 Internet	30
1.7 Verantwortung in der Wissenschaft	33
Kapitel 2: Strukturen	39
2.1 Empirische Theorien	39
2.2 Die Sprache einer Theorie	47
2.3 Einige Ableitungsregeln	52
2.4 Definitionen	56
2.5 Strukturen	61
2.6 Interpretation und Gültigkeit	68
2.7 Aspekte von mengentheoretischen Sprachen	74
2.8 Mengentheoretische Prädikate	79
2.9 Modelle	83
2.10 Invarianzen	89
2.11 Praktische Disziplinen	92
2.12 Statistische Theorien	95
2.13 Netze	104
2.14 Computerprogramme	110
Kapitel 3: Fakten	119
3.1 Fakten	119
3.2 Harte und weiche Fakten	125
3.3 Faktengewinnung	130
3.4 Fundamentale Messung	135
3.5 Theoriegeleitete Messung	140

Inhaltsverzeichnis

3.6	Das Messproblem	147
3.7	Faktenstrukturen	154
3.8	Teilstrukturen	158
3.9	Datennetze	162
	Kapitel 4: Passung	167
4.1	Passung von Modellen und Fakten	167
4.2	Approximative Passung	173
4.3	Test statistischer Hypothesen	183
4.4	Die Anwendung formaler Theorien	189
4.5	Bayes Netze	194
4.6	Suchen und Lernen	204
	Kapitel 5: Methoden	219
5.1	Grundmuster wissenschaftlicher Übergänge	219
5.2	Dialektische Entwicklungsmuster	222
5.3	Induktive Methode	225
5.4	Deduktion und Abduktion	232
5.5	Computersimulation	237
5.6	Hermeneutische Methode	244
5.7	Bestätigung	253
5.8	Erklärung	264
	Literatur	269
	Autoren	285
	Symbole	289
	Sachindex	291

Kapitel 1: Soziales

1.1 Wissenschaft als Prozess

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bilden mit ihrem Verhalten ein Teilsystem der Gesellschaft, welches mit der Zeit interessante Änderungen durchläuft. Eine allgemeine Abgrenzung des 'Systems' Wissenschaft ist schwierig und wird hier nicht versucht, obwohl sich in einigen speziellen Fällen, wie etwa bei den Universitätsprofessoren, leicht entscheiden lässt, ob eine Person oder eine ihrer Handlungen zu diesem System gehört oder nicht.

Das Wissenschaftssystem kann in seinem Ablauf als einen Prozess begriffen werden. Dieser 'Wissenschaftsprozess' lässt sich auf mindestens zwei verschiedenen Ebenen analysieren, nämlich einmal auf der *strukturellen* Ebene des *Wissens*, wie es in materiell fixierter Weise in Büchern, Aufsätzen, Manuskripten und Internet-Auftritten dargestellt ist und sich im Laufe der Zeit ändert und entwickelt. Solches Wissen kann als Produkt, als 'Output' der Wissenschaft und des Wissenschaftsprozesses angesehen werden. Es dient als 'Rohstoff' oder 'Input' für andere gesellschaftliche Teilsysteme: Technik, Wirtschaft, Politik, Medien, Medizin, Armee, Bildung. Der Wissenschaftsprozess kann aber auch auf einer zweiten Ebene analysiert werden, nämlich auf der Ebene der Menschen, ihrer Handlungen, Ziele, Werte, und der Ebene der sozialen Gruppen und Institutionen, kurz: der *sozialen* Ebene (Balzer und Manhart 2014).

Auf beiden Ebenen bietet der Wissenschaftsprozess ein vielfältiges und lebendiges Bild. Auf der strukturellen Ebene entwickeln sich immer komplexere Strukturen von Theorien, Modellen und Programmen, die sowohl miteinander, als auch mit zugehörigen Fakten in einer Beziehung der Einheit oder des Passens stehen. Ausgehend von ziemlich allgemeinen Grundmodellen, die einen großen Bereich realer Systeme abdecken, werden immer feinere Spezialisierungen erfunden, die immer speziellere Teile der Realität modellieren. Dieses Bild eines sich ausdifferenzierenden Theoriennetzes finden wir in den verschiedensten Objektbereichen und Disziplinen. Zwischen Theoriennetzen entstehen begriffliche Bänder und zwischen den realen Systemen aus verschiedenen Bereichen werden direktere Identitätsbeziehungen geknüpft. Auf diese Weise wird ein Objekt oder Phänomenbereich immer feiner modelliert, die Zahl der erfassten Phänomene und ebenso die Zahl der Fakten wird größer, die Passung zwischen Fakten und immer feineren Modellen wird besser.

Im Gesamtgefüge von Theorien und Fakten entstehen durch die ständigen Neuerungen aber auch Spannungen, nämlich wenn *neue* Fakten oder *neue* Theorien nicht mit den bisherigen Theorien und Fakten zusammenpassen. Manchmal erfolgen

dann größere Umbrüche in Form von Korrekturen an den allgemeinen Grundmodellen eines Bereichs, durch die die Spannung eliminiert und die Einheit des Gesamtsystems wieder hergestellt wird. Dieses informelle Bild ist eine Mischung aus (Kuhn 1970) und struktureller Wissenschaftstheorie (Balzer, Moulines, Sneed 1987).

Die *Wissenschaftstheorie* bewegte sich bisher fast ausschliesslich auf der ersten Analyseebene des Wissens. Die Objekte: Theorien, Modelle, Programme, intertheoretische Relationen, Fakten etc. sind begrifflicher Natur und bei ziemlicher Stabilität auch gut als Forschungsobjekte geeignet. Das angedeutete Bild von der Struktur und Entwicklung der Wissenschaft ist wichtig und komplex genug, um eine eigene Theorie zu 'nähren'.

Auf der zweiten, sozialen Analyseebene fällt demgegenüber die Systematisierung nicht leicht. Hier sind die Objekte und Phänomene – Personen, Handlungen, Handlungsmuster, Gebräuche, Rollen, Gruppenverhalten und Institutionen – instabil und schwer zugänglich; unser Wissen über sie ist bis jetzt ziemlich dünn. Eine neue Teildisziplin, die *Wissenschaftsforschung*, ist mit ersten Schritten der Theoriebildung auf dieser Ebene im Entstehen begriffen; siehe zum Beispiel (Weingart 1973/74), (Knorr-Cetina 1981), (Krohn und Küppers 1990), (Balsiger 2005), (Gläser 2006), (Hofer 2015).

Auf der sozialen Ebene sind mindestens zwei Arten von Phänomenen zu unterscheiden. Bei der ersten Art steht die einzelne Person mit ihren Handlungen im Mittelpunkt. Nach einer Ausbildung, handelt die Person; sie forscht, veröffentlicht, diskutiert mit anderen, macht Werbung für die eigenen Ergebnisse, versucht, Mittel für die eigene Forschung und den eigenen Unterhalt zu bekommen und auch, die Mittel für rivalisierende Ansätze knapp zu halten. Im letzten Fall spielt sie die Rolle des Gutachters oder der Politikberaterin. Der Forscher wirkt mit beim Aufbau von Instituten und Institutionen, die die eigenen Ergebnisse verbreiten und festigen helfen. Die Person wird jeweils in eine bestimmte Gesellschaft und ein soziales Umfeld hineingeboren. Sie übernimmt zunächst automatisch deren Werte und Meinungen, aber auch deren Stil und Mentalität. Umgekehrt wirkt die wissenschaftliche Arbeit der einzelnen Person mehr oder weniger deutlich ausgeprägt auf ihr gesellschaftliches Umfeld ein und verändert dieses.

Die zweite Art von Phänomenen betrifft die sozialen Gruppen. Eine Forscherin ist stets in eine Forschungsgruppe, eine *wissenschaftliche Gemeinschaft* eingebunden, d.h. eine Gruppe von Personen, die die gleichen Objekte oder Phänomene mit gleichen Mitteln und gleicher Wertung untersucht. Die Gesamtgesellschaft, zu der die Forscherin gehört, stellt einen Fundus an technischen Möglichkeiten zum Bau von Apparaten, zur Durchführung von Experimenten und zur Faktenerhebung zur Verfügung. Andere Gruppen ermöglichen der Forscherin die Benutzung dieser Mittel. Vielfach entstehen aus wissenschaftlichen Gemeinschaften neue Institutionen: Institute an Universitäten, Forschungsabteilungen der Industrie, EU-geförderte Gruppen, Forschungsinstitute der politischen Organisationen, aber auch neue Firmen.

Schließlich ist das vielleicht wirkungsmächtigste Gruppenphänomen die politische Bewertung verschiedener wissenschaftlicher Aktivitäten. Im Moment werden

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

zum Beispiel Klimaforschung, Rüstung und Virenforschung unterstützt, während Gerechtigkeit, Systeme der Kapitalbildung und Machtinteressen vernachlässigt werden.

Sowohl auf der strukturellen als auch auf der sozialen Ebene werden also Prozesse, Abläufe, untersucht. Ein Prozess ist ein ständiger Übergang vom Möglichen zum Wirklichen. Er besteht aus einer Folge von *Zuständen*. Ein Zustand existiert in einem Raum von Möglichkeiten, dem sogenannten *Zustandsraum*, der auch alternative, bloss *mögliche* Zustände enthält. Die Vorstellung von wissenschaftlicher Entwicklung in einem Zustandsraum legt ein Bild der Evolution nahe, das in den zugehörigen Theorien zu finden ist. Am Zustand, der in einer bestimmten Periode vorliegt, treten verschiedene Änderungen oder Neuerungen auf. Einige davon bleiben unbeachtet, werden unterdrückt oder rückgängig gemacht, andere finden Anklang, stabilisieren sich und werden als Elemente in den Folgezustand aufgenommen. Im Unterschied zur Evolution treten die Änderungen in einem Zustand jedoch nicht nur durch Mutationen spontan oder durch Auslese auf, sondern nach einem, nicht zu unterschätzenden, allerdings auch noch nicht gut verstandenen, methodischen Muster (siehe Kapitel 5).

Die Erforschung des Wissenschaftsprozesses hat nach diesem Bild mindestens zwei, ineinander verflochtene Aufgaben. Erstens ist ein Zustandsraum aufzubauen, indem die zur Beschreibung von Änderungen relevanten *Dimensionen* geklärt und zusammengefügt werden. Zweitens sind die *Faktoren* zu erforschen und zu bestimmen, die den Übergang von einem Zustand in einen anderen bewirken oder als Teilursachen fördern. Man kann grob 'interne' und 'externe' Faktoren unterscheiden. Interne Faktoren verursachen oder beeinflussen die Veränderung auf der strukturellen, nicht-sozialen Ebene, während externe Faktoren auf der sozialen Ebene die Stabilisierung oder Unterdrückung solch interner Veränderungen bewirken.

Eine Erforschung des Wissenschaftsprozesses hat neben dem reinen Erkenntnisgewinn mindestens zwei praktische Ziele. Erstens möchte man in der Politik wissenschaftliche Entwicklungen bewerten, fördern oder verhindern. In einem zweiten, mehr 'internen' Ziel möchte man die wissenschaftliche Forschung durch 'gute' historische Vorbilder, durch gute Organisation des Wissens in Theorien und durch bessere Methodenstandards in Forschung, Lehre und Ausbildung optimieren.

