Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).

MAGISTERARBEIT

# Über die Wissenschaftskultur der Informatik

## Eine Orientierungshilfe für den disziplinären Selbstreflexionsprozess

Ausgeführt am Institut für
*Gestaltungs- und Wirkungsforschung*
der *Technischen Universität Wien*

unter der Anleitung von *Prof. Dr. Ina Wagner*
und *Dr. Friedrich Glock*

durch
*Gerhard E. Bruckner*
Siolygasse 20a/1, 1190 Wien

30. April 2007 Gerhard E. Bruckner

# Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die den benützten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Wien, 30. April 2007

Gerhard E. Bruckner

# Danksagung

Das Zustandekommen dieser Arbeit verdanke ich im Besonderen den lehrreichen Stunden, die Dr. Friedrich Glock mir und meiner Arbeit gewidmet hat — seinen Erklärungen und Literaturhinweisen, welche es mir ermöglicht haben, Zusammenhänge zu verstehen, auf die ich selbst in vernünftiger Zeit nicht gekommen wäre. Dies stellt aus zwei Gründen etwas Außergewöhnliches dar: Erstens ist es im heutigen Universitätsalltag leider nicht die Regel, dass ein derart intensives und persönliches Betreuungsverhältnis zustandekommt. Zweitens erachte ich es unter den gegebenen Umständen als wagemutig, mit mir, einem Informatiker, der eine Ausbildung mit technischen Schwerpunkten genossen hat, eine Expedition durch eine sozial- und geisteswissenschaftliche Umgebung zu versuchen, welche durch die Natur einer solchen Arbeit — eine Qualifikationsarbeit mit beschränkter Zeit und beschränkten Mitteln — zu einer Sightseeingtour geworden ist. Doch wer behauptet, man könnte — heimkommend von einer Touristenfahrt — nichts Interessantes erzählen, der irrt.

Unser Vorhaben wäre nicht möglich gewesen ohne die von Prof. Ina Wagner liebenswürdigerweise geschaffenen Rahmenbedingungen.

Stellvertretend für die vielen interessanten Menschen, mit denen ich in den letzten Jahren das eine oder andere Stück meines Weges teilen konnte, möchte ich Fabio Savarese, Christian Schöbel und Lìvia Hajbòk erwähnen.

An letzter aber prominenter Stelle danke ich meinen lieben Eltern, die mir in meinen Studien unter die Arme gegriffen, Geduld bewiesen und mir damit einige Exkurse in Wissensgebiete jenseits der Informatik ermöglicht haben.

**Zusammenfassung**

Die *Informatik* zeigt als relativ junge Wissenschaft — im Gegensatz zu etablierten Disziplinen — ein starkes Bedürfnis nach Selbstreflexion und Positionierungsdiskussion. In der vorliegenden Arbeit entwickle ich eine Orientierungshilfe für die Diskussionen innerhalb der Informatik der vergangenen 50 Jahre, indem ich versuche, Verbindungen zu Ansätzen außerhalb der Informatik herzustellen, die das Phänomen *Wissenschaft* zu fassen versuchen: *Wissenschaftstheorie*, *Soziologie* und die sogenannten *Science and Technology Studies*. Dafür stelle ich, anknüpfend an eine kurze Vorstellung der allgemeinen „metawissenschaftlichen“ Konzepte (Kapitel 2), eine Auswahl von Standpunkten, Konzepten und Projekten innerhalb der Informatik vor (Kapitel 3).

Dabei wird deutlich, dass der beobachtbare Trend im Selbstverständnis der Informatik — die anfangs technische und betont formale Sichtweise wird nach und nach ergänzt durch eine die soziale Natur menschlicher Tätigkeit betonende Perspektive — sich in einen generellen Paradigmenwechsel in der wissenschaftlichen Weltsicht bzw. ebenso in der verwissenschaftlichten westlichen Gesellschaft einfügt und in der Literatur mit dem Begriff *Postmoderne* bezeichnet wird. Präskriptive und sich rein auf Theorie stützende Konzepte werden von beschreibenden, qualitativen und empirisch-orientierten Ansätzen herausgefordert.

In der Informatik selbst manifestiert sich dieser Trend im zunehmenden Verständnis von Softwareentwicklung als *Designprozess* oder *sozialer Prozess* sowie von der Computerwissenschaft selbst bzw. ihrem primären Ausfluss — der Informations- und Kommunikationstechnologien — als ein mit der Gesellschaft verflochtenes und somit *soziales Phänomen*.

**Abstract**

The field of *informatics* or *computer science* shows an obvious need for debate about its fundamental self-understanding, which is regarded typical of a scientific discipline of rather young age. In this master-thesis, I am going to provide an introductory guide for understanding the context of the numerous debates, discussions and connected projects which have arisen over the past fifty years, drawing connections between these and more general approaches from outside computer science: *philosophy of science*, *sociology* and the so-called *Science and Technology Studies*. In order to do so, following the introduction of approaches from the outside (chapter 2), I will sum up a selection of outstanding standpoints and projects from within computer science (chapter 3).

In this way, I can demonstrate that the apparent trend in the self-understanding of computer science — the shift from a technical and formal view towards a more integral and social standpoint — resembles a more general paradigm change in scientific thinking which is also attributed to western society as a whole and summarised by the term *post-modernity*. Prescriptive and exclusively theory-based approaches are challenged by descriptive, qualitative and empirically-based views.

In computer science, this trend is manifest in recognising software development as a *design process* or *social process*, and understanding informatics as well as information technology as its primary output, embedded within society as a whole — instead of an ivory tower phenomenon, isolated from the rest of the social world.

# Inhaltsverzeichnis

**1 Annäherung** **1**

1.1 Zu Fragestellung und Methode . . . . . 2

1.2 Informatik in der Tradition des philosophischen Rationalismus . . . . . 5

1.3 Skizze eines Kulturkonzeptes von Wissenschaft . . . . . 8

**2 Metawissenschaftliche Konzepte** **18**

2.1 Klassische Wissenschaftstheorie . . . . . 20

2.2 Radikaler Konstruktivismus . . . . . 26

2.3 Wissenssoziologie . . . . . 30

2.4 Ethnomethodologie . . . . . 33

2.5 Rekonstruktive Sozialforschung . . . . . 38

2.6 Science and Technology Studies . . . . . 41

**3 Der innerwissenschaftliche Diskurs der Informatik** **49**

3.1 Software als Komplexitätsproblem . . . . . 54

3.2 Software als formales Problem . . . . . 56

3.3 Die US-amerikanische Curriculardebatte . . . . . 62

3.4 Die skandinavischen Schulen . . . . . 65

3.5 Die Workplace Studies . . . . . 67

3.6 Theorie der Informatik . . . . . 69

3.7 Software als Realitätskonstruktion . . . . . 80

**4 Fazit** **90**

**Literaturverzeichnis** **103**

# Kapitel 1

# Annäherung

> „Vielleicht läßt sich die Frage *Was ist* [*Informatik*]*?* erst spät stellen, wenn das Alter naht und die Stunde, um konkret zu werden. [...] Es ist dies eine Frage, die man in einer verhaltenen Erregung stellt, gegen Mitternacht, wenn es nichts mehr zu fragen gibt. Zuvor stellte man sie, man stellte sie immer wieder, allerdings allzu mittelbar oder schief, allzu künstlich, allzu abstrakt, man legte sie dar, man beherrschte sie eher im Vorübergehen, als daß man sich von ihr mitreißen ließ. Man war noch nicht nüchtern genug. Man hatte allzugroße Lust daran, [Informatik] zu betreiben, man fragte sich nicht, was sie war, es sei denn in Stilübungen; man war noch nicht an jenen Punkt von Nicht-Stil gelangt, an dem man schließlich sagen kann: Was war das denn nun, was ich während meines ganzen Lebens gemacht habe?“
>
> Gilles Deleuze über *Philosophie* (und nicht *Informatik*) in (Deleuze u. Guattari, 1991, S. 5)

Dieses dem französischen Philosophen Gilles Deleuze[1] entwendete und entfremdete Zitat bringt uns brauchbare inhaltliche Anknüpfungspunkte zum Einstieg in die vorliegende Arbeit und ist selbst mit Absicht einem Werk entlehnt, in dem die Autoren nach den (stillen) Annahmen und Voraussetzungen von Philosophie, ihrem Verhältnis zur Wissenschaft sowie nach der Entstehung von und dem Umgang mit Konzepten fragen. Daran kann ich nun mit der Motivation für meine Arbeit gut anschließen, indem ich nochmals schelmisch *Philosophie* durch *Informatik* ersetze: Ich möchte mich dem Verständnis dessen annähern, was Informatikerinnen und Informatiker tatsächlich tun, wenn sie Wissenschaft betreiben; was sie dabei als selbstverständlich voraussetzen, wie sie über ihr eigenes Tun und Schaffen reflektieren, welche Konzepte sie einander hierfür anbieten und welche Geschichten sie erzählen.

[1] Gilles Deleuze; französischer Philosoph und Medientheoretiker, 1925–1995, beschäftigte sich Zeit seines Lebens mit modernen Philosophen und Themen der Kunst, Erkenntnistheorie sowie der Psychoanalyse. Er wird neben Foucault, Derrida und Baudrillard zu den Vertretern der französischen poststrukturalistischen Philosophie gezählt.

## 1.1 Zu Fragestellung und Methode

Klarerweise übersteigt das Anliegen, ein derart umfassendes Verständnis von Informatik zu entwickeln, bei Weitem das, was in einer Qualifikationsarbeit geleistet werden kann: Es verlangt nach einem großangelegten *empirischen* Projekt. Der Frage nach der Praxis der Informatik Betreibenden könnte beispielsweise im Rahmen einer mehrjährigen ethnographisch orientierten Untersuchung nachgegangen werden — so wie meinem Interesse an dem, was InformatikerInnen in ihrer täglichen Arbeit als gegeben voraussetzen. Eine Beschäftigung mit ihren Geschichten kann interessante Ergebnisse liefern, indem Publikationen als empirisches Material für qualitative Inhaltsanalysen herangezogen oder Interaktionen von InformatikerInnen bei Tagungen diskursanalytisch untersucht werden. Viel ist vorstellbar, was als spannender Beitrag zu einem Gesamtverständnis der Informatik zusammenzutragen wäre.

Ein derartiges größer angelegtes Projekt ist zum Beispiel unter dem Namen „Wissenschaftskulturen im Vergleich“[1] in Wien von 1991 bis 2001 am *Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* in Zusammenarbeit mit der Universität Wien durchgeführt worden — allerdings handelte es sich, wie bereits am Titel ersichtlich, um einen *vergleichenden* Zugang zu verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen[2]. Ziel des Projektes war es, den Prozess der Initiation der Studierenden in die jeweilige Wissenschaftsdisziplin zu untersuchen sowie die einzelnen Wissenschaften als kulturelle Praktiken zu analysieren und verstehbar zu machen. Ich erwähne dieses eine bestimmte Projekt deshalb, da ich in einer der Nachfolgeveranstaltungen desselben Institutes, dem sogenannten *Studium Integrale*, teilnehmen konnte; ein zweisemestriges Ergänzungsstudium für Studierende aller Studienrichtungen, das sich u.a. auch in Reflexionsgruppen und gemeinsamer Projektarbeit den unterschiedlichen disziplinären Hintergründen seiner 22 TeilnehmerInnen widmete. Ein großer Teil meiner Motivation, ein bezüglich des Erkenntnisinteresses verwandtes Thema für die vorliegende Arbeit zu wählen, ist sicherlich auf meiner Erfahrung in dieser Studierendengruppe begründet.

Was also kann realistischerweise im Rahmen einer Magisterarbeit geleistet werden, wenn das Thema „Über die Wissenschaftskultur der Informatik“ lautet? Diese Frage behandle ich im vorliegenden Kapitel.

[1] Siehe Fischer u. a. (2001) und Arnold u. Fischer (2004)

[2] Literaturwissenschaft, Geschichte, Biologie und Physik — zwei Kultur- und zwei Naturwissenschaften

> „[Das Problem der Informatik] ist, daß sie in dieser kurzen Zeit [ihrer Existenz] das Stadium der Berechnungen und technischen Rationalität weit hinter sich gelassen hat; sie ist eine Wissenschaft geworden, die mindestens so stark in soziale Zusammenhänge eingreift wie die Architektur. In ihrem Selbstverständnis befindet sich die Informatik aber erst auf der Entwicklungsstufe des Bauingenieurs. Die Informatik scheint in der Situation des zu schnell gewachsenen Kindes zu sein, dem das Reifezeugnis noch nicht ausgestellt werden kann.“
>
> (Rolf, 1992, S. 47)

Eine auf den ersten Blick eher oberflächliche Besonderheit der Computerwissenschaft[1] ist, dass es sich um eine relativ junge Wissenschaftsdisziplin handelt: Mit der Schaffung der ersten universitären Ausbildungsprogramme in den 1950er und 1960er Jahren zählt die Informatik gerade einmal an die fünfzig Jahre, und der innerdisziplinäre Diskurs um ihre Inhalte und thematischen Schwerpunkte ist durchaus lokalisierbar und zugänglich. Ein Merkmal von jungen und lebendigen Wissenschaften ist es, nicht eindeutig bestimmen zu können, was ihr Gegenstand ist oder wo ihre Fundamente liegen. Die Frage nach dem Selbstverständnis ist stark präsent und beeinflusst die Entwicklung der gesamten Disziplin in Forschung und Lehre.[2] Mit dieser Feststellung ist auch meine Hypothese verbunden, die Informatik zeige deshalb ein starkes Bedürfnis nach Selbstreflexion und Positionierungsdiskussion, da sie nicht zu den *etablierten* wissenschaftlichen Disziplinen zählt — wie beispielsweise die Physik, die Medizin oder die Rechtswissenschaften —, aber dennoch einen maßgeblichen gesellschaftlichen und gesamtwissenschaftlichen Einflussfaktor darstellt[3], vor allem aufgrund des umfassenden Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien in professionellen wie privaten Lebensbereichen.[4] Die Informationstechnik, der „technische Ausfluss der Informatik“ verursache gesellschaftliche „Aufregung“ innerhalb der vor sich gehenden Umwälzung vieler als gesichert erscheinenden gesellschaftlichen Verhältnisse und verdiene einen Augenblick des Nachsinnens, so Frieder Nake.[5]

[1] *Informatik* und *Computerwissenschaft* verwende ich in dieser Arbeit synonym, wenn nicht anders angegeben, um Missverständnisse zu vermeiden, da Definition und Namensgebung der Disziplin teilweise ebenfalls zum Diskussionsgegenstand werden. Beispielsweise verbindet Kristen Nygaard mit „informatics“ einen holistischen Zugang im Gegensatz zu „computer science“ unter welcher er eine den „information systems“ nicht angemessene — da zu eingeschränkte — Sichtweise versteht, die der interaktiven Natur ihrer Entwicklung und ihres Einsatzes nicht gerecht werden kann. (Nygaard, 1986, S. 2f) Ebenso debattiert die *Association for Computing Machinery (ACM)* ihren Disziplinbegriff in Denning (1989b).

[2] Vergleiche (Valk, 1997, S. 1)

[3] Vergleiche Rolf (2004)

[4] Zahlreiche Autoren — Edsger Dijkstra (Dijkstra, 1988), Daniel Mold (Mold, 2004) u.v.a. — weisen auf die Neuheit und Radikalität der Informatik bzw. der Computertechnologie hin und implizieren damit einen vor sich gehenden Konsolidierungsprozess oder die Forderung nach angemessenen Methoden im Umgang mit diesem *Neuen*. Der erwähnte Prozess kann nur kommunikativer Natur sein, der zwischen Personen und Institutionen innerhalb und außerhalb der Informatik über Informatik und ihren Gegenstand geführt wird.

[5] Vergleiche (Nake u. a., 2004, S.2). Die Herausgeber des sogenannten „Hersfeldberichts“ argumentieren ih-

Von Anfang an waren die Inhalte und die Schwerpunktsetzung der InformatikerInnenausbildung und damit auch die Abgrenzungsfrage — welche Bereiche zur wissenschaftlichen Informatik zu zählen sind und welche nicht — Gegenstand zahlreicher Diskussionen innerhalb der Disziplin. Aus dem Spannungsfeld der Themenkreise *Abgrenzung*, *Ausbildung*, *Systementwicklung* und *gesellschaftliche Verantwortung* entstanden einige längerfristige Projekte[1], welche sich intensiv mit Teilaspekten des Feldes auseinandersetzten, neue Studienprogramme mit nicht-technischer Schwerpunktsetzung, alternative Ansätze in der Systementwicklung — wie *participatory design* bzw. *user-centered design* — und in deren Umfeld zahlreiche interessante Publikationen, die über die unterschiedlichen Standpunkte von Menschen, die Informatik professionell betreiben, gegenüber ihrer Wissenschaftsdisziplin und ihrer Arbeit Aufschluss geben können.

An diesem Punkt schließe ich mit meiner Arbeit an, indem ich versuche, diese Diskurse innerhalb der Informatik nachzuzeichnen, und eine Auswahl darin vorkommender Projekte sowie ihrer Protagonisten vorzustellen. Vollständigkeit wäre natürlich ein unrealistischer Anspruch, dem ich nur mein Bemühen gegenüberstellen kann, umfassend und gewissenhaft recherchiert zu haben. So würde ich als Ziel für diese Arbeit das anführen, was Umberto Eco[2] als zentral für eine wissenschaftliche Abschlussarbeit anführt, nämlich „zu lernen, wie man Gedanken ordnet“[3]. Es handelt sich also nicht — wie der Titel möglicherweise suggeriert und ich selbst es für den Gegenstand angemessener halte — um eine *empirische* Unternehmung, sondern um eine *kompilatorische Arbeit*, die den Zweck hat, eine *Orientierungshilfe* für den Einstieg in die Selbstreflexion der Informatik zu sein. Ich habe dafür bewusst den allgemeinen und alltagsnahen Begriff *Orientierungshilfe* gewählt, auch wenn ich damit zur Verwirrung beitrage, die mit dem Konzept der *Orientierung* in der von mir betrachteten Literatur bereits verbunden ist.[4] Mit *Orientierungshilfe* beziehe ich mich nicht auf die sozialwissenschaftliche Kategorie der *Orientierung*[5], sondern auf praktische Weise auf den Sinn und Zweck eines Reiseführers. Diese Arbeit soll — als reflektierte Ideensammlung auf der Basis des untersuchten Literaturspektrums — jenen eine Hilfestellung bieten, die sich auf den Diskurs über das Selbstverständnis in

re Motivation, gegenüber der Informatik die Sinnfrage zu stellen, aus der entgegengesetzten Richtung: Da die institutionalisierte Informatik bereits über die Zeit von zirka einer Generation besteht, wollen sie begriffliche, methodische und praktische Gegebenheiten hinterfragen.

[1] Ohne Anspruch auf Vollständigkeit: Verschiedene um die ACM konzentrierte Arbeitsgruppen (1980er Jahre), *Sozialgeschichte der Informatik* (1993–1997, Technische Universität Berlin), *Theorie der Informatik* (2001–2004 um Frieder Nake, Universität Bremen), siehe Kapitel 3

[2] Umberto Eco; italienischer Philosoph und Schriftsteller, geboren 1932; „Il nome della rosa“ (Roman, 1980), „Il pendolo di Foucault“ (Roman, 1988), Beiträge zur Semiotik, insbesondere zum Zeichenbegriff

[3] (Eco, 2005, S. 29)

[4] Es scheint, dass die Begriffe *Orientierungsmuster*, *Orientierungsrahmen*, *Orientierungskompetenz* usw. mit unterschiedlich starken Bezügen auf ihren sozialwissenschaftlichen Zusammenhang verwendet werden, obwohl sich die Autoren im selben Dunstkreis bewegen — Vergleiche beispielsweise Coy u. a. (1992) und Rolf (2004)

[5] In der Sozialwissenschaft werden unter *Orientierung* geistige Ausrichtungen verstanden, die anhand ihrer Manifestationen — Dokumenten und anderen Artefakten — untersucht werden können — Siehe Kapitel 3.6.3

der Informatik zubewegen möchten. Dies bedeutet *Orientierungshilfe* im doppelten Wortsinn von *orientieren*: Erstens, sich über etwas in Kenntnis zu setzen, und zweitens, sich in einem Gebiet — oder sagen wir: Wissensgebiet — zurechtzufinden. In diesem Sinne könnten dann auch Teile dieser Orientierungshilfe als anfängliche Literaturstudie zu einem größer angelegten empirischen Forschungsprojekt oder als Studierunterlage für die Lehre herangezogen werden.

Um einen ersten Zugang zur *Wissenschaftskultur der Informatik* zu finden, werde ich nun zwei Themen anreißen: Zuerst bringe ich einen schlagwortartigen Abriß aus der Ideengeschichte im Vorfeld der Konstitution der Informatik als wissenschaftliche Disziplin, mit der ich in aller Kürze aufzeigen möchte, dass eine Einordnung der Computerwissenschaft — zumindest in ihren Anfängen — in die formal-rationalistische Tradition, welche der verwissenschaftlichten westlichen Kultur zugeschrieben wird[1], legitim erscheint, und darüberhinaus diese Informatik als Telos dieser rationalistischen Weltauffassung zu gelten hätte. Im zweiten Teil versuche ich eine Sichtweise auf die Wissenschaft als soziales Phänomen zu entwickeln, welche der sozialwissenschaftlichen Konstrukt *Kultur* gerecht werden soll und Wissenschaft bzw. wissenschaftliche Erkenntnisproduktion als menschliche Tätigkeit und damit als *sozialen* Prozess versteht.

## 1.2 Informatik in der Tradition des philosophischen Rationalismus

> „Beim Erwachen hatte ich schon so viele Einfälle, dass der Tag nicht ausreichte, um sie niederzuschreiben.“

Es handelt sich hier nicht um meinen Versuch einer Rechtfertigung, wieso es länger als gedacht gedauert hat, die vorliegende Arbeit zu verfassen, sondern um eine Aussage von Gottfried Wilhelm Leibniz[2], welcher als der letzte Universalgelehrte gilt und oftmals als einer der Hauptvertreter des klassischen Rationalismus neben René Descartes, Baruch Spinoza und Christian Wolff angeführt wird.[3] Als methodisches Ideal im Rationalismus gilt die Mathematik als *mathesis universalis*[4]; sie soll alle „abstrakten und konkreten Quantitäten umfassen und die logische und mathematische Grundlage aller anderen Wissenschaften und Disziplinen“[5] sein.

[1] Vergleiche Kapitel 2.1.1
[2] Gottfried Wilhelm Leibniz; 1646–1716, missing
[3] Vergleiche (Anzenbacher, 2002, S. 134) und (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 487f)
[4] Griechisch *mathesis*, Wissenschaft und lateinisch *universalis*, allumfassend
[5] (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 352)

In der Geschichte der formalen Logik wird Leibniz eine markante Position zwischen der scholastischen Logik — welche vor allem im 13. Jahrhundert angesiedelt ist — und der mathematischen Logik des 19. und 20. Jahrhunderts zugeschrieben.[1] In seiner „Explication de l'Arithmétique Binaire“ dokumentiert er 1703 als erster in unserem Kulturkreis das Dualsystem bzw. die Dyadik, deren Ausarbeitungen durch den englischen Autodidakten George Boole — den Begründer der modernen mathematischen Logik — Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgt. Die moderne Mathematik[2] hat mit ihrer Grundlagendebatte über *prinzipia mathematica* und *Hilbertprogramm* einen entscheidenden Beitrag zu Themen der theoretischen Informatik wie beispielsweise der Berechenbarkeit geleistet.

Die Verbindung mit einer schaltungstechnischen Realisierung gelingt erst 1937 dem amerikanischen Mathematiker Claude Elwood Shannon mit seiner master thesis „A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits“ — Diese bildet offensichtlich eine der Grundlagen unserer digitalen Computertechnologie — bevor er 1948 in seiner bekannten Arbeit „A Mathematical Theory of Communication“ mit der *Kanalkapazität* und der *Entropie* wichtige Konzepte für die Nachrichtentechnik und damit für die aufkommende Computerwissenschaft entwirft.

Eine Schlüsselrolle kommt dem britischen Mathematiker Alan Turing zu, dem in gewissem Sinne eine Brückenfunktion zwischen Formalwissenschaft und Ingenieurswissenschaft zukommt, da einerseits dem Berechenbarkeitsproblem, mit dem er sich beschäftigte, ein durchaus mechanischer oder Maschinencharakter anhaftete und er andererseits wichtige Voraussetzungen für die Entwicklung der Computertechnologie schuf, wie zum beispielsweise durch seine Präzisierung des Algorithmusbegriffs. Aufbauend auf den Arbeiten Hilberts entwickelte er 1936 die später nach ihm benannte *Turingmaschine* — Dabei handelt es sich um ein *formales* Konzept einer einfachen Rechenmaschine, die auf einzelnen Zeichen Operationen ausführen kann und mittels eines Programms gesteuert wird. Der zentrale Gedanke dabei ist, dass jedes *berechenbare* Problem mit einer solchen Maschine prinzipiell zu lösen ist. Aus Hilberts Entscheidungsproblem — Gibt es ein Verfahren, das für eine beliebige Formel entscheiden kann, ob sie beweisbar ist? — wurde das in der Informatik allgemein bekannte *Halteproblem*, indem Turing „Verfahren“ durch „beweisbar durch eine Maschine“ ersetzte und zum Schluss kam, dass es keine Maschine gebe, welche diese Entscheidung treffen könnte.[3]

[1] (Anzenbacher, 2002, S. 217)

[2] Die wichtigsten Vertreter der modernen Mathematik sind George Boole, Gottlob Frege, Giuseppe Peano, Bertrand Russel, Alfred North Whitehead, David Hilbert und Kurt Gödel. Vergleiche (Anzenbacher, 2002, S. 217).

[3] Siehe Turing (1936) und (Heintz, 1993, Kapitel 1)

> „A man provided with paper, pencil, and rubber, and subject to strict discipline, is in fact a universal machine.“
>
> Alan Turing zitiert in (Heintz, 1993, S. 63)

In dieser These finden sich die zentralen Annahmen der Kognitionswissenschaft und einer relevanten Perspektive der künstlichen Intelligenz wieder, nämlich einerseits, dass sich kognitive Prozesse wissenschaftlich beschreiben lassen und andererseits, dass Denken nicht an ein bestimmtes Substrat gebunden ist.[1] Dies ist deshalb interessant, da diese Annahmen, die den rationalistischen Gedanken, die Welt mit *formalen* Mitteln erklären zu wollen, drastisch zuspitzen, zeitlich und inhaltlich am Beginn der Computerwissenschaft stehen.[2] Es ist naheliegend, dass eine solche Wirklichkeitsauffassung — auch wenn sie nur in Teilen der sich als wissenschaftliche Disziplin konstituierenden Informatik präsent war — mit der damit zusammenhängenden Betonung von formalen und technischen Aspekten im Selbstverständnis der frühen Informatik und in der öffentlichen Wahrnehmung der neuen Disziplin Niederschlag fand. Eine gegenüber dieser rationalistischen Utopie grundsätzlich kritische Stimme ist Hubert L. Dreyfus, welcher der KI-Forschung zwar durchaus Erfolge in isolierten Bereichen — Stichwort Expertensysteme — zuspricht, jedoch den umfassenden Anspruch, jegliches Verstehen fassen zu wollen, als unerfüllbar ansieht.

> „In ihrer gegenwärtigen Auffassung beruht die KI auf [dem] Gedanken, daß nämlich jedes Verstehen darin besteht, geeignete Modelle zu entwickeln und anzuwenden. [...] Das Scheitern der KI-Forschung bei dem Bemühen für [das riesige Gefüge von Behauptungen, Meinungen, Wahrnehmungen, Regeln, Fakten und Verfahren] geeignete formale Modelle zu finden, wird als das Problem des Alltagswissens bezeichnet. In dieser Formulierung hat sich das Problem bislang als unlösbar erwiesen, und ich behaupte, daß es nie gelöst werden wird.“
>
> (Dreyfus, 1972, S. 12f)

Wie ich in Kapitel 3 referieren werde, wird genau dieses Alltagshandeln und Alltagsverstehen von Menschen in der Softwareentwicklung zum Thema, wo es darum geht zu *verstehen*, wie Menschen in ihrem Arbeitshandeln mit auf formalen Systemen basierenden informationstechnischen Realisierungen interagieren. Dabei greifen InformatikerInnen vor allem auf sozialwissenschaftliche Konzepte zurück, um Entwicklung und Einsatz von IT in komplexen Organisationen bzw. das Verhältnis von Technik und dem sozialen Umfeld ihrer Verwendung zu

[1] Vergleiche (Heintz, 1993, S. 97f)

[2] Für einen ausführlichen Exkurs in die Geschichte des Halteproblems sowie die Verstrickung der verschiedenen Strömungen der Mathematik in die Grundlagengeschichte des Computers verweise ich auf die Dissertation von Bettina Heintz (Heintz, 1993, Teil 2) und — besonders für den letztgenannten Aspekt — die Diplomarbeit von Dirk Schlimm (Schlimm, 1997).

untersuchen sowie den mit ihr interagierenden Menschen als soziales bzw. kulturelles Wesen wahrzunehmen.

## 1.3 Skizze eines Kulturkonzeptes von Wissenschaft

> „Eine der zentralen Thesen des Konzeptes ist, dass man bestenfalls nur die Hälfte von einer Wissenschaft versteht, wenn man sie auf das Feststellen von Wahrheiten reduziert.“
>
> (Fischer u. a., 2001, S. 22)

Die Möglichkeit, welche ich in dem Ansatz sehe, *Wissenschaft als Kultur* zu begreifen, ist vor allem das damit verbundene Angebot der Verfremdung, d.h. Vertrautes unter einem fremden Blickwinkel zu betrachten — die bewusste Herbeiführung einer Distanz zum Betrachtungsgegenstand — und damit stille Voraussetzungen sowie als gegeben angenommene Normen im wissenschaftlichen Arbeiten zu hinterfragen. So kann ein neues Verständnis wissenschaftlicher Praktiken entwickelt werden, wie beispielsweise in den *Laborstudien* (Kapitel 2.4) vor allem für die Naturwissenschaften gezeigt wurde. Es handelt sich durchaus um eine Unternehmung, die Konfliktpotential in sich birgt, denn einerseits steht die Betonung des sozialen Fundaments der Wissenschaften — wissenschaftliche Erkenntnisproduktion ist als menschliche Tätigkeit Teil der sozialen Welt mit allen daraus folgenden erkenntnistheoretischen Konsequenzen — auf den ersten Blick im krassen Gegensatz zu klassischen philosophischen Bemühungen, den wissenschaftlichen Zugang zur Welt als einen ausgezeichneten und rational begründeten zu legitimieren. Andererseits verstehen sich Teile der wissenschaftlichen community, die diesen Ansatz verfolgt, durchaus und explizit als aufklärerisch bzw. kritisch. Die Radikalität der Bezeichnung von WissenschaftlerInnen als „one of the most powerful and esoteric tribes in the modern world“[1] spricht für sich. Eine interdisziplinär orientierte Perspektive bzw. ein Reflektieren mit dem Blick auf andere Wissenschaftsdisziplinen ist für diesen Ansatz von Vorteil oder sogar notwendig, denn besonders im Vergleich mit den Gepflogenheiten und Selbstverständlichkeiten anderer Fächer werden die eigenen stillen Annahmen und Voraussetzungen deutlich.[2]

Während die *cultural studies*, die sich inhaltlich und methodisch in der Nähe der *Science and Technology Studies* befinden — Ich behandle diese in Kapitel 2.6 — von einem umfassenden Konzept von *Wissenschaftskultur* ausgehen, kann hier nur ein kleiner Ausschnitt davon

[1] (Knorr-Cetina, 1995, S. 141)
[2] Vergleiche (Fischer u. a., 2001, S. 7)

betrachtet werden. Im Folgenden versuche ich, mich einem dieser Arbeit angemessenen Konzept von *Wissenschaftskultur* anzunähern, indem ich zuerst auf die Vielseitigkeit des Kulturbegriffes eingehe — Ich fasse zusammen, was im Dunstkreis von Anthropologie und Ethnologie unter *Kultur* verstanden wird — und diesen Begriff anschließend in einen Zusammenhang mit *Wissenschaft* bringe.

Die Verwendungsgeschichte des Begriffes *Kultur* ist eine durchaus komplexe. Der Eintrag in der unter EthnologiestudentInnen bekannten „Encyclopedia of Social and Cultural Anthropology“[1] beschreibt es plastisch und treffend: Worte wie *Kultur* werden nicht ex nihilo von einem einzelnen Menschen erfunden oder eingeführt. Sie sind vielmehr lebendige sprachliche Einheiten, die im Laufe ihrer Geschichte von komplett unterschiedlichen Menschen verwendet worden sind, um ihre Beobachtungen und Entdeckungen zu beschreiben und mitzuteilen.

Viele wesentliche Erscheinungsformen unserer westlichen Kultur sind technisch geprägt — Die moderne Kultur ist also als *technomorph* zu verstehen. Dies gilt im weiteren Sinn auch für die alten Gesellschaften. Dem Wortstamm des Begriffes *Kultur* — cultura, von colere: bebauen, pflegen — wohnt ein profunder technischer Aspekt inne: die Entwicklung praktischer Fertigkeiten in der materiellen Produktion einer Gesellschaft, landwirtschaftliche und bauliche Techniken und deren Produkte. Auf dieser technischen Bedeutung fusst das vorerst auf das *Materielle* fokussierte Konzept von *Kultur* — Techniken und mit deren Hilfe geschaffene Artefakte.[2]

Im humanistischen Sinn versteht man darunter das, was eine Person sich anzueignen hat, um ein wertvolles sittliches Subjekt[3] zu werden. Es ist dies die *humanistische* Bedeutung von Kultur; ein singuläres und wertendes Konzept: Manche Menschen sind kultivierter — Sie besitzen mehr Kultur als andere.[4]

Im Englischen gibt es etymologische Verbindungen z.B. zu cultivate, cultivation und agriculture, denen der Verweis auf ein Medium gemeinsam ist, mit welchem ein gewisses Wachstumspotential verbunden ist. Dieser Verwendungszusammenhang erinnert an den u.a. im Labor angesiedelten Kulturbegriff der Lebenswissenschaften; beispielsweise ist eine Bakterienkultur ein Medium, in welchem Bakterien zu Wachstum angeregt werden. In der englischen Sprache des 17. Jahrhunderts wurde *culture* metaphorisch auf die menschliche Entwicklung angewandt; davon ausgehend verbreiterte sich die Bedeutung.

[1] (Barnard u. Spencer, 1996, S. 137)
[2] Vgl. Böhme u. a. (2000)
[3] Im Original: „moral agent“
[4] Vergleiche (Barnard u. Spencer, 1996, S. 138)

Als Konzept der Geschichtswissenschaft erscheint *Cultur* im deutschen Sprachraum erstmals in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in differenzierender Funktion und im Plural — Die Menschheit besteht aus unterschiedlichen Kulturen. Im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert tut sich auf der Grundlage dieses Kulturbegriffs ein komplexes Feld überlappender, jedoch auch teilweise stark unterschiedlicher Bedeutungsbelegungen auf.

> „Culture or civilization, taken in its wide ethnographic sense, is that complex whole which includes knowledge, belief, art, morals, law, custom, and any other capabilities and habits acquired by man as a member of society.“
>
> Tylor (1871) zitiert nach (Barnard u. Spencer, 1996, S. 137)

Mit dieser als Klassiker geltenden Definition möchte der Anthropologe Edward Tylor[1] zum Ausdruck bringen, dass alle Gesellschaften oder Kulturen an dem gleichen evolutionären Prozess teilhaben. Bereits an diesem Punkt wird deutlich, dass auch die innerwissenschaftliche Begriffsdebatte der Anthropologie politische Dimensionen annimmt, wenn z.B. Matthew Arnold argumentiert, es gebe eine unüberwindbare Kluft zwischen dem Kultivierten und dem Unkultivierten bzw. Unzivilisierten.

Im *anthropologischen* Zusammenhang ist Kultur pluralisch und relativistisch zu verstehen: Auf der Welt finden wir verschiedene Kulturen vor; jede wertvoll in ihrer Eigenart. Jede einzelne Person ist das Produkt ihrer eigenen Kultur. Unterschiede zwischen Menschen sollen durch die Unterschiede ihrer Kulturen erklärt, aber nicht beurteilt bzw. gewertet werden. In der amerikanischen Anthropologie der 1940er und 1950er Jahre ist man bestrebt, den disziplineigenen Kulturbegriff von den nicht-anthropologischen Bedeutungen abzugrenzen. Die Definition von *Kultur* in ihrer Rolle als genuiner Forschungsgegenstand der Anthropologie respektive die inhaltliche Abgrenzung, die über das Kulturkonzept ausgetragen wurde, war Anlass für zahlreiche innerdisziplinäre Debatten.

> „For culture is the sociological term for learned behaviour: behaviour which in man is not given at birth, which is not determined by his germ cells as in the behaviour of wasps or the social ants, but must be learned anew from grown people by each new generation. The degree to which human achievements are dependent on this kind of learned behaviour is man's great claim to superiority over all the rest of creation; he has been properly called 'the culture-bearing animal'.“
>
> (Benedict, 1943, S. 9f) zitiert nach (Barnard u. Spencer, 1996, S. 139)

[1] Edward Burnett Tylor; britischer Anthropologe, 1832–1917, Hauptwerk (Tylor, 1871)

Ruth Benedicts Ansatz unterstreicht die Vielseitigkeit von Kultur hinsichtlich der Lebensweise, der sittlichen Gesamthaltung von Menschen sowie der ästhetischen und moralischen Aspekte. Ihre ganzheitliche Betrachtungsweise war das Ziel zahlreicher Kritiker verschiedener Strömungen. Einige Autoren sahen Kultur als Produkt von unterschiedlichen und komplexen Entwicklungen, andere beschäftigten sich verstärkt mit psychologischen Aspekten und wieder andere sahen Kultur als ein Phänomen an, das unabhängig von den Gedanken einzelner Individuen seine eigene Logik entwickelt — Stichwort Superorganismus[1]. Auf die Breite der Diskussion um den Kulturbegriff wiesen Alfred Kroeber und Clyde Kluckhohn 1952 hin — mit ihrer Einteilung[2] von über 200 vorhandenen Kulturdefinitionen in folgende sechs Kategorien:

- beschreibend-aufzählend — Welches sind die Bestandteile einer Kultur?
- historisch — Tradition und Erbe
- normativ — Regeln, Werte und kulturelle Normen
- psychologisch — Lernprozesse und Gewohnheiten
- strukturalistisch — Inneres System, Verbindung zu andere Kulturen und deren Muster
- genetisch — Gegenüberstellung Kultur/Natur, Was ist Kultur nicht?

Wie am letzten Kriterium ersichtlich, ist auch das Nature-Nurture-Problem[3] Bestandteil des Diskurses um das Kulturkonzept, der selbst an den Gegensatz bzw. die Entgegensetzung von Kultur und Natur erinnert. Ein möglicher Weg aus diesem Problem ist, die Kultur als den Unterschied zwischen Tier und Mensch anzusehen, wie beispielsweise in der folgenden einflussreichen Definition von Clifford Geertz, welche den *symbolischen* Aspekt von Kultur ausdrückt — ein semiotischer und betont dynamischer Kulturbegriff:

> „The concept of culture I espouse [...] is essentially a semiotic one. Believing [...] that man is an animal suspended in webs of significance he himself has spun, I take culture to be those webs, and the analysis of it to be therefore not an experimental science in search of law but an interpretive one in search of meaning.“
>
> Geertz (1973)

[1] Im Original: „superorganic“

[2] Siehe Kroeber u. Kluckhohn (1952)

[3] Unter *Nature-Nurture-Problem* wird die Frage nach der Einflussnahme des genetischen Erbes einerseits und der (sozialen) Umwelt andererseits auf die Entwicklung des Individuums verstanden. Sie ist vor allem Gegenstand der differentiellen Psychologie.

In den 1980er Jahren und im Zusammenhang mit der sogenannten *postmodernen Wende*, die generell zu einer Krise der wissenschaftlichen Repräsentationen führte, fand sich der Kulturbegriff erneut starker Kritik ausgesetzt: Weder die Stabilität noch die Begrenztheit, die das Konzept *Kultur* suggeriert, können empirisch bestätigt werden.[1]

> „Is the notion of a distinct culture (or race, or religion, or civilization) a useful one, or does it always get involved either in self-congratulation (when one discusses one's own) or hostility and aggression (when one discusses the "other")?"
>
> (Said, 1979, S. 325) zitiert nach (Barnard u. Spencer, 1996, S. 142)

In dieser Phase stellen Autoren wie u.a. James Clifford den Kulturbegriff grundsätzlich in Frage. Eine konstruktive Haltung vertritt in diesem Diskurs meines Erachtens der deutsche Anthropologe Christoph Brumann: Klarerweise handelt es sich beim Kulturkonzept um ein wissenschaftliches und theoretisches Konstrukt — ist also notwendigerweise vereinfachend — und hat so die Funktion einer Arbeitshypothese bzw. eines Werkzeugs. Dieses ist zu verwenden solange nicht ein besseres Instrument vorgeschlagen wird. Brumann plädiert dafür, aus Ermangelung einer besseren Alternative, das Konzept beizubehalten und verantwortungsvoll einzusetzen, da durch die Verbreitung über die Grenzen der Ethnologie hinaus die Gefahr der falschen Anwendung besteht.[2]

Abschließend bringe ich ein Beispiel für ein Strukturmodell, das Kultur als für den einzelnen Menschen übergeordnete Objektivität sieht. Er ist nicht nur Geschöpf der Kultur, in der er sich bewegt, sondern gleichzeitig ihr Schöpfer und steht so mit ihr in wechselseitiger Beziehung. Die Kultur bietet dem Menschen erprobte Sinngebungs- und Handlungsmodelle — also eine Entlastung im Umgang mit der Welt — an. Hierdurch werden Handlungspotentiale frei für schöpferische Leistungen, da diese Potentiale nicht mehr für die unmittelbare Lebensbewältigung benötigt werden. Dies gilt ebenso für eine Absicherung in materieller Hinsicht durch Arbeitsteilung und Organisation. Zugleich bedeutet Kultur Belastung: Ihre Eigendynamik, die Veränderung mit sich bringt, stellt ständig neue Anforderungen an den Einzelnen im Umgang mit ihr. Dieser Belastung haftet jedoch auch ein positiver Aspekt an: Das Rad muss nicht immer neu erfunden werden; es kann auf das bereits erreichte Kultur- und Erkenntnisniveau aufgebaut werden.[3]

Mit dem letztgenannten Aspekt, der offensichtlich eine der notwendigen Bedingungen für Wissenschaft darstellt — das Anschließen an ein von anderen bereits erreichtes Erkenntnisni-

[1] Vergleiche (Barnard u. Spencer, 1996, S. 142)
[2] Vergleiche Brumann (1999)
[3] Siehe auch (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 311)

veau — leite ich nun zu einer Betrachtung von Wissenschaft über, die mit dem grundlegenden Verständnis von Erkenntnisgewinn als soziale Tätigkeit, das Konzept von *Wissenschaft als Kultur* aufspannt.

> „Wissenschaft, Bezeichnung für eine Lebens- und Weltorientierung, die auf eine spezielle, meist berufsmäßig ausgeübte Begründungspraxis angewiesen ist und insofern über das jedermann verfügbare Alltagswissen hinausgeht, ferner die Tätigkeit, die das wissenschaftliche Wissen produziert. W. heißt auch jede aus der W. im genannten Sinne ausdifferenzierbare Teilpraxis, sofern diese durch einen bestimmten Phänomen- und Problembereich definiert ist. W. wird bereits in der Antike abgegrenzt von der bloßen Meinung ($\delta\acute{o}\xi\alpha$, opinio) einerseits und der Kunstfertigkeit ($\tau\acute{\varepsilon}\chi\nu\eta$, Technē, ars) andererseits.“
>
> Mittelstraß (2004)

Diese enzyklopädische Definition von *Wissenschaft* führt uns zu einem ersten Bild: Wissenschaft als professioneller Umgang mit Wissen, welches sich vom Alltagswissen dadurch unterscheidet, dass Erkenntnisse auf besondere Art zu begründen sind — nämlich auf *methodische* Art und Weise. Wissenschaft findet im Allgemeinen als Gruppenarbeit von Menschen in einem institutionalisierten Rahmen statt, wo wissenschaftliche Terminologie gemeinsam mit vielfältigen Darstellungsformen als zentrale methodische Hilfsmittel dienen. Da Menschen, die Wissenschaft berufsmäßig betreiben, notwendigerweise zusammenarbeiten, und ebenso wissenschaftliche Erkenntnis per definitionem von anderen nachvollziehbar sein muss, teilen sie gewisse Normen und Werte, um erfolgreich mit einander kommunizieren zu können.

Das Miteinbeziehen der in der Wissenschaft tätigen Menschen als soziale Wesen in das Konzept von Wissenschaft verlangt, das Projekt aufzugeben, Wissenschaft als einen ausgezeichneten — da durch und durch *rationalen* — Zugang zu einer objektiv gegebenen Wirklichkeit legitimieren zu wollen — wie es u.a. das große Anliegen der abendländischen Philosophie bis zum *Wiener Kreises* war — und erklärt die Versuche vorzuschreiben, wie Wissenschaft vorzugehen hat, um gültige Erkenntnisse zu gewinnen, selbst zu einem sozialen Phänomen, das untersucht werden soll. Das Interesse wird darauf gelenkt, verstehen zu wollen, wie de facto in den Wissenschaften gearbeitet wird: Wissenschaft als Tätigkeit von Menschen, Wissenschaft und Erkenntnis als Teil der sozialen Welt, Wissenschaft als (Teil einer) Kultur. Dies schließt auch die Frage nach der *Wahrheit* mit ein.

Erkenntnistheoretisch bedeutet dies, dass die Wissenschaftlerin oder der Wissenschaftler den Objekten niemals *rein* gegenübersteht; um Wissenschaft betreiben zu können, haben sie

eine langjährige Ausbildung hinter sich, in der sie in die Normen, Regeln und Denkweisen ihrer jeweiligen Disziplin sozialisiert wurden. Sie bringen also ihre so erworbene Kultur in ihre tägliche Arbeit mit, in dem sie Modelle und Theorien anwenden, die einerseits ihre Vorgehensweisen mitbestimmen und von denen andererseits die Resultate ihrer Forschungen nicht vollständig ablösbar sind.[1] Die Auffassung der *Theoriegeladenheit* von Beobachtungen ist noch eine grundlegende These des *kritischen Rationalismus* Karl Poppers[2]. Mit der wissenschaftstheoretischen Tradition bricht erst die radikalere Annahme einer grundlegend sozialen Natur von Wissen sowie des Erkenntnisgewinns.

> „Jede didaktische Einführung in ein Gebiet enthält eine Zeit, wo rein dogmatisches Lehren vorherrscht. Man präpariert ein Intellekt für ein Gebiet, man nimmt es in eine in sich geschlossene Welt auf, man erteilt ihm eine Art Einführungsweihe. Ist die Weihe seit Generationen so verbreitet wie beispielsweise die Einführung in die Grundideen der Physik, so wird sie so selbstverständlich, daß man vollständig vergißt, sie einst erhalten zu haben, da man keine Uneingeweihten sieht. Man könnte einwenden, falls es so eine Einführungsweihe gäbe, sie nur vom Anfänger *kritiklos* vertragen werde; der wahre Fachmann müsse sich vom Zwange der Autorität befreien, müsse seine Grundsätze immer wieder legitimieren, bis er zu einem schlechthin verstandesmäßigen System gelangt. Der Fachmann ist aber bereits ein speziell geformter Mensch, der seiner traditionellen und kollektiven Bindung nicht mehr entgeht, sonst wäre er kein Fachmann.“
>
> (Fleck, 1935, S. 73f)

Der Mediziner Ludwik Fleck[3] weist als einer der ersten darauf hin, dass der Ausbildungsweg mehr beinhaltet, als das Lernen der offiziellen Lehrbuchtheorien und Methoden. Bei der Sozialisation im Laufe des Studiums werden Identitäten gebildet und verändert; es geht um Traditionen, Sichtweisen, Bräuche und Praktiken für den Umgang mit dem tradierten Wissen, moralische Normen, Verhaltensregeln und die Kenntnis der gemeinsamen Kommunikationsformen, die innerhalb einer wissenschaftlichen Disziplin praktiziert werden.[4] *Kultur* meint hier eine mit anderen Menschen geteilte Art, mit der Welt umzugehen und sie zu verstehen, die durch gesellschaftliche Techniken der Einübung und Weitergabe stabilisiert wird.

Charakteristisch für unsere wissenschaftliche Kultur ist, dass sie grundsätzlich der Schrift verhaftet ist, welche eine notwendige Bedingung für eine bestimmte Form der intellektuellen Praxis darstellt. In dieser Praxis systematisieren WissenschaftlerInnen das eigene Denken mithilfe der Schrift und ermöglichen dadurch — verbunden mit der Tätigkeit des Sammelns und

[1] Vergleiche (Fischer u. a., 2001, S. 9ff)
[2] Siehe Kapitel 2.1.3
[3] Siehe Kapitel 2.3.2
[4] Vergleiche (Becher u. Trowler, 1993, S. 24) zitiert in (Fischer u. a., 2001, S. 7)

Archivierens — erst das wichtigste Kriterium wissenschaftlicher Erkenntnis — die intersubjektive Überprüfbarkeit der Resultate ihres Forschungshandelns. Im Mittelpunkt steht somit die Verschriftlichung von Forschungsergebnissen, die Reflexion über diese in einer Schrift materialisierten Zeichen und ihre diskursiv hergestellten Interpretationen, wobei jede Disziplin einen individuellen und historisch gewachsenen Umgang mit der Schrift pflegt.[1] Der Schrift haftet ein *materieller* Aspekt an, der ihre Rolle als Medium aufzeigt. Mit der Verschriftlichung wissenschaftlicher Ergebnisse werden neue Instanzen geschaffen, die Realität widerspiegeln:

> „By working on papers alone, on fragile inscriptions that are immensely less than the things from which they are extracted, it is still possible to dominate all things and all people. What is insignificant for all other cultures becomes the most significant, the only significant aspect of reality.“
>
> (Latour, 1988, S. 60)

Kultur meint aber nicht etwas, was von Menschen willkürlich konstruiert wurde, sondern stellt ein vorläufiges Ergebnis einer Entwicklung von Praktiken in Auseinandersetzung mit äußeren Widerständen dar. Das Kulturelle findet sich in den Wissenschaften in ihren Methoden und Lösungsstrategien der Erkenntnisproduktion genauso wie in der Art und Weise, wie WissenschaftlerInnen sich und ihre Ergebnisse präsentieren — wie sie innerhalb und außerhalb ihrer Community Seriosität und fachliche Kompetenz vermitteln. Die Relevanz dieses Gedanken wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass das ultimative Ziel der Wissenschaft ist zu publizieren bzw. „Inskriptionen zu produzieren“[2], um die wissenschaftlichen Gedanken und Unternehmungen öffentlich zugänglich zu machen.

> „Kulturen sind Bereiche der Verständigung und des Zusammenlebens. Eine Kultur hält und bringt Menschen zusammen: Sie haben eine gemeinsame Vergangenheit, über die sie sich verständigen können; sie teilen so viele Ansichten, dass sie gemeinsam in die Zukunft denken können. Kommunikation erzeugt Gemeinsamkeit und beruht auf Gemeinsamkeit. Deswegen ist Kommunikation und Interaktion zwischen Kulturen schwierig, aber notwendig fürs Überleben der Kulturen. Nur so wandeln sich Kulturen im Leben, so bleiben sie am Leben. Das gilt für die ’Kulturen’ beliebiger sozialer Gruppierungen — Arbeitsgruppen, Firmen, Institutionen — ebenso wie für Kulturen im klassischen Sinn.“
>
> (Siefkes, 2004, S. 73f)

[1] Vergleiche (Fischer u. a., 2001, S. 16ff)
[2] Siehe Kapitel 2.6.2

Eine Kultur als abgeschlossenen Bereich aufzufassen — wie es die umgangssprachliche Bedeutung von *Kultur* suggeriert — würde nicht den sozialen Tatsachen entsprechen. Analog zu diesem Gedanken wird auch die Kultur eines wissenschaftlichen Faches nicht einzig durch interne Faktoren — die scientific community — bestimmt, sondern sie wie auch ihr Selbstverständnis werden genauso geprägt durch ihre Position gegenüber fremden Disziplinen und anderen gesellschaftlichen Bereichen, wie zum Beispiel gegenüber der Politik, dem Arbeitsmarkt oder den Medien. So wie der einzelne Mensch als Kreuzungspunkt verschiedener kultureller Einflüsse verstanden wird, die er in seinem Handeln in Übereinstimmung zu bringen hat, befinden sich auch Arbeitsgruppen und wissenschaftliche Disziplinen in einem Spannungsfeld gegenseitiger Einflussnahme. Kultur wird dann in den Handlungen bzw. Handlungsmustern und deren Produkten manifest.[1]

Auf einen Punkt gebracht bedeutet das Verstehen von Wissenschaft als *Kultur*, Wissen, wissenschaftliche Normen und Darstellungsformen als etwas gesellschaftlich Produziertes sowie das praktizierte Vorgehen in der Wissenschaften als eine unter vielen Möglichkeiten des Erkenntnisgewinnes anzusehen. Dabei ist weder die wissenschaftliche Disziplin noch sind die Wissenschaften im Gesamten als an sich oder gegenüber der restlichen Gesellschaft abgeschlossenen Bereich zu betrachten, sondern werden als miteinander interagierende Netzwerke, die ständig aktiv daran arbeiten, ihre Grenzen zu definieren und zu verstehen, angesehen. Ein solches Konzept von Wissenschaftskultur betont auch den materiellen Aspekt wissenschaftlicher Tätigkeit bzw. steht dann *Kultur* auch für die Ressourcen, die von WissenschaftlerInnen in ihrer täglichen Praxis — die Fabrikation von Erkenntnis[2] — herangezogen und bearbeitet werden.[3] Für das Konzept zentral sind die Fragen nach dem konkreten *Wie* der Vorgehensweise in der Erkenntnisproduktion, nach den stillen Annahmen, den Regeln und den Normen eines wissenschaftlichen Fachgebietes sowie das disziplineigene Selbstverändnis bzw. die Identität und die aktive Abgrenzung gegenüber anderen Schulen oder Disziplinen — „boundary work“.

Die Frage nach dem Selbstverständnis der Informatik liegt dieser Arbeit zugrunde. In Kapitel 3 stelle ich verschiedene Ansätze vor, wie die Informatik über ihre Identität als Wissenschaft, ihre Inhalte, Gegenstände und ihre Methode reflektiert und teilweise diese Reflexion auch in Studienfächern mit kritischen Inhalten zu institutionalisieren versucht. Über den Umweg dieser innerwissenschaftlichen Diskussion ist es dann auch leichter möglich — so möchte ich meinen — sich einem umfassenderen, über diese Arbeit hinausgehenden Verständnis dessen anzunähern, was InformatikerInnen tatsächlich tun, wenn sie Wissenschaft betreiben. Generelle Ansätze, Wissenschaft und menschliche Erkenntnisleistungen zu verstehen, fasse ich in Ka-

[1] Vergleiche (Fischer u. a., 2001, S. 12, 29f u. 38)
[2] Knorr-Cetina (1984)
[3] Vergleiche (Pickering, 1992, S. 2f)

pitel 2 zusammen. Sie sollen einen Rahmen schaffen, um einige der Ansätze und Methoden des informatischen Diskurses einordnen und so im gesamtwissenschaftlichen Zusammenhang sehen zu können.

# Kapitel 2

# Metawissenschaftliche Konzepte

„Nun Väterchen! wie stehts? es war kein Scherz.
Komm, drücke mich recht zärtlich an dein Herz,
Doch nicht zu fest, damit das Glas nicht springe.
Das ist die Eigenschaft der Dinge:
Natürlichem genügt das Weltall kaum,
Was künstlich ist, verlangt geschlossenen Raum.“

Homunkulus im Laboratorium
zu Wagner, seinem Schöpfer
(Faust II)

Unter *metawissenschaftlichen Konzepten* verstehe ich jene selbst *wissenschaftlichen* Ansätze, die *Wissenschaft* zu ihrem zentralen Untersuchungsgegenstand erklären. Hierunter fallen primär Unternehmungen der Philosophie, Soziologie bzw. Anthropologie und Geschichte, die sich explizit dem Thema Wissenschaft widmen: Die Wissenschaftstheorie der Philosophie, zwei der sogenannten *Bindestrich-Soziologien* — Wissenschaftssoziologie und Wissenssoziologie — sowie die Wissenschaftsgeschichte. Hier soll über diejenigen Gebiete ein Überblick gegeben werden, welche für die in Kapitel 3 vorgestellten und genuin der Informatik zugeordneten Diskurse und Sichtweisen insofern von Relevanz sind, als die Kenntnis der metawissenschaftlichen Konzepte dabei hilfreich sein kann, die in der Informatik hervorgegangenen Konzepte in einem gesamtwissenschaftlichen Zusammenhang zu sehen. Einige konkrete interessante Verbindungen der metawissenschaftlichen und der informatischen Welt diskutiere ich abschließend in Kapitel 4.

Angelehnt an die Unterscheidung des Homunkulus zwischen *Künstlichem* und *Natürlichem*

können in den Bestrebungen, Wissenschaft gedanklich zu fassen, zwei Klassen von Herangehensweisen unterschieden werden: Einerseits finden sich *präskriptive* bzw. *normative* Ansätze, welche oftmals ohne oder auf fragwürdiger empirischer Grundlage auszudrücken versuchen, wie Wissenschaft funktioniert bzw. idealerweise zu funktionieren hat. Damit verbunden ist eine Nähe zum Funktionalismus, die Auffassung, wissenschaftliches Vorgehen sei prinzipiell rational und (deshalb) gegenüber sonstigen Tätigkeiten ausgezeichnet. Auf der anderen Seite — tendenziell jüngeren soziologischen bzw. anthropologischen Einflüssen zuzuordnen — stellen ForscherInnen die Frage, was Menschen tatsächlich tun, wenn sie Wissenschaft betreiben, wie sie zusammenarbeiten, wie wissenschaftliche Erkenntnis zustandekommt bzw. Fakten enstehen und in welcher Weise Gesellschaft und Wissenschaft zusammenhängen.

Zentral für die folgenden Betrachtungen ist das Forschungsprogramm der sogenannten *Science and Technology Studies*, welches in der Regel als Flickwerk aus Ansätzen der Disziplinen Geschichte, Philosophie, Soziologie, Anthropologie und Methodologie vorgestellt wird.[1] Die *Science and Technology Studies* sind als ein grundsätzlich interdisziplinäres Feld zu verstehen, das nicht nur einzelne Aspekte aus den es konstituierenden Wissenschaften in sich aufgenommen hat, sondern ebenso auf diese rückwirkt — nicht zuletzt auch deshalb entziehen sich die *Science and Technology Studies* einer strikten Definition oder Abgrenzung. Weiters kennzeichnen verschiedene Konfliktfelder in den *Science and Technology Studies* selbst und in ihrem Dunstkreis — etwa das Spannungsfeld zwischen einer eher theoretisch-normativ orientierten Philosophie und einer tendenziell empirisch-deskriptiv ausgerichteten Soziologie, die öffentlich und teilweise emotional geführte, als *science wars* bekanntgewordene Diskussion zwischen VertreterInnen der *Science and Technology Studies* und ihren Untersuchungsobjekten, den WissenschaftlerInnen, über u.a. die Möglichkeit von Objektivität in den Wissenschaften oder die Tatsache, dass die STS in verschiedenen gesellschafts- und wissenschaftskritischen Haltungen der 1960er Jahre ihren Ursprung haben — dieses Forschungsprogramm als heterogen und kontroversiell.

In den metawissenschaftlichen Ansätzen des 20. Jahrhunderts genießen Natur- und Technikwissenschaften, möglicherweise aufgrund ihrer gesellschaftlichen bzw. ihrer medialen Präsenz und der starken Verbreitung technischer Geräte — Automobil, Genetik, Informations- und Kommunikationstechnologie, Wasserstoffbombe etc. — im Zusammenhang mit der tendenziell kritischen Grundhaltung vieler dieser metawissenschaftlichen Positionen, eine besondere Stellung. Darüber hinaus ist ein Großteil der AutorInnen im Bereich der metawissenschaftlichen Ansätze ihrer wissenschaftlichen Ausbildung nach diesen Disziplinen zuzuordnen.

[1] Vergleiche u.a. Hess (1997); Sismondo (2004); Fuller (2006)

Zu Beginn dieses Kapitels versuche ich, einen Eindruck über diejenigen erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Positionen zu vermitteln, die zu einem breiteren Verständnis der *Science and Technology Studies* beitragen. Die Frage nach Möglichkeit und Bedingnis von Erkenntnis ist nicht nur eine der spannendsten und ertragreichsten der Philosophiegeschichte, sondern sie prägt auch die Methodendiskussion bis zum heutigen Tag. Im Anschluss an diesen Exkurs in die analytische Philosophie erläutere ich die Grundlagen des radikalen Konstruktivismus in Kapitel 2.2 — einer radikalen erkenntnistheoretischen Position, die u.a. auf Erkenntnissen aus der Physiologie aufbaut —, da in der Folge einige Beiträge darauf verweisen werden. In Kapitel 2.3 gehe ich kurz auf den Unterschied zwischen den beiden Traditionen der Wissenssoziologie ein, deren theoretische Ansätze in direktem Zusammenhang mit den Methodenfragen der Wissenschaftsforschung bzw. der *Science and Technology Studies* stehen. Als methodische Programme werde ich die *Ethnomethodologie* (Kapitel 2.4) sowie den Ansatz der *rekonstruktiven Sozialforschung* (Kapitel 2.5) vorstellen. Über die Hintergründe der *Science and Technology Studies* referiere ich dann in Kapitel 2.6.

## 2.1 Klassische Wissenschaftstheorie: Erkenntnis auf dem europäischen Sonderweg

Unter vielen anderen prägen zwei große Probleme die gesamte abendländische Philosophie: Die Frage nach der Möglichkeit von Erkenntnis und die Frage, ob das Denken vor dem Sein oder das Sein vor dem Denken kommt. Beiden Problemen wurden in über zwei Jahrtausenden eine Vielzahl von philosophischen Beiträgen gewidmet, die ganze Bibliotheken zu füllen imstande sind. An diese Stelle möchte ich in aller Kürze darauf hinweisen, dass diese grundlegenden Fragen — obwohl sie bereits in der Antike aufgeworfen wurden — grundlegende Bedeutung für aktuelle metawissenschaftliche Debatten haben, da transzendentale Fragestellungen und das sogenannte Leib-Seele-Problem in engem Zusammenhang mit der Möglichkeit sinnlicher Erfahrung, somit der des Wissens sowie jener einer rational vorgehenden Wissenschaft stehen und nicht zuletzt auch deshalb, da ein logisch-rationales Vorgehen der Wissenschaften einerseits und die Existenz einer objektiv erkennbaren Wirklichkeit andererseits den forschenden und beforschten WissenschaftlerInnen zumindest als fragwürdige Konzepte anderer bekannt sind.