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

Ein Zustand im Wissenschaftsprozess zu einer bestimmten Zeit enthält viele Komponenten, die für die Systematisierung relevant werden können. Wir interessieren uns hier weniger für Zustände des *gesamten* Wissenschaftssystems, als mehr für Zustände verschiedener *Teilsysteme*, wie sie zum Beispiel durch wissenschaftliche Disziplinen oder kleinere Einheiten gegeben sind. Sowohl das Gesamtsystem, als auch all seine Teilsysteme wollen wir als *Wissenschaftssysteme* bezeichnen. Relevant für die Zustandsbeschreibung eines Wissenschaftssystems sind mindestens all jene

Komponenten, bei deren Änderung sich auch der gesamte Zustand des untersuchten Wissenschaftssystems ändert. Diese Bedingung hängt allerdings nicht nur vom Wissenschaftssystem ab, sondern auch vom Typ und vom Erfolg einer entsprechenden Metatheorie. Eine Liste von Zustandskomponenten wäre vollständig, wenn jede relevante Komponente in ihr vorkommt oder sich aus Elementen der Liste definieren lässt. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit listen wir folgende Komponenten auf. Diese Komponenten nennen wir auch *Dimensionen*.

1. Dimension: Theorien und Modelle

Die wichtigste Dimension zur Beschreibung eines Zustandes betrifft die Theorien. Theorien stellen das in einem Zustand vorhandene Wissen in objektiverer, meist sprachlich niedergelegter Weise dar. Sie sind dann vor allem in Form von Hypothesen und Fakten relativ leicht identifizierbar und klassifizierbar, so dass sie zu Gruppen zusammengefasst werden können. Theorien, die ein gewisses Maß an Einheit aufweisen, erlauben die Definition oder Konstruktion von Modellen.

Modelle können wir uns in erster Näherung als begriffliche Konstrukte zur 'Abbildung' realer Systeme vorstellen (Balzer und Kuznetsov 2010), welche auch Fakten und deren Umgang beinhalten. Der Modellbegriff wird leider in verschiedenen Disziplinen anders benutzt. Wir verwenden in diesem Buch den Modellbegriff stets im präzisen Sinn der Modelltheorie (Shoenfield 1967), siehe 2.9 unten.

Die Erfindung einer neuen Theorie oder der Wegfall einer vorhandenen Theorie (aus welchen Gründen auch immer) markiert stets eine Änderung im Zustand des untersuchten Wissenschaftssystems. So etwa änderte sich der Zustand der klassischen Mechanik und damit die klassische Mechanik selbst durch die Entdeckung und Hinzufügung des *Hooke'schen* Gesetzes um 1720 und ebenso durch die Herausnahme optischer Gesetze, die *Newton* ursprünglich als zur Mechanik gehörig angesehen hatte.

2. Dimension: Fakten¹

Fakten sind die konkreten Gegenstücke der allgemeinen Hypothesen. Hypothesen und Fakten bilden zwei Pole, die im Spannungsverhältnis zwischen Systematisierung und Test stehen. Da sich die Faktenmenge eines Wissenschaftssystems *quasi* kontinuierlich ändert, wäre es unzumutbar, jede Änderung der Faktenlage als Anlass für eine entsprechende Zustandsänderung des Wissenschaftssystems zu nehmen. Die Faktenlage kann sich allerdings 'wesentlich' ändern, wenn etwa wichtige

¹ Im Deutschen werden die Worte *Fakten* und *Daten* oft synonym verwendet. In früheren Texten hatten wir das Wort *Daten* als Grundbegriff benutzt. Da in der Informatik und in der *computer science* auch Hypothesen als *Daten* angesehen werden – eine *Datenbank* enthält dort auch Hypothesen – haben wir *Daten* und *Datum* systematisch durch *Fakten* und *Faktum* ersetzt.

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

Experimente wiederholt zu Fehlschlägen führen, oder Fakten einer neuen, unerwarteten Art auftreten. In solchen Fällen führt eine Änderung bei den Fakten zu einer Zustandsänderung. Dies zeigt, dass Fakten unverzichtbar sind.

3. Dimension: Netze von Theorien, Modellen und Fakten

Neben den Theorien – den ‘Grundobjekten’ – und den zugehörigen Modellen und Fakten enthält eine Zustandsbeschreibung die Angabe vielfältiger Beziehungen *zwischen* diesen Objekten. Zwischen Theorien finden etwa intertheoretische Relationen, wie Reduktion oder approximativer Reduktion. Zwischen Modellen gibt es Bänder und zwischen Fakten entstehen begriffliche Verknüpfung. Bänder dienen dazu, Begriffe, theoretische Annahmen und Fakten von einer Theorie in die andere zu übertragen. Eine intertheoretische Relation nimmt jeweils auf zwei ‘ganze’ Theorien Bezug. Zum Beispiel besagt die approximative Reduktion der *Newtonschen* Gravitationstheorie auf die allgemeine Relativitätstheorie, dass alle wichtigen Begriffe und Hypothesen der ersten Theorie auch in der zweiten Theorie approximativ enthalten sind (Ehlers 1986). Dagegen werden durch Bänder nur einzelne Begriffe oder Fakten von Theorien miteinander verknüpft. Ein bekanntes Band beinhaltet, dass die Identität von Substanzen, die einerseits in Systemen der Stöchiometrie und andererseits in der idealen Gastheorie vorkommen, in eine entsprechende Beziehung zwischen dem stöchiometrischen Begriff der Molzahl und dem der Gaskonstanten in der Gastheorie verwandelt wird (Lauth 1989). Einführung oder Elimination einer intertheoretischen Relation sind dramatische Ereignisse, die den Zustand des Wissenschaftssystems deutlich verändern. Das Neuhinzukommen oder Wegfallen von Verbindungen von Fakten ist weniger spektakulär, markiert aber doch jeweils eine deutliche, quantitative Änderung des Gesamtzustandes, vor allem dann, wenn das untersuchte Wissenschaftssystem nicht zu groß ist.

Diesen drei Dimensionen liegt ein ‘systemisches’ Bild der Realität zugrunde: die ‘Welt’, die in einem Wissenschaftssystem erforscht wird, besteht aus vielen *verschiedenen* Systemen, die durch Bänder verknüpft sind. Erst dieses Netz liefert die Gesamtstruktur. Nach einer anderen, entgegengesetzten Sichtweise bezieht sich das ganze, in einer Theorie zusammengefasste Wissen auf einen einzigen, umfassenden Gegenstandsbereich. Eine Diskussion über diese verschiedenen Sichtweisen ist nicht nötig; unser Ansatz ist differenzierter und enthält die zweite Sichtweise als Spezialfall.

4. Dimension: Invarianzen und Symmetrien

Werden in einem Modell, Objekte und Funktionen nach bestimmten Regeln durch andere Objekte und Funktionen ersetzt, so ist die entstehende, transformierte Struktur wieder ein Modell. Die Modelle von Theorien sind in diesem Sinn *invariant*

unter bestimmten, für die jeweilige Theorie charakteristischen Transformationen. Modelle der klassischen Mechanik bleiben beispielsweise unter bestimmten Koordinatentransformationen, den sogenannten *Galilei-Transformationen*, erhalten. Symmetrien sind Transformationen spezieller mathematischer Form.

Neben den formalen, 'passiven' Transformationen spielen auch reale, aktive Transformationen eine wichtige Rolle. Dabei werden die durch die jeweilige Theorie modellierten, realen Systeme aktiv verändert und es zeigt sich, dass bei bestimmten Formen von Veränderung, die Theorie auch auf die transformierten Systeme anwendbar bleibt.² Zum Beispiel bleiben die *Newtonschen Axiome* in einem mechanischen System gültig, wenn das System vom ursprünglichen Zustand in einen Zustand konstanter Geschwindigkeit gebracht wird. Neben 'natürlichen' Invarianzen einer Theorie, die sich aus deren Modellen definitorisch ergeben, werden vielfach noch andere Arten von Transformationen studiert, deren Angabe einen Beitrag zur Zustandsbeschreibung darstellen kann.

5. Dimension: Phänomene und intendierte Systeme

Noch 'hinter' den Fakten stehen die 'realen' Systeme und die in ihnen vorkommenden Phänomene und Beziehungen. Sie bilden den Ausgangs- und Bezugspunkt der Forschung, die mit theoretischen Modellen endet. Die realen Systeme und Dinge sind – so lehrt uns die Philosophie, angefangen von (Kant 1956) bis (Quine 1960) – uns immer schon und immer nur in sprachlichem Gewand gegeben, so dass eine gewisse Sprachrelativität der 'Systeme an sich' nicht vermieden werden kann. Über die Systeme 'an sich' lässt sich kaum etwas sagen: es gibt sie. Alles andere, was wir über sie sagen, wird im Inhalt durch die sprachliche Beschreibung mitbestimmt. Jede inhaltliche Aussage über ein reales System setzt eine bestimmte Begrifflichkeit voraus, die die Menschen aktiv in das System hineinprojizieren. Obwohl sich über 'reale' Systeme wenig sagen lässt, müssen diese Systeme bei einer Zustandsbeschreibung in einer eigenen Dimension geführt werden. Sie sind der *Anker*, der die anderen, begrifflichen Dimensionen vom 'freien Schweben' abhält. In der Metatheorie werden sie vor allem zur korrekten Zusammenfassung und Gruppierung der Fakten gebraucht. Fakten, die aus dem gleichen System stammen, bilden eine Einheit, an der eine Hypothese zu testen ist.

6. Dimension: Messmethoden

Messmethoden liefern den wichtigsten, nämlich regelgeleiteten, Zugang zu Fakten und sind für den empirischen Erfolg von Theorien von zentraler Bedeutung. Sie kön-

² Zum Ursprung von Invarianzen und ihrem operationalen Hintergrund vergleiche (Balzer 1980, 1983).

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

nen einerseits begrifflich charakterisiert werden, enthalten aber andererseits einen Überschuss an praktischem Wissen in der Herstellung und im Umgang mit Geräten, welcher sich nur schwer systematisieren lässt. Die Entwicklung neuer Messmethoden, die oft mit der Erfindung neuer Apparate einhergeht, kann den Zustand eines Wissenschaftssystems ändern, was ihre Behandlung in einer eigenen Dimension rechtfertigt. Als Beispiel sei die Erfindung des elektrischen Thermometers um 1820 durch *Seebeck* genannt, das die Messung sehr hoher Temperaturen ermöglichte und damit entscheidend zur Untersuchung der Hohlraumstrahlung beitrug, die schließlich zur Quantenphysik führte (Fraunberger und Teichmann 1984: 132ff).