### 2.1.1 Mythos, Subjekt, Wissenschaft

Der wissenschaftliche Grundgedanke selbst entspringt der Auseinandersetzung des Individuums mit seiner Umgebung auf der Suche nach Orientierung in der Welt. Historisch betrachtet, wurden dem Menschen Orientierungsrahmen und Erklärungsmodelle durch Religionen und Mythen angeboten. Der Übergang vom Mythos zum Logos und damit eine gewisse Verwissenschaftlichung des alltäglichen Lebens ist ein unsere abendländische Kultur bis heute prägendes Erbe, wobei die Annahme von der Logizität des Wirklichen am *Beginn* von Philosophie und Wissenschaft steht. Diese These lässt sich an der Entgegensetzung des skeptischen Standpunktes des Gorgias aus Leontinoi mit der Lehre des Parmenides veranschaulichen, die im 5. Jahrhundert v. Chr. die antike Philosophie prägten: Der skeptischen Lehre des Gorgias — „Es ist nichts. Wäre etwas, so wäre es nicht erkennbar. Gäbe es Erkenntnis, so wäre sie nicht mitteilbar.“[1] — stand die Gleichsetzung von Denken und Sein bei Parmenides — „Denken und Sein (ist) dasselbe“ — gegenüber. Mit der Annahme der Logizität des Wirklichen, also eines durch Vernunft geprägten Kosmos, begab sich die abendländische Kultur auf einen „Sonderweg der Rationalität“, der von anderen Kulturkreisen nicht in vergleichbarer Weise beschritten wurde.[2] Das bedeutet, dass mit der Handhabung der äußeren Welt als wäre sie strukturverwandt mit dem menschlichen Geist und einer gesunden Einstellung zu sich und der Umwelt sinnliche Erfahrung und damit Erkenntnis überhaupt erst wird.

Eigentlich wirklich waren für die alten Griechen nur die allgemeinen Wesenheiten — die denkbaren, erkennbaren und ansprechbaren Wesenheiten des geordneten Kosmos — für Platon die Ideen, für Aristoteles die Substanzen. Durch den Einfluss des Christentums kommt es dann im fünften Jahrhundert zu einem Paradigmenwechsel im Philosophieren. Der Annahme der geordneten Welt wird die These entgegengestellt, dass alles, was ist, als Vorstellung im menschlichen Bewusstsein erscheint. Die Ordnung des Wirklichen wird als eine Leistung des Gott ebenbildlichen Beobachters verstanden — *Subjektivität*. Am Anfang der Neuzeit findet abermals eine Neubestimmung des Subjekts statt. Nicht mehr als Geschöpf, sondern als vernünftiges Lebewesen wird der Mensch zum Subjekt. Neuzeitliche Wissenschaft geht nicht mehr metaphysisch und spekulativ vor wie in der Scholastik des Mittelalters, sondern empirisch, mathematisch und technisch. Sie entwirft ihre Rolle dahingehend, nicht mehr Gottes Schöpfung vollenden zu wollen, sondern Welt, Natur und Menschen aktiv zu entwerfen — also auch technisch umzusetzen. Ihre Verbindung mit dem Handwerk, um brauchbare Lösungen für anstehende praktische Probleme zu finden, ist ein wichtiges Charakteristikum der neuzeitlichen Wissenschaft. Durch den klassischen Empirismus — die Wende zum Subjekt als Wende zur sinnlichen

[1] (Mader, 1992, S. 13)
[2] Vergleiche (Mader, 1992, S. 11ff)

Erfahrung – werden zu dieser Zeit die Erfahrungswissenschaften über ihre Methode begründet. Als nächste Phase — wenn man so will — folgt daraufhin in den letzten 200 Jahren die Tendenz in der Philosophie, die Logizität des Wirklichen zu hinterfragen bzw. abzulehnen und damit zu negieren, dass es es möglich wäre, ein in sich geschlossenes Wissen um die Wirklichkeit zu erlangen.[1]

### 2.1.2 Der klassische Positivismus

Der klassische Empirismus der Neuzeit nahm auch entscheidenden Einfluss auf den klassischen Positivismus, welcher davon ausgeht, dass alle Erkenntnis vollständig auf Sinnesempfindungen zurückgeführt werden kann. Die Wurzeln des klassischen Positivismus sind in Frankreich zu finden, wo dieser in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem französischen Philosophen Auguste Comte[2] große Beachtung erfährt. Es ist eine Unterscheidung angebracht — zwischen der später von Comte forcierten positivistischen Ideologie und dem Positivismus als erkenntnistheoretische Position, deren Diskussion für den Zusammenhang der verschiedenen wissenschaftstheoretischen Positionen und Diskurse des späten 19. und des 20. Jahrhunderts relevant ist. In seiner Dreistadienlehre, die Einblick in die ideologischen Ansätze des positivistischen Standpunktes gibt, beschreibt Comte die Entwicklung der Menschheit anhand dreier unterschiedlicher Weltbilder, unter denen jeweils andere Letztbegründungen für beobachtete Naturerscheinungen gegeben werden. Ausgehend vom *theologischen* oder *mythologischen* Stadium, wo als Ursache des Naturgeschehens Götter oder Dämonen galten, über das *metaphysische* Stadium — den Erscheinungen lägen Substanz, Seele, Kraft zugrunde — sieht er die *positivistische* Stufe als den Abschluss dieser Entwicklung in Richtung einer wissenschaftlichen Weltsicht, in der allein die Erfahrung das Maß aller geistigen und natürlichen Erscheinungen ist.

Auf einen Punkt gebracht fordert der klassische Positivismus, dass sich wissenschaftliche Erkenntnis nur „auf der Basis des faktisch Realen, der Welt der Tatsachen begründen“[3] kann. Unbezweifelbare Daten kommen ausschließlich aus sinnlicher Wahrnehmung und Erfahrung. Der Positivismus kann als Radikalisierung der empirischen Grundthese verstanden werden, die besagt, dass allein Erfahrung über die Wahrheit und Falschheit eines Satzes entscheidet. Wissenschaft beschränkt sich also auf die Feststellung von wahrnehmbaren Sachverhalten und deren gesetzmäßige Verknüpfung. Es wird versucht, alles — sogar die formale Logik — über die

[1] Vergleiche (Anzenbacher, 2002, S. 134) sowie (Mader, 1992, S. 11ff)

[2] Auguste Comte; 1798–1857, Begründer der Soziologie als Wissenschaft, Hauptwerk *Cours de philosophie positive*

[3] (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 457)

Empirie zu erklären. Als Wissenschaft gilt nur die empirische Einzelwissenschaft, wobei die exakte Naturwissenschaft maßgeblich ist. Der Positivismus als Methode — oftmals als dominierender methodischer Hintergrund der moderneren Naturwissenschaften angesehen — wird dann problematisch, wenn er für *verbindlich* erklärt wird, denn für die positivistische Methode kann kein Sinneserlebnis ausgewiesen werden, dessen Ausdruck sie selbst ist.[1]

### 2.1.3 Das methodische Ideal der exakten Naturwissenschaft

Wie bei den Vertretern des klassischen Positivismus — Auguste Comte, Ernst Laas, Edward Spencer und Ernst Mach[2] — ist bei den Mitgliedern des *Wiener Kreises* eine metaphysikkritische Grundhaltung vorherrschend. Der neue Positivismus grenzt sich jedoch insofern von der klassischen Variante ab, als er der Logik und der Sprache — im Besonderen in den Arbeiten Ludwig Wittgensteins[3] — einen besonderen Stellenwert einräumt. Die Geschichte dieses 1924 als *Verein Ernst Mach* u.a. von Moritz Schlick[4] gegründeten Philosophenzirkels mit all seinen Protagonisten[5] ist ein schier unerschöpfliches Thema und kann in dieser Arbeit nur eine kurze und oberflächliche Erwähnung finden.[6]

> „Alles Erlebte bildet ein kompliziertes, nicht immer überschaubares, oft nur im einzelnen faßbares Netz. Alles ist dem Menschen zugänglich, und der Mensch ist das Maß aller Dinge. [...] Die wissenschaftliche Weltauffassung kennt *keine unlösbaren Rätsel*.“
>
> (Mach, 1929, S. 305)

Die Philosophen des *Wiener Kreises* entwickeln nicht bloß eine Wissenschaftstheorie bzw. eine Wissenschaftslogik, sondern sie wollen die Aufgabe der traditionellen Philosophie aufnehmen, eine *Weltauffassung* anzubieten, ganz im Sinne der wissenschaftlichen Weltsicht in

[1] Vergleiche (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 456f), (Anzenbacher, 2002, S. 172f), (Brugger, 1976, S. 299f) und (Friedlein, 1992, S. 296)

[2] Ernst Mach; 1838–1916, Österreichischer Physiker und Philosoph

[3] Ludwig Wittgenstein; österreichischer Philosoph, 1889–1951, als Hauptwerk gilt seine „Logisch-Philosophische Abhandlung“ (1921) — auch bekannt unter dem Titel „Tractatus Logico-Philosophicus“

[4] Moritz Schlick; österreichischer Philosoph und Mathematiker, 1882–1936

[5] Mitglieder des *Wiener Kreises* waren u.a. Gustav Bergmann, Rudolf Carnap, Herbert Feigl, Philip Frank, Kurt Gödel, Hans Hahn, Bela Juhos, Victor Kraft, Karl Menger, Otto Neurath, Theodor Radakovic, Moritz Schlick, Friedrich Waismann. Ludwig Wittgenstein und Karl Popper waren niemals dem *Wiener Kreis* zugehörig, standen jedoch in Beziehung zu den Mitgliedern des Vereins. Vergleiche (Mader, 1992, S. 150)

[6] Hrachovec (1999) bietet sehr brauchbare Einstiegspunkte für eine Exploration der Thematik.

Auguste Comtes Drei-Stadien-Lehre.[1] Die philosophische Schule des *Wiener Kreises* unterscheidet sich durch die Methode der logischen Analyse von den früheren empiristischen und positivistischen Positionen. Sie ist betont metaphysikkritisch orientiert und lehnt das in der Erkenntnistheorie des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts virulente Psychologismusproblem[2] grundsätzlich ab. Wissenschaft hat die Welt derart zu erfassen, dass der Mensch als erkennendes Subjekt aus ihren Ergebnissen herausgenommen werden kann, und die Metaphysik sowie der logische Ursprung ihrer Irrwege ist als Phänomen wissenschaftlich zu untersuchen.[3]

Das Programm des *Wiener Kreises* im engeren Sinne ist es, die Legitimität von Wissenschaft wissenschaftstheoretisch zu untermauern. Wissenschaft kann sich nicht allein über Empirie legitimieren. Erst über die formal-logische Verknüpfung von sinnlichen Einzelerlebnissen — also die Verbindung von Empirie und Logik — wird das Vorgehen ein wissenschaftliches. Die philosophische Hauptströmung im *Wiener Kreis* ist der *Neopositivismus* bzw. der *logische Empirismus*. Die exakten Naturwissenschaften stellen für die Neopositivisten nicht nur das methodische Ideal dar — ihr Ziel ist die Schaffung einer Einheitswissenschaft, indem „die Leistungen einzelner Forscher auf den verschiedenen Wissensgebieten in Verbindung und Einklang mit einander“[4] gebracht werden, sowie das Aufdecken der vielen Scheinprobleme und begrifflichen Verwirrungen, die den Fortschritt der Wissenschaft behindern. Dies soll über ein neutrales Formelsystem und ein Gesamtsystem der Begriffe erreicht werden. Die Logik steht über dem Menschen, ist neutral, unveränderlich, inhaltslos und ist nicht der Argumentation ausgesetzt. Im Weiteren wird diese anfänglich akzeptierte normative Natur der Logik hinterfragt. Logik muss sich ebenso auf Sprache begründen, so wie — nach der Wende zum sogenannten Sprachpositivismus im *Wiener Kreis* — alles, was ist, *sprachlich* gegeben ist.[5]

Ein weiteres zentrales Problem ist für den *Wiener Kreis* das sogenannte *Verifikationsproblem* bzw. die Frage nach den Bedingungen, unter welchen Aussagen wissenschaftlich sinnvoll sind. Damit unmittelbar verbunden ist die Problematik der Induktion — das ist die Frage, wie aus einzelnen Beobachtungen oder Sätzen auf eine allgemeine Aussage oder Gesetzmäßigkeit geschlossen werden könne. Nach der ursprünglichen Idee liegt der Sinn eines Satzes in seiner Überprüfbarkeit — der Verifikation. Diese ist jedoch problematisch, wenn es sich bei einem Satz um eine All-Aussage handelt, wie es bei den meisten Naturgesetzen der Fall ist. Diesem Problem sind viele Diskussionen gewidmet, in welchen u.a. Moritz Schlick vorschlägt, das Verifikationskriterium durch eine logisch mögliche Verifizierbarkeit zu ersetzen. Doch eine

[1] Vergleiche (Mader, 1992, S. 157)

[2] Psychologismus; da der Mensch als erkennendes Subjekt die Bedingung für Erkenntnis ist, ist seine psychische Situation für den Erkenntnisprozess relevant.

[3] Vergleiche (Anzenbacher, 2002, S. 176f) und Bruckner (2005)

[4] (Mach, 1929, S. 305)

[5] Vergleiche (Anzenbacher, 2002, S. 176f) und Bruckner (2005)

*Verifizierbarkeit* würde ein handelndes Subjekt miteinbeziehen, Subjektivität im Wissenschaftsverlauf zulassen und so dem Grundgedanken der neopositivistischen Position widersprechen.

In gewissem Sinne spiegelt sich im Programm des *Wiener Kreises* die Hoffnung der abendländischen Wissenschaft auf die Möglichkeit objektiver Erkenntnis und die Existenz absoluter Wahrheit wider. Seine Denker — obwohl an ihrem großen Programm gescheitert — konnten wichtige Einblicke liefern indem sie ungewollt zeigten, was Wissenschaft nicht sein kann.

> „Sicheres Wissen ist uns versagt. Unser Wissen ist ein kritisches Raten; ein Netz von Hypothesen; ein Gewebe von Vermutungen.“
>
> Karl Popper, „Logik der Forschung“
> zitiert in (Mader, 1992, S. 167)

Für Karl Popper[1] ist das Zustandekommen bzw. die Genese einer Theorie nicht wesentlich. Zentral ist viel mehr, dass sie — um ihre Erklärungs- und Prognosefunktion erfüllen zu können — eine gültige und gesicherte Theorie ist. Dafür muss sie — neben den Forderungen nach Widerspruchsfreiheit, empirischem Bezug und neuem Erklärungspotential — einem deduktiven Prüfungsverfahren zugänglich und somit potentiell *falsifizierbar* sein. In Poppers Konzeption kann sich eine Theorie nur *bewähren*; an die Stelle der geforderten Letztbegründung einer Theorie tritt die einer ständigen Bewährung.[2]

Auf die sich stark auf den kritischen Rationalismus Karl Poppers beziehenden und teilweise einen radikalen relativistischen Standpunkt vertretenden Arbeiten von Paul Feyerabend und Imre Lakatos kann ich hier nur mehr verweisen. Abschließend möchte ich auf eine Selbstbeschreibung aus der Wissenschaftstheorie hinweisen, die ihre Situation plastisch darstellen soll:

> „Wie Schiffer sind wir, die ihr Schiff auf offener See umbauen müssen, ohne es jemals in einem Dock zerlegen und aus besten Bestandteilen neu errichten zu können.“
>
> Neurath (1932) zitiert in Hrachovec (1999)

Nur wegen eines fehlenden Fundamentes muss der Anspruch eines vernünftigen Vorgehens nicht aufgegeben werden. Im ständige Reparieren und Rekonstruieren selbst liegt die rationale Handlung.

[1] Karl Popper; österreichischer Philosoph und Wissenschaftstheoretiker, 1902–1994, Begründer des kritischen Rationalismus

[2] Vergleiche (Mader, 1992, S. 168f) und Bruckner (2005)

## 2.2 Radikaler Konstruktivismus

Der radikale Konstruktivismus ist eine spezielle erkenntnistheoretische Position, die in den 1960er und 1970er Jahren entwickelt wurde und sich in vielen Aspekten mit der Kybernetik überschneidet. Während die klassischen erkenntnistheoretischen Theorien ihren Ursprung meist in philosophischen Überlegungen haben, begründet sich die Einsicht des radikalen Konstruktivismus direkt auf naturwissenschaftliche Forschung. Diese Position vertritt den Anspruch, besonders grundlegend anzusetzen, und nimmt so unter allen denkbaren Beantwortungsversuchen der verschiedenen erkenntnistheoretischen Fragen eine extreme bzw. radikale Stellung ein. In der Literatur steht oftmals die Kurzform *Konstruktivismus* für diese Position, obwohl *Konstruktivismus* in weitem Sinne sich nicht nur auf epistemologische Fragestellungen bezieht, sondern auch z.B. in Architektur, Literatur und bildender Kunst Stilrichtungen oder Phänomene bezeichnet. Im Bereich des konstruktivistisch-erkenntnistheoretischen Diskurses innerhalb der Philosophie existieren ebenfalls mehrere konstruktivistisch orientierte Denkrichtungen mit verschiedenen Annahmen und Erklärungszielen, beispielsweise der *Erlanger Konstruktivismus* und der *Interaktionistische Konstruktivismus*, auf die hier nicht näher eingegangen wird. In den folgenden Ausführungen beziehe ich mich auf die erkenntnistheoretische Position des radikalen Konstruktivismus.

Sämtlichen Spielarten des radikalen Konstruktivismus ist gemein, dass grundsätzlich die konstituierende Leistung eines *Beobachters* im Erkenntnisprozess betont wird — nicht die Erkenntnis als Produkt steht im Zentrum des Interesses, sondern der Erkenntnisvorgang als *Prozess*. Jede Form der Kognition, Erkenntnis und Wahrnehmung wird als eigenständige und aktive Konstruktion des Beobachters und somit als *biologisches Phänomen* aufgefasst.

Humberto Maturana[1], Francisco Varela[2], Heinz von Foerster[3], Ernst von Glasersfeld[4] und Paul Watzlawick[5] sind als dessen Begründer bzw. Hauptvertreter zu nennen. Sie sind keine ausgebildeten Philosophen, sondern gehören nach ihrer wissenschaftlichen Ausbildung den realwissenschaftlichen Fakultäten an. Den Kern bildete die Zusammenarbeit von Glasersfeld, Maturana und von Foerster vor dem Hintergrund der kybernetisch-systemtheoretischen Forschungen in den USA. Ausgehend von Forschungsergebnissen aus den Bereichen der Physiologie, der Neurologie, der Systemtheorie und der eben damals sehr aktiven Kybernetik begreift der

[1] Humberto Maturana; chilenischer Biologe und Mediziner, geb. 1928

[2] Francisco Varela; chilenischer Biologe, 1946–2001

[3] Heinz von Foerster; österreichischer Physiker, 1911–2002, emigrierte 1949 in die USA

[4] Ernst von Glasersfeld; österreichisch-US-amerikanischer Entwicklungspsychologe und Psychotherapeut, geb. 1917. Von Glasersfeld stammt die Begriffsschöpfung *Radikaler Konstruktivismus*.

[5] Paul Watzlawick; österreichischer Kommunikationswissenschaftler und Psychotherapeut, 1921–2007

radikale Konstruktivismus die menschliche Erkenntnis nicht als passive Abbildung einer realen Welt bzw. objektiven Realität, sondern betont den Prozess der autonomen Herstellung einer kognitiven Welt.

Ernst von Glasersfeld geht von einem kybernetischen Modell der Wahrnehmung aus, dass Wahrnehmung und alle darauf aufbauenden höheren Funktionen im Prinzip eine Konstruktion von Invarianten sind. Dies kann man sich anhand eines geschlossenen Regelkreises veranschaulichen: Die Aufgabe des Regelprozesses des Organismus ist, dafür zu sorgen, dass in seiner Umwelt nichts anderes ist, als das, was intern durch Bedürfnisse gefordert wird. Auf dieser Ebene einfacher Homöostase kann natürlich weder Wahrnehmung noch Erkenntnis erklärt werden. Unter der Annahme, die Richtgrößen der Kreisläufe niederer Ordnung sind selbst durch Rückkopplungsschleifen höherer Ordnung geregelt usw., entstehen Invarianzkonstruktionen, die sich auf immer abstraktere Grössen beziehen. Durch diese Staffelung von Schleifen kommt es immer mehr zu einer Abkopplung von der Umwelt. Für Ernst von Glasersfeld ist dies die Begründung seines als solchen bezeichneten *radikalen* Konstruktivismus: Das, was wir für eine objektive Welt halten, ist eine Konstruktion unseres Erkenntnisapparates.

Ein Thema, das bei Heinz von Foerster immer wieder vorkommt, ist das Konzept der *Kybernetik zweiter Ordnung*. Regelungsvorgänge und -zusammenhänge in Natur und Technik sind Gegenstand der *klassischen* Kybernetik. Diese beschäftigt sich mit der Beobachtung von Systemen. Von Foerster interessiert sich für Systeme, die selbst Beobachtungen durchführen. Das zentrale Thema seiner Untersuchungen ist die Rückwendung einer Operation auf sich selbst, die dann — von geänderten Bedingungen ausgehend — in immer neuen Variationen ausgeführt wird. Die Grundfigur seiner Konzepte ist also die *Rekursion* und rekursive Vorgänge: die Beobachtung von Beobachtungen. Im Zuge der Rekursionen verliert der ursprüngliche Ausgangszustand an Relevanz, und das Resultat wird zunehmend durch die Eigenschaften der Operation selbst — den sogenannten *Eigenwert* — bestimmt.

Humberto Maturana entwickelt gemeinsam mit Francisco Varela das Konzept der *Autopoiese*[1]. Dies ist der Versuch, ein systemtheoretisches Modell aufzustellen, mithilfe dessen das *Leben* eines Lebewesens — jenseits der herkömmlichen Erklärungsansätze der Biologie — beschrieben werden kann. Unter der Perspektive der Autopoiese verstehen Maturana und Varela Lebewesen als Systeme, die sich vollständig selbst herstellen und ihren Zustand bzw. die Grenze zu ihrer Umwelt auch aktiv aufrechterhalten. Diese Organisationsform bezieht sich nach

[1] Autopoiese bzw. Autopoiesis: *αὐτός* — selbst, *ποιέω* — schaffen; von Maturana und Varela ursprünglich zur Beschreibung der einzelnen lebenden Zelle verwendet. Bereits beim Zellverband kommt es zu einigen Änderungen, weshalb sie den allgemeineren Begriff der *organisationellen Geschlossenheit* vorschlagen. Autopoiesis hat sich jedoch bei den Folgeautoren eingebürgert.

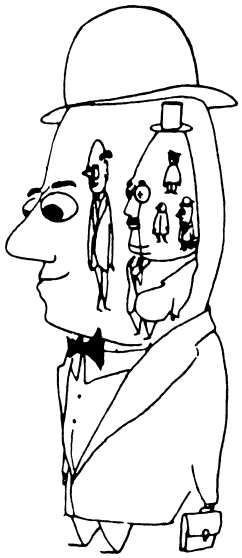

Abbildung 2.1: Der Beobachter (von Foerster, 1993, S. 48)

Maturana nicht ausschließlich auf die physische Ebene, sondern ebenso auf die kognitive. Auch geistige Prozesse sind als zirkulär und geschlossen aufzufassen, Wahrnehmungen bzw. äußere Einflüsse stören die Autopoiese und erzeugen so ein Verhalten, welches das Ziel hat, den Normalzustand wieder herzustellen. Im gestörten wie im Normalzustand beziehen sich kognitive Operationen immer nur auf andere Kognitionen, d.h. die Operationen überschreiten nicht die Systemgrenzen — eine Bedingung der Autopoiese. So kann auch das Erleben eines Menschen nur als Produkt seiner kognitiven Operationen gelten.

Da das menschliche Gehirn ein Teil des Nervensystems ist und so über keinen unmittelbaren Zugang zu seiner Umwelt verfügt, agiert es als *geschlossenes System* und erzeugt auf diese Weise eine semantisch wie kognitiv abgeschlossene Welt. Die Welt als solche ist damit keine erfahrbare Wirklichkeit. Die Existenz einer realen Welt wird damit nicht geleugnet, jedoch wird die Relevanz einer ontologischen Darstellung der Welt für die Betrachtung des Erkenntnisprozesses bestritten. Allein die internen Operationen des Gehirns bestimmen, in welcher Weise externe Ereignisse verarbeitet werden. Das Gehirn operiert als ein geschlossenes System, das sich rekursiv auf sich selbst bezieht — also selbstreferentiell arbeitet. So wird auch eine Anregung oder Irritation als interner bzw. systemeigener Zustand erklärt, der in der Umwelt keine direkte Entsprechung hat. [1]

Jedes Lebewesen, das in Sprache operiert, ist selbst ein *Beobachter*. Alles, was im Leben des Beobachters geschieht, geschieht in Form von Unterscheidungen in Sprache durch Sprach-

[1] Vergleiche (Prechtl u. Burkhard, 1999, S478)

handeln. Jegliche Aussage wird von einem Beobachter an einen anderen Beobachter gerichtet, wobei der Adressat auch er oder sie selbst sein kann. Mit der *Unterscheidung* — als zentrale Operation des Beobachters — bestimmt der Beobachter das durch die Unterscheidung Ausgezeichnete als Einheit oder Entität, um es zu umreißen bzw. seine Grenzen zu bestimmen, es vom Medium oder Hintergrund abzuheben und es in dieser Weise Manipulationen und Beschreibungen in den Interaktionen mit anderen Beobachtern zugänglich zu machen. Die Beobachtung ist der Anfangspunkt und die zentrale Frage in dem Versuch, Realität und Vernunft als menschliche Phänomene zu begreifen. Durch rekursive Anwendungen der Unterscheidungsoperation kann der Beobachter agieren, als befände er sich außerhalb des ihn umgebenden Kontexts, was jedoch tatsächlich niemals der Fall sein kann, denn sie oder er befindet sich immer innerhalb des eigenen Nervensystems, das in sich geschlossen ist. [1]

Der radikale Konstruktivismus ist ein umfassendes Erklärungsangebot, das verschiedene Ergebnisse der Hirnforschung mit biologischen Phänomenen in Beziehung setzt. Ob dieses Erklärungsangebot ein brauchbares ist, kann nur im konkreten Einzelfall mit der kritischen Hinterfragung der Gegenstandsangemessenheit des Erklärungsansatzes beantwortet werden. Der Ansatz, dass Erkenntnisleistungen das Produkt der Operationen des Beobachters selbst sind, unterscheidet nicht etwa zwischen einer gewöhnlichen Lebenswelt und der wissenschaftlichen Forschung. Der Erkenntnisgewinn in den Wissenschaften gilt unter dieser Perspektive genauso als Konstruktionsleistung.

Der *Konstruktivismus* findet sich nicht nur in der Philosophie — auch Strömungen in Kunst und Literatur beziehen sich auf diesen Terminus. Innerhalb der Wissenschaftstheorie selbst existiert auch der sogenannte *Erlanger Konstruktivismus*[2] als erkenntnistheoretisches Unternehmen, der einen kritischen Begründungsversuch der Wissenschaften anhand der wissenschaftlichen Sprache und ihren Begrifflichkeiten unternimmt. Das Vorgehen der Wissenschaften — d.h. wie eine Wissenschaft ihre Gegenstände erzeugt — wird ausgehend von der alltäglichen Lebenswelt als komplexe Form des menschlichen Handelns und Sprechens verstanden und in methodisch kontrollierter Weise rekonstruiert. [3]

[1] Vergleiche u.a. (Maturana, 1998, S. 158)

[2] Erlanger Konstruktivismus, auch als *Erlanger Schule*, begründet durch Paul Lorenzen, und in seiner Weiterentwicklung als *Methodischer Konstruktivismus* bezeichnet

[3] Vergleiche (Prechtl u. Burkhard, 1999, S. 299f)

## 2.3 Wissenssoziologie

Der Wissenssoziologie im Allgemeinen liegt die Frage nach dem Umgang mit Wissen in der Gesellschaft zugrunde. Historisch gesehen können zwei Traditionen unterschieden werden — die *französische* und die *deutsche*, welche jeweils ihren stärksten Einfluss zwischen 1890 und 1930 hatten. Beiden Traditionen ist der Gedanke gemeinsam, dass unsere kollektiven Denkmuster als Form des menschlichen Widerstands gegen die Umwelt verstanden werden und ihre Eigenheiten durch das zeitliche und räumliche Zusammenleben von Menschen zu erklären sind. Aufgabe und Position der Wissenssoziologie werden als Ergänzung zu einer normativ orientierten Psychologie verstanden, um Ansätze und Modelle für die Anpassungsleistung von Individuen zu liefern. Die französische *Perspektive* unterscheidet sich aber von der deutschen drastisch: Während die deutsche Tradition einen makrosoziologischen Ansatz mit Blick auf die gesamte Gesellschaft verfolgt, konzentrieren sich die Arbeiten der französischen Schule mit einem materialistisch orientierten Blick auf die Mikroebene.[1]

### 2.3.1 Die deutsche Tradition der Wissenssoziologie

Die Frage, wie Menschen einer Generation in räumlicher Trennung ihre Denkweisen bewahren, ist Ausgangspunkt der deutschen Wissenssoziologie mit ihren Hauptvertretern Wilhelm Dilthey[2] und Karl Mannheim[3]. Diese Tradition ist eher *geschichtlich* als anthropologisch orientiert, wesentliche Bedeutung haben die Begriffe des *Weltbildes* und der *Ideologie* — letzerer besonders bei Mannheim. Dieser grenzte auch seinen Forschungsansatz explizit gegenüber der deutschen Übersetzung der *sociology of knowledge* als *Wissenssoziologie* der Arbeiten von Lucien Lévy-Bruhl — einem Hauptvertreter der französischen Tradition — ab. Er lehnte die mögliche rassistische Interpretation von Lévy-Bruhls Ansatz ab, der Territorialität und Herkunft als Ursache von Solidarität verstand. Der Träger eines verbindenden Wissens war für Mannheim die politische Partei, die nach den in ihr tradierten Idealen Ideologie oder Utopie erzeugte.

In seiner Methodologie vertritt Mannheim einen untrennbaren Zusammenhang von Theorie und Erfahrung.[4] Auf seine *dokumentarische Methode* wird später u.a. von der *Ethnomethodo-*

[1] Vergleiche (Fuller, 2006, S. 12ff)

[2] Wilhelm Dilthey; deutscher Philosoph, Psychologe und Pädagoge, 1833–1911. Als Vorgänger der modernen Hermeneutik versuchte er, die Hermeneutik selbst als Theorie der Geisteswissenschaften zu etablieren.

[3] Karl Mannheim; ungarischer Philosoph und Soziologe, 1893–1944. Mannheim unternahm u.a. einen Entwurf einer Soziologie der Erkenntnis, d.h. dass menschliche Erkenntnisse von gesellschaftlichen und geschichtlichen Lebenszusammenhängen mitbestimmt werden.

[4] Vergleiche (Bohnsack, 2007, S. 29)

*logie* (siehe Kapitel 2.4) und der *rekonstruktiven Sozialforschung* (siehe Kapitel 2.5) zurückgegriffen. Über diesen Weg findet sie später auch Anwendung in den Computerwissenschaften — dort, wo die Frage nach dem Handeln der Menschen zentral ist (siehe Kapitel 3).

Die dokumentarische Methode unterstellt, dass jeder Handlung eine zweite Sinnebene zugrunde liegt, auf welche die oder der Handelnde nicht unmittelbar zugreifen kann. Mannheim unterscheidet drei Sinndimensionen menschlichen Handelns, die jede kulturelle Handlungspraxis beinhaltet: Objekt-, Ausdrucks- und Dokumentsinn. Während der Objektsinn sich auf den sozialen Zusammenhang der Handlung bezieht, beschreibt der Ausdruckssinn die subjektive und bewusste Handlungsintention. Unter Dokumentsinn sind jene kulturellen Muster zu verstehen, die einer Handlung bzw. ihrer Herstellung zugrunde liegen und seitens der Handelnden nicht notwendigerweise bewusst wahrgenommen werden. Eine Untersuchung nach der dokumentarischen Methode versucht, die Handlungspraxis — also diese kulturellen Muster bzw. dieses „Orientierungswissen“ — sich stützend auf die empirische Basis des Wissens der Akteure, zu rekonstruieren.[1]

### 2.3.2 Die französische Tradition der Wissenssoziologie

Wie Menschen unterschiedlicher Herkunft in Gemeinschaft ähnliche Denkweisen und Haltungen entwickeln, ist der Ausgangspunkt der französischen Tradition der Wissenssoziologie. Ein hierfür exemplarisches Werk ist die Arbeit von Lucien Lévy-Bruhl[2] und Émilie Durkheim[3], die langzeitigen zwischenmenschlichen Kontakt als Ursache für die Entwicklung eines sogenannten *kollektiven Bewusstseins* sahen.

Eine dieser Tradition folgende prominente Arbeit ist die „Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache“ (Fleck, 1935) des deutsch-polnischen Mediziners Ludwik Fleck, welche dem späteren und einem breiteren Publikum bekannten Werk Thomas Kuhns[4] — „The structure of scientific revolutions“ (Kuhn, 1962) — inhaltlich bereits einiges vorwegnahm, jedoch mit Flecks Arbeit nur lose verbunden ist.[5] In seiner Betrachtung von Normalwissenschaft, wissenschaftlichen Revolutionen und Paradigmata behandelt Thomas Kuhn Wissenschaft als von anderen Gesellschaftsbereichen losgelöst und sieht soziokulturelle Einflüsse als Krisenphä-

[1] Vergleiche (Bohnsack, 2007, S. 31ff)

[2] Lucien Lévy-Bruhl; französischer Ethnologe und Philosoph, 1857–1939

[3] Émilie Durkheim; französischer Soziologie, 1858–1917. Er gilt als einer der Gründungsväter der empirisch arbeitenden Soziologie.

[4] Thomas Samuel Kuhn; US-amerikanischer Physiker und Wissenschaftstheoretiker, 1922–1996. Mit seinem Hauptwerk — Kuhn (1962) — prägte er u.a. den Begriff des Paradigmas.

[5] Vergleiche (Fuller, 2006, S. 13)

nomene an, während Fleck Wissenschaft als mit dem Gesellschaftlichen verwoben versteht.[1] Die Fleck'sche Konzeption von Wissenschaft erscheint in der heutigen Wissenschaftsforschung sogar bedeutender zu sein als sein Wiederentdecker Thomas Kuhn, welcher der traditionellen Vorstellung von einer erkenntnistheoretischen Sonderstellung der Naturwissenschaften verhaftet bleibt. Fleck hingegen sieht seine Konstrukte — beispielsweise *Denkstil* und *Denkkollektiv* — nicht auf die Wissenschaften beschränkt, sondern schließt jede Art von Erkenntnispraxis mit ein. Egloff (2005)

Ebenso der französischen Tradition zuzurechnen ist die *Anthropologisierung* der Wissenschaft der 1970 Jahre, aus damaliger Sicht besonders radikal betrieben von Bruno Latour und Steve Woolgar in „laboratory life" (Latour u. Woolgar, 1979). [2] Diese Studie des französischen Philosophen Latour und des englischen Soziologen Woolgar, die nach einem zweijährigen Aufenthalt am kalifornischen *Salk Institute for Biological Studies* in La Jolla entstand, wurde vor allem wegen der expliziten Behandlung von WissenschaftlerInnen als Eingeborene eines unbekannten Volksstammes diskutiert:

> „Since the turn of the century, scores of men and women have penetrated deep forests, lived in hostile climates, and weathered hostility, boredom, and disease in order to gather the remnants of so-called primitive societies. By contrast to the frequency of these anthropological excursions, relatively few attempts have been made to penetrate the intimacy of life among tribes which are much nearer at hand. This is perhaps surprising in view of the reception and importance attached to their product in modern civilised societies: we refer, of course, to tribes of scientists and to their production of science. Whereas we now have fairly detailed knowledge of the myths and circumcision rituals of exotic tribes, *we remain relatively ignorant of the details of equivalent activity among tribes of scientists, whose work is commonly heralded as having startling or, at least, extremely significant effects on our civilisation.*"
>
> (Latour u. Woolgar, 1979, S. 17, m.H.)

Ihre Arbeit ist — gemeinsam mit Karin Knorr-Cetinas „The Manufacture of Knowledge"

[1] Für seine Studie, anhand deren Ludwik Fleck die Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache erläutert, wählte er die Syphilis — eine ansteckende Geschlechtskrankheit. Die erstaunlich hohe Forschungsaktivität in der Serodiagnose der Syphilis ist für ihn nur über tiefe soziale Bedürfnisse erklärbar; beispielsweise die damals präsente vorwissenschaftliche Idee einer ethisch betonten Lustseuche (Fleck, 1935, Vergleiche Vorwort von Lothar Schäfe und Thomas Schnelle, S. XXX). Weiters mag der Gegenstand seiner Untersuchung — die für medizinische Laien verdrängte und verwünschte Geschlechtskrankheit Syphilis — eine Ursache (von vielen) dafür sein, dass Ludwik Flecks Arbeit erst über die Rezeption von Thomas Kuhns Publikation den Weg zu einer breiteren LeserInnenschaft fand.

[2] Bruno Latour und Steve Woolgar verstehen unter *Anthropology of Science* die detailreiche in situ Beobachtung der arbeitenden WissenschaftlerInnen — Die genauen Einzelheiten ihrer Alltagsarbeit, nicht die historischen Durchbrüche und Geniestunden sind Gegenstand ihres Interesses (Latour u. Woolgar, 1979, Vergleiche S. 27f)

(Knorr-Cetina, 1981) — als eine der ersten Studien anzusehen, die das Labor als Handlungsfeld der Erzeugung von wissenschaftlichen Fakten einer (meta)wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich macht. Damit in engem Zusammenhang steht die Idee der sozialen Konstruktion von Fakten, Wissen, Theorien, Phänomenen usw. Auf die Laborstudien als Teil der sogenannten *studies of work* gehe ich in Kapitel 2.4 näher ein.

## 2.4 Ethnomethodologie

> „Ethnomethodologische Studien analysieren Alltagstätigkeiten als Methoden, mittels deren die Mitglieder einer Gesellschaft ebendiese Tätigkeiten für-praktische-Zwecke-sichtbar-rational-und-mitteilbar, das heißt ‹darstellbar und erklärbar› (accountable) machen; sie analysieren also Alltagstätigkeiten als Organisationen gewöhnlicher Alltagstätigkeiten.“
>
> (Garfinkel, 1967, S. VII) zitiert in (Bergmann, 2000, S. 125)

Die Ethnomethodologie ist ein soziologischer Untersuchungsansatz, der auf Harold Garfinkel[1] zurückgeht und das Ziel verfolgt, die Prinzipien zu verstehen und zu beschreiben, mit deren Hilfe Menschen in ihrem Handeln Ordnung und sinnhafte Strukturierung dessen herstellen, was um sie herum vorgeht und was sie selbst — in der Interaktion mit anderen Menschen — äußern und tun. Damit ist der Gegenstand der Ethnomethodologie im Grunde die alte und zentrale Frage der Soziologie, nämlich jene nach dem *Wie* des Zustandekommens von sozialer Ordnung.[2] Ethnomethodologie versucht jedoch, die Konstruktion von Ordnung und Wirklichkeit sowie die damit verbundenen Vorgehensweisen bei der Produktion und Interpretation von Sinn aus der Perspektive der handelnden Menschen zu verstehen.[3] Sie kann als *mikrosoziologischer* Ansatz bezeichnet werden, da sie sich mit den Feinstrukturen von situierten Handlungen beschäftigt und nicht auf umfassende Theorien zurückgreift. Diese Handlungen bringen ihre eigene Sinnhaftigkeit und Beschreibbarkeit hervor und erhalten nicht erst durch die Repräsentationen der WissenschaftlerInnen Struktur und Bedeutung — sie sind „naturally accountable“.[4]

Harold Garfinkel setzte sich in den 1960er Jahren vor allem mit dem Strukturfunktionalismus seines ehemaligen Lehrers Talcott Parsons — im Besonderen mit dessen Akteursmodell

[1] Harold Garfinkel; US-amerikanischer Soziologe, geboren 1917; Begründer der Ethnomethodologie, Schüler des Funktionalisten Talcott Parsons

[2] Vergleiche (Bergmann, 2000, S. 119)

[3] Vergleiche (Lamnek, 1988, S. 42)

[4] Vergleiche (Bergmann, 2006, Kapitel 5.3.4.1)

— und dem Werk von Alfred Schütz — mit seinem Konzept des Alltagswissens — auseinander. Im Strukturfunktionalismus wird die Annahme vertreten, die soziale Ordnung werde durch ein gemeinsames internalisiertes Normen- und Wertesystem garantiert; so ist auch die einzelne Handlung ein normativ geregeltes Verhalten, das Akteure und ihre Umwelt zu einander in Beziehung setzt. Dem hielt Garfinkel entgegen, dass zwischen dem Normativen — den allgemein formulierbaren Regeln — und der jeweils besonderen Situation der aktuellen Handlung eine erkenntnistheoretische Lücke liegt, welche die Handelnden in der Situation selbst überbrücken müssen, indem sie durch Interpretation der allgemeinen Regeln diese in das aktuelle Geschehen vermitteln. Dies bedeutet, dass die Mitglieder einer Gesellschaft sich nicht passiv diesen Normen oder den sozialen Zwängen unterwerfen, sondern sie gestalten aktiv in der Interaktion mit anderen die soziale Wirklichkeit als einen sinnhaften Handlungszusammenhang.[1]

> „[Es] wird die Auffassung vertreten und als Untersuchungsrichtlinie benutzt, dass für Gesellschaftsmitglieder, die Soziologie betreiben, die objektive Wirklichkeit sozialer Tatsachen *als* eine fortwährende Hervorbringung und Leistung der gemeinsamen Tätigkeiten des Alltaglebens ein fundamentales Prinzip ist, wobei die Gesellschaftsmitglieder die gewöhnlichen, kunstvollen Weisen dieser Hervorbringung kennen, benutzen und als selbstverständlich hinnehmen.“
>
> (Garfinkel, 1967, S. VII) zitiert in (Bergmann, 2000, S. 121)

Damit grenzt Harold Garfinkel die Wirklichkeitsauffassung der Ethnomethodologie von der Vorstellung ab, soziale Fakten seien als objektive Realität und somit als Gegenstand und Legitimation der Soziologie zu verstehen. Er geht stattdessen davon aus, dass die objektive Wirklichkeit dieser sozialen Tatsachen eine ständige Leistung — ein „ongoing accomplishment“ — der Individuen ist, die sie gemeinsam in ihrem alltäglichen Handeln hervorbringen. Mit der Ethnomethodologie richtete Garfinkel den Blick auf das, was die Mitglieder einer bestimmten Gesellschaft bei der Durchführung ihrer Tätigkeiten im Alltag wissen, tun und denken. Er unterstellt ihnen, bei der Bewältigung von Alltagssituationen *methodisch* vorzugehen, und interessiert sich im Besonderen für die als *selbstverständlich* vorausgesetzten Techniken und Methoden dieses alltäglichen Handelns — die Ethno-Methoden.[2] Erst in der Interaktion zwischen Menschen — und ausschließlich dort — wird die Objektivität von als objektiv wahrgenommenen Ereignissen und die Faktizität von als faktisch geltenden Sachverhalten hergestellt. Diese erzeugte Wirklichkeit wird in jeder Situation und zu jedem Zeitpunkt *lokal* hervorgebracht. Alltagswissen, Routinen und Interpretation spielen dabei eine wichtige Rolle. Sinnstiftung und sinnhafte Ereignisse im täglichen Handeln der Menschen sind Ereignisse in ihrer Verhaltensumgebung —

[1] Vergleiche (Bergmann, 2000, S. 119f)
[2] Vergleiche (Bergmann, 2000, S. 120)

kein innerer Bewusstseinsvorgang, sondern ein soziales Geschehen, das für die Untersuchung zu konzeptualisieren ist. Der Ethnomethodologie geht es um das Beobachten und um das Beschreiben des sich selbst im Handeln dokumentierenden Prozesses des „Verstehens-und-sich-verständlich-Machens“[1].

Zentrale Begriffe der Ethnomethodologie sind *Kontext, Indexikalität*[2] und *Reflexivität*. Um ihre soziale Wirklichkeit sinnvoll deuten zu können — damit sinnvolles Handeln möglich wird — beziehen Menschen ihr Handeln auf einen *Kontext*. Dieser so konstruierte Sinn ist an den jeweiligen Kontext, in dem er konstruiert wurde, gebunden und nur in Verbindung mit diesem erschließbar. Als *Indexikalität* wird die Beziehung zwischen dem sozialen Phänomen und seinem Kontext verstanden — Sie wird durch *reflexives Handeln* ermöglicht, d.h. dadurch, dass einerseits von einer Handlung auf den Sinn geschlossen werden kann, und andererseits der Sinn diese Handlung erklärt. Aufgrund der Vagheit respektive Vieldeutigkeit von Handlungen in alltäglichen Situationen verlassen sich die Menschen auf notwendige Rahmenbedingungen, die ein gegenseitiges Verstehen erst erlauben.[3]

Die frühe Phase der Ethnomethodologie war vor allem durch ihre kritische Haltung gegenüber dem vorherrschenden empirischen Methodenkanon und dem normativen Paradigma der Sozialwissenschaft geprägt. Dass es sich bei der Ethnomethodologie um ein empirisch-analytisches Forschungsprogramm handelt, wurde erst mit der Zeit wahrgenommen — spätestens aber mit praktischen Ansätzen, die auf dem ethnomethodologischen Programm aufbauen. Beispiele hierfür sind die *studies of work* und die *Konversationsanalyse* um vor allem Harvey Sacks[4].

Im Sinne der bereits erwähnten Ethno-Methoden — die als selbstverständlich genommenen Techniken und Methoden des alltäglichen Handelns — ist die Tätigkeit einer Soziologin bzw. eines Soziologen selbst eine Alltagshandlung unter vielen. WissenschaftlerIn und Laie betreiben Soziologie, denn beide machen auf methodische Art und Weise soziales Handeln beobachtbar. Der Unterschied in der Herangehensweise besteht allein in der professionellen Verpflichtung, über das Untersuchungsobjekt zu reflektieren. Angelehnt an diesen Gedankensprung kann auch das Forschungshandeln selbst zum Objekt der Forschung werden.[5] Der Untersuchung der Arbeit von WissenschaftlerInnen wandte sich Harold Garfinkel gemeinsam mit vielen anderen

[1](Garfinkel, 1967, S. VII) zitiert in (Bergmann, 2000, S. 125)

[2]Der Begriff *Indexikalität* geht auf den Philosophen und Semiotiker Charles S. Peirce zurück und beschreibt die Kontextabhängigkeit z.B. von Ausdrücken — Ihre Verweisfunktion wird nur dann klar, wenn sie in einem bestimmten Kontext *verwendet* werden.

[3]Vergleiche(Lamnek, 1988, S. 42f)

[4]Harvey Sacks; US-amerikanischer Soziologe und Linguist, 1935 – 1975, Begründer der Konversationsanalyse

[5]Vergleiche (Lamnek, 1988, S. 46f)

ethnomethodologisch orientierten ForscherInnen in den sogenannten *studies of work* zu.

Ende der 1970er Jahre gingen im angloamerikanischen Raum die *studies of work* als neuartiger Untersuchungsansatz aus dem sich etablierenden ethnomethodologischen Forschungsprogramm hervor. Ihr Ansatz ist es, über die „genaue Erfassung, Beschreibung und Analyse von realen Arbeitsvollzügen die situativ verkörperten Praktiken zu bestimmen, in denen sich die für diese Arbeit spezifischen Kenntnisse und Fertigkeiten materialisieren“[1]. Das heißt, sie stellen die Frage nach der Organisation von Arbeitstätigkeiten und nach dem Wissen, welches sich in der Beherrschung von Praktiken manifestiert, die für die jeweilige Arbeit notwendig sind und meist als selbstverständlich vorausgesetzt werden — die Kompetenzen, die sich den Darstellungen und Schilderungen in Lehrbüchern entziehen und ebenso von der klassischen Arbeitssoziologie als solche nicht wahrgenommen werden.

Dem ethnomethodologischen Ansatz folgend gehen *studies of work* von keinem normativen oder idealisierten Konzept von Arbeit aus, sondern konzentrieren sich auf die Details natürlicher Arbeitsabläufe. Regeln und Normen werden erst durch die Arbeitshandelnden in der jeweiligen Situation interpretiert, also in die Situation hinein vermittelt — „situiert“.

Die Diskrepanz zwischen Lehrbuchdarstellungen und dem tatsächlichen Arbeitsvollzug wird durch die Indexikalität der Arbeitshandlungen erklärt: Jeder Handlung ist ein indexikaler Charakter inhärent, der ihre Explikation bzw. Beschreibung verunmöglicht, da die Handlung beständige Bezüge mit ihrem Kontext verbinden, in dem sie natürlich lokalisiert ist. Deshalb ist mit einer theoretischen Ausbildung immer auch das Erlernen einer praktischen Tätigkeit verbunden. Dieses sogenannte „Irgendwie“ des Umgangs mit lokalen Problemen und praktischen Entscheidungen in der Arbeit ist das zentrale Thema der *studies of work*.

Eine sich explizit auf wissenschaftliche Inhalte beziehende Klasse der *studies of work* sind die sogenannten Laborstudien. Diese Bezeichnung wird auf Studien angewandt, die den Ort der Erkenntnisproduktion der Naturwissenschaften in den Mittelpunkt ihres Untersuchungsvorhabens stellen. Damit wurden Anfang der 1970er Jahre die Naturwissenschaften in der neueren Wissenssoziologie erstmals Gegenstand soziologischer Betrachtungen. Im Gegensatz zu vielen früheren Untersuchungen im Bereich der *Sociology of Scientific Knowledge*, die besonders auf das Experiment als Instrument der Datenerhebung und die damit verbundenen Methodologien konzentriert waren, verlagert das Konzept des Labors das Augenmerk auf das wissenschaftliche Handeln in Echtzeit. Das Labor ermöglicht es, die wissenschaftlich-technischen Aktivitäten innerhalb ihres materiellen Kontexts sowie verbunden mit den symbolischen Praktiken der

[1] Bergmann (2006)

WissenschaftlerInnen zu sehen — d.h. es erweitert die Perspektive der Untersuchung auf alle Handlungen, die an der Wissenserzeugung mitwirken. Da die beobachtete Laborarbeit als *kulturelle Praktik* verstanden wird, kann sie somit nicht auf die bloße Anwendung von Regeln reduziert werden — wie sie etwa durch normative oder präskriptive Ansätze erklären würde. So sind auch wissenschaftliche Fakten — die Produkte dieses wissenschaftlichen Schaffens — als von kulturellen Einflüssen geformt anzunehmen.[1]

Methodologisch machen sich die Laborstudien einerseits an der Analyse wissenschaftlicher Diskussionen[2] und andererseits an der Untersuchung von unfertigem Wissen[3] fest. Während die Laborstudien mit der Untersuchung wissenschaftlicher Diskussionen mehr oder weniger an die *Sociology of Scientific Knowledge* anschließen, wird die Beschäftigung mit Wissen, das sich gerade im Erzeugungsprozess befindet, zu ihrem eigentlichen Gegenstand.

Soziale Faktoren werden in der Erkenntnisproduktion als zentral angesehen — Sie durchdringen und beeinflussen die lokale Erkenntnisproduktion. In den Laboratorien werden wissenschaftliche Objekte und Tatsachen produziert, die selbst Konstruktionsprozessen unterliegen. Die *Laborstudien* fassen Wissen als Prozess auf, der wissenschaftlich untersucht werden kann — entgegen dem klassischen Ansatz, Wissen als Produkt abgeschnitten von seiner Entstehung zu betrachten. Anstatt nach der Validierung des Wissens zu fragen, wie beispielsweise in der Wissenschaftstheorie, liegt der Fokus auf den Erzeugungspraktiken und dem Ort seiner Entstehung. Jedes naturwissenschaftliche Wissen gilt als im Labor hergestellt — einerseits ist das Labor der Schauplatz der Entstehung dieses Wissens, andererseits ist unter Labor aber auch ein theoretisches Konstrukt zu verstehen, das zur Erklärung des Fortschritts in den Laborwissenschaften beiträgt. In diesem Zusammenhang steht das Labor stellvertretend für eine gewisse Macht, die es mit seinen materiellen Ressourcen den WissenschaftlerInnen zukommen lässt.[4]

Aus den *studies of work* und unter Rückgriff auf andere verwandte Forschungsansätze — beispielweise die *Actor-Network Theory*— entwickelten sich die *workplace studies* als gemeinsame Unternehmung von SozialwissenschaftlerInnen und InformatikerInnen mit dem Ziel zu untersuchen, wie u.a. „situative berufliche Arbeitspraktiken und neue Informationstechnologien ineinander wirken“[5]. Auf die *workplace studies* gehe ich in Kapitel 3.5 näher ein.

[1] Vergleiche (Knorr-Cetina, 1995, S. 143)
[2] Im Original: „study of scientific controversies“
[3] Im Original: „study of unfinished knowledge“
[4] Vergleiche (Hess, 1997, S. 100ff) und (Knorr-Cetina, 1995, S. 142)
[5] (Bergmann, 2006, S. 5)

## 2.5 Rekonstruktive Sozialforschung

Der *kritische Rationalismus* versteht die Möglichkeit der Kritik durch die eigene ForscherInnengruppe und auch seitens der wissenschaftlichen Öffentlichkeit als konstitutiv für den idealen Forschungsprozess. Der Interpretationsschritt, mittels dessen ein Basissatz (Popper) oder Protokollsatz (Neurath) aufgestellt wird, muss einer intersubjektiven Überprüfung zugänglich sein, um die Objektivität dieses Satzes abzusichern. Dies ist der Vorschlag des *kritischen Rationalismus* zur Lösung des sogenannten *Basissatzproblems*, darunter wird die Tatsache verstanden, dass in den Basissätzen bereits immer theoretische Wissensbestände implizit vorhanden sind. In Realität wird versucht, der intersubjektiven Überprüfbarkeit nahezukommen, indem *Reproduzierbarkeit des Forschungsprozesses* eingefordert wird. Die Ansätze, die dem *kritischen Rationalismus* in irgend einer Form nahestehen, orientieren sich am naturwissenschaftlichen Experiment, das für den *kritischen Rationalismus* das Ideal des Forschungsprozesses darstellt.[1]

Sozialwissenschaften sind prinzipiell erfahrungsorientiert, also *empirische* Wissenschaften, und unterscheiden sich von den nicht-empirischen Wissenschaften durch ein spezielles Verständnis des Verhältnisses zwischen Theorie und Empirie. So verlangen sie — im Gegensatz zu den nicht-empirischen Wissenschaften —, dass jede theoretische Aussage grundsätzlich durch Erfahrung nachprüfbar ist. Klassischerweise wird die Gegenüberstellung von *qualitativen* und *quantitativen* Paradigma als *die* methodologische Zweiteilung diskutiert. Ralf Bohnsack[2] plädiert für eine andere methodologische Unterscheidung, welche der erkenntnistheoretischen Differenz der Ansätze besser gerecht werden soll. Bei ihm stehen einander zwei Klassen von Verfahren mit konträren Auffassungen bezüglich des Erkenntnisprozesses gegenüber; die meist an das naturwissenschaftliche Experiment angelehnten *hypothesenprüfenden* Verfahren und die *rekonstruktiven* Verfahren, die durch ihre offene und kommunikative Natur den sozialen Phänomenen gerecht werden sollen.[3]

*Hypothesenprüfende Verfahren* in den Sozialwissenschaften rekurrieren meist auf das Paradigma des *kritischen Rationalismus*[4], d.h. sie orientieren sich am naturwissenschaftlichen Experiment, welches für den *kritischen Rationalismus* das Ideal des Forschungsprozesses darstellt und sich zu einer gesamtwissenschaftlich dominanten Methodologie entwickelt hat. Diese stellt den Anspruch, für die Gegenstandsbereiche der Sozial- und der Naturwissenschaften gleichermaßen gültig zu sein. Bei den sogenannten *standardisierten Verfahren* in den Sozialwissen-

[1] Vergleiche (Bohnsack, 2007, S. 16) sowie Kapitel 2.5

[2] Ralf Bohnsack; Soziologe an der *Freien Universität Berlin*, zahlreiche Publikationen im Bereich der qualitativen Methodologie

[3] Vergleiche (Bohnsack, 1998, S. 105)

[4] Siehe Kapitel 2.5

schaften wird die Kommunikation zwischen ForscherIn und den Gegenständen der Untersuchung — den beforschten Menschen — standardisiert, formalisiert bzw. vorstrukturiert, um die Rahmenbedingungen der Untersuchungssituation methodisch zu kontrollieren und so den Forschungsprozess reproduzierbar bzw. überprüfbar zu machen.

Genau dieser Aspekt ist einer der zwei Hauptkritikpunkte an den hypothesenprüfenden Verfahren bzw. deren Modell des Forschungsprozesses: Durch die Standardisierung der Kommunikation werden die Ausdrucksmöglichkeiten der Beforschten eingeschränkt, was wiederum die *Validität*, d.h. die Gegenstandsangemessenheit der verwendeten Methode, in Frage stellt. Einerseits kommt diese Kritik unmittelbar aus der Forschungspraxis, andererseits führen kommunikations- und interaktionstheoretische Überlegungen und allgemeine methodologische Betrachtungen aus verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen[1], welche am Verständnis fremder Kulturen interessiert sind, zum Hinterfragen des Settings hypothesenprüfender Verfahren. Der zweite Kritikpunkt zielt auf die eigentliche Natur dieser Verfahren, die im *kritischen Rationalismus* verankert ist: Eine besondere Problematik hypothesenprüfender Verfahren ist, dass der Entdeckungszusammenhang von Theorien prinzipiell unberücksichtigt bleibt. Die sozialwissenschaftliche Theorie verbindet jedoch „etwas Besonderes“ mit ihrem Gegenstandsbereich:

> „Die Tatsachen, Daten und Ereignisse, mit denen der Naturwissenschaftler umgehen muß, sind lediglich Tatsachen, Daten und Ereignisse innerhalb seines Beobachtungsfeldes; jedoch ’bedeutet’ dieses Feld den darin befindlichen Molekülen, Atomen und Elektronen gar nichts. Dem Sozialwissenschaftler liegen aber Tatsachen, Ereignisse und Daten einer völlig verschiedenen Struktur vor. Sein Beobachtungsfeld, die Sozialwelt, ist nicht ihrem Wesen nach ungegliedert. Sie hat eine besondere Sinn- und Relevanzstruktur für die in ihr lebenden, denkenden und handelnden Menschen. [...] Die gedanklichen Gegenstände, die von Sozialwissenschaftlern gebildet werden, beziehen und gründen sich auf gedankliche Gegenstände, die im Verständnis des im Alltag unter seinen Mitmenschen lebenden Menschen gebildet werden. Die Konstruktionen, die der Sozialwissenschaftler benützt, sind daher sozusagen Konstruktionen zweiten Grades: Es sind Konstruktionen jener Konstruktionen, die im Sozialfeld von den Handelnden gebildet werden [...] “
>
> (Schütz, 1962, S. 6) zitiert nach (Bohnsack, 2007, S. 22f)

Als *Besonderheit* wird hierbei die Tatsache verstanden, dass sich nicht nur das sozialwissenschaftliche Denken aus Interpretationen, Typenbildungen und Konstruktionen zusammensetzt, sondern, dass bereits das beobachtete soziale Alltagshandeln durch sinnhafte Konstruktionen vorstrukturiert und entwurfsorientiert ist. Das heißt, die Tätigkeit des Sozialwissenschaftlers /

[1] Bohnsack führt an: Phänomenologie, Wissenssoziologie, Symbolischen Interaktionismus (Chicagoer Schule), Ethnographie bzw. Kulturanthropologie; siehe (Bohnsack, 2007, S. 18)

der Sozialwissenschaftlerin besteht in der Re-Konstruktion von bereits vorhandenen Konstruktionen.

Grundsätzlich wirft jegliche Kommunikation Probleme des *Fremdverstehens* auf, und die Aufgabe von empirischen Methoden ist es, den Prozess des Fremdverstehens methodisch zu steuern — Man spricht auch von methodisch kontrolliertem Fremdverstehen. Konventionelle Verfahren versuchen, eine methodische Kontrolle herzustellen, indem sie den Verlauf der Kommunikation vorstrukturieren bzw. unter standardisierte Bedingungen stellen. Dieser Ansatz schränkt aber die Kommunikationsmöglichkeiten derjenigen, die Gegenstand der Forschung sind, stark ein.[1] Die Methoden der *rekonstruktiven* oder *interpretativen* Sozialforschung versuchen, durch weniger Eingriffe des Forschenden ein Mehr an methodischer Kontrolle zu erreichen. Kontrolle bedeutet dabei nicht eine Einschränkung, sondern im Gegenteil: Kontrolle über die Differenzen in der Sprache, in der Interpretation und in den Relevanzsystemen zwischen ForscherIn und Forschungsgegenstand, die nur erfolgreich sein kann, wenn den Beforschten die Möglichkeit gegeben ist, ihr Relevanz- und Regelsystem zu entfalten, auf welchem dann rekonstruierend aufgebaut wird.

Zentrale Prinzipien des Fremdverstehens im rekonstruktiven Ansatz sind die der Offenheit und der Kommunikation — *Offenheit* bezüglich der Datenerhebung, wo die theoretische Strukturierung des Gegenstands zurückgestellt wird und *Kommunikation* bezüglich der interaktiven Beziehung der Forscherin / des Forschers mit dem Gegenstand der Untersuchung.[2] Beispielsweise geht es in offenen Interviews um die Wahl einer Fragestellung, die es ermöglicht, dass die Antwortstruktur durch die Befragten selbst erzeugt werden kann, sie ihre Relevanzsetzungen selbst entscheiden und auch ihre Interpretation der Fragestellung kommunizieren können. Erstens interessiert das Thema in der Sprache und im Symbolsystem der Befragten und zweitens geht es um einen verstehenden Zugang zu den Einzeläußerungen, wobei sich deren Bedeutung erst im *Kontext* — im sozialen, kommunikativen oder Handlungskontext — einer längeren Darstellung erschließen lässt. Eine Annäherung daran ist nur möglich, wenn der Forschende mit dem Forschungssubjekt eine kommunikative Beziehung eingehen kann.

Nicht das in Äußerungen oder Handlungen explizit Mitgeteilte ist von zentralem Interesse, sondern — im Sinne Karl Mannheims *dokumentarischer Methode* (siehe Kapitel 2.3.1), auf die sich neben Harold Garfinkel auch Ralf Bohnsack bezieht — der ihnen unterliegende Sinngehalt. Eine Untersuchung nach der dokumentarischen Methode fragt nach der Handlungspraxis von Menschen, d.h. nach dem Orientierungswissen, welches ihr Handeln weitgehend unabhängig von dem subjektiv gemeinten Sinn strukturiert.