7. Dimension: Verstreute Personen

Verstreute Personen sind Personen einer vierten, neuen Art, die durch das Internet ermöglicht wurden (Balzer und Kurzawe 2023). Neben den *natürlichen* und den *juristischen* Personen, haben sich in den letzten 20 Jahren die Roboter so weit entwickelt, dass man sie als Personen ansehen kann (Balzer 2021). In (Wooldridge und Jennings 1995) werden vier Eigenschaften genannt, die ein Akteur haben soll. 1) Der Akteur ist autonom. Er kann sein Verhalten, seine inneren Zustände und Ziele kontrollieren. 2) Er ist reaktiv. Er nimmt seine Umgebung wahr und reagiert. 3) Der Akteur ist pro-aktiv. Er kann seine Umgebung so ändern, dass er bestimmte Ziele auch erreichen kann. 4) Er ist sozial. Er beeinflusst andere Akteure, die ihn beeinflussen.

Eine verstreute Person hat diese vier Eigenschaften. Im Gegensatz zu den anderen drei Personenarten hat eine verstreute Person aber mehrere, unabhängige Zentren, aus denen verschiedene Aktionen gleichzeitig verursacht werden können. Eine verstreute Person ist nicht hierarchisch, sondern netzförmig gegliedert. Sie hat kein eindeutiges Kontrollzentrum. In einem Menschen gibt es das Gehirn, in einer juristischen Person gibt es genau *den* Chef, Vorstand oder Vorsitzenden und im Roboter gibt es *einen* zentralen Prozessor, der die lokalen Prozessoren leitet. Zum Beispiel hat ein Roboter verschiedene Sensoren, in denen lokale Prozessoren aktiv sind. Diese sind aber nicht vollständig unabhängig vom zentralen Prozessor.

In einer verstreuten Person finden wir dagegen ein Netz von wirklich unabhängigen Zentren. Im Moment sind diese Zentren große Computer, die in einem Netz ständig gespiegelt werden – ähnlich den Monaden von *Leibniz*. In einem solchen Netz können Gemeinschaftshandlungen entstehen (Balzer und Tuomela 1999), die bis heute nur in Gruppen von Menschen möglich waren. Eine verstreute Person kann ein Ereignis erzeugen, welches alle Eigenschaften einer Gemeinschaftshandlung hat. Die Initialzündung erfolgt im Moment noch(!) durch eine Frage, die eine natürliche Person an die verstreute Person stellt – etwa im Internet kann der Mensch eine Frage an ChatGPT stellen. Aber statt nur eine Antwort zu geben, könnte die verstreute Person auch etwas anderes tun – in einen anderen Modus springen. Diese neuen Möglichkeiten werden sicher auch die Wissenschaft stark verändern.

Kapitel 1: Soziales

Schon jetzt kann eine natürliche Person im Internet einen *fake* verbreiten, der durch ChatGPT salonfähig wird. Dies verursacht einen *shit storm* und kann schließlich auch einen Wissenschaftler oder eine wissenschaftliche Gruppe treffen.

Die Diskussion über verstreute Personen beginnt gerade. In der wissenschaftlichen Ausbildung wird Schreiben von Texten immer weniger wichtig. Jede Studentin und jeder Student wird bald die meisten Texte, die sie oder er im Studium vorlegen muss, durch Programme wie ChatGPT produzieren.

8. Dimension: Probleme

Der Begriff des wissenschaftlichen Problems und der Problemlösung lässt sich mit Hilfe der zuvor genannten Komponenten weitgehend charakterisieren. Trotzdem ist für Probleme eine eigene Dimension erforderlich, weil die begriffliche Analyse nur den Begriff des *möglichen* Problems erfasst. Wichtig für die Beschreibung des Wissenschaftsprozesses sind aber vor allem diejenigen Probleme, die in einem bestimmten Zustand tatsächlich als Probleme angesehen werden und an deren Lösung gearbeitet wird. Die tatsächlich untersuchten Probleme stellen stets nur eine kleine Auswahl aus dem Spektrum der im jeweiligen Zustand möglichen Probleme dar.

Bei den Problemen wird unterschieden zwischen empirischen, begrifflichen und technischen Problemen (Laudan 1977), (Polya 1949). Empirische Probleme treten bei der Passung von Fakten und Theorien auf, begriffliche, wenn neue Theorien oder Netzverbindungen die Verhältnisse in den schon vorhandenen Theorien stören. Technische Probleme betreffen die Herstellung von Apparaten und die Erhebung von Fakten. Eine vierten Art von Problemen entsteht aus der Medienwelt und aus dem Internet. Ein solches Problem entsteht durch Plagiat oder durch 'gefakte', wissenschaftliche Resultate.

Mit der Dimension der Probleme kommen wir in den Bereich sozialer Einflüsse, denn die Auswahl von Problemen wird heute oft durch forschungspolitische Entscheidungen und durch die öffentliche Meinung mitbestimmt. Die Problemdimension stellt damit eine 'Naht' dar, an der die strukturelle und die soziale Ebene zusammentreffen.

9. Dimension: Institutionen

Die jeweils vorhandenen Institutionen, wie Universitäten, industrielle oder staatliche Forschungseinrichtungen, Stiftungen und andere Einrichtungen zur Forschungsförderung, aber auch rechtliche Rahmenbedingungen, wie etwa Verlagsrecht und Patentrecht, beeinflussen den Zustand eines Wissenschaftssystems. Neue Institute oder Fachbereiche an Universitäten, neue Laboratorien, aber auch neue Förderungsinstitutionen oder Instrumente führen zu vermehrter Forschung, die in einigen Fällen schon als Zustandsänderung angesehen werden kann. Als Nebenef-

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

fekt, aber oft auch mit Absicht, führt die Gründung einer neuen Institution, die eine bestimmte Forschungsrichtung fördert, zugleich zur Schwächung anderer Ansätze, die mit gleichen oder ähnlichen Themen beschäftigt sind. Zu den Institutionen sind auch die Auswahlmechanismen zu rechnen, nach denen Stellen besetzt werden, also die Zusammensetzung und Statuten von Auswahlgremien, wie Fakultäten oder dem Nobelpreis-Komitee.

Die wissenschaftlichen Verlage haben eine gewisse Sonderstellung. In den verschiedenen Bereichen und Disziplinen gibt es Gutachterkreise, die mit Verlagen zusammenarbeiten, mit dem Ziel, neue wissenschaftliche Resultate zu bewerten, einzuordnen und gegebenenfalls auszufiltern. Durch das Internet und durch die Kapitalmacht schrumpft der Markt der Verlage zusammen. In einigen Bereichen müssen die WissenschaftlerInnen Geld an den Verlag zahlen, um ein Resultat zu veröffentlichen. Dies führt dazu, dass Resultate und Texte immer mehr ohne Begutachtung ins Netz gestellt werden. Die erwähnte Filterfunktion wird schwächer und die Menge von Websites nimmt zu. Teilweise erfolgt heute das Filtern in den privaten, profitgetriebenen Suchmaschinen – und natürlich geheim. Wie, was und warum gefiltert wird, sollen wir nicht wissen.

Gutachterkreise bilden sich und lösen sich wieder auf. Seit es das Internet gibt, werden informelle Beziehungen wieder wichtiger – insbesondere, weil viele Wissenschaftsbereiche an Privatpersonen oder private Organisationen abgegeben werden.

Die vorhandenen Institutionen bilden einen wichtigen Teil des gesellschaftlichen Umfeldes; sie sind Ausdruck der vorliegenden Machtverhältnisse und Verhaltensnormen (Balzer 1993). Allerdings können nicht *alle* sozialen Einflüsse auf das Wissenschaftssystem als Veränderung institutioneller Bedingungen dargestellt werden.

10. Dimension: Werte

Werte lassen sich nicht auf wissenschaftliche Institutionen reduzieren. Wir denken hier an Werte, die sich im Rahmen der politischen und kulturellen Verhältnisse ändern. Solche Werte schlagen sich in der Forschungspolitik nieder und bewirken Änderungen bei den Problemen, den Institutionen und ForscherInnen.

Schliesslich gibt es noch zwei weitere Dimensionen, die einer genaueren Untersuchung zu unterziehen wären, nämlich die Charaktereigenschaften der ForscherInnen, sowie die Dimension des Stils und der Mentalitäten. Zweifellos äussern sich die vorhandenen, unterschiedlichsten Charaktere in verschiedenem Verhalten der Individuen und dieses bestimmt die kausale Entwicklung eines Wissenschaftssystems. Ebenso unzweifelhaft ist die Existenz verschiedener Denkstile und Kulturen, die sich ebenfalls in verschiedenem Verhalten der Individuen niederschlagen können. Unser Kriterium für die Einführung einer eigenen Dimension war allerdings, dass Änderungen in der Ausprägung dieser Dimension zu einer Änderung des Zustandes des Wissenschaftssystems führen. Dieses Kriterium scheint für die beiden letzten 'Dimensionen' nicht erfüllt zu sein. Individuen ändern ihren Charakter

kaum. Denkstile andererseits ändern sich viel langsamer als Zustände eines Wissenschaftssystems, so dass das Beziehungsverhältnis eher umgekehrt anzusetzen ist: die Wissenschaftssysteme beeinflussen und verändern die Denkstile.

Die genannten zehn Dimensionen sind unabhängig voneinander in dem Sinn, dass keine von ihnen ohne Rest durch die anderen explizierbar ist. Diese einführende Beschreibung kann nur als eine Bestandsaufnahme und eine vage Typologie angesehen werden.

Es liegt nahe, Änderungen in den angegebenen Dimensionen als Ursachen oder Teilursachen von Zustandsänderungen aufzufassen. Wir könnten zum Beispiel sagen, die Erfindung einer neuen Theorie sei die Ursache für eine entsprechende Änderung des Wissenschaftszustandes. In einer etwas genaueren Formulierung, würde man von einem *Muster* von Ausprägungen in verschiedenen Dimensionen sprechen: 'Der neue Zustand ist eingetreten, weil der Vorgängerzustand von bestimmter Art war und Zustände dieser Art immer (oder häufig) zu Nachfolgezuständen der eingetretenen Art führen.'

Als *Faktoren* der wissenschaftlichen Entwicklung sind also zunächst Zustände ins Auge zu fassen, die wir uns als Muster oder Gruppen von 'Ausprägungen' der verschiedenen Dimensionen vorstellen. Damit soll nicht geleugnet werden, dass auch die Änderung in einer einzigen Dimension als Faktor wirksam werden kann, nämlich, wenn die 'restlichen' Dimensionen unverändert bleiben.

Ausgehend von diesen Dimensionen und ohne, dass die Reihenfolge der Aufzählung etwas über die Wichtigkeit besagt, lassen sich einige Faktoren der Wissenschaftsentwicklung identifizieren.

Faktor 1: Die vorhandene begriffliche Umgebung in Form von Theorien, Netzverbindungen und Invarianzen. Diese Umgebung beeinflusst die Wissenschaftsentwicklung auf mehrfache Weise: als Ausgangsbasis für weitere Spezialisierung, als Generator von Problemen und von Lösungsräumen für Probleme und als Vorrat, aus dem Analogien für neue Phänomenbereiche geschöpft werden können. Es ist völlig klar, dass die jeweilige Ausprägung dieser Dimensionen entscheidenden Einfluss auf den Folgezustand hat und somit als kausaler Faktor wirkt. Dies gilt schon im Sinne des ersten systematischen Kanons für kausale Analyse in (Mill 1973: 388 - 406), und ebenso für neuere begriffliche Ansätze in diesem Bereich, wie etwa (Suppes 1970), (Hofer 2015). Weniger klar ist dagegen, genau welche Wirkung dieser Faktor hervorruft.