[1] Vergleiche (Bohnsack, 2007, S. 18f)
[2] Vergleiche (Bohnsack, 2007, S. 21f)

Ein auf dem verwandten Konzept des *Orientierungsmusters* fußendes Forschungsprojekt innerhalb der Informatik, das nach dem Handeln von InformatikerInnen und den von ihnen angewandten Methoden fragt, stelle ich in Kapitel 3.6 vor.

## 2.6 Science and Technology Studies

> „ [...] what exactly do STS researchers do — and why does it seem to bother scientists so much? We apply the theories and methods of the humanities and social sciences to the work of the natural scientists and technologists. We study them as people, not minor deities. We observe them in their workplaces, interpret their documents, and propose explanations for their activities that make sense of them, given other things we know about human beings.“
>
> (Fuller, 2006, S. 2)

Den *Science and Technology Studies* liegt ein breit gefächertes Feld philosophischer und soziologischer Ansätze zugrunde. Vereinfacht kann kann man sich die *Science and Technology Studies* im Spannungsfeld zwischen Philosophie und Soziologie vorstellen: Einerseits fordern aus der Soziologie kommende Ansätze die traditionelle Philosophie und Erkenntnistheorie heraus, andererseits wirkt ihnen eine Kraft entgegen in Richtung eines anti-soziologischen positivistischen Standpunktes. Die detailreichen empirischen Belege der *Sociology of Scientific Knowledge* stehen den theoretischen Konzeptionen der klassischen Erkenntnistheorie gegenüber.[1]

Nicht nur dieses theoretische Spannungsfeld macht die *Science and Technology Studies* zu einem spannenden Gebiet. Da sie sich zum Teil als durchaus *wissenschaftskritisch* verstehen — auch aus ihrem Entstehungskontext heraus — existiert auch ein Konfliktpotential zwischen der ForscherInnengemeinschaft der *Science and Technology Studies* und VertreterInnen der Natur- und Technikwissenschaften, also — aus der Perspektive der *Science and Technology Studies* gesehen — zwischen ForscherIn und Untersuchungsobjekt. Dieser Konflikt fand 1996 über die *Sokal Affäre*[2] ihren Weg in die Öffentlichkeit unter dem Titel *science wars*. Dies ist insofern

[1] Vergleiche (Restivo, 1995, S. 109f)

[2] Dem Physiker Alan Sokal gelang es, einen als Parodie geschriebenen Artikel — von den Herausgebern nicht als solche erkannt — in einem führenden Journal der *cultural studies* zu publizieren, in welchem er versucht, die in den *Science and Technology Studies* hervorgebrachten „Absurditäten“ aufzuzeigen. Sokals Beitrag wie auch die auf seinen Artikel folgenden Debatten werden gemeinhin als ein Feld von Mißverständnissen auf beiden Seiten interpretiert. Nichtsdestotrotz konnte die *Sokal Affäre* das Problempotential aufzeigen, welches in der Kommunikation von WissenschaftlerInnen unterschiedlicher disziplinärer Prägungen liegt.

bemerkenswert, als die *Science and Technology Studies* ihren Gegenstandsbereich nicht nur in den WissenschaftlerInnen und ihren Tätigkeiten sehen, sondern auch in den weiteren gesellschaftlichen Zusammenhängen von Wissenschaft und Technik und dem öffentlichen Interesse an science and technology, dem sie in den *science wars* auch ausgesetzt waren.

Da die *Science and Technology Studies* als heterogenes Feld theoretischer und methodischer Ansätze unterschiedlicher disziplinärer Herkunft zu verstehen sind, ist es nicht verwunderlich, dass die Bezeichnung *STS* selbst nicht unproblematischer Natur ist. In den Anfängen, als die soziologischen und philosophischen Lager als stärker getrennt wahrgenommen wurden, stand *STS* oftmals für „science, technology, and society studies“, wobei in den späteren 1980er Jahren die Tendenz in Richtung der Bezeichnung „science and technology studies“ ging.[1]

Grundsätzlich lehnen die *Science and Technology Studies* die traditionelle Sichtweise auf die Natur von Wissenschaft ab — sei sie soziologischer oder philosophischer Herkunft — und gehen von der zentralen Annahme aus, Wissenschaft und Technik seien soziale Handlungen durch und durch sowie als konkrete menschliche Tätigkeiten in eine politische, wirtschaftliche und kulturelle Umwelt eingebettet — und nicht durch Rationalität, Objektivität und Orientierung an der Wahrheit ausgezeichnet. Darüberhinaus sind praktizierende WissenschaftlerInnen nur ein kleiner Teil der Menschen, die zu dem beitragen, was im Allgemeinen unter *Wissenschaft* verstanden wird. Eine ähnlich unkritische Betrachtungsweise war bis in die 1970er Jahre der Wissenschaftssoziologie zuteil, die sich zum Großteil auf Aussagen einzelner ForscherInnen und Wissenschaftstheoretiker berief.[2] Die Abgrenzung von der traditionellen Sichtweise erfolgte mit Nachdruck, wie man aus der Rhetorik mancher VertreterInnen der *Science and Technology Studies* folgern kann:

> „ [...] one of the original ethnographers (Lynch 1988) provocatively, but no less usefully, compared the divergence between science's traditional, and still official, descriptions of its laboratory practices and how things appear to the observant fieldworker to an agnostic's perception of the Catholic doctrine of transubstantiation, whereby the priest (scientist) claims to convert ordinary bread and wine (technically mediated samples) to the body and blood of Jesus (scientifically real entities) in the Holy Mass (an experiment).“
>
> (Fuller, 2006, S. 70)

Für die *Science and Technology Studies* ist Wissenschaft keine klar definierte Tätigkeit —

[1] VertreterInnen der unterschiedlichen Positionen innerhalb der *Science and Technology Studies* verwenden auch andere Bezeichnungen, um ihren theoretisch-methodischen Standpunkt auszuzeichnen: *history and philosophy of science (HPS)*, *science studies* etc. Vergleiche (Hess, 1997, S. 2f)

[2] Vergleiche (Fuller, 2006, S. 2)

vielmehr handelt es sich um eine große Zahl unterschiedlicher Aktivitäten, die stärker an ihren jeweiligen sozialen Kontext als an einander gebunden erscheinen. TechnikerInnen und WissenschaftlerInnen sind Mitglieder von bestimmten Gemeinschaften vor allem aufgrund ihrer Ausbildung und arbeiten notwendigerweise innerhalb dieser Gemeinschaften, die Standards für Datenerhebung und Wissensansprüche setzen. Es existiert keinerlei abstrakte wissenschaftliche Methode außer den Handlungen der an der Forschung beteiligten Personen — ganz im Sinne der Ethnomethodologie.

Weder Wissenschaft noch Technik werden als *natürlich* verstanden — noch existiert eine wissenschaftliche Methode, um Wissen aus der Natur zu extrahieren, oder eine technische Vorgangsweise, um aus Wissen Artefakte zu erzeugen. Die Interpretationen von Wissen und Artefakten sind komplex und vielfältig: Behauptungen, Theorien, Fakten und Objekte können von verschiedenen Menschen unterschiedlich interpretiert werden. Wissenschaft und Technik sollen als aktive Prozesse angesehen und untersucht werden, es wird gefragt, *wie* wissenschaftliche Erkenntnis und technische Artefakte *konstruiert* werden.

### 2.6.1 Entstehung der STS: Ein Beispiel für die Verwobenheit von Wissenschaft und Gesellschaft

In den 1960er Jahren war die Entstehung zahlreicher Forschergruppen zu beobachten, die unter der in der angloamerikanischen Literatur üblichen Bezeichnung *Science and Technology Studies* subsumiert werden können. Ihr Aufkommen kann aus drei Strömungen hervorgehend erklärt werden: Der (meta)wissenschaftlichen Untersuchung von *Wissenschaft als Gesellschaftssystem*, dem Diskurs über *Bildung und Ausbildung* im akademischen Umfeld und der *politisch-gesellschaftlichen Dynamik* dieser Zeit — der Bürgerrechts-, Frauen- und Umweltschutzbewegung. Während die ersten beiden Bewegungen Wissenschaftspolitik auf eine rationale Grundlage stellen wollen bzw. für eine Reform der wissenschaftlichen Ausbildung eintreten sowie in Europa und dort besonders in Großbritannien vorherrschend waren, entsprang die letztgenannte Strömung im politischen Geflecht des Vietnamkriegs — war aber keineswegs auf die USA beschränkt.[1]

In der internationalen Debatte über die Finanzierung von Wissenschaft, die in Großbritannien ihren Anfang nahm, wurde die Forderung nach einer Wissenschaftswissenschaft[2] und einer rational begründeten Wissenschaftspolitik immer lauter. Organisationen wie beispielsweise die

[1] Vergleiche Edge (1995)
[2] Im Original: „science of science“

1965 in London gegründete *Science of Science Foundation* waren es, die dem öffentlichen Verwaltungsapparat Anhaltspunkte für wissenschaftliche und technologische Investitionsentscheidungen liefern sollten. Die *science of science* Strömung der *Science and Technology Studies* steht seit jeher im Zeichen eines rationalistischen und unkritischen Konzepts von Wissenschaft — ihr quantitativer Schwerpunkt entwickelte sich zu den differenzierten Methoden der heutigen Bibliometrie. Zur gleichen Zeit entwickelte sich parallel und größtenteils unabhängig davon eine weitere bedeutende Richtung der STS. Der Ansatz, Wissenschaft als ein Gesellschaftssystem anzusehen, geht auf die Arbeiten der Wissenssoziologie und im Besonderen auf Robert K. Merton zurück, dessen fundamental positivistische Auffassung von Wissenschaft — die er mit der *science of science* Bewegung teilt — auf vielerlei Kritik stieß. Das auf interdisziplinärer Basis — Geschichte, Soziologie, Philosophie, Anthropologie, kognitive Psychologie und Linguistik — stehende Konzept der Wissenssoziologie (*Sociology of Scientific Knowledge*) kam in den 1970er Jahren mit dem Ziel auf, eine empirisch fundierte Sichtweise der sozialen Natur wissenschaftlichen Wissens zu entwickeln — inspiriert von den Werken Thomas Kuhns[1] sowie Michael Polanyis[2]. Vor allem fußen die sogenannten Laborstudien auf diesem Ansatz, weiters gehen von der *Sociology of Scientific Knowledge* auch die Beschäftigung mit wissenschaftlicher Rede und Schrift und neue Ansätze in der Techniksoziologie — Stichwort soziotechnische Systeme — aus.

Besonders in Europa stark zu vernehmen war die anhaltende Debatte über die Lehre in den Wissenschaften. Prototypisch für die 1960er Jahre war der Vortrag des britischen Schriftstellers und Physikers Charles Percy Snow in Cambridge.

> „Literary intellectuals at one pole — at the other scientists, and as the most representative, the physical scientists. Between the two a gulf of mutual incomprehension-sometimes (particularly among the young) hostility and dislike, but most of all lack of understanding. They have a curious distorted image of each other. Their attitudes are so different that, even on the level of emotion, they can't find much common ground.“
>
> (Snow, 1959, S. 3)

Charles P. Snow sieht eine zunehmende geistige Spaltung in der westlichen Gesellschaft, die auf gegenseitiger Missdeutung und gegenseitigen Fehleinschätzungen basiert. Generell sieht er

[1] Vor allem Kuhn (1962)

[2] Michael Polanyi; ungarischer Chemiker und Philosoph, 1991–1976. Mit seinem Konzept des *impliziten Wissens* (tacit knowledge Polanyi (1966)) lieferte er 1966 einen wichtigen Beitrag zum Verständnis von u.a Arbeit und Kompetenz.

ein großes Potential in einem möglichen Zusammentreffen unterschiedlicher Kulturen und wissenschaftlicher Disziplinen, hält er es auch für unwahrscheinlich. Verantwortlich dafür macht er — besonders in England, wo er als Regierungsbeamter tätig war — das Festhalten am Spezialisierungsgedanken. Den einzigen Weg aus der Spaltung dieser *two cultures* sieht er in einem radikalen Umdenken in der Bildungspolitik. Den nun nachfolgenden Diskussionen ist die verstandene Reformnotwendigkeit der wissenschaftlichen Lehre gemein, sie zu liberalisieren und menschlicher zu gestalten. WissenschaftlerInnen und Ingenieure sollen ein allgemeines Verständnis für die Gesellschaft, in der sie tätig werden, entwickeln können — nicht nur Spezialisten, auch Generalisten werden benötigt. In der Folge gewannen auch interdisziplinäre Ansätze in Lehre und letztendlich auch in der Forschung an Boden, was wiederum inhaltlich zum Wesen der *Science and Technology Studies* beitrug. Die Auffassung, die Ausbildung in Natur- und Technikwissenschaften sei einseitig und lückenhaft, wurde zur hauptsächlichen Rechtfertigung für die Integration der im strengen Sinn nicht zur Fachausbildung gehörenden Inhalte in die verschiedenen Curricula. Dabei ist nachvollziehbar, dass eine derartige Behauptung nicht unbedingt zur Verbesserung der Situation führt, die sie selbst anprangert, sondern im Gegenteil den Graben zu vergrößern imstande ist: Die radikale Kritik der *Science and Technology Studies* wurde und wird von den institutionalisierten Natur- und Technikwissenschaften tendenziell abgelehnt. Die Unzufriedenheit über den Zustand der Lehre besteht fort, aber ihre Reform wird als zu aufwendig empfunden.[1]

Das Spannungsfeld der breitgefächerten internationalen Protestbewegung der 1960er Jahre gegen den Vietnamkrieg und seine politischen Umstände, der Bürgerrechtsbewegung, die in den USA in diesem Jahrzehnt besonders mit ihrem populärsten Protagonisten Martin Luther King in Verbindung gebracht wird, der Frauenbewegung, der es zu dieser Zeit vor allem darum ging, die von Männern geprägten hierarchischen Institutionen zu hinterfragen, und verschiedenen Umweltschutzbewegungen sensibilisierte die Öffentlichkeit für den Diskurs über Wissenschaft und Technologie. In diesem Kontext erhielten die Vertreter der *Science and Technology Studies* Rückenwind von außerhalb der Wissenschaften, um die Relevanz ihrer Forschungs- und Ausbildungsprogramme innerhalb der Universitäten zu argumentieren — Viele von ihnen wurden auch außerhalb ihrer professionellen Tätigkeit politisch aktiv. Dies alles trug zur einer weit verbreiteten kritischen Stimmung gegenüber der etablierten Wissenschaft innerhalb der WissenschaftlerInnengemeinschaft selbst bei; in der englischen Literatur mit *Critical Science Movement* bezeichnet.

Zu dieser Zeit wurden im akademischen Umfeld Programme und Institutionen bzw. Gruppierungen[2] ins Leben gerufen, welche den Dialog mit der Öffentlichkeit suchten und diese so am

[1] Vergleiche (Edge, 1995, S. 8ff)

[2] In Großbritannien wurde im April 1969 die *British Society for Social Responsibility in Science (BSSRS)*

politischen Entscheidungsprozess teilhaben lassen sollten. Viele, die sich den pädagogischen Zielen der *Science and Technology Studies* Bewegung verpflichtet fühlten, teilten mit einander den radikalen politischen Hintergrund, der ihre Entstehung begünstigte. Dies erschwerte jedoch wiederum in vielen Fällen die Aufnahme dieser Ziele in die Curricula durch die Bildungsinstitutionen.[1]

### 2.6.2 Actor-Network Theory

Bei der *Actor-Network Theory* handelt es sich um eine zentrale Theorie — wenn nicht das theoretische Kernstück[2] — der *Science and Technology Studies*, die aus dem Versuch, Wissenschaft und Technik zu verstehen, hervorging. Im Speziellen wurde sie während der 1980er Jahre in den Arbeiten von Bruno Latour, Michel Callon und John Law ausgearbeitet. Sie wird zu den sogenannten *Netzwerktheorien* gezählt, die häufig im Zusammenhang mit den *science studies* und im Besonderen der *Sociology of Scientific Knowledge* zur Anwendung kommen. Ihnen liegt u.a. der Versuch zugrunde, die sozialen Einheiten der Wissenschaft jenseits der offiziellen Organisationseinheiten und Bezeichnungen wie Labors, Abteilungen, Forschungsinstitutionen und Disziplinen zu verstehen. [3] Die *Actor-Network Theory*— manchmal auch *Pariser Schule der STS* genannt — ist ein theoretischer Rahmen, dessen Gegenstand nicht nur die Untersuchungsfelder Wissenschaft und Technik sind, sondern sie stellt einen Rahmen für eine generelle soziologische Theorie mit dem Schwerpunkt Wissenschaft und Technik dar. Im Zusammenhang mit der *Actor-Network Theory* wird der Untersuchungsgegenstand der *Science and Technology Studies*— Wissenschaft und Technik — auch als *technoscience* bezeichnet.

Bruno Latour weist mit dem Begriff der *technoscience* darauf hin, dass Wissenschaft und Technik im Rahmen seiner Theorie die gleichen Prozesse zugrundeliegen. Die Bedeutung des Begriffes *technoscience* läßt sich sinnvoll anhand des Werdegangs des Konzeptes der wissenschaftlichen Rationalität verstehen: Auf der ersten Stufe wird das Konzept von Rationalität relativiert — beispielsweise in den Arbeiten Ludwik Flecks (Fleck, 1935), der die Inhalte der französischen Tradition der Wissensoziologie auf die Wissenschaft selbst anwandte. In den 1960er Jahren bauen Michael Polanyi (Polanyi, 1966) und Thomas Kuhn (Kuhn, 1962) auf Flecks Po-

gegründet, als deren Aufgabe die Schaffung eines Bewusstseins für die gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Verstrickungen wissenschaftlicher Entwicklung innerhalb und ausserhalb der Wissenschaften erklärt wurde. (Burhop, 1971, S. 2). Die Entwicklung der Wissenschaft „should depend upon the social choices of the community and the personal choice of the scientist.“ In den 1970er Jahren fand sich eine Bewegung um die *sociobiology study group* in Cambridge (USA) unter dem Namen *science for the people*, deren Ziel es unter anderem war, gegen den Missbrauch von Wissenschaft anzukämpfen.

[1](Edge, 1995, S. 10f)

[2]Siehe (Fuller, 2006, S. 7)

[3]Vergleiche (Hess, 1997, S. 106)

sition auf. Die zweite Phase ist dadurch geprägt, dass Rationalität jeweils durch eine bestimmte Gruppe bzw. Kultur erklärt wird: Von innerhalb einer Gruppe gesehen, sind sämtliche dort über längere Zeit existierenden sozialen Praktiken rational. Davon abweichende Beobachtungen werden durch ein dem Gegenstand nicht angemessenes Vorgehen bzw. Vorwissen erklärt. Die sogenannte „bracketed rationality“ ist u.a. eine der charakteristischen Eigenschaften eines großen Teils der derzeitigen Untersuchungen in den *Science and Technology Studies*. In der dritten Phase herrscht die Tendenz vor, Rationalität als eliminiert zu betrachten und — damit verbunden — keine strenge Abgrenzung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft mehr zu sehen. Diese undifferenzierte Menge wird als *technoscience* bezeichnet und ist der Gegenstand der *Science and Technology Studies*.[1]

Im Rahmen der *Actor-Network Theory* wird die Leistung von *technoscience* in der Konstruktion umfangreicher und starker Netzwerke gesehen, d.h. im engeren Sinne darin, die Interessen verschiedener Akteure zu verstehen und diese in einer Weise zu übersetzen, dass es ihnen möglich ist, in Übereinstimmung zusammenzuarbeiten. Die *Actor-Network Theory* ist insofern eine *heterogene* Konzeption, als sie davon ausgeht, menschliche und nicht-menschliche Akteure sind in puncto ihrer Verhältnisse innerhalb der Netzwerke einander gleichgestellt; beide haben Interessen, die in alle Erwägungen miteinbezogen werden müssen. Akteure bilden Netzwerke, welche Maschinen gleichen — wenn die einzelnen Komponenten des Netzwerks gemeinsam agieren um ein gemeinsames Ziel zu erreichen — oder als Fakten angesehen werden — wenn ihre Komponenten so agieren als wären sie in Übereinstimmung mit einander. In diesem Sinne versuchen sie, Allianzen zu schaffen, um ihre Macht bzw. Position abzusichern und auszubauen. Weiters ist die Zuweisung von Agens innerhalb dieser Netzwerke von Interesse, da Akteure ihren Agens je nach ihrer Position innerhalb des Netzwerks innehaben.

Für die *Actor-Network Theory* ist die Materialität im wissenschaftlichen und technischen Handeln bedeutend. Wissenschaft und Technik funktionieren in der Umsetzung[2] von materiellen Handlungen und Kräften von einer Form in eine andere. So ist beispielsweise wissenschaftliche Repräsentation das Ergebnis materieller Manipulation. Daten sind ebenso als direktes Ergebnis der Interaktionen mit der natürlichen Welt eine mögliche Form der Repräsentation. Universelle wissenschaftliche *Erkenntnis* entsteht als Ergebnis lokaler Verfahren, das in einer Vielzahl anderer lokaler Umgebungsbedingungen zur Anwendung gelangen kann, wozu jeweils veränderte Verfahren notwendig sind, um diese Erkenntnis den jeweiligen Umgebungsbedingungen anzupassen oder vice versa. Das Labor stellt den WissenschaftlerInnen eine große Auswahl von Werkzeugen zur Verfügung — beispielsweise Mikroskope oder Teleskope, welche Objekte auf eine für den Menschen beobachtbare Größenordnung bringen und sinnvol-

[1] Vergleiche (Fuller, 2006, S. 28)

[2] Im Original: „translation“; das Mittel mithilfe dessen eine Entität eine Rolle an andere weitergibt

le Repräsentationen ermöglichen. Sogenannte „inscription devices“ ermöglichen es, natürliche Phänomene auf Papier zu bringen, sie dort zu bearbeiten und sie dauerhaft, transportierbar und vergleichbar — zu sogenannten „immutable mobiles“, die unabhängig von ihrem Entstehungskontext bearbeitet werden können — zu machen.

Die *Actor-Network Theory* wird oftmals kritisiert, da sie wichtige Fragen, welche u.a. die Kategorien Rasse, Klasse, Gender und Kolonialismus betreffen, nicht behandelt. In der Regel stehen diese Kategorien außerhalb ihres Rahmens. Weiters wird ihr vorgeworfen, sie erkläre soziale Handlungen instrumentalistisch, — d.h. ohne Bezug zu den nicht-instrumentalistischen kulturellen Bedeutungen der Handlung für die Akteure — und zeichnet ein Bild von Wissenschaft als grundsätzlich zweckrational: WissenschaftlerInnen verwenden verfügbare Ressourcen — Macht, Fakten und Maschinen — um ihre Ziele zu erreichen. *Actor-Network Theory* muss also subjektive Faktoren, die nur Menschen zuteil sind — z.B. ihre Kultur und Praktiken — vernachlässigen. Einige Studien fokussieren einzelne Akteure, lassen diese als Quasi-Helden erscheinen und ignorieren marginale Strukturen, die für das Gesamtbild von Bedeutung wären — dies widerspricht ihrem Anspruch ein symmetrischer Zugang zu sein. Nichtsdestotrotz steht die *Actor-Network Theory* für die erfolgreichste theoretische Errungenschaft im Dunstkreis der *Science and Technology Studies*.[1] Sie findet neben den Ansätzen *activity theory* und *communities of practice* — die ich in dieser Arbeit nicht behandeln werde — auch Eingang in die mit der Entwicklung, Gestaltung und Anwendung neuer Technologien befassten *workplace studies* (siehe Kapitel 3.5) im Dunstkreis der Computerwissenschaften.

Der Begriff *Laborstudien* bezieht sich auf eine bestimmte Art von Forschungsansatz, der Wissenschaft und Technik — und im Besonderen *Naturwissenschaft* — durch direkte Beobachtung und unter Anwendung der Diskursanalyse[2] untersucht. Es handelt sich hierbei um eine innerhalb der *Science and Technology Studies* in den 1970er Jahren aufgekommene Perspektive, die nicht nur die institutionellen Rahmenbedingungen wissenschaftlicher Arbeit zu ihrem Untersuchungsgegenstand zählt, sondern sich vor allem auf ihren technischen Gehalt und die tatsächliche Wissensproduktion konzentriert. Ihre Fragestellung und die angewandten Methoden charakterisieren die Laborstudien als mikrosoziologischen Ansatz. Da sie gewissermaßen eine Anthropologisierung der Wissenschaften betreiben, befinden sie sich historisch gesehen auf der französischen Seite der Wissenssoziologie.

[1] Vergleiche (Hess, 1997, S. 110f) und (Sismondo, 2004, S. 70ff)

[2] Diskursanalytisch orientierte Untersuchungen betrachten neben Alltagsgesprächen auch andere Datenformen wie u.a. Interviews oder Medienberichte. Sie verbinden ein sprachanalytisches Vorgehen mit der Analyse von Wissens- und Konstruktionsprozessen und bauen auf dem theoretischen Hintergrund des sozialen Konstruktivismus auf. Die Diskursanalyse stellt primär die Frage, wie die der Herstellung sozialer Wirklichkeit anhand der Diskurse über bestimmte Gegenstände und Prozesse untersucht werden kann. (Flick, 1995, S. 293f) Der Diskursbegriff selbst — im Zusammenhang mit der Diskursanalyse — geht auf Michel Foucault zurück und bezeichnet das sich in der Sprache der Menschen manifestierende Wirklichkeitsverständnis einer bestimmten Epoche.

# Kapitel 3

# Der innerwissenschaftliche Diskurs der Informatik

> „Ein solches, mehr oder weniger plötzliches Aufflammen von Worten inmitten der Sprache deutet fast immer auf Veränderungen im Leben der Menschen hin.“
>
> Norbert Elias zitiert in Müller-Funk (1997)

Seit den späten 1980er Jahren ist eine Verdichtung der Selbstreflexion in den Computerwissenschaften anhand der Literatur zu beobachten, vor allem in organisierter und institutionalisierter Form.[1] Einerseits entstehen mehr oder weniger zusammenhängende Forschungsgruppen[2], längerfristige, teilweise interdisziplinäre Forschungsprojekte[3] sowie Tagungen und Symposien[4]. Andererseits sind deren TeilnehmerInnen und Mitglieder auch an einer direkten Umsetzung der Diskussions- und Forschungsergebnisse in der universitären Lehre interessiert. Hinterfragt werden die Gegenstandsauffassung der Wissenschaft Informatik, die Herangehensweisen und die Methodik in der Softwareentwicklung sowie die inhaltliche Zusammensetzung und Schwerpunkte der InformatikerInnenausbildung. Als Manifestationen des Reflexionsprozesses finden wir in der Literatur einerseits Positionspapiere[5], gesammelte Forschungsberichte empirischer Untersuchungen[6], Tagungsberichte von Diskussions- und Arbeitsgruppen[7] sowie

[1] Valk sieht z.B. ein starkes Hervortreten der Polarisierung der Grundlagenpositionen der Informatik in den Jahren 1989/90 durch Dijkstra, Parnas und Coy. Vergleiche (Valk, 1997, S. 95)

[2] Beispielsweise um Christiane Floyd, Kristen Nygaard, Wolfgang Coy u.v.a.m.

[3] „Theorie der Informatik“, Coy u. a. (1992), Nake u. a. (2001), Nake u. a. (2004); „Sozialgeschichte der Informatik“, Siefkes u. a. (1998)

[4] „Software Development and Reality Construction“, Floyd u. a. (1992)

[5] Denning (1989a, 1991); Dijkstra (1972, 1977, 1988) etc.

[6] Besonders in Siefkes u. a. (1998)

[7] Zum Beispiel Nake u. a. (2001, 2002, 2004)

zahlreiche Zusammenfassungen oder Überblicksarbeiten ganzer thematischer Teilbereiche[1].

Die Auswahl der betrachteten InformatikerInnen, ihrer Konzepte, und der von ihnen belebten Arbeitskreise habe ich derart getroffen, dass sie meine These vom beobachtbaren Trend[2] in der Informatik — von einer formalen technischen Wissenschaftsauffassung zu einer holistischen oder integralen Perspektive — mit Daten und Fakten aus dem informatischen Diskurs belegen. Klare Gegenbeispiele — Beiträge von InformatikerInnen, die diesem Trend widersprechen — waren für mich nicht auszumachen. Nichtsdestotrotz muss klargestellt werden, dass erstens diese Auswahl nicht ohne Weiteres als repräsentativ gelten kann, zweitens ich die Rezeption der Diskussionen und Publikationen in der InformatikerInnengemeinschaft abseits der erkennbaren *Hotspots* hier nicht behandle und drittens bei einer kritischen Betrachtung auch die Frage nach der Rolle derjenigen InformatikerInnen gestellt werden muss, die sich augenscheinlich nicht im Rahmen einer innerwissenschaftlichen Selbstreflexion äußern. Dies gilt natürlich auch in thematischer Hinsicht: Primär werden die Themenkreise *Softwareentwicklungsprozess*, *Selbstverständnis der Informatik* und *InformatikerInnenausbildung* angesprochen, damit verbunden dann *Selbstverständnis*, *Technikfolgen* und *ethische Aspekte*. Auch eine virtuell erschöpfende Recherche in diesen Bereichen wird wahrscheinlich wieder auf ähnliche Themen zurückführen und nicht von selbst zum gegenüberliegenden Ende des thematischen Diskursspektrums führen. Damit möchte ich zu verstehen geben, dass ich von der Existenz eines reichhaltigeren Diskurses ausgehe, den zu fassen mir in dieser Arbeit nicht möglich ist. So ist auch anzunehmen, dass es überall dort, wo Studien im Bereich der Informatik angeboten und weiterentwickelt werden, mehr oder weniger rege Debatten über ihre Inhalte und Strukturen stattfinden. Die in diesem Kapitel betrachtete US-amerikanische Diskussion scheint international von signifikantem Interesse zu sein; auf sie wird u.a. auch von zahlreichen deutschsprachigen AutorInnen verwiesen[3], und sie ist darüberhinaus relativ leicht sinnvoll überblickbar. Aus diesen Gründen werde ich sie als Beispiel für den innerwissenschaftlichen Diskurs über Ausbildung in diesem Kapitel an dieser Stelle heranziehen.

Sämtlichen vorkommenden Themen ist gemeinsam, dass sie bestimmten Facetten des Verhältnisses von Mensch und Maschine nachgehen — beziehungsweise der Beziehung zwischen EntwicklerIn, BenutzerIn und technischem Artefakt — und, dass sie eine optimale Entwicklung von Informationstechnologie anstreben. Es geht um die Frage nach dem Stellenwert des Formalen in der Informatik bzw. in der Softwareentwicklung und nach der Wahrnehmung des sozialen Kontextes, in welchem Informationstechnologie eingesetzt wird. Bei den verschiedenen Standpunkten gibt es grundsätzliche Unterschiede in der Sichtweise des Verhältnisses von

[1] Floyd u. a. (1989, 1992); Dittrich u. a. (2002); Valk (1997); Rolf (2003, 2004)
[2] Siehe Kapitel 4
[3] Beispielsweise von Valk (1997), Bonsiepen u. Coy (1992) und Floyd u. a. (1992)

Softwareentwicklung einerseits und dem Einsatz von Programmen andererseits, sowie der Verortung des Hauptproblems der Systementwicklung — auch bezeichnet als Softwarekrise —, welches wiederum mit dem Stellenwert des Formalen in der Informatik verknüpft ist.

Es ist naheliegend anzunehmen, dass dieser Diskurs seinen Anfang im Dunstkreis der praktischen Probleme genommen hat, die durch die stetige Zunahme an *Komplexität* in der Softwareentwicklung entstanden sind — der Softwarekrise[1]. Eine im *Software Engineering* klassisch gewordene Wortmeldung ist der IFIP Vortrag „No Silver Bullet“[2] von Frederick P. Brooks[3], wo er über die Möglichkeiten sinniert, im Entwicklungsprozess besser mit der der Software inhärenten Komplexität umgehen zu können. Er sieht in keiner bekannten Technik das Potential, den Softwareentwicklungsmethoden zu einem qualitativen Sprung zu verhelfen. Die darauffolgende Verdichtung des Diskurses in der Mitte der 1980er Jahren ist der Punkt, an dem ich mit der folgenden Betrachtung einhaken möchte. Hier setzt merklich eine Veränderung ein, die ich versucht bin, als *Paradigmenwechsel im Selbstverständnis der Informatik*[4] zu bezeichnen. Legte man früher den Schwerpunkt deutlich auf formale Methoden und technische Aspekte innerhalb der Informatik und versuchte, diese *wissenschaftliche* Tätigkeit von der Anwendung der Computertechnik abzugrenzen, verstehen sich heute InformatikerInnen auf eine dichte Interaktion mit dem Anwendungskontext sowie den BenutzerInnen und ihrer Arbeitspraxis angewiesen und sind auf der Suche nach einer lehrbaren Orientierungskompetenz für die Menschen, die Computersysteme entwickeln und Informatik wissenschaftlich betreiben.

Wenn scheinbar auch praktische Probleme wichtige Anstöße für den Diskurs geliefert haben, gebe ich zu bedenken, dass sie mit einer euphoristischen Grundhaltung in den Anfängen der Informatik — man denke u.a. an die Versprechungen von KI-Forschern wie Marvin Minsky — ein kontroversielles Feld aufspannen, besonders während der späten 1950er und der 1960er Jahre. Befindet sich auf der einen Seite die Vision der frühen KI, jegliche menschliche Leistung nachbilden zu können — der virtuelle Schlusspunkt einer durch und durch rationalistischen Weltauffassung (vergleiche Kapitel 1.2) — stehen diesem auf der anderen Seite praktische Pro-

[1] Als *Softwarekrise* wird die in den 1960er Jahren aufkommende Schwierigkeit bezeichnet, bei zunehmender Maschinenkomplexität korrekte, verständliche und überprüfbare Programme zu schreiben. Die Kosten für Software begannen, die Hardwarekosten zu übersteigen: „As long as there were no machines, programming was no problem at all; when we had a few weak computers, programming became a mild problem, and now we have gigantic computers, programming has become an equally gigantic problem.“ (Dijkstra, 1972, EWD340-3)

[2] Brooks (1986), siehe auch Kapitel 3.1

[3] Frederick P. Brooks; us-amerikanischer Informatiker, geboren 1931, Standardwerk im Bereich *Software Engineering: „The mythical man-month“ Brooks (1975)*

[4] Man kann den von mir in Kapitel 4 behaupteten Trend von einer formalen zu einer integralen Sichtweise durchaus im Sinne von Thomas S. Kuhn als „wissenschaftliche Revolution“[5] verstehen: Die der Informatik zentrale Tätigkeit der Softwareentwicklung sowie die Rolle der daran beteiligten Menschen werden anders wahrgenommen, neue Werkzeuge und Methoden werden entwickelt und eingesetzt. Ob die integrale Sichtweise in der Informatik das derzeit dominante Programm darstellt, könnte beispielsweise anhand der Inhalte der aktuellen Studienpläne überlegt werden.

bleme verbunden mit der Komplexität in der Softwareentwicklung, der sogenannte *human factor* in der Anwendungssituation und generell eine kritische Grundhaltung in der Gesellschaft zu Wissenschaft und Technik[1] gegenüber.

In diesem Kapitel möchte ich einige der Bemühungen innerhalb der Informatik, ein disziplinäres Selbstverständnis zu entwickeln, vorstellen und referieren. Damit werde ich versuchen, einen Eindruck davon zu vermitteln, welche Geschichten InformatikerInnen einander und anderen über ihre Disziplin erzählen und wie sie über ihre tägliche Arbeit reflektieren. Wie wir sehen werden, fließen Reflexion über das eigene Tun, inhaltliche Forderungen an die Ausbildung von InformatikerInnen, Angebote von Konzepten des Softwareentwicklungsprozesses und Deutungen des Verhältnisses zwischen Mensch und Maschine teilweise untrennbar in einander. Zum Beispiel ist die Aufforderung, Softwareentwicklung als Designprozess zu begreifen, gleichzeitig ein Imperativ für die Ausbildungsgestaltung, versteht die Entwicklungssituation als kooperatives Arbeiten von EntwicklerInnen und BenutzerInnen sowie den Computer als Gegenstand des Dialogs und impliziert eine bestimmte Perspektive auf den Entwicklungsprozess.

Institutionell gibt es zwei große Verankerungen für den Diskurs, die ich ausmachen konnte: Einerseits die US-amerikanische *Association for Computing Machinery (ACM)*[2], in deren Rahmen vor allem die Diskussion um die InformatikerInnenausbildung in den späten 1980er und Anfang der 1990er Jahren stattfand und andererseits die deutsche *Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*[3], in deren Umfeld sich auch die Arbeitsgruppen Wolfgang Coys bildeten und sich später das *Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIfF)*[4] gründete, dem auch viele der Protagonisten des europäischen Diskurses angehören. Auch an dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass es sich bei den betrachteten Ansätzen im Folgenden nicht um eine erschöpfende Behandlung bzw. eine *nachgewiesenermaßen* repräsentative Auswahl handeln kann.[5]

Frederick P. Brooks Wortmeldung „No Silver Bullet“ markiert den Endpunkt der *klassischen* Debatte über den Stellenwert des Formalismus. Sein Beitrag ist insofern interessant, als

[1] Vergleiche die Entstehung der STS; Kapitel 2.6

[2] Die ACM, eine internationale wissenschaftliche Organisation zur Förderung der Informationstechnologie in künstlerischen, wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Bereichen, wurde 1947 gegründet und hat ihren Hauptsitz in New York. Siehe `http://www.acm.org`

[3] Die GI wurde 1969 in Bonn gegründet mit dem Ziel, die Informatik im Allgemeinen zu fördern. Siehe `http://www.gi-ev.de/`

[4] Das FIfF wurde 1984 gegründet und hat seinen Sitz in Bonn. Zweck des Vereins ist es, Wechselwirkungen zwischen IKT und Gesellschaft bzw. Umwelt zu beforschen und die Öffentlichkeit über diese Themen zu informieren. Siehe `http://fiff.hbxt.de/`

[5] Eine weitere *institutionelle* Verankerung in Europa könnte man etwa im norwegischen Gewerkschaftsbund sehen, in dessen Umgebung sich die sogenannte *skandinavische Schule* des Software Engineering um Kristen Nygaard mit den Ansätzen *participatory design* und *user centred design* herausbildete.

Brooks die durch die Zunahme an Komplexität aufgekommenen Probleme in der Systementwicklung und ihre Lösungsansätze einander gegenüberstellt, ein differenziertes Verständnis von Komplexität entwickelt und damit eine brauchbare *inhaltliche* Zusammenfassung — also eine Orientierungshilfe — für das Feld bis in die Mitte der 1980er Jahre gibt. Deshalb werde ich „No Silver Bullet“ gleich zu Beginn in Kapitel 3.1 diskutieren.

Im Anschluß daran betrachte ich die Vorgänge, die sich im Rahmen der ACM um das Thema der InformatikerInnenausbildung abspielten. Edsger W. Dijkstras[1] energische Forderung nach einer Konzentration auf das Formale in der Computerwissenschaft erfährt einerseits Zustimmung und andererseits vehementen Widerspruch vonseiten mehrerer Autoren. Seine radikale Auffassung der formalen Spezifikation als Brandmauer zwischen Entwicklung und Einsatz von Computertechnologie stellt den Standpunkt der *Formalisten* — diejenigen, die Softwareentwicklung als das Lösen eines rein formalen Problems betrachten — sehr plastisch und anschaulich dar. Dies ist der Gegenstand von Kapitel 3.2.

Im Zuge der andauernden Diskussion um die zentralen Inhalte der Informatikausbildung wurde innerhalb der ACM die *Task Force on the Core of Computer Science* gegründet, die ihre Empfehlungen 1989 im sogenannten *Denning Report*[2] veröffentlichte. Eine gemeinsame Arbeitsgruppe der ACM und der IEEE-CS[3] übernahm das Zwischenergebnis der Vorgängergruppe und erweiterte den Themenkreis des Bachelor-Programmes der Informatik explizit um das Fach *sozialer und professioneller Kontext*, in dem ethische, soziale, juristische und kulturelle Aspekte der Computerwissenschaft angesprochen werden sollen.[4] Die Arbeitsgruppe bestand von 1988 bis 1991 und publizierte ihre Ergebnisse in „Flexible Design: A Summary of Computing Curricula 1991“[5]. Ihre Ergebnisse behandle ich gemeinsam mit einer die damaligen Entwicklungen zusammenfassenden Stellungnahme Peter Dennings zur Rolle des Formalismus in der Informatik in Kapitel 3.3.

Auf der europäischen Seite ist vor allem eine Bewegung zu nennen, die, hervorgehend aus einem von Wolfgang Coy gegründeten Arbeitskreis, seit 1988 nach einer *Theorie der Informatik* fragt. *Theorie* wird dabei nicht als formale Theorie wie in der *theoretischen Informatik* verstanden, sondern es wird nach einer Theorie der Informatik in der Informatik selbst gesucht, die Begriffe, Methoden und Potentiale der Informatik klärt und dabei hilft, die Position der Computerwissenschaft im gesamtwissenschaftlichen Zusammenhang auszumachen. Bisher wurden zwei jeweils vierjährige Projekte in den 1990er Jahren und drei Arbeitstagungen von 2001 bis

[1] Edsger Wybe Dijkstra; niederländischer Mathematiker, Physiker und Informatiker, 1930–2002
[2] Denning (1989a); Peter J. Denning; US-amerikanischer Informatiker, Präsident der ACM 1980–1982
[3] IEEE-CS; *Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society*
[4] Vergleiche Bonsiepen u. Coy (1992)
[5] Tucker u. Barnes (1991)

2003 durchgeführt. Um die Bewegung *Theorie der Informatik* geht es in Kapitel 3.6.

Die deutsch-österreichische Informatikerin Christiane Floyd beschäftigte sich bereits seit den 1980er Jahren mit der Rolle der Menschen in der Softwareentwicklung. In Kapitel 3.7 möchte ich einerseits das von ihr entwickelte Konzept der *autooperationalen Form* vorstellen und andererseits die von ihr geprägte Sichtweise von Software als Realitätskonstruktion diskutieren. In beiden Unternehmungen bezieht sie sich auf den radikalkonstruktivistischen Ansatz und betrachtet unter diesem Vorzeichen Softwareentwicklung als Designprozess, indem sie diese Sichtweise von der klassischen Produktionsperspektive abhebt.

## 3.1 Software als Komplexitätsproblem

In seinem Beitrag[1] zur *IFIP*[2] *Tenth Wold Computing Conference 1986* in Dublin reflektiert Frederick P. Brooks über die mögliche Existenz einer Superwaffe, mit deren Hilfe die Herstellungskosten von Software einen ähnlichen Verlauf nehmen sollen wie die rasch gefallenen Hardwarepreise. Er verwendet hierfür den fabelhaften Vergleich mit der Silberkugel, einer Superwaffe, die nach der Legende das einzig bekannte Mittel ist, um einen Werwolf zu töten. Der Werwolf steht bei Brooks für das Softwareentwicklungsprojekt, welches unvorhergesehen zu einem budget- und zeitplansprengendem Ungeheuer mutieren kann.

Unter Software versteht Brooks ähnlich wie Dijkstra ein für die menschliche Handhabung ungewöhnlich komplexes Phänomen. Dabei unterscheidet er jedoch zwei Klassen von Komplexität, die einer Effizienzsteigerung in der Softwareentwicklung entgegenstehen; eine grundlegende und der Software inhärente Komplexität und eine vermeidbare, dem Entwicklungsprozess bzw. den Hilfsmitteln zugeschriebene Komplexität. [3] Zur ersten Klasse zählen neben technischen Problemen auch zahlreiche organisatorische Schwierigkeiten; Probleme in der Kommunikation unter EntwicklerInnen, im Überschauen und Verstehen einer großen Anzahl von Systemzuständen sowie Schwierigkeiten, bestehende Programme zu erweitern. Die Tatsache, dass Software den verschiedenen von Institutionen oder anderen Systemen definierten Schnittstellen zu entsprechen hat — da sie als zusätzlicher Einfluss in das bestehende Setting hinzu-

[1] Brooks (1986)

[2] International Federation for Information Processing

[3] In seinem im Beitrag verwendet Brooks einen missglückten Vergleich mit Aristoteles Unterscheidung zwischen Substanz und Akzidenz (im Original: „essence and accident“) — also dem grundlegenden und den Nebensächlichkeiten — und muss später das Missverständnis aufklären, es handle sich um *zufällige* Einflüsse. Siehe (Brooks, 1975, S. 209f)

kommt —, adaptierbar sein muss — „All successful software gets changed“[1] — und nicht mit herkömmlichen Mitteln zu visualisieren ist, trägt als weiterer Faktor zur Komplexität bei.

Drei wesentliche technische Entwicklungen der Vergangenheit — die Hochsprache, das Timesharing und einheitliche Programmierumgebungen — haben es möglich gemacht, einige Schwierigkeiten auszuschalten und in manchen Bereichen Komplexität wesentlich zu reduzieren. Jedoch handelt es sich dabei nicht um die grundlegende und der Software inhärente Komplexität — diese ist nach Brooks nicht in dieser Weise reduzierbar — sondern um die nebensächliche. Alle seinerzeit aktiven Felder der Informatik können laut Frederick P. Brooks die eine oder andere Verbesserung mit sich bringen, jedoch kann sich dies nur schrittweise vollziehen. Die Hoffnung auf eine Superwaffe wird nicht aufgehen, da sie nicht auf die komplexe Natur von Software selbst abzielen.

> „I believe the hard part of building software to be the specification, design, and testing of this conceptual construct, not the labor of representing it and testing the fidelity of the representation. We still make syntax errors, to be sure; but they are fuzz compared with the conceptual errors in most systems.“
>
> Brooks (1986)

Brooks bringt drei Vorschläge für die Verbesserung der zugrundeliegenden konzeptuellen Strukturen. Erstens soll erwogen werden, ob eine Softwarelösung nicht bereits existiert und erworben werden kann: Ein zugekauftes Produkt kann in der Regel gegenüber einer Eigenentwicklung zu großer Kostenersparnis führen. Dann soll mit der Erkenntnis, vor allem die Anforderungsanalyse — die Entscheidung, was tatsächlich konzipiert werden soll — ist ein zentrales Problem der Softwareentwicklung, dazu übergegangen werden, in einem dichten iterativen Verfahren zwischen Designer und Kunden die Spezifikationen und Schnittstellen zu erstellen und möglichst früh Prototypen einzusetzen. Drittens ist es essentiell, gute SoftwareentwicklerInnen bzw. DesignerInnen auszubilden und sie guten Managern in puncto Verdienst und Anerkennung gleichzustellen, denn beide Gruppen sind vergleichbar wichtig für die organisierte Herstellung von Software.

[1] Brooks (1986)

## 3.2 Software als formales Problem

Der sogenannten *Brandmauerndiskussion* in der Informatik wurde ihr Titel durch Edsger Dijkstra verliehen. In seinem Vortrag *On the Cruelty of Really Teaching Computer Science* auf der *ACM Computer Science Conference* im Februar 1989 stellte er die Grundannahmen der InformatikerInnenausbildung in Frage und provozierte so eine lebendige und teilweise sehr emotionale Diskussion, die ausschnittsweise in einem Sammelartikel[1] der *Communications of the ACM* dokumentiert ist. Dieser enthält neben einer Verschriftlichung[2] von Dijkstras Vortrag die Kommentare von sieben Informatikern[3], die der technischen und theoretischen Informatik nahestehen.

Dijkstras Provokation wird oft und gerne als ein relevanter Beitrag zur US-amerikanischen Diskussion über die InformatikerInnenausbildung, welche hauptsächlich in den 1970er und beginnenden 1980er Jahren in verschiedenen Arbeitsgruppen rund um die *Association for Computing Machinery (ACM)* stattfand, zitiert. Tatsächlich geht Dijkstras Auffassung von der Spezifikation eines Programms als *firewall* zwischen der Tätigkeit des Programmierenden und der BenutzerInnen auf eines seiner zahlreichen Memoranda[4] zurück, welches er 12 Jahre vor der Publikation seines bekannten Artikels *On the cruelty of really teaching computer science*[5] unter Kollegen verteilte.

Im Folgenden erläutere ich Dijkstras Verständnis der Brandmauer, indem ich mich auf die erste mir bekannte Erwähnung dieses Konzeptes beziehe, fasse seinen ACM Vortrag von 1989 zusammen und gehe auf einige markante Kritikpunkte von Dijkstras Kollegen ein, die in Folge das Diskussionsfeld der 1990er Jahre aufspannen.

[1] Denning (1989b) — Der Beitrag wäre ein interessanter und ergiebiger Ausgangspunkt für eine genauere Betrachtung der damaligen Diskussion, seiner Protagonisten sowie der politischen wie wirtschaftlichen Hintergründe.

[2] Dijkstra (1989)

[3] David Parnas (software engineering), William Scherlis (formale Methoden), Maarten H. van Emden (Programmiersprachen), Jacques Cohen (Programmiersprachen), Richard Hamming (Kodierungstheorie), Richard M. Karp (Algorithmen) und Terry Winograd (künstliche Intelligenz, später human-computer interaction design)

[4] Dijkstra (1977)

[5] Dijkstra (1989) — Dieser Artikel begann auch als eine seiner zahlreichen *technical notes*: siehe Dijkstra (1988)

### 3.2.1 Edsger Dijkstras Firewall

Ein extremer Standpunkt bezüglich der formalen Spezifikation eines Computerprogramms, welcher im Diskurs über den Stellenwert des Formalen in der Informatik immer wieder zitiert und von vielen AutorInnen heftig kritisiert wird, ist das Verständnis der Spezifikation als sogenannte *Brandmauer* oder *firewall*, das auf Edsger Dijkstra und sein Positionspapier über die Zuverlässigkeit von Software[1] zurückgeht. Er versteht ein Computerprogramm als Werkzeug und reflektiert über unseren Umgang mit Werkzeugen sowie das damit verbundene bzw. dafür notwendige Wissen.

Dijkstra konstatiert zwei grundsätzlich verschiedene Arten von Werkzeugen: Zur ersten Kategorie zählen diejenigen Werkzeuge, deren Handhabung wir im Einsatz ohne explizites Wissen um ihre Eigenschaften erlernen, wie beispielsweise die Verwendung eines Hammers. Auf der anderen Seite des Spektrums befinden sich für ihn Werkzeuge, für deren Einsatz Erfahrung bzw. Handlungswissen allein nicht mehr ausreicht: Um etwa ein mathematisches Theorem anzuwenden, ist explizite Kenntnis all seiner Eigenschaften notwendig. In diesem Sinne ist Software für Dijkstra einem mathematischen Theorem ähnlicher als einem Hammer. Er begründet dies mit der Komplexität und der großen Anzahl an Freiheitsgraden, die ein Computerprogramm aufweist — Seine Verwendung ist nicht allein aufgrund von Handlungswissen erlernbar.

> „A computer program is a tool that one can use by virtue of the knowledge of its explicitly stated properties. Those stated properties are known as 'its functional specification' or 'its specification' for short. The specification specifies, in one way or another, *what* the execution of the program achieves, without fixing *how* this desired net effect is being achieved. In this sense the specifications have been described as 'a logical firewall between user and implementor': it is a contract between the program composer and the program user. The program user is in his right as long as his use of the program is justified by its specifications, the program designer is not to blame as long as correct executions of his program meet the specifications.“
>
> (Dijkstra, 1977, EWD627-1)

Die formale Spezifikation steht als Brandmauer zwischen der Tätigkeit von Programmierenden einerseits und jener von BenutzerInnen eines Computersystems andererseits und regelt so die Verantwortlichkeiten auf beiden Seiten: BenutzerInnen können auf das Funktionieren des Programms unabhängig von der konkreten Implementierung vertrauen, EntwicklerInnen

[1] Originaltitel: *A position paper on Software Reliability* Dijkstra (1977)

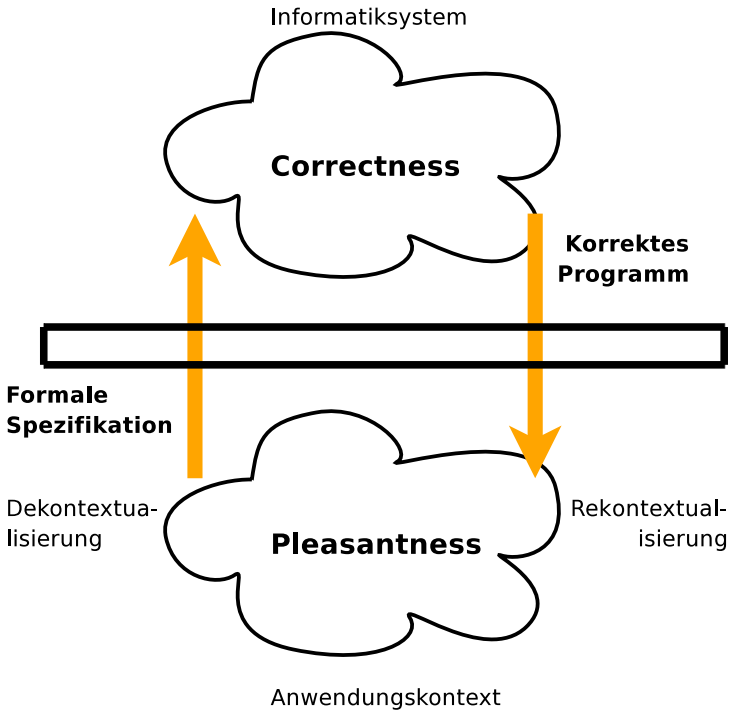


Abbildung 3.1: Dijkstras Brandmauer trennt die Domänen Entwicklung und Anwendung

ermöglicht die Spezifikation, ihre informatischen Konzepte umzusetzen, ohne sich um den Benutzungskontext und die dort stattfindenden Interpretationen zu kümmern. Die formale Spezifikation grenzt den Arbeitsbereich für den Entwickler / die Entwicklerin ab — den Bereich, in dem *wissenschaftliche* Methoden Anwendung finden.

Für Dijkstra ist der Begriff *software reliability* generell abzulehnen, da er zwei grundsätzlich verschiedene Aspekte vermengt: die formale *wissenschaftliche Frage* der Korrektheit bzw. der Übereinstimmung des Programms mit seiner Spezifikation — das sogenannte *correctness problem* — und die nicht-formalisierte *nicht-wissenschaftliche Frage*, ob das Werkzeug, das seiner Spezifikation genügt, in seinem Einsatzkontext auch ein gutes Werkzeug ist — das Gefälligkeitsproblem[1]. Es gibt keinen Grund dafür anzunehmen, eine *wissenschaftliche* Herangehensweise hätte einen Vorteil, den nicht-wissenschaftlichen Aspekt — das Problem des Programmeinsatzes — zu behandeln.

[1] Im Original *pleasantness problem*, Übersetzung übernommen von Wolfgang Coy (Coy u. a., 1992, S. 3)

### 3.2.2 Ein formalistischer Standpunkt wird debattiert

Nach Edsger Dijkstra stellen automatische Rechner eine *radikale Neuheit* dar, die auch einen anderen sprachlichen und konzeptuellen Umgang verlangt. Davon ausgehend skizziert er die Konsequenzen für die Informatik als Wissenschaft einerseits und für die Ausbildung von InformatikerInnen andererseits. Eine radikale Neuheit stellt der Computer aus zwei Gründen dar: Erstens verlangt der Computer von uns nie zuvor dagewesene intellektuelle Leistungen, da man in seiner programmiertechnischen Handhabung in weitaus komplizierteren Systemen navigieren muss als bisher. Zweitens sieht Dijkstra den Computer als den ersten grundsätzlich digitalen Apparat an — im diskreten Bereich können kleine Ursachen große Auswirkungen zur Folge haben, was bei analoger Verarbeitung nicht im vergleichbaren Maße der Fall ist. Radikale Neuheit bedeutet, dass unsere Konzepte, Analogien, Metaphern und damit unsere Erfahrung sich als nicht mehr brauchbar erweisen. Einer Neuheit soll mit einem frischen Geist und einem neuen Ansatz[1] begegnet werden; es ist wie das Erlernen einer fremden Sprache, die nicht in die eigene Muttersprache übersetzt werden kann. Oftmals wird die Existenz einer solchen radikalen Neuheit ignoriert oder verdrängt. [2]

Als Folge sieht er die Rolle der wissenschaftlichen Informatik als die Disziplin, welche sich mit formaler Mathematik, angewandter Logik und vor allem mit dem effizienten Einsatz formaler Methoden in großem Umfang beschäftigt. Informatik wird auf lange Sicht über ihre Elterndisziplinen Mathematik und Logik hinauswachsen und den Beweis dafür, dass Symbolmanipulation eine Alternative zu menschlichem Denken sein kann, erbringen. Diese Vision sieht er als von verschiedenen Parteien — außerhalb und innerhalb der Informatik — massiv angegriffen; von skeptischen Mathematikern über das Militär mit seiner Vision der automatisierten Sicherheit bis hin zum Bildungsbetrieb, der das Unterrichten formaler Methoden in der Computerwissenschaft nicht über sich bringt.

Edsger Dijkstra fordert für die Informatik vehement eine Reinigung der Fachsprache von Anthropomorphisierungen sowie andere Metaphern und schlägt campusweite Geldbußen für Verfehlungen vor. Die ihnen zugrundeliegenden Analogien sind irreführend, da sie suggerieren, wir könnten das Diskrete — etwas radikal Neues — mit herkömmlichen Methoden behandeln. Weiters fordert er mehr Beachtung für die formale Spezifikation eines Problems ein; das Programm alleine wäre gerade einmal die halbe Sache. Die Hauptaufgabe des Programmierers / der ProgrammiererIn soll es sein, einen formalen Beweis für die Übereinstimmung des Programmes mit seiner formalen Spezifikation zu liefern. So solle man sich in den Einführungsveranstal-

[1] Im Original: „blank mind“
[2] Vergleiche (Dijkstra, 1989, S. 1398–1401)

tungen in mathematische Formalismen vertiefen — ohne die Möglichkeit, Übungsprogramme tatsächlich auf Maschinen auszuführen. Dijkstra betont mehrmals, bei seinen Ideen handle es sich um ernsthafte Vorschläge, so radikal sie auch erscheinen mögen.

Sämtliche in den *Communications of the ACM* abgedruckten Reaktionen verstehen Dijkstras Position als extrem, manche sogar als gefährlich[1] und einige ihrer Formulierungen fallen — ebenso wie in Dijkstras Vortrag — heftig aus. Kritisiert und in Frage gestellt werden seine enge Auffassung von Computern, von Programmiertätigkeit und Software Engineering, der Stellenwert von Mathematik, Logik sowie die Sinnhaftigkeit und Durchführbarkeit von formalen Beweisen in der Informatik.

David Parnas stimmt Edsger Dijkstras Darstellung weitgehend zu. In seiner Antwort[2] bezieht er sich vorwiegend auf den Begriff *Software Engineering* und unterstreicht die Wichtigkeit formaler Methoden in den Ingenieurswissenschaften sowie die Einübung formaler Bezugnahmen und Verwendung mathematischer Modelle anstatt der Anthropomorphisierungen in der Ausbildung von Ingenieuren. Er teilt die Kritik Dijkstras an der derzeitigen Vorgehensweise in der Informatik und merkt an, die Bezeichnung *Software Engineering* finde nicht etwa deshalb Verwendung, weil Programmiertätigkeit heutzutage eine Ingenieurstätigkeit ist. Vielmehr spiegelt dies den Wunsch vieler wider, Informatik zu einer Ingenieursdiziplin zu machen. Zu Beginn der 1990er Jahre baut Parnas seinen Standpunkt[3] weiter aus: De facto arbeiten InformatikerInnen wie Ingenieure, da sie technische Artefakte herstellen — jedoch ohne eine entsprechende Ingenieursausbildung erfahren zu haben. Die Schwerpunktsetzung der in den 1960er Jahren aufkommenden Informatik-Curricula in Richtung Programmiersprachen und Compilerbau führte zu einem Defizit der Theoretiker in mathematischen Methoden und der Praktiker in ingenieursmäßigen Vorgangsweisen. Parnas schlägt nun vor, in der InformatikerInnenausbildung zu einer klassischen Ingenieursausbildung zurückzukehren, wobei die Grundausbildung schwerpunktmäßig aus ingenieurswissenschaftlichen und mathematischen Inhalten bestehen soll. Es soll so ein dauerhafter Ansatz sein, welcher der Dynamik der Disziplin gerecht werden kann.

Richard Karp stellt in seiner Reaktion[4] auf Dijkstra einerseits infrage, ob Informatik tatsächlich mit der Anwendung von Logik im großen Stil gleichgesetzt werden kann und andererseits, ob es wirklich Hauptaufgabe der Programmiererin / des Programmierers sein sollte, eine formale Funktionsprüfung durchzuführen.

[1] Beispielsweise Richard Karp, (Denning, 1989b, S. 1410)
[2] (Denning, 1989b, S. 1405f)
[3] Vergleiche Parnas (1990) in (Bonsiepen u. Coy, 1992, S. 2)
[4] (Denning, 1989b, S. 1410–1412)

Terry Winograd relativiert Dijkstras engen Computerbegriff als reinen Symbolmanipulator und stellt diesem seine praktische Auffassung gegenüber: Computer „in the real world“ stellen Gehaltsschecks aus, drucken Zeitungen und kontrollieren Industriemaschinen. Die Manipulation von Symbolen sei dabei nur Mittel zum Zweck. Er führt nun, um diesen Begriff von Dijkstras abzugrenzen, die sogenannte *computing device* ein — ein Apparat, der auf einen Computer zurückgreift, um beispielsweise die genannten Aufgaben im Einsatz durchzuführen. Die Aufgabe des *computing professionals* ist es, solche Apparate — in Software und Hardware — in einer Art und Weise zu implementieren, dass sie effektiv eingesetzt werden können. Die Informatik muss in ihrer Ausbildung diesem Aspekt Rechnung tragen. Winograd sieht die große Aufgabe von InformatikerInnen nicht darin, einen formalen Beweis für die Entsprechung eines Programms mit seiner formalen Spezifikation zu liefern, vielmehr liege die eigentliche Schwierigkeit darin, eine aufgabenangemessene Spezifikation selbst zu erstellen. Im Grunde gehe es primär darum, eine Menge von Instruktionen zu finden, die ein brauchbares Funktionieren der *computing device* in der Praxis ermöglichen.

Der Erfolg der Ingenieursdisziplinen liegt darin, dass Erfahrungswissen herangezogen wird, um zukünftige Fehler zu vermeiden. Dabei geht es um *vernünftige*, nicht um perfekte Lösungen oder das Optimum. Eine große Anzahl von Programmen und Applikationen funktionieren erfolgreich in der Praxis ohne formalen Korrektheitsbeweis. *Computing devices* haben de facto einige Merkmale, die sie von anderen Apparaten und Maschinen deutlich abgrenzen, jedoch wäre es nicht gerechtfertigt, dem Computer mit einem komplett neuen Ansatz bzw. frischen Geist zu begegnen. Die sogenannte radikale Neuheit des Computers ist nicht so weltbewegend, dass man sämtliche Erfahrung einfach über Bord werfen könnte.