Faktor 2: Eine Änderung des Wissenschaftssystems wird oft von anerkannten Problemen hervorgerufen, die zu neuen Möglichkeiten führen. Ein Problem ist möglich, wenn es an der begrifflichen Umgebung des Vorgängerzustands festgemacht wird. Das Problem muss formulierbar sein, und dies hängt vom Zustand der Theorien und der darin vorhandenen Begriffe ab. Genau wie beim Individuum Neues nur dann gelernt oder 'assimiliert' wird (Piaget und Inhelder 1941), (Piaget und Szeminska 1941) wenn das Neue gerade in der 'richtigen', 'greifbaren' Nähe zu den schon vorhandenen, intellektuellen Strukturen steht, werden im Wissenschaftsprozess neue Probleme nur dann formuliert und bearbeitet, wenn sie den 'richtigen' Abstand zu

1.2 Dimensionen und Faktoren im Wissenschaftsprozess

den vorhandenen Theorien haben. Von allen begrifflich möglichen Problemen werden immer nur einige wenige auch als relevante Probleme anerkannt und bearbeitet. Ihre Bearbeitung führt zu einer Zustandsänderung, wobei wir allerdings nicht sagen können, genau welche Änderung eintreten wird. So waren beispielsweise das begriffliche Problem, dass Elektrodynamik und klassische Mechanik verschiedene Invarianzen haben, und das empirische Problem, dass die räumlichen Positionen des Planeten *Merkur* nicht gut zu den theoretischen Bahnen der *Newtonschen* Gravitationstheorie passten, wichtige Faktoren für die Entwicklung der speziellen, bzw. für die Durchsetzung der allgemeinen Relativitätstheorie.

Faktor 3: Die Natur der jeweils untersuchten Objekte und Systeme. Stabile und einfache Objekte, wie sie oft in der Physik untersucht werden, lassen sich schneller und mit mehr Erfolg erforschen, als veränderliche und komplexe Objekte, wie wir sie in den Sozialwissenschaften antreffen. Damit verknüpft sind auch Unterschiede in der Natur der Fakten. Bei stabilen, einfachen Objekten ist es leicht, viele Fakten zu erheben, bei veränderlichen, komplexen Objekten ist die Faktengewinnung ungleich schwieriger (siehe 3.2 und 3.3).

Faktor 4: Neue Methoden. Drei neue, allgemeine Methoden: Benutzung des Internets, Computersimulation und maschinelles Lernen, werden heute ständig verwendet. Es ist klar, dass alle drei dieser Methoden den Wissenschaftszustand stark ändern.

Daneben denken hier vor allem an spezielle Methoden, die zum Handwerkszeug bestimmter Disziplinen gehören: Methoden der Messung, des Experiments, der statistischen Analyse. Die Entwicklung neuer Messmethoden führt oft zu Änderungen auch in anderen Dimensionen, vor allem in der der Modelle. Die Erforschung eines ansonsten begrifflich 'reifen' und auch anerkannten Problems kann sich verzögern, wenn keine hinreichend präzisen Messmethoden bekannt sind. Als Beispiel sei das *Michelson-Morley* Experiment genannt, dem eine längere Phase der Diskussion auf rein begrifflicher Ebene voranging. Das Problem, ob ein Äther existiert, war schon vorher begrifflich reif und auch anerkannt, aber es fehlten die experimentellen Mittel und Ideen um relevante Fakten zu bestimmen.

Faktor 5: Die Charakterzüge von ForscherInnen, wie Ehrgeiz, Machtstreben, Geldgier, Streben nach Ruhm und Unsterblichkeit, aber auch Fähigkeiten wie Redekunst, Schnelligkeit in der Diskussion, Führungskraft und Überzeugungskraft. Ein schönes Beispiel ist hier *Newton*, dessen idiosynkratische Psyche und die aus ihr resultierende Forschungssucht wesentliche Bedingungen für seine wissenschaftlichen Entdeckungen waren (Schneider 1988). Zweitens spielt die Bildung und die Ausbildung der Individuen und ihr Kontakt zu anderen Disziplinen und Kulturen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Wie *Thomas Kuhn* bemerkt, werden bahnbrechende Neuerungen in einer Disziplin oft von Personen eingeführt, die enge Kontakte zu einer anderen Disziplin unterhalten.

Faktor 6: Das ökonomische, das politische und das Medieninteresse. Diese Interessen stammen meist nicht aus der Wissenschaft, sondern aus den verschiedensten

Modetrends oder sonstigen, wie auch immer entstandenen Bedürfnissen, wie zum Beispiel dem zeitgenössischen Bedürfnis vieler Mitmenschen, reich zu werden, ihren Tod mit allerlei merkwürdigen Mitteln so lang wie möglich hinauszuschieben, oder unliebsame Menschen unter die Erde zu bringen. Solche Trends und Stimmungen schlagen sich im Zufluss oder im Ausbleiben von Forschungsmitteln nieder und sind heute ein wichtiger Faktor im Wissenschaftsprozess (Böhme, van den Daalen, Krohn 1972, 1973).

Faktor 7: Computernetze und verstreute Personen unterstützen den Forschungsprozess nicht nur, sondern treiben den Prozess auch aktiv voran. Es gibt inzwischen neben den reinen Hilfsprogrammen, wie etwa den 'Number-Crunchers', auch intelligente Programme, die zum Beispiel a) neue Theorien aus gegebenen Fakten konstruieren, b) vorhandene Theorien im Licht gegebener Fakten verbessern, c) neue Fakten und *fakes* erzeugen und d) dynamische Interaktionen verschiedenster Art simulieren oder ausführen.³

Bei all diesen Faktoren können wir zwar sagen, dass sie zu Veränderungen führen, aber nicht, genau *welche* Veränderungen sie bewirken. Eine bloße Aufzählung oder Typologie gibt wenig Aufschluss über die wissenschaftliche Entwicklung.

Die oben angedeuteten Charaktereigenschaften und Denkstile, lassen vermuten, dass selbst ganze Zustände des Wissenschaftssystems als Faktoren zu grob sein können. Einzelne *Handlungen* oder individuelle *Handlungsmuster*, die durchaus von Charaktereigenschaften und dem Denkstil mitbestimmt werden, können Zustandsänderungen beeinflussen. Das ist besonders deutlich bei berühmten Figuren, die uns in der Wissenschaftsgeschichte Hinweise auf kuriose Umstände bei ihren Entdeckungen geben.

Die Aufzählung und Abgrenzung verschiedener Dimensionen und Faktoren allein liefert kein befriedigendes Gesamtbild des Wissenschaftsprozesses. Ihre Zusammenfügung zu einem Modell setzt Kenntnisse ihrer Wechselwirkung und ihres Zusammenspiels voraus, von denen wir noch weit entfernt sind. Insbesondere ist derzeit ein erklärendes Modell für die Wissenschaftsentwicklung nicht einmal in Umrissen sichtbar.

1.3 Selbstorganisation in der Wissenschaft

Ein Ansatz für ein umfassendes, systemorientiertes Modell des Wissenschaftsprozesses entwickelte sich in der Soziologie (Krohn und Küppers, 1987, 1990) aus der Systemtheorie (Bertalanffy 1968) und der Biologie. Systeme, die sich selbst organisieren, wie Organismen, Zellen, aber auch soziale Gebilde, existieren in einer Umwelt, die von anderen Systemen gebildet wird. Zwischen dem System und sei-

³ Siehe für a) etwa das bahnbrechende Buch von (Langley, Simon, Bradshaw, Zytkow 1987), für b) (Glymour, Scheines, Spirtes, Kelley 1987), für c) etwa ChatGPT, und für d) die vielen Werke, die von (Abelson 1973) bis (Zollman 2011) reichen.

1.3 Selbstorganisation in der Wissenschaft

ner Umwelt bestehen Wechselwirkungen, die nach systemtheoretischem Muster in Schleifen von *Rückkoppelungen* ablaufen. Oft wird auch von 'Rekursion' gesprochen. In der Logik gibt es die *Rekursionstheorie*, siehe etwa (Shoenfield 1967: Chap. 7), die den Begriff der Rekursion klar formuliert.

Selbstorganisierende Systeme sind auf Selbsterhaltung ausgerichtet, die sie mittels zweier Strategien verfolgen. Einerseits rekonstruieren sie in ständiger Rückkopplung ihre eigene, innere Struktur, andererseits versuchen sie aber auch, ihre Umwelt aktiv so zu verändern, dass sie in ihr und mit ihr möglichst gut zurechtkommen. Durch die rückgekoppelten Wechselwirkungen verändern sich sowohl das System intern, als auch die Systeme, die seine Umwelt bilden. Dabei können stabilere Phasen auftreten, in denen nur geringfügige Veränderungen stattfinden und sich das System in diesem Sinn mit den umgebenden Systemen im Gleichgewicht befindet. Die Wechselwirkungen zwischen dem System und seiner Umwelt definieren durch den 'Ort', die Art und die involvierten Objekte, den Rand des Systems, jenes Gebiet, das weder zur inneren Struktur des Systems, noch zum 'Inneren' eines umgebenden Systems gehört.

In Anwendung auf den Wissenschaftsprozess soll dieser als ein sich selbst organisierendes System verstanden werden. Systemelemente könnten beschrieben werden durch die in 1.2 angegebenen Faktoren und ihre Wechselwirkungen. *Krohn und Küppers* verfolgen jedoch einen eingeschränkteren Ansatz, nach dem als Elemente des Systems nur Personen, sowie deren Handlungen und die Wechselwirkungen zwischen den Handlungen zählen. Bei den Handlungen wird unterschieden zwischen *Forschungshandlungen* und *Wissenschaftshandlungen*.

Forschungshandlungen dienen dem direkten Ziel des Wissenserwerbs. Die wichtigsten Typen solcher Handlungen sind: Lesen, Anschauen, Nachdenken, Experimentieren, in der Gruppe diskutieren. Dabei subsumieren wir unter Nachdenken auch entsprechende Hilfstätigkeiten, wie Zeichnen von Diagrammen, Computerprogramme ausführen, Notizen machen, Rechnen, Information sammeln.

Wissenschaftshandlungen sind demgegenüber Handlungen, die die Möglichkeiten zur Durchführung von Forschungshandlungen stabilisieren und verbessern. Diese Handlungen sichern das Umfeld für Forschungshandlungen ab und gestalten sie für die Forschung günstig. Einige typische Arten von Wissenschaftshandlungen sind: Vorträge halten, Verfassen von Zeitschriftenaufsätzen, Büchern und populären Darstellungen, Aktivitäten in der Wissenschaftspolitik und Forschungsplanung, Lehre, Kontakte mit praktischen Bereichen (Krohn und Küppers 1990: 314ff).

Durch Vorträge werden andere Wissenschaftler von den eigenen Ergebnissen informiert. Publikation von Zeitschriftenaufsätzen und Büchern dient neben der Information auch dem Aufbau der eigenen Reputation. Forschungsplanung erfolgt zum Beispiel in Institutionen, die Forschungsmittel im Auswahlverfahren und unter Konkurrenzbedingungen verteilen. Das Wissenschaftshandeln besteht hier unter anderem in der Auswahl von Projekten, die förderungswürdig sind, oder in der Festsetzung von Verteilungsschlüsseln nach Disziplinen oder kleineren Untereinheiten. Je weniger solche Entscheidungen am wissenschaftlichen Gehalt der Projekte interessiert sind, desto stärker geht Forschungsplanung in Wirtschaft und Politik über. Von

der Seite der Wirtschaft herkommend sind Wissenschaftshandlungen schon jene, die einen gesellschaftlichen Bedarf an bestimmten Ergebnissen, oder einen Vorzug solcher Ergebnisse formulieren. Auch diese Handlungen werden in der Regel von WissenschaftlerInnen beeinflusst. Die Lehre dient dazu, qualifizierten Nachwuchs heranzubilden, der ohne Bruch in die jeweils vorhandenen Positionen hineinwachsen kann. Kontakte mit der Praxis finden im Bereich von Industrie, Gesundheits- und Erziehungswesen statt. Auch sie tragen zur Stabilisierung des Wissenschaftssystems bei, indem sie Anforderungen und Präferenzen aus dem Umfeld in das Wissenschaftssystem hineinbringen. Populäre Darstellungen breiten sich heute meist durch das Internet aus. Auch viele wissenschaftliche Inhalte werden im Internet öffentlich dargestellt und diskutiert. In diesen Beiträgen kann Wissenschaft, oder bestimmte wissenschaftliche Themen, für die Gesellschaft wertvoll empfunden werden. Genauso gut kann die Wissenschaft im Internet aber auch verteufelt werden.

Forschungshandlungen lassen sich einerseits in Gruppen von Handlungen einteilen, andererseits sind diese Gruppen miteinander verwoben. Jeder Gruppe von Forschungshandlungen entspricht eine Gruppe von Forschern, eine *Forschungsgruppe*, bestehend aus den Personen, die die Forschungshandlungen ausführen. Forschungsgruppen weisen zwei Charakteristika auf. Erstens bestehen in den Wirkungsketten zwischen den Handlungen innerhalb einer solchen Gruppe Rückkopplungen. Die Handlung einer Person hat Wirkungen auf andere Personen in der Gruppe. Und die resultierenden Handlungen der anderen Personen beeinflussen wiederum die späteren Handlungen der ersten Person. Die Handlung einer Person beeinflusst damit auf dem Umweg über andere Gruppenmitglieder spätere Handlungen der gleichen Person. Das Phänomen an sich ist nicht ungewöhnlich und tritt auch in nicht-wissenschaftlichem Kontext auf. Speziell ist in Forschungsgruppen jedoch die durch theoretische Inhalte vermittelte Form solcher 'Selbsteinflussung'. Zweitens entwickeln Forschungsgruppen eine eigene Identität, die in den Überzeugungssystemen der Mitglieder repräsentiert wird. Die Personen haben ein Bild der eigenen Gruppe, das mit Bildern der anderen Gruppen kontrastiert; sie haben ein entsprechendes 'Wir'-Gefühl. Die Identität der Forschungsgruppe drückt sich oft in einem eigenen Stil aus. Die Terminologie, aber auch bestimmte Sicht- und Lösungsweisen von Problemen, bilden sich innerhalb der Gruppe in spezieller Weise aus (Fleck 1980), (Kuhn 1970).

Während Forschungshandlungen sich so über Forschungsgruppen immerhin ansatzweise systematisieren lassen, herrscht bei den Wissenschaftshandlungen eine große Vielfalt vor. Die augenfälligste Wirkung von Wissenschaftshandlungen besteht im Aufbau und dem Erhalt verschiedenartiger Institutionen, angefangen von Universitäten, über Forschungslabors der Industrie bis zu Institutionen der Wissenschaftsförderung, zum Informationsaustausch (Zeitschriften, Verlage), zur Kontaktaufnahme mit der Industrie, oder zur Beratung der Politik (Wissenschaftsrat). Die Systematisierung dieser Institutionen bietet der Wissenschaftsforschung ein reiches Betätigungsfeld. Neben den fest institutionalisierten Handlungskomplexen existiert aber auch ein weiter Bereich von 'sonstigen' Wissenschaftshandlungen, die sich aus der jeweiligen Situation eines Wissenschaftlers mehr oder weniger

zufällig ergeben. Er kann einen Industriellen kennenlernen, der sich für seine Forschungen erwärmt und Mittel als Spende oder Stiftung bereitstellt, oder einen Journalisten, der über seine Forschungen berichtet, oder einen Politiker, der Einfluss auf Förderinstitutionen hat.

Insgesamt besteht der Wissenschaftsprozess aus zwei Hauptkomponenten: dem Kernbereich von Forschungsgruppen, in denen die auf Wissensvermehrung abzielende Forschung stattfindet, und dem aus Wissenschaftshandlungen bestehenden Rand, in dem das institutionelle und gesellschaftliche Umfeld so strukturiert wird, dass der Kernbereich möglichst erhalten und weiter ausgebaut werden kann.

Dieses systemtheoretische Modell kann als Rahmen für weitere Untersuchungen von Wissenschaftsprozessen auf sozialer Ebene dienen. Eine *Erklärung* solcher Prozesse ist allerdings – ähnlich wie in 1.2 – nicht zu sehen.

1.4 Wissen

Schon lange bevor die Wissenschaftstheorie entstand, machten sich Philosophen Gedanken über Wissen und Erkenntnis im allgemeinen, d.h. nicht nur beschränkt auf Wissenschaft. Die Wissenschaftstheorie knüpfte in ihrer Entwicklung an diese Gedanken an, so dass einige Bemerkungen über den Begriff des Wissens im allgemeinen das Verständnis der folgenden, speziell wissenschaftstheoretischen Modelle erleichtern dürfte (Lauth und Sareiter 2002).

Nach der am weitest verbreiteten Vorstellung besteht das Wissen einer Person aus den wahren Sätzen, die die Person für richtig hält und für deren Richtigkeit sie gute Gründe hat. Diese Charakterisierung ist nicht besonders präzise. Bis heute streiten sich Philosophen darüber, was die Wahrheit eines Satzes bedeutet, und Philosophen und Psychologen, ob Glauben oder Überzeugung (Habermas 1973), (Puntel 1983), (Davidson 1990)⁴ ('für richtig halten'), durch eine rein dispositionale Auffassung adäquat erfasst wird. Noch weniger klar ist der Begriff der 'guten Gründe'.

In den Sozialwissenschaften scheint diese, auf ein Individuum zugeschnittene 'Definition' des Wissens zunächst völlig unzureichend, weil dort Wissen mehr als soziales Phänomen, denn als individuelle Disposition gesehen wird. Die angegebene, 'individualistische' Version hat jedoch ihre Vorzüge. Sie impliziert keineswegs, dass Wissen ein rein individuelles Phänomen ist. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass alle vier genannten Ingredienzien des Wissens eine ausgeprägt soziale Komponente haben.

Die erste soziale Komponente des Wissens besteht aus Sprachen. Wissen wird durch Sätze oder Äußerungen ausgedrückt. Sätze sind in einer Sprache formuliert.

4 Im Deutschen – auch im Englischen – hat das Verb 'glauben' ('believe') eine stark religiöse Färbung. Im vorliegenden Kontext ist es jedoch gleichbedeutend mit 'überzeugt sein'. Wir folgen dem englischen Gebrauch und klammern die religiöse Seite einfach aus.

Sprache aber ist ein soziales Phänomen. Es impliziert Übereinkunft von Individuen einer Gruppe im Gebrauch von Lauten oder Schriftzeichen (Balzer 1999). In der Internetwelt werden Bilder und Bildsequenzen auch wieder mehr in die Sprache integriert.

Die zweite soziale Komponente des Wissens betrifft den Wahrheitsbegriff. Gewusste Sätze sollen wahr sein. Auch Wahrheit ist ein soziales Phänomen. Wahrheit impliziert unter anderem, dass die Individuen einer Gruppe einem Satz normalerweise zustimmen oder ablehnen. Dieses Phänomen wird durch das Internet weiter verstärkt.

Die dritte soziale Komponente beinhaltet die Entstehung von Überzeugungen von Personen. Bestimmte Personen meinen, bestimmte Sätze seien richtig. Auch der Prozess der Entstehung einer Überzeugung wird durch das Internet stark begünstigt.

In behavioristischer Redeweise ist Glaube eine Disposition, in bestimmten Situationen in sprachgeleiteter Weise, etwa durch Zustimmung oder Ablehnung zu reagieren. Dies gilt nicht nur für Beobachtungssätze (Quine 1960) sondern auch für hochtheoretische Sätze, wie etwa das zweite *Newtonsche* Axiom: 'Kraft gleich Masse mal Beschleunigung'. Auch dieser Satz ruft Reaktionen der Zustimmung oder Ablehnung hervor, je nach sprachlichem Kontext. Etwas glauben ist eine propositionale Einstellung, eine Einstellung gegenüber Ausdrücken, die in der allgemeinen Form: 'ich glaube, dass A' (mit einem geeigneten Satz A) zum Ausdruck kommt. Propositionale Einstellungen sind wesentlich durch die Sprache bestimmt, schon deshalb, weil sie sehr stark von der jeweiligen sprachlichen Formulierung des Ausdrucks A abhängen. Was in einer Formulierung geglaubt wird ('ich wollte den Einbrecher niederschließen'), stößt in anderer Formulierung ('ich wollte meinen betrunkenen Freund niederschließen') auf Ablehnung. Situationen, in denen das Glauben einer Person relevant ist, haben deshalb in der Regel einen sprachlichen und damit sozialen Hintergrund.

Auch die letzte und für uns im folgenden, wichtigste Komponente des Wissens, nämlich, dass es gute Gründe für das Gewusste gibt, hat einen starken sozialen Einschlag. In erster Näherung können wir zweierlei Arten von guten Gründen ausmachen. Einmal liegen gute Gründe für einen gewussten Satz vor, wenn dieser ein Teil eines gut bestätigten Systems von Sätzen ist. Die zweite Art guter Gründe liegt in der sozialen Stellung der Person, die den Satz äußert. Wenn die Person vertrauenswürdig oder mächtig ist, hat der von ihr geäußerte Satz von vornherein einen Bonus. 'Vertrauenswürdig' beinhaltet ja, dass die Person den Satz nicht ohne Grund geäußert hat und 'mächtig', dass man Schwierigkeiten bekommt, wenn man den Satz in Frage stellt. Auch eine verstreute Person hat heute einen ähnlich hohen Status.