Der Kritik über fehlende Strenge in der InformatikerInnenausbildung begegnet Winograd mit dem Hinweis darauf, dass der Kern der Ausbildung nicht in der Kompetenz liegen kann, formale Abstraktionen abgekoppelt von den sie realisierenden Maschinen und deren Einbettung in der Lebenswelt zu behandeln. Dijkstras Ausbildungsperspektive mag für Theoretiker angemessen sein, für die große Anzahl von Leuten, die in der Informatik arbeiten, sollte das Studium ein breiteres thematisches Spektrum behandeln, wie etwa Computereinsatz und damit verbundene Designaspekte.[1] Unsere Auffassung von *Software Engineering* muss um eine Designperspektive erweitert werden, denn die Systementwicklung wirft Fragen auf, die weiter gehen als ihre bloße Konstruktion. Das bedeutet, dass u.a. auch die Frage nach der Angemessenheit eines Programmes in seinem jeweiligen Verwendungszusammenhang gestellt werden soll. Abschließend bemerkt Winograd, ähnlich seinen Kollegen, die Wichtigkeit von mathematischen und formalen Kenntnissen für die informatische Arbeit — Sie können aber das Erlernen des

[1] Der Designbegriff bleibt in dieser Debatte weitgehend unbehandelt.

echten Computereinsatzes nicht ersetzen.

## 3.3 Die US-amerikanische Curriculardebatte

Die größtenteils US-amerikanisch zentrierte Curriculardebatte über das informatische Grundstudium findet innerhalb der *Association for Computing Machinery (ACM)* statt und involvierte in den 1980er und beginnenden 1990er Jahren zwei Arbeitsgruppen. Das Interessante daran ist, dass, während die *Task Force on the Core of Computer Science* 1989 ein leicht modernisiertes Curriculum in ihrem Abschlussbericht[1] vorschlägt, die *Joint Curriculum Task Force* 1991 eine explizite Erweiterung des Faches — die Aufnahme des Fächerbündels *Social and professional context* — empfiehlt.[2] Etwa zur gleichen Zeit entbrannte ebenfalls in der ACM eine Debatte über das informatische Selbstverständnis, an dem vor allem die ProtagonistInnen der Diskussion um Dijkstras Vorstoß[3] beteiligt waren[4].

### 3.3.1 Task Force on the Core of Computer Science

Diese Arbeitsgruppe wurde 1985 vom Präsidenten der ACM eingesetzt, gleichzeitig formierte sich in der *IEEE Computer Society* eine ähnlich geartete Arbeitsgruppe. Das Ziel der *Task Force on the Core of Computer Science* war es, in einem neuen Denkansatz ein Gerüst für ein neues Curriculum vorzuschlagen — eine Richtung zu weisen und nicht, ein Rezept zu schreiben.[5]

Am Rande kommt auch der Vorschlag, von einer „discipline of computing“ zu sprechen, um die als eigenständig aufgefassten Felder *computer science* und *computer engineering*, zwischen denen jedoch kein fundamentaler Unterschied besteht, nun gemeinsam ansprechen zu können. Unter „computing“ versteht die Arbeitsgruppe:

[1] Denning (1989a)
[2] Vergleiche Bonsiepen u. Coy (1992) und Valk (1997)
[3] Siehe Kapitel 3.2
[4] Ein ursächlicher Zusammenhang wäre naheliegend, kann aber auf der Basis der vorliegenden Literatur nur vermutet werden.
[5] Vergleiche (Denning, 1989a, S. 10)

> „The discipline of computing is the systematic study of algorithmic processes that describe and transform information: their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application. The fundamental question underlying all of computing is, 'What can be (efficiently) automated?'“
>
> (Denning, 1989a, S. 12)

Auch wird die Frage nach der adäquaten Rolle des Programmierens gestellt und damit beantwortet, dass bereits im Grundstudium reale Programmiersprachen zum Einsatz kommen sollen, um den Auszubildenden den Zugang zu einem derart vielfältigen Feld zu erleichtern.[1] Die Informatik als Wissenschaft fußt primär auf drei sogenannten *cultural styles*: Theorie, experimentelle Modellbildung und Gestaltung[2].

- Theory
  1. Characterize objects of study (definition);
  2. Hypothesize possible relations among them (theorem);
  3. Determine whether the relations are true (proof);
  4. Interpret results.
- Abstraction
  1. Form a hypothesis;
  2. Construct a model and make a prediction;
  3. Design an experiment and collect data;
  4. Analyze results.
- Design
  1. State requirements;
  2. State specifications;
  3. Design and implement the system;
  4. Test the system.

(Denning, 1989a, S. 10)

[1] Ganz im Gegensatz zu Edsger Dijkstra, der fordert, im Grundstudium auf einer formalen nicht ausführbaren Ebene fern der realen Rechenmaschine zu bleiben.

[2] Im Original: „theory, abstraction and design“

Diese drei sogenannten kulturellen Stile sollen allen neun inhaltlich definierten Gebieten der Informatik unterliegen: Algorithmen und Datenstrukturen, Programmiersprachen, Rechnerarchitektur, numerisches und symbolisches Rechnen, Betriebssysteme, Software-Methodologie und -Technik, Datenbanken und Informationsverarbeitung, Künstliche Intelligenz und Robotik und Mensch-Maschine-Interaktion.[1]

So weit das von der Arbeitsgruppe vorgeschlagene Rahmenprogramm. Es handelt sich, wie bereits angedeutet, um einen *moderat* modernisierten Vorschlag zur Planung der Curricula. Wesentliche Themen, wie der Anteil der formalen bzw. mathematischen Ausbildung oder die Aufnahme von Themen aus *Informatik und Gesellschaft*, wurden übergangen.[2]

### 3.3.2 Joint Curriculum Task Force

Im Frühjahr 1988 gründeten die ACM und die *IEEE Computer Society* eine gemeinsame Arbeitsgruppe, die *Joint Curriculum Task Force*, die inhaltlich an die Vorgängergruppen beider Organisationen anschloss und ihre Ergebnisse 1991 publizierte[3]. Die neue Arbeitsgruppe übernahm die von der *Task Force on the Core of Computer Science* definierten neun inhaltlichen Gebiete der Informatik und fügte ein zehntes Fach mit dem Namen „Social and professional context“ hinzu.

> „Undergraduates also need to understand the basic cultural, social, legal and ethical issues inherent in the computing discipline. They should understand where the discipline has been, where it is, and where it is heading. They should understand their individual roles in this process, as well as appreciate the philosophical questions, technical problems, and aesthetic values that play an important part in the discipline’s development.
>
> Students also need to develop the ability to ask serious questions about the social impact of computing and to evaluate proposed answers to those questions. Future practitioners must be able to anticipate the impact of producing a product. Will it enhance or degrade the quality of life? How will it affect individuals, groups, and institutions?“
>
> (Tucker u. Barnes, 1991, S. 58)

[1] Die Übersetzung habe ich übernommen von (Valk, 1997, S. 96)
[2] Vergleiche Bonsiepen u. Coy (1992)
[3] Tucker u. Barnes (1991)

Dieses fachliche soziale Bewusstsein der Studierenden soll dadurch gefördert werden, dass im Grundstudium explizit auf diese Inhalte Bezug genommen und Zeit dafür zur Verfügung gestellt wird.

Am Rande möchte ich anmerken, dass die amerikanische Entwicklung in den Grundgedanken einer etwas älteren skandinavischen Debatte nachfolgt, deren Inhalte nach und nach in die USA transportiert wurden[1], beispielsweise durch den Beitrag von Terry Winograd und Fernando Flores[2].

## 3.4 Die skandinavischen Schulen

Der sogenannte *skandinavische Zugang* zur Software- bzw. Systementwicklung, auch als *skandinavische Schule(n)* bezeichnet, ist ein heterogenes Feld, wobei die einzelnen Ansätze — trotz aller Kontroversen und Kritiken — bestimmte Eigenschaften miteinander teilen. Diese Gemeinsamkeiten finden sich in einer Wertorientierung in Richtung von Humanisierung und Demokratisierung als übergeordnete Ziele der Systementwicklung und dem Streben nach einer egalitären Gesellschaft[3], in welcher Technologieeinsatz als sinnvolle Unterstützung sozialer Systeme interpretiert wird und nicht als potentielles Kontrollinstrument.

Die skandinavischen Schulen tendieren dazu, ihre IT-Systeme derart zu entwickeln und einzusetzen, dass die Interessen der von der Einführung eines solchen Systems Betroffenen berücksichtigt werden — anstatt die Sichtweisen des Systembetreibers einfach umzusetzen — und andererseits menschliche Stärken gefördert anstatt Schwachstellen ausgeglichen werden. Diese besondere Stellung der BenutzerInnen in der Entwicklung von computerbasierten Systemen — die Miteinbeziehung ihrer Bedürfnisse wird als zentral erachtet — macht die Eigenschaft aus, welche die skandinavische Schule als für Außenstehende *alternative* Herangehensweise in der Softwareentwicklung charakterisiert. Das Verfolgen der übergeordneten Ziele *Humanisierung* und *Demokratisierung* in der Entwicklung von IT-Systemen wird oftmals als Herausforderung an andere Länder angesehen.[4] Diese Sichtweise der skandinavischen Schule hängt grundsätzlich mit dem Demokratie- und Gesellschaftsverständnis Skandinaviens zusammen. Für ein bes-

[1] Vergleiche Bonsiepen u. Coy (1992)

[2] Winograd u. Flores (1986)

[3] In der skandinavischen Gesellschaft ist für den an mitteleuropäische Kultur gewöhnten Menschen ein starker Wille zum sozialen Konsens und zum Ausgleich sozialer Ungerechtigkeit zu beobachten sowie der Versuch, allen Gesellschaftsmitgliedern eine hohe Lebensqualität zu ermöglichen. Vergleiche (Floyd u. a., 1989, S. 253 und S. 259f)

[4] Vergleiche (Floyd u. a., 1989, S. 265f)

seres Verständnis ist deshalb eine marginale Kenntnis des kulturellen Hintergrundes hilfreich.

Die spezielle historische Situation Skandinaviens in den 1950er Jahren — Wiederaufbauprogramme in Norwegen und Dänemark, Förderung innovativer Technologien, besonders im Hinblick auf die Schaffung einer egalitären und unabhängigen Gesellschaft etc. — bot der aufkommenden Computertechnologie einen fruchtbaren Boden. Die vorherrschende grundlegend positive Einstellung gegenüber Entwicklungen im Bereich von Wissenschaft und Technik, die Offenheit gegenüber interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen VertreterInnen so unterschiedlicher Disziplinen wie Informatik und Organisationstheorie, zahlreiche gemeinsame wissenschaftliche Projekte mit der Industrie einerseits und Gewerkschaften andererseits und die Auffassung von Design als wesentlicher Faktor in der Produktion sind Entwicklungen, die in allen skandinavischen Ländern beobachtet werden können. Eine starke, gut organisierte Gewerkschaft mit enger Verbindung zu den sozialdemokratischen Regierungen bündelte die Interessen der ArbeiterInnen und Angestellten und initiierte zahlreiche Projekte in den Bereichen Arbeitszufriedenheit, Arbeitsplatzgestaltung und Sicherheit. All dies führte zu einem im Vergleich mit anderen europäischen Ländern relativ frühen Erkennen des Einflusses der Computertechnologie in Wissenschaft und Industrie und zur raschen Etablierung einer wissenschaftlichen Informatik.[1]

Aus den skandinavischen Schulen geht unter vielen anderen Aktivitäten das international auf Echo gestossene Forschungsprogramm *Computer Support for Cooperative Work (CSCW)* hervor — im Besonderen um eine Gruppe um Kristen Nygaard in Oslo und eine Gruppe an der *Århus University* — in weiterer Zusammenarbeit mit Terry Winograd, Fernando Flores und Lucy Suchman in den USA. Die Ziele des Programms sind es, ein Verständnis der Eigenheiten kooperativer Arbeit zu entwickeln, die Rolle von Computerartefakten in der Facharbeit zu untersuchen sowie brauchbare technische Mittel für die Entwicklung innovativer Systeme zu finden und die Natur von Designprozessen näher zu beleuchten.[2]

> „[System design] should be done with users, neither for nor by them.“
>
> Ehn & Kyng zitiert in (Floyd u. a., 1989, S. 310)

Der Ansatz des *participative system design* versucht, diese Forderung zu realisieren. Gegenseitiges Lernen und *learning by doing* werden betont — mit dem Ziel, Differenzen zwischen verschiedenen Interessensgruppen bereits während der Systementwicklung wahrzunehmen, zu

[1] Vergleiche (Floyd u. a., 1989, Kapitel 2)
[2] Vergleiche (Floyd u. a., 1989, S. 320f)

berücksichtigen und Verständnis auf einer gemeinsamen Basis herzustellen. Als Hilfsmittel werde verschiedene Arten von Prototypen, mockups und Simulationen eingesetzt.

## 3.5 Die Workplace Studies

In den 1990er Jahren war besonders in den Bereichen der HCI[1] und des CSCW[2] ein zunehmender Einfluss soziologischer Ansätze zu verzeichnen. Methoden und Vorgehensweisen aus der Soziologie sind herangezogen worden, um reale Arbeitssituationen zu untersuchen, die Entwicklung interaktiver Systeme zu lenken und die entwickelten Systeme im Einsatz zu evaluieren.

Massive Kritik an herkömmlichen Modellen der Mensch-Maschine-Interaktion, gesteigertes Interesse an CSCW und einige in der Community und darüber hinaus bekanntgewordene Störfälle und Fehlentwicklungen ließen in den 1980er und 1990er Jahren die Frage nach besseren Methoden u.a. zur Anforderungsbestimmung komplexer Systeme in den Ingenieurswissenschaften aufkommen. Zum einen gestaltete sich die Entwicklung komplexer als angenommen — Es zeigte sich auch die Rolle der sogenannten *sozialen Faktoren* im Gebrauch von Technologien. Dies führte zur Erkenntnis, dass der *soziale Kontext* für das Verständnis von Technologie wesentlich ist, und begründete so zahlreiche interdisziplinär besetzte Projekte, in denen Sozial- und IngenieurswissenschaftlerInnen zusammenarbeiteten.[3]

Aus diesen sich überlappenden Interessen der CSCW, HCI und Artificial Intelligence einerseits und der Ethnographie, die als Form der Datenerhebung auch innerhalb der Soziologie immer mehr akzeptiert wurde, andererseits entstand unter dem Sammelbegriff *workplace studies* ein eigenes Forschungsprogramm am Beginn der 1990er Jahre aus den Projekten, die sich vorwiegend mit Entwicklung, Gestaltung und Anwendung neuer Technologien befassten. Im Grunde schließt das neue Programm an die Interessen der *studies of work* an, die in den 1970er Jahren im angloamerikanischen Raum entstanden[4]. Bei den *workplace studies* handelt es sich

[1] HCI; *Human Computer Interaction* oder *Mensch-Maschine-Interaktion*. Mit ihren Wurzeln in den frühen Arbeiten zur Mensch-Maschine-Schnittstelle in den 1960er Jahren, griff die HCI in ihrer Entwicklung zahlreiche Aspekte aus den Gebieten Computergraphik, Betriebssysteme, kognitive Psychologie, Ergonomie u.a. auf und beschäftigt sich als Disziplin mit Design, Evaluation und Implementierung von interaktiven Computersystemen. Vergleiche (Hefley, 1996, Kapitel 2)

[2] CSCW; *Computer Supported Cooperative Work*, *Computer Support for Cooperative Work* oder *Computer Supported Collaborative Work*, durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützte Gruppenarbeit. Für ein Verständnis der typischen Aufgaben- und Problemfelder von CSCW siehe u.a. Grudin (1988)

[3] Vergleiche (Knoblauch u. Heath, S. 164f)

[4] Siehe Kapitel 2.4

um „ethnographische, naturalistische Untersuchungen von Arbeitsvorgängen“[1], welche ebenso einen praktischen Anspruch haben: Sie beschäftigen sich nicht ausschließlich theoretisch mit dem Verhältnis zwischen dem Technischen und dem Sozialen, sondern begleiten die Entwicklung technischer Systeme, die sie oftmals auch beeinflussen, und sind an der Gestaltung der Artefakte sowie am Problemverständnis seitens der technischen Entwicklung aktiv beteiligt. Ihr Fokus liegt in einer mikrosoziologischen Sicht auf die Interaktionen in komplexen Organisationen und in der Frage nach der Art der Verwendung von Technologie in diesen sozialen Handlungen.

Methodologisch wird innerhalb der *workplace studies* auf Kontextanalyse, Konversationsanalyse und Ethnographie zurückgegriffen. Teilnehmende Beobachtungen, ethnographische Interviews und Analysen von audiovisuellen Daten, die im Kontext der alltäglichen Handlungen der Menschen erhoben werden, sind gängige empirische Ausgangspunkte, um die Praktiken und das praxisbezogene Wissen der handelnden Menschen sowie die Koordination unter ihnen zu untersuchen.

Als mikrosoziologischem Ansatz ist es den *workplace studies* möglich, detailreich die Relevanz des situativen Kontexts im Einsatz von technischen Artefakten und damit die Unangemessenheit der bisherigen Perspektive — beispielsweise der HCI — aufzuzeigen, welche mit einer „überzogen deterministischen und kognitivistischen“[2] Vorstellung menschlichen Handelns all das, was über den bloßen Gebrauch eines Werkzeugs oder einer Technologie hinausging, als Epiphänomen behandelte. Im Gegensatz dazu versuchen *workplace studies* auf empirischem Wege zu zeigen, wie Systeme „in und durch die sozialen Handlungen konstituiert werden“. Erst durch die Einbindung technischer Artefakte in Interaktionen erhalten diese ihre sinnvolle Bedeutung. Anstatt Modelle einer Beziehung zwischen technischen und sozialen Systemen zu entwickeln, befassen sich *workplace studies* mit der konkreten Rolle von Artefakten in den sozialen Handlungen der beteiligten Menschen sowie mit Kommunikation und der Rolle der Sprache in den Interaktionen des Arbeitsalltags.

> „[*Situated action*] underscores the view that every course of action depends in essential ways upon its material and social circumstances. Rather than attempting to abstract action away from its circumstances and represent it as rational plan, the approach is to study how people use their circumstances to achieve intelligent action.“
>
> (Suchman, 1987, S. 50)

[1](Knoblauch u. Heath, S. 164)
[2](Knoblauch u. Heath, S. 170)

Eine paradigmatische Stellung nimmt der Beitrag Lucy Suchmans „Plans and Situated Actions“[1] ein. Ihre darin beschriebene Perspektive auf die Mensch-Maschine-Interaktion, welche im Prinzip auf einer Kritik an der Auffassung, dass menschliche Handlungen durch bereits vorab festgelegte Pläne bestimmt wären, basiert, wirkte sich essentiell auf die Entfaltung der *workplace studies* in Europa und den USA aus. Suchman betrachtet das Problem der *absichtsvollen Handlung* der klassischen Soziologie unter den Grundannahmen der Ethnomethodologie (Kapitel 2.4) und entwickelt so eine alternative Sichtweise, die das Verhältnis einer Handlung zu ihrem situativen Kontext berücksichtigt, und kritisiert damit die Annahme u.a. der HCI, das Handeln der Menschen sei in *rationaler* Weise auf Ziele ausgerichtet.

Der Beitrag Lucys Suchmans bildete den Ausgangspunkt für eine große Zahl techniksoziologischer Forschungsprojekte, die vor allem die Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologien in Organisationen untersuchen.

## 3.6 Theorie der Informatik

Obwohl die Informatik keine reine Ingenieursdisziplin ist, ist sie eine Wissenschaft, die massiv sozial wirksam ist — sogar stärker als die klassischen Ingenieurswissenschaften. Ihr theoretisches Fundament sieht die Informatik nahezu ausschließlich in der in der Mathematik und formalen Logik verwurzelten Theorie der Berechenbarkeit. Daher rührt der bekannte Name des Bereichs der *theoretischen Informatik*. Im Gegensatz dazu handelt es sich hier um ein komplett anderes Verständnis des Gegenstandes der gesuchten Theorie, der mit der rein formalen Arbeit der *theoretischen Informatik* nicht mehr in derart exklusivem Zusammenhang steht.[2]

Seit den späten 1980er Jahren beschäftigen sich InformatikerInnen sowie WissenschaftlerInnen der Sozial- und Geisteswissenschaften mit der *Theorie der Informatik*, welche das Tun und Schaffen der Informatik Betreibenden kritisch beleuchtet und ihnen auch eine Orientierungshilfe bieten soll. Im Zuge dessen bildeten sich u.a. verschiedene Arbeitsgruppen um die deutschen Informatiker Wolfgang Coy, Dirk Siefkes und Frieder Nake, von denen neben zahlreichen anderen Publikationen fünf größere Bände herausgegeben wurden, welche die Ergebnisse der verschiedenen Projekte zusammenfassen. Neben der initialen Arbeitsgruppe Wolfgang Coys

[1] Lucy Suchman; britische Soziologin und Anthropologin; zahlreiche Forschungsprojekte im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion und *Social Studies of Science*. Ihre Dissertation am bekannten Xerox PARC „Plans and Situated Actions. The Problem of Human Machine Communication“ von 1984 (publiziert Suchman (1988)) hatte weitreichenden Einfluss in der Community. Siehe z.B. (Floyd u. a., 1989, S. 320) und (Knoblauch u. Heath, S. 166f)

[2] Vergleiche (Coy, 1992, S. 17f)

gab es ein Folgeprojekt *Sozialgeschichte der Informatik* und drei Arbeitstagungen — im Dunstkreis des *Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIfF)* organisiert — unter dem gemeinsamen Titel *Theorie der Informatik*, die dezidiert die Frage des ersten Arbeitskreises von 1988 nach einer Theorie in der Informatik wieder aufnehmen und sich teilweise auf die Ergebnisse der *Sozialgeschichte der Informatik* stützen:

- Arbeitskreis *Theorie der Informatik* um Wolfgang Coy
  1988–1992, (Coy u. a., 1992)
- Projekt *Sozialgeschichte der Informatik*
  *Technische Universität Berlin*, 1993–1997, (Siefkes u. a., 1998)
- 1. Arbeitstagung *Informatik. Aufregung zu einer Disziplin*
  Heppenheim, 2001, (Nake u. a., 2001)
- 2. Arbeitstagung *Wozu Informatik? Theorie zwischen Ideologie, Utopie und Phantasie*
  Bad Hersfeld, 2002, (Nake u. a., 2002)
- 3. Arbeitstagung *Informatik zwischen Konstruktion und Verwertung*
  Bad Hersfeld, 2003, (Nake u. a., 2004)
- 4. Arbeitstagung *Wieviel Disziplin braucht eine Disziplin? Theorie und Wirklichkeitsgestaltung der Informatik im interdisziplinären Diskurs*
  2004, abgesagt

In diesem Kapitel werde ich das von Wolfgang Coys Arbeitskreis geprägte Konzept einer *Theorie der Informatik* diskutieren und dann auf das im Projekt *Sozialgeschichte der Informatik* entwickelte Konzept der *Hybridobjekte* zu sprechen kommen. Das theoretische Konstrukt der sogenannten Hybridobjekte bzw. der Hybridisierung kristallisierte sich bei der Analyse von Texten aus den Computerwissenschaften heraus: Es zeigte sich unter den AutorInnen ein gemeinsames *Orientierungsmuster*, nämlich das Kreieren oder Behandeln einer besonderen Klasse von Gegenständen. Zu dieser Klasse zählen vor allem Programme, aber auch Rechnerstrukturen und Rechner selbst. Hybridobjekte sind „formale Notationen, die selbsttätig zu agieren scheinen“[1], sie sind *der* Gegenstand der Informatik.

[1](Siefkes, 1999, S. 6)

### 3.6.1 Arbeitskreis 'Theorie der Informatik'

Der Arbeitskreis *Theorie der Informatik* um den Informatiker Wolfgang Coy[1] erarbeitete in den Jahren 1988–1992 verschiedene Beschreibungen des Selbstverständnisses der Informatik. Die Mehrzahl der im Arbeitskreis Mitarbeitenden waren praktizierende InformatikerInnen. In Coys Arbeitskreis versteht man die Informatik als „die Wissenschaft des instrumentalen Gebrauchs der Informationstechnik"[2], mit deren Werkzeugen das Verhältnis der Menschen zu ihrer Arbeit bestimmt wird. Gegenstand und Aufgabe der Informatik ist es, nicht ausschließlich Computer und Programme zu entwickeln, sondern ebenso, sich u.a. mit Organisation und Gestaltung von Arbeit und Arbeitsplätzen auseinanderzusetzen. Diese Gestaltung ist nicht als Zusatzaufgabe zu verstehen sondern als integraler Bestandteil. Ausgehend von der Annahme, dass die fortdauernde Softwarekrise nicht primär auf programmtechnische oder logische Methodenprobleme zurückzuführen ist sondern auf die „unzureichende Reflexion des Wechselspiels von technischer Gestaltung und sozialer Wirkung"[3] von Computersystemen, soll eine Theorie entwickelt werden, die „Begriffe, Methoden und Anwendungspotentiale" der Informatik beschreibt und helfen kann, ihre wissenschaftliche Position zu bestimmen.

Von einer derartigen Theorie wird seitens der Arbeitsgruppe Wolfgang Coys erwartet, die Identitätsfindung von InformatikerInnen zu untersuchen und zu stärken, Selbst- und Fremdbild zu vergleichen und einen Zusammenhang mit Arbeitsweisen und Ausbildungszielen herzustellen, sowie die Wechselwirkungen erstens zwischen den einzelnen Gebieten der Informatik und zweitens zwischen der Informatik und anderen Disziplinen zu klären.

Als Ergebnisband des ersten Arbeitskreises erschienen 1992 die „Sichtweisen der Informatik"[4] mit den vier Grundthemen „Grundlagen einer Theorie der Informatik", „Computer und Arbeit", „Kultur — Anthropologie — Computer" und „Informatik — Ethik — Verantwortung". Die Erarbeitung einer *Theorie der Informatik* geht weit über das Bestehen des gleichnamigen Arbeitskreises hinaus. Dirk Siefkes, ein Mitglied der Gruppe namens *Grundlagen einer Theorie der Informatik* bemerkt zehn Jahre später retrospektiv:

[1] Wolfgang Coy; deutscher Informatiker, geboren 1947, Forschungen u.a. in den Bereichen *Informatik und Gesellschaft*, digitale Medien, Theorie, Sozial- und Kulturgeschichte der Informatik

[2] (Nake, 1992, S. 119)

[3] (Coy, 1992, S. 17)

[4] Coy u. a. (1992)

> „Der Titel 'Sichtweisen der Informatik' wird gern als Eingeständnis einer Niederlage angesehen: Da sind ein paar, die mit der Informatik unzufrieden waren, aufgebrochen, um eine Theorie zu finden, die zeigt, was Informatik wirklich ist oder sein sollte. Weil sie die Theorie nicht finden konnten, haben sie sich damit begnügt, die Aussichtstürme zu beschreiben, auf die sie bei ihrer Suche gestiegen sind."
>
> (Siefkes u. a., 2002, S. 127f)

Er betont jedoch, dass diese Kritik auf einer Vorstellung von *Theorie* beruht, die in Bezug auf das Projekt *Theorie der Informatik* nicht angebracht erscheint. Gesucht wurde in Wolfgang Coys Arbeitskreis nicht eine Theorie *über* einen Gegenstand, sondern eine Theorie der Informatik *in* der Informatik, die ja selbst logischerweise keine *informatische* Theorie sein kann. Es geht dabei um den Sinn der Arbeit in der Computerwissenschaft — die Antworten können nur aus der Praxis selbst kommen und fließen dann wieder in diese Praxis ein. Klarerweise konnte kein eindeutiges und für alle Beteiligten stimmiges Ergebnis solcher Fragen erwartet werden.[1]

### 3.6.2 Sozialgeschichte der Informatik

> „Die Geschichte der Informatik besteht nicht nur aus Generationen von Rechnern, Hierarchien von Programmiersprachen, Theorien und Erfindungen großer Männer, wie das in den Lehrbüchern steht. Die Computertechnik und die Wissenschaft Informatik entwickeln sich vielmehr aus finanziellen Zu- und Abweisungen, aus wirtschaftlichen und militärischen Interessen, aus politischen und persönlichen Abhängigkeiten."
>
> (Siefkes, 1998, S. 85)

Die kritische Analyse dieser Zusammenhänge war der Gegenstand des betont *interdisziplinären* Forschungsprojektes *Sozialgeschichte der Informatik*, das von 1993 bis 1997 an der *Technischen Universität Berlin* durchgeführt wurde und in der Tradition der *Theorie der Informatik* stand. An diesem Projekt waren zahlreiche Forschende aus der Informatik und aus verschiedenen Sozial- und Geisteswissenschaften beteiligt. Das breit gefasste Ziel war, eine gegenstandsangemessene *Methodologie* für die Beschreibung der Entwicklung eines Wissenschafts- und Technikfeldes als kulturellen und sozialen Prozess am Beispiel der Informatik zu erarbeiten und die Entwicklung von konkreten Theorien und Techniken in der Informatik sowie die Etablierung der Disziplin als ein Ineinandergreifen von zweckrationalen Entscheidungen,

[1] Vergleiche (Siefkes u. a., 2002, S. 128)

Interessen, Praktiken und kulturellen Deutungsmustern darzustellen. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollten Perspektiven für die zukünftige Gestaltung der Informationstechnik und der Wissenschaftsdisziplin selbst abgeleitet werden. Weiters interessierte die Frage, weshalb die Mathematik und ihre Methoden in der wissenschaftlichen Informatik eine derart dominante Rolle spielen und der Weg, als *wissenschaftliche* Disziplin anerkannt zu werden, die Mathematisierung der Grundlagen und der Curricula ist. Insgesamt geht es um einen fragenden Zugang zur Informatik, der das *Handeln* der WissenschaftlerInnen und TechnikerInnen in das Zentrum der Aufmerksamkeit rückt.

Dieses Projekt und seine im Band „Sozialgeschichte der Informatik“[1] veröffentlichten Ergebnisse ergeben einen vielfältigen und reichhaltigen Diskurs über die „kulturellen Praktiken und Orientierungen“ innerhalb der Computerwissenschaft, dessen angemessene Diskussion den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Im ersten Teil „Methoden und Zugangsweisen“ wird ein methodischer Rahmen für die Analyse von Dokumenten für die Betrachtung von Wissenschaft und Technik vorgestellt. Anschließend werden Studien über die Entwicklung von Rechen- und Rechnertechnik vor der Formierung der Informatik als wissenschaftliche Disziplin diskutiert. Der Teil „Die Disziplin Informatik“ behandelt die Informatik als wissenschaftliche Disziplin und die informatische Ausbildung aus geschichtlicher und aktueller Perspektive.

### 3.6.3 Hybridobjekte in der Informatik — Informatik als Hybridwissenschaft

Wie eingangs erwähnt, möchte ich nun auf drei mir relevant erscheinende Themen eingehen, da diese sich einerseits als Grundlage durch das gesamte Projekt *Sozialgeschichte der Informatik* ziehen und andererseits von Teilnehmenden der Arbeitstagungen im Dunstkreis des *Forums InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIfF)* Jahre später wieder aufgegriffen werden. Dabei geht es erstens um das aus der Sozialforschung stammende Konzept der *Orientierungsmuster*, mithilfe dessen Texte aus der Informatik analysiert wurden. Aus dieser Untersuchung ging *ein* Muster als besonders bedeutsam hervor — die sogenannten *Hybridobjekte*, die ich als Zweites behandeln werde. Drittens werde ich das Erklärungspotential des Konzeptes der Hybridobjekte bzw. der sogenannten Hybridisierung mit Bezug auf die Softwareentwicklung erläutern.