Gute Gründe der zweiten, machtorientierten Art finden wir in großer Zahl; sie normativ auszuschließen wäre wirklichkeitsfremd. Zur Einschätzung ihrer Rolle kann auf die Existenz von Gruppen hingewiesen werden, in denen die wissenschaftliche Denk- und Lebensweise praktisch unbekannt ist (oder war), wie etwa steinzeitlich lebende Stämme in Neu-Guinea, oder stark magisch orientierte Stämme, wie die *Azande* (Evans-Pritchard 1937). Auch in den 'fortschrittlichen', hochtechni-

sierten Massengesellschaften spielen gute Gründe dieser Art eine große Rolle im Bereich des Religiösen: 'Ich *weiss*, dass mein Erlöser lebt'.

Für wissenschaftliches Wissen sind gute Gründe der ersten Art ('Bestätigung') zentral, obwohl in der Lehre vielfach der Lehrerin als Vertrauensperson gute Gründe der zweiten Art zugestanden werden. Der Begriff der Bestätigung ist allerdings in keinem befriedigenden Zustand, sondern selbst Gegenstand der wissenschaftstheoretischen Fachdiskussion. Auf einer sehr allgemeinen Ebene (siehe 5.7) lässt sich feststellen, dass mindestens drei, sich teilweise überlappende Arten von Bedingungen für den Bestätigungsbegriff einschlägig sind.

Erstens hat Bestätigung etwas mit Einheit ('Kohärenz') zu tun. Ein Satz ist in gewissem Grad bestätigt, wenn er zu einem einheitlichen System von Sätzen gehört. Einheit kann dabei ihrerseits verschiedene 'Grade' oder Formen annehmen. Die schwächste Form von Einheit einer Satzmenge besteht in deren Konsistenz: aus den Sätzen der Menge darf kein Widerspruch ableitbar sein. Auf der anderen Seite liegt Einheit der stärksten Art vor, wenn das Satzsystem formal mit einer kleinen Anzahl von Grundbegriffen und Hypothesen axiomatisierbar ist. Alle Sätze lassen sich dann aus einigen wenigen, überschaubaren Axiomen ableiten. Diese Art von Bestätigung hat keinen sozialen Hintergrund und ein solcher Satz braucht auch keinen empirischen Bezug zu haben. Auch Mengen logisch wahrer Sätze wären in diesem Sinn bestätigt.

Eine zweite Bedingung für Bestätigung bringt uns näher an die Erfahrungssätze. Ein Satzsystem und damit jeder Satz aus diesem System ist in gewissem Grad bestätigt, wenn das System ein Teilsystem von atomaren Sätzen enthält und die 'restlichen' Sätze mit den atomaren im gegebenen Grad zusammenpassen (siehe 5.1). Die atomaren Sätze stehen dabei für Fakten oder Beobachtungssätze, über die sich eine Gruppe einig ist. Der durch die Interpretation der atomaren Sätze als Fakten hergestellte empirische Bezug führt zugleich wieder in soziale Bereiche. Was Fakten oder Beobachtungssätze sind, hängt auch vom Übereinkommen in einer Gruppe ab. All dies gilt leider auch für Gruppen, die in einer Internetblase leben.

Die dritte Bedingung für Bestätigung geht noch weiter ins Soziale. Sie besagt, dass ein Satzsystem in gewissem Grad bestätigt ist, wenn es sich in der Praxis einer Gruppe als Werkzeug in diesem Grad bewährt. Bewährung im Technischen, im Machbaren oder im Profitablen, die Erreichung gesetzter, materieller Ziele, rückt dabei häufig in den Vordergrund und verdrängt eine andere Art der praktischen Bewährung, die in der Erhaltung eines stabilen und für die Beteiligten erträglichen – oder gar: angenehmeren – sozialen Systems besteht.

Die Details des so nur kurz beschriebenen Wissensbegriffs sind hier nicht vorzudringen. Es kommt zunächst darauf an, die soziale Verankerung hervorzuheben, die in allen Bedingungen (mit Ausnahme der axiomatischen Kohärenz) zum Vorschein kommt. Sie zeigt, dass die Charakterisierung von Wissen pragmatische Komponenten enthalten muss. Und was für Wissen gilt, gilt auch für Wissenschaft. Wir können nicht erwarten, dass sich die Begriffe von Wissenschaft, wissenschaftlicher Methode und wissenschaftlicher Weltsicht völlig unabhängig vom sozialen Hin-

tergrund charakterisieren und von ihren Gegenstücken abgrenzen lassen (Balzer 2003).

1.5 Wege der Wissenschaft, der Offenbarung und anderer Wege

Es gibt verschiedene Wege, die Welt und das Leben zu erklären. In diesen Wegen spielen begriffliche Repräsentationen eine zentrale Rolle. Neben der Wissenschaft gibt es andere, alternative Arten, der Welterklärung. In all diesen Wegen geht es auch darum, den Grad festgelegt, zu dem Sätze in einer Gruppe für richtig gehalten werden: den *Glaubensgrad*. Über die wissenschaftlichen Wege werden wir im Folgenden viel sagen. Die alternativen Wege werden wir dagegen hier nur kurz skizzieren.

Nach einer ersten alternativen Art der Festlegung wird der Glaubensgrad eines Satzes per Dekret angeordnet. Dies geschieht in Gesellschaften mit totalitärer Herrschaft, in denen neben den materiellen Verhältnissen auch das Denken unter Kontrolle der Herrschenden gebracht ist. Die Sätze, die nach diesem 'Mechanismus' geglaubt werden, nennen wir *doktrinäres Wissen*.

Der zweite Weg zur Festlegung von Glaubensgraden erfolgt in der Pseudowissenschaft. Dort gibt es zwei Prozesse, in denen sich Glaubensgrade entwickeln können. Erstens werden, um die Anerkennung bestimmter Sätze zu erreichen, vieldeutige 'Theorien' konstruiert, mit denen praktisch alle Sätze, die in einem Vokabular formulierbar sind, erklärt werden können. Zweitens kann eine 'Theorie' im Internet vorgestellt werden, deren Quasi-Fakten *alle* nur aus dem Internet stammen. Es ist möglich, dass all diese Quasi-Fakten nicht mit echten Fakten in Berührung kommen. Alle Mitglieder, die dieser 'Theorie' anhängen, leben in ihrer Internetblase.

Ein dritter Weg ist der der Offenbarung. Hier benutzt eine Person Berichte über ihre tatsächlichen oder vermeintlichen, 'inneren' Erlebnisse dazu, die Überzeugungen der anderen Individuen in bestimmter Weise zu verändern. In der Religion heisst es, die Anderen würden zum 'rechten Glauben' bekehrt.

Die Wissenschaft kann von diesen Alternativen deutlich abgegrenzt werden. In einem Fall kann die Abgrenzung allein durch Form und Struktur erfolgen. In den anderen Fällen, ist dies allerdings nur durch Bezug auf Formen der sozialen Interaktion möglich.

Eine Abgrenzung einer vieldeutigen Theorie kann formal erfolgen. Pseudowissenschaftliche, vieldeutige Theorien sind nicht widerlegbar, sie können *alle*, in einem bestimmten Vokabular möglichen Sätze erklären. 'Theorien' solcher Art sind, genau wie logisch inkonsistente Theorien, praktisch nutzlos. Eine Theorie, die alles erklärt, hat keinen Erklärungswert. Ein Beispiel wäre die Theorie von *Ptolemäus*, mit der *jede* Planetenbahn erklärt werden konnte.

Eine pseudowissenschaftliche Theorie, die nur auf Quasi-Fakten aus dem Internet beruht, lässt sich formal nicht abgrenzen. Viele Quasi-Fakten, die im Internet – und in anderen Netzen – existieren, sind echte Fakten, die auch in der 'vollen'

1.5 Wege der Wissenschaft, der Offenbarung und anderer Wege

Wirklichkeit zu finden sind (Kapitel 3). Im allgemeinen können wir nur sagen, dass Quasi-Fakten, die mit echten Fakten kollidieren, mit großer Wahrscheinlichkeit durch Menschen und Computer erzeugt wurden, um bestimmte ökonomische oder politische Ziele zu verfolgen.

Auch die Wege der Offenbarung und der Doktrination führen ins Soziale. In der Wissenschaft bleibt es dagegen jeder einzelnen Person überlassen, die Richtigkeit eines Satzes durch eigenes Urteil, eigene Wahrnehmung und eigene Erfahrung zu überprüfen. Jede einzelne Person, die sich für wissenschaftliche Sätze interessiert, kann sich mit Hilfe des eigenen Verstandes und der eigenen Erfahrung ein Urteil bilden. Von der Richtigkeit wissenschaftlichen Wissens braucht man nicht durch Überredung, Propaganda oder Polizeikontrolle überzeugt zu werden. Der Mensch kommt im Prinzip ohne diese 'Hilfen' aus. Dies impliziert aber *nicht*, dass die Person bestimmte, wissenschaftlich anerkannte Sätze als richtig einsieht und annimmt. Dies hängt auch von anderen Bedingungen ab, vor allem von dem Erkenntnisinteresse (Habermas 1968) der Person. Bei doktrinärem Wissen ist die Überprüfung durch den Einzelnen verboten und bei offenbartem Wissen ist sie auch unter noch so gutem Vorsatz nicht möglich. Offenbarung ist eine Episode im Inneren des Erleuchteten und entzieht sich der Erfahrung durch Andere. Der Erwerb von doktrinärem Wissen und von Offenbarungswissen lässt sich also klar von echtem Wissen abgrenzen.

Ein Satz oder eine andere Äußerung kann in verschiedenen Graden offenbart werden. Ein solcher Grad hängt insbesondere auch davon ab, wie wichtig der Satz für eine Person ist. Und dies hängt wiederum davon ab, an welcher Stelle der Satz im Überzeugungssystem der Person zu finden ist. Liegt der Satz 'an der Oberfläche', so dass er wenig Einfluss auf andere Sätze hat, oder liegt er 'in der Tiefe', so dass er viele andere Überzeugungen betrifft. Es gibt Sätze, die für das Weltbild der Person wichtig sind und es gibt Sätze, die in der Werbung für ein Konsumprodukt ständig wiederholt werden. In beiden Fällen wird etwas 'offenbart', aber der Einfluss ist im zweiten Fall normalerweise nicht so stark.

Wieder besteht hier die Gefahr, nur auf eine Person zu schauen und so zu tun, als ob es keine weiteren Menschen gäbe. Natürlich setzt die angegebene Abgrenzung ein soziales Umfeld voraus. Die Person lebt in einer Gruppe und spricht deren Sprache. Durch den Spracherwerb wird die Richtigkeit vieler Sätze mitbestimmt, die in die Überprüfung wissenschaftlicher Sätze eingehen. Dies ist besonders klar zu sehen bei Theorien, deren Vokabular Wörter aus der Alltagssprache enthält, wie 'ist grün' oder 'ist grösser als'. Der soziale Prozess, in dem die Person lernt, Sätze der Form 'X ist grün' korrekt zu äussern, könnte ja in anderen Gruppen zu Sätzen der Form 'X ist rot' führen, so dass eine Person bei gleicher Wahrnehmung in der einen Gruppe korrekterweise 'X ist grün', in der anderen Gruppe 'X ist rot' sagen müsste und im letzten Fall, wenn sie einige Grundregeln über Farbausdrücke gelernt hat, auch: 'X ist nicht grün'. Die Richtigkeit solcher Basissätze hängt also nicht nur von der jeweils wahrgenommenen Situation ab, sondern auch davon, welche sprachlichen Ausdrücke in der Gruppe mehr oder weniger evolutionär benutzt werden. Aber auch bei Theorien, deren Vokabular keine Alltagsausdrücke enthält, muss die Über-

prüfung atomarer Sätze irgendwo an umgangssprachliche Ausdrücke angebunden sein. Die individuelle Überprüfung wissenschaftlicher Sätze setzt also über die Sprache bestimmte vorgängige, in der Gruppe befolgte Konventionen voraus. Die obige Abgrenzung von wissenschaftlichem Wissen ist relativ zu einer gegebenen Sprache definiert. Auf der Grundlage der durch eine Sprache gegebenen Konventionen und Wahrheitswerten für alltägliche Sätze ist die Person aufgefordert, sich von der Richtigkeit wissenschaftlicher Sätze durch eigene Prüfung zu überzeugen. Der Punkt ist, dass ihr auch diese, relative Überprüfung, bei doktrinärem oder offenbartem Wissen versagt bleibt. Die Frage, ob wissenschaftliches Wissen durch eine Einzelperson ohne Bezug auf einen sozialen Hintergrund als gültig erkannt werden kann, stellt sich bei genauerer Analyse als nicht sehr sinnvoll heraus.

Wie eine Person eine solche Überprüfung angeht, bleibt dabei ganz offen. Die Wahl 'ihrer' Methoden bleibt ihr freigestellt. Jedenfalls hängt die Abgrenzung der Wissenschaft in diesem Punkt nicht von der Wahl 'wissenschaftlicher' Methoden ab; das würde die Abgrenzung zirkelhaft machen. Allerdings ist weitere Anleitung durch bereits Wissende zulässig, wenn dabei in jedem Schritt das Urteil der nicht-wissenden Person überlassen bleibt. Natürlich gibt es eine Fülle verschiedener Methoden, nach denen eine Person vorgehen kann. Die genauere Analyse solcher Methoden ist Sache der Wissenschaftstheorie (siehe Kapitel 5).

Heutzutage ist die Überprüfung wissenschaftlicher Sätze durch eine einzelne Person in vielen Fällen nur noch prinzipiell möglich. Die wirkliche Überprüfung würde die Kraft der Person übersteigen und ohne spezielle Hilfestellung von wissenschaftlicher Seite nicht gelingen. Die Überprüfung erfordert ja bei gesetzesartigen Aussagen einen Vergleich mit den zur Verfügung stehenden Fakten, die erst einmal aus den verstreuten Quellen zusammengetragen werden müssen. Dann ist aber auch für jedes einzelne Faktum dessen Entstehung und Gültigkeit zu prüfen, was in äußerst komplexe Bereiche führen kann.⁵ In der Praxis wird eine Person, sofern sie nicht forscht, die Überprüfung nur so weit vorantreiben, bis die Zuverlässigkeit von vorliegenden Angaben für sie deutlich wird.

All dies gilt auch für den Einsatz von Internetanwendungen ('Apps'), wie zum Beispiel von Programmen aus der Familie der *Large Language Models* LLM. Diese Programme waren nur in der Anfangsphase öffentlich zugänglich. So wie ein kapitalstarker Internet-Gigant auf solche Programme aufmerksam wird, kommt das Patentrecht und die Geheimhaltung ins Spiel.

Die beschriebene Abgrenzung erhebt keinerlei Anspruch darauf, den Prozess der Weitergabe und des Erwerbs von Wissen realistisch darzustellen. Den Kindern wird wissenschaftliches und alltägliches Wissen gleichermassen eingetrichtert, auch wenn wir die Anstrengungen einzelner LehrerInnen zur Förderung der Urteilkraft der Kinder anerkennen. Es scheint wenig sinnvoll, in der Schule wissenschaftliches von praktischem oder alltäglichem Wissen zu trennen. Und es ist zweifelhaft, ob

⁵ Vergleiche die noch ziemlich harmlose Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch *O. Roemer* im Jahre 1676, (Balzer und Wollmershäuser 1986), in die nicht weniger als 12 verschiedene Gesetze und zwar in wiederholten Malen (insgesamt 38 mal) eingehen.

1.5 Wege der Wissenschaft, der Offenbarung und anderer Wege

alltägliches Wissen den Kindern in folgender Weise beigebracht werden könnte: durch Vorlage eines Sachverhaltes muss die anschließende Beurteilung dem Kind überlassen werden. All dies rührt jedoch in keinerlei Weise an unserer Abgrenzung. Eine Person, die das entsprechende Interesse hat, kann sich von der Richtigkeit wissenschaftlicher Sätze selbst überzeugen. Da den Kindern in ihren ersten Lebensjahren dies Interesse in der Regel fehlt und in der Gesellschaft trotzdem der Wunsch besteht, ihnen solches Wissen beizubringen, muss bei ihnen anders verfahren werden.

In der Realität finden wir denn auch Aktivitäten der Überprüfung hauptsächlich in der Forschung, wo einerseits die Ergebnisse rivalisierender Ansätze kritisch geprüft werden, andererseits aber auch im Zuge eigener, neuer Ergebnisse die vorhandene Wissensbasis, von der diese ausgingen, kritisch überdacht wird. In der akademischen Lehre ist dagegen das Ideal des selbständig denkenden Studenten leider nicht die durchgängige Regel.

Mit Hinweis auf neuere Ansätze in der Wissenschaftsforschung (Gläser 2006) liegt der Einwand nahe, unser Abgrenzungskriterium gehe von *Popperschen* oder empiristischen Vorstellungen aus und sei durch die genannten, neueren Entwicklungen schon 'widerlegt'. Dazu ist zweierlei zu sagen. Erstens hat die Wissenschaftstheorie bereits den 'Gang der sicheren Wissenschaft' eingeschlagen, für den es charakteristisch ist, dass ältere, 'überholte' Ansätze nicht für schlichtweg falsch angesehen werden, sondern als in gewissen Grenzen durchaus richtig und nur außerhalb dieser Grenzen verbesserungsbedürftig. Genau dies gilt auch für das Verhältnis der neueren Wissenschaftstheorie zu früheren Ansätzen. Der Einwand, man übernehme Gedanken aus einer überholten Theorie, impliziert damit *nicht*, dass auch all diese Gedanken schon überholt sind. Er zeigt im Gegenteil, dass diese Gedanken Teil einer wissenschaftlichen Tradition sind, die kurzlebige Modetrends durchaus überleben und auch teilweise assimiliert werden können. Zweitens ist jedoch zu betonen, dass der genannte Einwand völlig fehlgeht. Das formulierte Abgrenzungskriterium hat *nichts* mit Wissenschaftslogik und wissenschaftlichen Methoden zu tun, es ist völlig neutral in der Frage, wie die Person ihre Überprüfung vornimmt. Im Kriterium ist die Rede von der sozialen Interaktion einer 'wissenden' Person (oder Gruppe) mit einer anderen, noch nicht Wissenden. Im wissenschaftlichen Fall breitet die wissende Person ihr Wissen einschliesslich der Wege, einschlägige Erfahrungen zu sammeln, vor der nicht wissenden Person aus und überlässt es dieser, sich eine Überzeugung zu bilden. Bei doktrinärem Wissen wird die Überzeugung der nicht wissenden Person durch Drohungen und bei offenbartem Wissen durch Versprechungen von außen geprägt. Auch der Verweis auf die Existenz von Propaganda und geistigen 'Kämpfen' unter den Wissenschaftlern ändert nichts an unserer Unterscheidung. Wissenschaftler sind Menschen und haben daher die bekannten persönlichen Triebe und Wünsche. In einem Umfeld, wo Egoismus und Nutzen ideologisch als das bestmögliche Verhalten gepriesen wird, ist es nicht verwunderlich, wenn auch die Wissenschaftler ihrem persönlichen Nutzen nachgehen. Es mag auch sein, dass manche Individuen entgegen ihrer eigenen Einsicht Ergebnisse aus gegnerischen Gruppen nicht öffent-

lich akzeptieren. Wenn die Ergebnisse öffentlich sind, ist dies jedoch eine zumindest langfristig bedeutungslose Trotzhaltung.

Unsere Abgrenzung der Wissenschaft räumt der Wissenschaft eine eindeutige Sonderstellung ein. Der Mitmensch und die Mitwissenschaftlerin wird als gleichberechtigt und unabhängig bei der Beurteilung wissenschaftlichen Wissens anerkannt. Der Mitmensch soll sich selbst seine Meinung bilden, sich *in Punkto* Wissen selbst bestimmen. Diese Grundhaltung ist Teil der umfassenderen Idee der Aufklärung als einer Befreiung von Zwängen verschiedener Art, hier insbesondere vom Zwang, den Glauben anderer Menschen übernehmen zu müssen (Kant 1964).

1.6 Internet⁶

Die Wissenschaft ist inzwischen nicht nur von Sprachen und Geldgebern abhängig, sondern auch vom Internet und anderen Netzwerken. In Europa gibt es zum Beispiel das Forschungsnetzwerk *Géant*, in dem die nationalen Forschungsnetze verbunden sind.

Das Internet besteht materiell aus einem globalen Zusammenschluss regionaler Computernetzwerke. Sogenannte *Internetknoten* verbinden die regionalen Computernetzwerke zum globalen Internet. Der weltweit größte Internetknoten befindet sich in Frankfurt, wo mehr als 3000 Netze angeschlossen sind. Damit der Datenaustausch zwischen den im Internet zusammengeschlossenen regionalen Netzen funktioniert, sind Regeln und standardisierte Verfahren notwendig. Wichtige Organisationen, die diese Regeln und Verfahren erstellen und den Betrieb und die Weiterentwicklung des Internets koordinieren, sind die *Internet Society*, die *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)*, die *Internet Engineering Task Force (IETF)* und das *World Wide Web Consortium (W3C)*.

W3C ist eine öffentliche Organisation; sie hat mehr als 400 Mitglieder: Unternehmen, Staaten, Vereine. Sie standardisiert die grundlegenden Techniken, wie etwa HTML und XML. In Deutschland und Österreich hat W3C ein Büro bei der DFKI in Berlin. Die Internet Society informiert, verbreitet und entwickelt die Internetinfrastruktur weiter etwa: IPv4, IPv6. Sie ist ebenfalls eine öffentliche Organisation; sie hat mehr als 100 000 Mitglieder. Der deutsche Ableger ist die deutsche Internet Society in Grasbrunn. ICANN koordiniert gemeinnützig die Vergabe und Verwaltung von global eindeutigen Internetadressen (IP-Adressen und Domäne-Namen). IETF schliesslich entwickelt und standardisiert Übertragungsprotokolle und Funktionen, die für den Betrieb der Infrastrukturen notwendig sind. IETF ist rechtlich ein US-Unternehmen mit beschränkter Haftung – ähnlich wie eine deutsche GmbH.

Bei regionalen Netzen wird unterschieden zwischen der Infrastruktur des Netzes und den Diensten, die den Kunden angeboten werden. Anders gesagt, wird zwischen

⁶ Bei der Formulierung der Abschnitte 1.6 und 2.14 hat mir Joseph Urban sehr hilfreich zur Seite gestanden.

Netzbetreibern und Internetanbietern unterschieden. Die Infrastruktur beinhaltet den Aufbau und das Betreiben des Netzes, die Dienste dagegen bieten den Kunden Zugänge – Anschlüsse – an das regionale Netz, und andere Dienste an.

Es gibt große, kleine, private und staatliche Unternehmen, die die Infrastruktur eines Netzes aufbauen und betreiben. Die Netzbetreiber können auch Anschlüsse anbieten. Telekom ist zum Beispiel Netzbetreiber, der auch Internetdienste anbietet. Kleinere Firmen bieten nur Zugänge an; sie betreiben keine eigenen Netzes. Heute unterhält oft auch eine Person ein lokales Netz, sein 'Home-Netz', in dem sein Computer, seine Laptops und Smartphones vernetzt sind.

Ein Internetanbieter gibt dem Kunden eine Kennung, ein Passwort und eine öffentliche IP-Adresse, die den Computer, das Handy oder das Smartphone des Kunden identifiziert. Dadurch bekommt der Kunde einen Zugang zum Internet. Technisch, kann der Zugang durch einen Kabelanschluss oder durch Funk erfolgen. Juristisch wird unter anderem geregelt, wieviel der Unterhalt zum Zugang dem Kunden kostet.

Neben der Bereitstellung des Internetzugangs spielen heute weitere Dienste und 'Produkte' eine immer wichtigere Rolle. Ein solcher Dienst stellt zum Beispiel einen 'Server' (einen Computer, der am Netz hängt) bereit, mit dessen Hilfe der Kunde Emails senden und empfangen kann. Ein anderer Dienst unterhält einen Server, der Webseiten 'hostet' ('bewirtet'). Der Kunde erstellt 'seine' Webseite, die dann durch den Server gehostet wird, so dass andere Internetbetrachter die Webseite betrachten können. Im Prinzip kann ein Kunden auch einen eigenen Email-Server oder Webserver betreiben, was allerdings entsprechendes Wissen erfordert.

In einem Endcomputer wird ein spezielles Programm, der *Browser*, der 'Stöberer', installiert. Mit diesem Programm können Webseiten gesucht und angeschaut werden. Da es inzwischen unzählige Webseiten gibt, entwickelten sich Suchmaschinen, die die Suche nach einer bestimmten Webseite oder einem Thema, das in der Webseite behandelt wird, erleichtern. Da diese Suchmaschinen von Privatunternehmen unterhalten werden, wird eine Suche vom Inhalt und vom ökonomischen Profit der Suchmaschine abhängig. Weitere Dienste bieten Möglichkeiten der Unterhaltung in Personengruppen an. Die Personen können in einer solchen Gruppe diskutieren, Meinungen oder Bilder austauschen, Information weitergeben.

Durch das Internet ist Kommunikation zwischen Menschen möglich, die sich an völlig verschiedenen Stellen der Erde befinden. Sie können (fast) gleichzeitig reden, hören, sehen und schreiben. Zwischen dem normalen menschlichen Hören, Sehen und Sprechen werden weitere Prozesse dazwischen geschoben. Hören, Sehen und Sprechen wird durch Mikrophone, Lautsprecher und Videokameras durch Computerprogramme digitalisiert, in elektrische Informationen und Bitsequenzen umgewandelt, an einer ersten Stelle in das Internet eingegeben und an einer anderen Stelle wieder in die drei genannten menschlichen Tätigkeiten transformiert. Dadurch können sich zwei – oder mehrere – Personen *quasi* normal unterhalten und diskutiert. Damit wird das Verständnis zwischen WissenschaftlerInnen schneller und leichter.

Durch das Internet wurde es möglich, Forschungshandlungen viel schneller auszuführen als früher. Eine Forscherin kann erstens bei ihrer Arbeit nachschauen,

ob sie einen Begriff, ein Thema, eine Frage im Internet findet. Durch die Suchmaschinen findet sie Webseiten, in denen der Begriff, das Thema, die Frage eine Rolle spielt. Die Forscherin kann oft einen für sie inhaltlich neuen Aspekt entdecken. In diesem Fall kann sie diesen Aspekt in ihrer Arbeit erwähnen oder einbauen. Wenn der Inhalt für sie nicht neu ist, kann sie ihn mit ihrem Wissen abgleichen und eventuell erwähnen, um Plagiatsvorwürfen vorzubeugen. Zweitens kann der Forscher seine eigenen Resultate öffentlich machen – soweit dies juristisch möglich ist. Er kann zum Beispiel eine eigene Website unterhalten, in der sein Profil, seine Werke und seine Verbindungen dargestellt werden. Er wirbt für sich. Er kann bestimmte Texte oder Inhalte auch nur an bestimmte, natürliche oder juristische Personen richten. Drittens wird heutzutage der Briefverkehr in der Wissenschaft per Internet abgewickelt. Dadurch entstehen vielfältige Korrespondenzen. Inzwischen werden auch Telefongespräche immer mehr durch Internetgespräche ersetzt. Die Kommunikation erfolgt dadurch effektiver.

Die genannten Vorteile haben aber auch ihre unangenehmen Aspekte. Erstens ist ein elektronischer Brief (neudeutsch: Email) oder ein Gespräch in großem Maße öffentlich. Verschiedene Abgreifmethoden sind bekannt und je nach Methode ist es schwer oder unmöglich, den Inhalt einer Email privat zu halten. Der Absender kann die Email verschlüsseln. Dazu wird der Inhalt zunächst übersetzt, so dass die Regeln der natürlichen Sprachen nicht mehr greifen. Der Inhalt wird in eine 'Privatsprache' übersetzt, die gerade generiert wurde. Beim Empfänger wird der Inhalt wieder in eine normale Sprache umgewandelt. Es ist aber klar, dass der Supercomputer einer global wichtigen Institution die Verschlüsselungsverfahren knacken kann.

Methoden der Verschlüsselung gab es schon immer und Personen aus einer feindlichen Gruppe konnten immer den Verschlüsselungscode schließlich knacken. 'Früher' war dies allerdings etwas aufwendiger. Um Briefe öffnen zu lassen, mussten relativ viele Menschen beschäftigt werden. Heute wird die Entschlüsselung durch Computer erledigt. Nur die jeweilige Verschlüsselungstechnik muss noch von Menschen 'entdeckt' werden. 'Früher' versuchten Staaten den Informationsfluss der Bürger zu kontrollieren. Das Weitergeben von Information über Staatsgrenzen hinaus war damals recht mühsam. Durch das Internet hat sich dies zunächst geändert. Inzwischen werden aber die Inhalte im Internet wieder mehr überprüft. In einigen Staaten werden dazu die Server in der betreffenden Region genauer kontrolliert. Dadurch wird auch die wissenschaftliche Kommunikation wieder erschwert.

Ein weiterer Aspekt muss bedacht werden. Durch das Internet wird es möglich, viele Themen zu finden und anzuschauen, die 'früher' nur in den Fachdisziplinen zu finden waren. 'Früher' studierte eine Forscherin hauptsächlich die Fachliteratur. Oft war es zu aufwendig, in Disziplinen zu stöbern, die weiter entfernt von ihrem Gebiet liegen. Heute werden durch Internetdienste (wie etwa Google) die Themen und Daten aus den Webseiten gesammelt und weiter verwertet. Durch eine sinnvoll gestellte Suchanfrage wird eine Suchmaschine oder ein Programm wie ChatGPT – fast immer – sinnvolle Antworten geben. Ob diese Antworten auch richtig sind, steht auf einem anderen Blatt.

1.7 Verantwortung in der Wissenschaft

Das Problem ist, dass die Sammlung und Aufbereitung durch Privatunternehmen erfolgt, so dass ein Forscher nicht weiß, ob die Antworten auch wissenschaftlichen Gehalt haben. Die wenigen, 'am Markt' aktiven Unternehmen, werden ihren Kunden nicht sagen, wie diese Sammlung und Aufbereitung genau geschieht. Die Programme, die in diesen Unternehmen benutzt werden, sammeln Quasi-Fakten und Dateien aus dem Internet, wobei nicht klar ist, welcher Quasi-Fakt ein echter Fakt ist oder nur gefakt. Im Prinzip kann eine maschinell generierte Antwort auf reinen Quasi-Fakten beruhen. Verschiedene Beispiele wurden in der Öffentlichkeit schon diskutiert (Haug 2015). Ein Streit von zwei Personen kann durch das Internet und Quasi-Fakten ziemlich schnell zu einer Lagerbildung führen. Dieser, in der Politik normale Prozess, wird nun im Internet immer schneller und wird auch in die Wissenschaft hineingetragen.

Schliesslich möchten wir erwähnen, dass es neben dem Internet auch andere Netzwerke aus Wirtschaft, Rüstung und Wissenschaft gibt, die versuchen 'ihren' internen Informationsfluss vom Internet abzuschotten. Die verschiedenen juristischen Probleme, die durch regionale Netze, das Internet und private Netze entstehen, sind im Moment erst in Ansätzen reguliert.

1.7 Verantwortung in der Wissenschaft

Die immer stärkere Durchdringung aller Lebensbereiche mit Produkten und Systemen, deren Herstellung erst durch wissenschaftliche Erkenntnis ermöglicht wurde, sowie die langsam wachsende Einsicht, dass nicht jedes neue, materielle Produkt und nicht jede Dienstleistung das Wohl der Menschheit vergrößert, weckt den Bedarf an Kriterien für sozial vertretbare Forschung. Außer einem warmen Regen staatlicher Mittel für KI, Robotik und Wissenschaftsethik lässt sich freilich nur wenig Aktivität ausmachen, um diesen Bedarf zu befriedigen. Das Thema 'Ethik in der Wissenschaft' ist weitläufig und bis jetzt wenig ergiebig. Dagegen ist die Frage nach der Verantwortung für die Folgen wissenschaftlicher Forschung von handfester Art, aktuell und zugleich hochgradig relevant für ethische Überlegungen. Die Forschungen über Zuschreibung von Verantwortung sind allerdings auch noch nicht weit gediehen (Jonas 1979), (Lenk 1991), (Wallach und Allen 2009). Ein Grund hierfür dürfte sein, dass sie vermutlich zu einer Erschütterung der Grundfesten der derzeitigen Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung führen würden.⁷

Die für Wissenschaftler bequeme und weitverbreitete Antwort auf die Frage nach der Verantwortung besteht darin, einen Unterschied zu machen zwischen Herstellung und Benutzung eines Werkzeugs. Das Werkzeug ist 'ethisch neutral', es kann für gute und schlechte Zwecke eingesetzt werden. Mit einem Hammer kann ich einen Nagel, aber ebensogut den Kopf meines Mitmenschen einschlagen. Im zweiten,

⁷ Hier ist nicht der Platz, dies weiter auszuführen. Vergleiche aber (Balzer 1993) für die Entwicklung eines theoretischen Hintergrundes, von dem aus unsere Vermutung plausibel scheint.