[1] Siefkes u. a. (1998)

### Orientierungsmuster

Der Begriff *Orientierungsmuster* ist ein Konzept, das auf der *verstehenden* bzw. *rekonstruktiven Sozialforschung*[1] und damit auf der Wissenssoziologie Karl Mannheims[2] aufbaut. Als *Orientierungen* werden geistige Ausrichtung bzw. innere Repräsentationen verstanden, die nicht per se von außen sichtbar sind, sondern nur anhand von Handlungen und Gewohnheiten ihren Niederschlag in der äußeren Welt finden. Deshalb werden Dokumente — Texte und Artefakte — nach ihren Spuren durchsucht. Orientierungen entstammen der persönlichen Erfahrung oder gesellschaftlichen Institutionen bzw. Arbeitsumgebungen und entwickeln sich im menschlichen Handeln. Sie stehen nicht einzeln, sondern sind vernetzt und überlagern und ergänzen einander zu sogenannten *Orientierungsmustern*[3].

In der Sozialgeschichte der Informatik interessieren die Orientierungen von Menschen, die an der Entwicklung der Informatik beteiligt waren. Es gilt, sich einem Verständnis der Motive der wissenschaftlichen und technischen Entscheidungen der Menschen anzunähern. Der gewählte Ansatz betont die *Gruppe* als Zentrum sozialer Entwicklung. In kleinen Gruppierungen — im Familien- oder Freundeskreis und Arbeitsgruppen — formen sich jene Prozesse, die später als individuelle oder globale Veränderungen wahrgenommen werden. Diese Gruppen bestehen auf der Basis von Gemeinsamkeiten und werden als relativ stabile Einheit verstanden, welche die schwankenden Beiträge der einzelnen TeilnehmerInnen normalerweise ausgleicht. Soziale Gruppierungen können in der Betrachtung nicht von ihrer Umwelt getrennt werden; ihre Orientierungsmuster stehen in Wechselwirkung mit denen ihrer Mitglieder, wo Menschen handeln und Entscheidungen treffen. So verbinden Orientierungen geistige und soziale Entwicklung.[4]

> „Entscheidend, im wahrsten Sinn des Wortes, sind die Orientierungen auf allen menschlichen Ebenen, die in Gruppenprozessen wirksam werden und deren Spuren wir direkt in Verlautbarungen und indirekt in Entscheidungen finden. In diesem Sinn ist Technik- und Wissenschaftsgeschichte immer Kulturgeschichte; sie ist Teil der Entwicklung menschlicher Gruppierungen.“
>
> (Siefkes, 1998, S. 101)

Menschliche Entscheidungen folgen Orientierungen und stehen so immer im sozialen Zusammenhang. So wie durch diese Zusammenhänge gesellschaftliche Entwicklungen verschie-

[1] Siehe Kapitel 2.5
[2] Siehe Kapitel 2.3.1
[3] Vergleiche (Siefkes, 1998, S. 93f)
[4] Vergleiche (Siefkes, 1998, S. 91ff)

dener Bereiche mit einander verschränkt sind, ist auch die Geschichte nur als Verflechtung von verschiedenen Teilgeschichten zu verstehen bzw. werden Teilgeschichten nur im Bezug zu einer allgemeinen Geschichte verständlich.[1]

Als *Orientierungsmuster* werden handlungsleitende Motive verstanden, die nicht nur willkürlichem sondern auch routinisiertem Handeln zugrundeliegen. Sie werden aus zwei verschiedenen Klassen von Motiven zusammengesetzt gedacht; den Orientierungsschemata einerseits — damit ist das Ausrichten der Handlung an einem zukünftigen Ereignis gemeint — und den Orientierungsrahmen — ein Kontextwissen bezogen auf den eine bestimmte Gruppe verbindenden Erfahrungszusammenhang — andererseits.[2]

In den Interaktionen des Alltagslebens sind diese beiden Dimensionen von Beziehungen oder Orientierungen miteinbezogen und derart in einander verflochten, dass sie nur noch durch analytisches Vorgehen zu trennen sind. Einzig durch die Verfügung über das gemeinsame Kontextwissen und die gegenseitige Unterstellung einer Übereinstimmung der Schemata der Interaktionspartner wird zwischenmenschliche Verständigung überhaupt möglich.[3]

Die Analyse der gemeinsamen Orientierung einer Generation ist für das gegenständliche Projekt der *Sozialgeschichte der Informatik* von Bedeutung. Diese Orientierungen bringen einen bestimmten Umgang mit den vorgegebenen institutionalisierten Rahmenbedingungen und technischen Programmen der InformatikerInnenausbildung mit sich. Das, was man in Kuhns Sinne als *Paradigma* bezeichnet, „ist eng mit dem generationsspezifischen Habitus der in Forschung und Lehre jeweils dominanten *Generation* von Wissenschaftler(inne)n verbunden.“[4]

### Hybridobjekte und Hybridisierung

Bei der historischen Untersuchung der Informatik zeichnete sich ein Orientierungsmuster in besonderer Weise als typisch aus. Unter *Hybridisierung* versteht man ein Orientierungsmuster, das derart allgemeiner Natur ist, dass es die Informatik als Praxis und Wissenschaft zu charakterisieren scheint[5]. InformatikerInnen verstehen in den von ihnen erstellten Beschreibungen von Systemen — im Besonderen in ihren Computerprogrammen — einerseits Vorgänge, die sie auf einem Computer implementieren wollen, und andererseits die Operationen, die der Rechner

[1] Vergleiche (Siefkes, 1998, S. 101f)

[2] Diese Differenzierung stammt ursprünglich vom österreichischen Soziologen Alfred Schütz. Vergleiche (Bohnsack, 1998, S. 106)

[3] Vergleiche Bohnsack (1998) und (Bohnsack, 2007, S. 59ff)

[4] (Bohnsack, 1998, S. 119)

[5] Vergleiche (Siefkes, 2006, S. 11f)

dann ausführen wird. Die Bereiche der menschlichen Tätigkeit einerseits und der Operationen des zu entwickelnden Systems andererseits sind *gleichzeitig* in den Beschreibungen der InformatikerInnen enthalten — unabhängig davon, auf welchem Abstraktionsniveau gearbeitet wird und welche Werkzeuge verwendet werden. Diese zweifache Interpretation des Textes provoziert die stärkere Wahrnehmung der Gemeinsamkeiten und das Vernachlässigen der Unterschiede.

> „Auf diese Weise hybridisieren Informatiker Mensch und Computer, organisiertes Handeln und maschinelle Abläufe, mit Hilfe formaler Notationen und Modelle. Software wird im Handeln der Subjekte zum Hybridobjekt.“
>
> (Siefkes, 2006, S. 15)

Mit Hilfe dieses Konzeptes wird die Dichotomie geistig–materiell neu und anders aufgefasst. Hybridobjekte sind Notationen und in diesem Sinne immateriell–geistiger Natur, ihnen wird jedoch eine spezielle Art zu bewegen oder zu agieren zugesprochen, die implizit eine Materialität voraussetzt. Indem Zeichen und Beschreibungen als bewegend und materiell gedacht werden, werden sie aus ihrem passiven Status gehoben und als aktive Kräfte mit Auswirkungen auf die materielle Welt verstanden. Für Hybridobjekte verschwimmt aber auch eine andere Differenz — die zwischen Deskription und Konstruktion. Ein Hybridobjekt niederzuschreiben wird nicht nur als Deskription, sondern auch als Konstruktion verstanden — denn die aufgeschriebenen Zeichen fungieren zugleich als Beschreibungen und Gegenstände, die agieren und bewegen können. Das Konzept der Hybridobjekte hilft im Rahmen der *Sozialgeschichte der Informatik* retrospektiv zu verstehen, in welche Sinnzusammenhänge Theorien und Techniken eingebettet sind und entsprechend gestaltet wurden. Weiters wird es möglich, Diskussionen und Entwicklungen innerhalb der Informatik, die auf den ersten Blick neu wirken, als Fortführung einer älteren Tradition zu verstehen, zum Beispiel die Vorstellungen des Cyberspace. Auch hier wird — wie bei den klassischen Hybridobjekten — die Existenz eines Raumes und materieller Entitäten konstatiert, wo Raum im herkömmlichen Sinne nicht existiert[1].

> „Der Programmierer ist jedoch der Schöpfer von Universen, deren alleiniger Gesetzgeber er selbst ist. Das trifft natürlich für jeden Erfinder eines Spiels zu. Aber in Form von Computerprogrammen können Universen von möglicherweise unbegrenzter Komplexität geschaffen werden. Außerdem, und das ist der springende Punkt, *handeln* die so formulierten und entwickelten Systeme ihren eigenen Programmen gemäß.“
>
> (Weizenbaum, 1977, S. 160)

[1] Vergleiche (Siefkes u. a., 1998, S. 3f)

Joseph Weizenbaum[1] nimmt bereits in den 1970er Jahren die zentralen Eigenschaften der sogenannten Hybridobjekte vorweg: Einerseits haben sie mit der Zweiheit *materiell–ideell* zu tun, andererseits sind sie aktiv bzw. *bewegend*.

Diese Hybridobjekte und ihr Konstruktionsvorgang — die Hybridisierung — werden in der *Sozialgeschichte der Informatik* als Orientierungsmuster identifiziert und für das Handeln von InformatikerInnen als zentral angenommen. Zahlreiche Arbeiten[2] in der Tradition der *Theorie der Informatik* rekurrieren später auf dieses Konzept einer dualistischen Sichtweise auf den informatischen Gegenstandsbereich.

### Informatik als Hybridwissenschaft

Bei Entwicklung und Einsatz von Software werden Routinevorgänge in Organisationen durch maschinelle Abläufe ersetzt. Menschliche Aktivitäten einerseits und maschinelle Abläufe andererseits werden im Objekt Software *hybridisiert*. Die Substitution menschlicher Routine durch maschinelle Abläufe führt im sozialen Umfeld des Einsatzes von Informationstechnologie zu tiefgreifenden Veränderungen. Informatische Arbeit kann nur im Dialog mit Disziplinen stattfinden, die sich mit den sozialen Verhältnissen in Arbeitsgruppen und Organisationen auseinandersetzen.

Dirk Siefkes versteht unter der klassischen Informatiksicht den sogenannten *Dreischritt* aus *Formalisieren*, *Algorithmisieren* und *Maschinisieren*, der in klassischen Lehrbüchern[3] und Curricula zu finden ist. Diese Sicht greift zu kurz: Da Informationstechnologie in ihrer Entwicklung und ihrem Einsatz Arbeitsgruppen, Unternehmen und Institutionen durchzieht, in welchen sich die Prozesse von Routinisierung, Semiotisierung und Organisierung jeweils unterschiedlich gestalten, müssen InformatikerInnen mit einer umfassenderen Sichtweise an ihre Arbeit gehen. Siefkes schlägt vor, sich in puncto Organisationen an einem Konzept von *Kultur* zu orientieren, den Einsatz von Informationstechnologie als kulturelle Veränderung zu begreifen, und arbeitet im Anschluss Folgen für Teilbereiche der Informatik sowie seine *Theorie der Informatik* bzw. das Selbstverständnis der InformatikerInnen heraus.

[1] Joseph Weizenbaum; deutsch-US-amerikanischer Informatiker und Gesellschaftskritiker, geboren 1923

[2] Zum Beispiel Nake u. a. (2001), Nake u. a. (2002), Nake u. a. (2004); teilweise wurden in diesen Tagungen einzelne Arbeitsgruppen zum Thema „Informatik als Hybridwissenschaft“ eingerichtet.

[3] An dieser Stelle kann ich als Beispiel das während meines Studiums an der TU Wien verwendete Software-Engineering Lehrbuch anführen. Darin werden einander verschiedene deskriptive Prozessmodelle gegenübergestellt und grundsätzlich wird dem Phasenmodell Analyse–Entwurf–Implementierung–Test–Inbetriebnahme gefolgt. Siehe Zuser u. a. (2001)

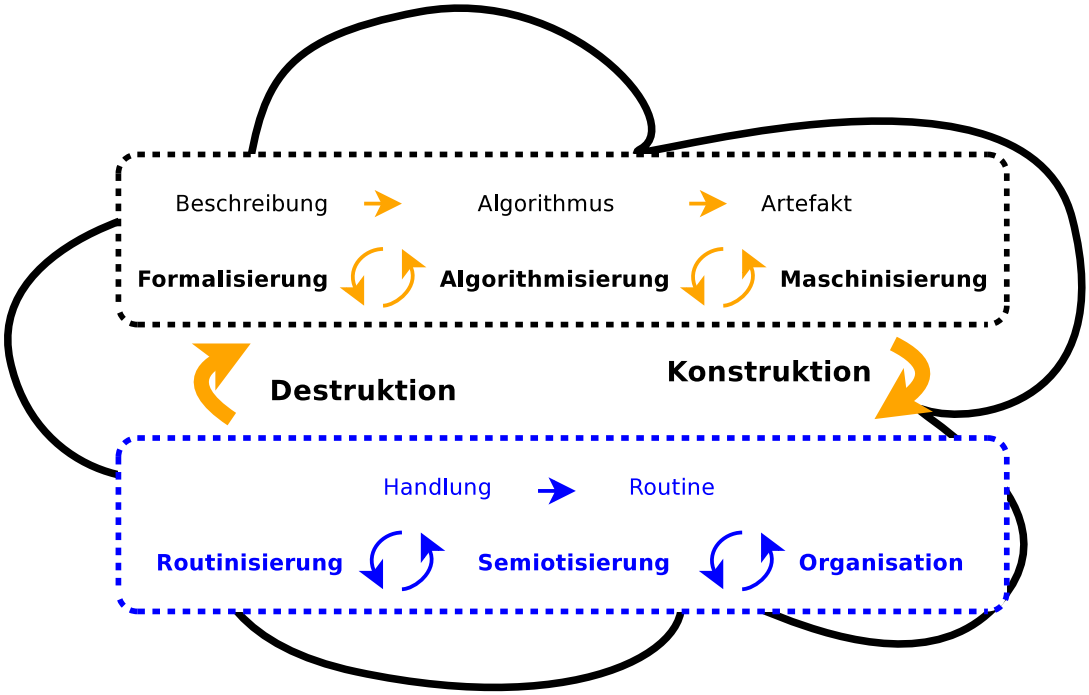


Abbildung 3.2: Gegenstand der Informatik nach Dirk Siefkes

Ich werde zunächst eine Begriffsklärung vornehmen und damit Siefkes Vorstellung der Informatik als eine Wissenschaft, die ihre Gegenstände — Formalismen, Algorithmen, Maschinen — als „eingebettet im lebendigen Zusammenhang“ versteht, erläutern. Mit Abbildung 3.2 habe ich eine Veranschaulichung von Dirk Siefkes Auffassung des Gegenstands der Informatik — der Einbettung des informatischen Arbeitens in einen gedachten kulturellen Zusammenhang — versucht.[1]

**Routinisierung** Handlungen laufen zum Teil in Routinen ab und lassen durch ihre Wiederholung neue Routinen entstehen — nur dadurch werden diese Handlungen wahrnehmbar, thematisierbar und können potentiell maschinisiert werden. Routinen werden an die Umgebung, in der sie praktiziert werden, angepasst und charakterisieren als *Habitus* Gruppen von Menschen, da sie zwischen Individuen und Umgebung vermitteln.

**Semiotisierung** Menschliche Kommunikation und Reflexion sind Prozesse, welche auf die Bildung und den Gebrauch von Zeichen angewiesen sind. Um kognitiv mit den Dingen und Handlungen umgehen zu können, müssen wir diese *semiotisieren*, also als Zeichen abbilden. Wir semiotisieren unsere Umwelt — das heißt wir versehen sie mit Zeichen —, um

[1] In den folgenden Erklärungen beziehe ich mich auf die verwendete Terminologie von Siefkes (2003), Siefkes (2004) und die Interpretation von Rolf (2004).

sie anderen mitzuteilen.

**Organisation** Wir belegen unser Leben und unsere Umwelt mit Regeln, um uns mit anderen abstimmen zu können. Als *Organisation* ist eine explizit und damit verbindlich gemachte Form der Interaktion zu verstehen. Da Regeln erst in der jeweiligen Situation durch Menschen interpretiert werden müssen, kann Organisation ihr Verhalten nicht eindeutig festlegen.

**Formalisierung** Bei der Formalisierung werden menschliche Handlungen als abstrakte Operationen beschrieben. Während die *Handlung* als kontextgebunden und einmalig verstanden wird, beschreibt eine *Operation* routinisiertes Handeln, d.h. in gewissem Sinne bereits eine Verallgemeinerung des einmaligen Handelns. Für den Beschreibungsvorgang ist ein Beobachter notwendig, der die Operation vom handelnden Individuum ablöst und damit auf eine überindividuelle Ebene stellt. Im Zuge dieses Beschreibungsprozesses fließt offensichtlich auch der subjektive Standpunkt des Beobachters, seine Intentionen und Vorannahmen, in die Beschreibung mit ein. Formalisiertes hat den Anspruch, allgemeingültig zu sein — unabhängig von Interpretationen, Voraussetzungen und Ansichten —, trägt jedoch die Handschrift seiner AutorInnen. Das Herausbilden von Operationen aus der Handlungsebene ist der erste Schritt weg von der menschlichen Handlung hin zum technischen Artefakt, welches diese Handlung ersetzen soll.

**Algorithmisierung** Ein Algorithmus ist eine eindeutige und präzise Vorschrift, die in endlich vielen diskreten Schritten die Ausführung einer bestimmten Operation beschreibt. Die Algorithmisierung schließt an die Formalisierung an und erzeugt berechenbare Verfahren, die potentiell von Computern ausgeführt werden können. Unabhängig von der Situation — und den an der Ausführung Beteiligten — soll ein Algorithmus immer eindeutige Ergebnisse liefern. Die konkrete *Situation* der Handlung wird zur *Funktion*.

**Maschinisierung** Die vorhandenen Algorithmen werden derart verändert, dass sie von realen Computern ausführbar sind. Es geht um das „zum Laufen Bringen“ der konzipierten algorithmischen Systeme.

**Dekonstruktion** Diese Phase vor der Einführung eines informationstechnologischen Systems wird oft — nach Siefkes „verharmlosend“ — als *Dekontextualisierung* bezeichnet.[1] Dabei wird eine Handlung aus dem jeweils individuellen Kontext — einer Arbeitsumgebung — herausgelöst, formalisiert, algorithmisiert und dem Computer übergeben. Die ursprünglich in ihre Umgebung eingebundene Handlung ist nun kontextfrei, frei von Sinn und menschenleer, die soziale Situation ist zerstört.

[1] Werner Sesink behauptet, Technik sei *Destruktion*. Diese Destruktion löst bei den Beteiligten Ängste aus und ist die Vorbedingung für die Konstruktion. Für Neues muss erst Raum geschaffen werden, müssen Verkrustungen aufgebrochen werden. Vergleiche (Sesink, 2004, S. )

**Rekonstruktion** *Rekontextualisierung* ist der euphemistische Ausdruck für die an die Systementwicklung anschließende Phase, die Rekonstruktion. Die Menschen müssen das Resultat in ihre Handlungen einbinden, der Zusammenhang muss für sie wieder Sinn ergeben. Oft müssen die BenutzerInnen ihr Verhalten am formalen Modell ausrichten und nicht umgekehrt; sie müssen ihre routinisierten Handlungen überdenken und neu strukturieren. Die soziale Struktur wird neu errichtet — es handelt sich um einen Heilungsprozess.

Der klassische Dreischritt — Formalisierung, Algorithmisierung, Maschinisierung — ist keine hinreichende Beschreibung der Entwicklung von Informationstechnologie. Es ist notwendig zu verstehen, in welchem kulturellen Umfeld eine solche Entwicklung durchgeführt wird. Formalisierung setzt ja bereits das Vorhandensein von Routinisierung, Semiotisierung und Organisierung voraus. Formalisierung, Algorithmisierung und Maschinisierung können nur als mit diesen kulturellen Prozessen verbunden angesehen werden, da sie erstens auf diesen fußen und zweitens wieder auf diese rückwirken. Erst durch den gegenseitigen Bezug und den Bezug zur ihrem „kulturellen Boden“ werden die einzelnen Schritte des Dreisprungs sinnvoll. InformatikerInnen sollen die „kulturellen Böden“ aktiv wahrnehmen und darüber reflektieren, in welcher Weise sie mit ihrer Arbeit darauf Einfluss nehmen. Siefkes weist auf die Problematik des Computereinsatzes hin und vergleicht die Einführung eines Computersystems mit einer chirurgischen Operation, bei welcher ein Körperteil entfernt und durch eine mechanische Einheit ersetzt wird[1]: Alle, die mit dem neuen Teil in Berührung kommen, müssen neue Verhaltensweisen aufbauen — dies geschieht langsam und ist oft mit Schmerzen verbunden, manchmal wird der neue Teil auch abgestoßen.

## 3.7 Software als Realitätskonstruktion

### 3.7.1 Softwareentwicklung als Designprozess

Die folgende Vorstellung von Christiane Floyds Ansatz *Software Development as Reality Construction* folgt in groben Zügen den Beiträgen (Floyd, 1992a), (Floyd, 1992b) und (von Foerster u. Floyd, 1992) in (Floyd u. a., 1992), also ihren und von Foersters Beiträgen zur gleichnamigen Konferenz, die 1988 u.a. von der *Technischen Universität Berlin* organisiert wurde. Das Leitmotiv für diese Konferenz formulierte Christiane Floyd folgendermaßen:

[1] Siehe (Siefkes, 2004, S. 73)

> „We focus on *software*, since we consider it to be pivotal in the intertwining of computer technology and the human world. Through software we tailor computers to meet specific purposes, through software we model mental processes to be simulated on the computer, through software we establish the conditions and constraints for people working with computer based systems. Software is a product with unique attributes, and its development calls for new ways of working together that we do not yet fully understand.“
>
> (Floyd, 1992a, S. 15)

Softwareentwicklung wird hier in einem sehr weiten Sinn verstanden — ohne Einschränkung auf eine bestimme Art von Setting in der Entwicklung oder Klasse von Software. Entwicklung und Einsatz von Programmen werden als eng mit einander in Beziehung stehend angesehen: Ein Bereich kann nicht angemessen behandelt werden, ohne den anderen miteinzubeziehen.

Ausgehend von einem auf praktischer Erfahrung basierten kritischen Hinterfragen der etablierten Methoden der Softwareentwicklung — der sogenannten *Produktionsperspektive* der Softwareentwicklung — und der dieser zugrundeliegenden rationalistischen Tradition entwickelt Christiane Floyd ihre Auffassung von Softwareentwicklung als erkenntnisstiftenden Prozess[1] bzw. Design — ein sich selbst organisierender kreativer Prozess, welcher das Problemverstehen, die Ausarbeitung einer Problemlösung und deren Interpretation miteinbezieht. Sie vertritt dabei eine radikal-konstruktivistische Position[2]. Im Bestreben, eine erkenntnistheoretische Basis für die Softwareentwicklung, eine Verständnisgrundlage für die damit verbundenen sozialen Wahrnehmungs- und Erkenntnisprozesse zu finden, sucht Christiane Floyd den Dialog mit Heinz von Foerster, einem der Begründer des *radikalen Konstruktivismus*. Floyd spricht von konstruktivistischem *Diskurs* anstelle der radikal-konstruktivistischen *Position*, um die Vielseitigkeit und die anhaltende Diskussion der verschiedenen konstruktivistischen Positionen aufzuzeigen, denen jedoch gemeinsam ist, dass sie eine vom Individuum losgelöste Realität grundsätzlich leugnen und in Hinblick auf epistemologische Fragen das Konzept des Beobachters als zentral erachten. Die Frage nach einer objektiven Realität wird grundsätzlich als irrelevant abgelehnt. Christiane Floyd weist in ihrer Einleitung auf das weite Feld möglicher Anwendungen der konstruktivistischen Position auf unterschiedliche Aspekte der Informatik hin. Eine konstruktivistische Perspektive wird eingenommen für[3]

- den *Prozess der Softwareentwicklung*, verstanden als *Design* im konstruktivistischen Sinn,

[1] Im Original „insight-building process“, siehe (Floyd, 1992b, S. 90)
[2] Siehe auch den Exkurs in die erkenntnistheoretische Position des radikalen Konstruktivismus, Kapitel 2.2
[3] Vergleiche (Floyd, 1992a, S. 17f)

- das technische Ergebnis der Softwareentwicklung, die *Ausführung von Programmen*, verstanden als konstruierte Realität,
- das sozial wirksame Ergebnis der Softwareentwicklung, die *menschliche Seite des Computereinsatzes* in einem bestimmten Kontext,
- das *Entstehen wissenschaftlicher Erkenntnis* in der Informatik und anderen Disziplinen, die sich mit Designfragen auseinandersetzen,
- verschiedene *erkenntnistheoretische Ansätze*, die Einblick in das Verstehen von Softwareentwicklung und -einsatz ermöglichen und
- *soziale Realität* im Allgemeinen, geformt und transformiert zunehmend durch Entwicklung und Verwendung von Computersystemen.

Floyd stellt eine deutliche Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis der Softwareentwicklung im industriellen wie im akademischen Bereich fest. Im Besonderen bezieht sie sich auf ein Fehlen des Qualitätsaspektes in der Entwicklung, sowie eines Systemdesigns, das den menschlichen Faktor im Allgemeinen miteinbezieht. Sie sieht nur wenig Bewegung in Richtung einer Entwicklung alternativer Konzepte in der Denktradition von Softwareentwicklung. Um diese jedoch mit neuen sinnvollen Methoden zu versehen, fordert sie ein breiteres Verständnis des Phänomens. Ihr Zweifel an den grundlegenden und in der rationalen Tradition begründeten Annahmen der Disziplin bezieht sich auf die Auffassung von Softwareentwicklung als Produktion auf Basis starrer Anforderungen, die Trennung von Produktion, Einsatz und Wartung, die Einleitung der Produktion in lineare Phasen, das Ignorieren des Kontexts durch die eingesetzten Methoden und die einseitige Betonung der Formalisierung auf Kosten von Kommunikation und Entwicklungsprozessen.

Die in Industrie und Wirtschaft vorherrschende *Produktionsperspektive* der Softwareentwicklung[1] entspricht der rationalistischen Tradition und gilt innerhalb dieser Tradition als selbstverständlich. Um diese Perspektive — ihr Potential einerseits und ihre Schwachstellen andererseits — zu verstehen, muss nach den stillen Voraussetzungen gefragt werden. Indem Christiane Floyd sich auf Winograd und Flores[2] bezieht, versteht sie folgende als die grundlegenden Prämissen der Produktionsperspektive der Softwareentwicklung[3]:

- Es existiert eine Realität, auf die wir stoßen, wenn wir Softwareentwicklung betreiben.

[1] Im Original: „production view of software development“
[2] Winograd u. Flores (1986)
[3] Vergleiche (Floyd, 1992b, S. 89f)

Konkrete Anforderungen für die Entwicklung werden durch Analyse der erkennbaren Fakten dieser Realität gewonnen.

- Die zentrale Aufgabe der Softwareentwicklerin / des Softwareentwicklers ist, ausgehend von der Problemdefinition — welche in dieser Realität verwurzelt ist — eine korrekte Lösung in Form eines Computersystems zu finden.
- Softwareproduktion basiert auf Modellen, d.h. Repräsentationen der Realität, welche diese korrekt abzubilden haben.
- Der Gesamtprozess wird als von individuellen Einflüssen entkoppelt verstanden; für ein und dieselbe Problemstellung haben EntwicklerInnen zum gleichen Ergebnis zu kommen.
- Kommunikation soll von definierten Schnittstellen gesteuert und eingeschränkt werden, die Arbeitsteilung kann flexibel erfolgen. Je nach den zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten können beliebige Teile des Herstellungsprozesses automatisiert werden.
- Der Entwickler / die Entwicklerin ist ausschließlich für das Herstellen des Produktes in Übereinstimmung mit den Spezifikationen verantwortlich. Darüber hinausgehende ethische Erwägungen sind als gänzlich unabhängig von den technischen Aspekten zu sehen.

Die Produktionsperspektive der Softwareentwicklung bringt mit ihren bisherigen Leistungen auch den entscheidenden Nachteil mit sich, dass sie keinen Erklärungsansatz ermöglicht bzw. keine deskriptive Annäherung an den Problembereich *Softwareentwicklung* bieten kann. Sie suggeriert uns, dass es möglich bzw. der einzige gangbare Weg ist, ausgehend von fixierten Anforderungen ein Computersystem erfolgreich zu entwickeln, und lässt auf diese Weise eine Interpretation von Softwareentwicklung als Designprozess nicht zu.

Unter *Design* ist ein spezieller erkenntnisstiftender Prozess zu verstehen, der darauf ausgerichtet ist, in einem bestimmten Bereich brauchbare und erwünschte Ergebnisse zu erzeugen.[1] Design wird hier in einem betont weiten Sinn gesehen: als *Prozess* — der bereits die Eigenschaften seines Ergebnisses beinhaltet, da er diese ja selbst hervorbringt — miteinbezieht er die externen Eigenschaften und die Funktionalität des Artefakts sowie dessen Einbettung in den menschlichen Handlungskontext.

Programme sind durch besondere Eigenschaften bezüglich ihrer Rolle als Produkt und ihrer Einbindung in menschliche Bedeutungskontexte gekennzeichnete Artefakte, deren Konstrukti-

[1] Im Original: „By design, we mean a specific type of insight-building process that is geared to producing feasible and desirable results within a particular domain.“ (Floyd, 1992b, S. 93)

onsprozess ihrer komplexen und exakten Natur gerecht werden muss. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Programme der sensorischen Wahrnehmung nicht direkt zugänglich sind und deshalb erst im Einsatz evaluiert werden können. Dort schaffen sie für Menschen einen Handlungsraum, der durch ihre technischen Eigenschaften geprägt ist.

Design hat somit diese verschiedenen Welten zu verbinden: Die soziale Welt der Anwendung — Ausgangpunkt und Einsatzkontext der Softwareentwicklung —, die technische Welt der Implementation — bestehende Software und Entwicklungstools — und die formale Welt von Methoden und Konzepten. Von der Designperspektive aus verstehen wir im Gegensatz zum Phasenmodell des Produktionsansatzes Entwicklung nicht als zeitliche Abfolge eines fest vorgegebenen Weges durch diese Welten — von starren Anforderungen ausgehend wird mithilfe definierter Methoden ein System implementiert —, sondern es lösen sich diese Phasen in eine vernetzte Gleichzeitigkeit auf und sehen diese drei Domänen als grundsätzlich durch den Designprozess *konstruiert* an. Dies hat gedanklich zur Folge, dass wir weder Anforderungen analysieren — wir *konstruieren* sie und versehen sie so mit unseren subjektiven —, noch *festgelegte* Methoden anwenden — wir *konstruieren* sie nach den jeweiligen Erfordernissen. Eine starre und zeitlich-inhaltlich getaktete Verfahrensweise, wie sie die Produktionsichtweise impliziert, würde keinen Raum für Designentscheidungen lassen.

Die Entwicklerin bzw. der Entwickler trifft Entscheidungen in einer offenen Situation, während sie/er vorwegnimmt, in welcher Weise das Computersystem als Artefakt im Anwendungskontext eingesetzt werden wird. Solche Entscheidungen konstituieren den Softwareentwicklungsprozess, erzeugen das Produkt sowie die Möglichkeiten für dessen Verwendung und sind deshalb immer an Verantwortung gebunden. Design besteht aus einem Netz dieser Designentscheidungen, die zusammengenommen *eine* mögliche Problemlösung ergeben, und gründet sich auf veränderlichen *Interessen*. Design steht nicht von Anfang an auf einem starren Fundament, sondern es schafft sein Fundament und seine Ziele selbst. Damit dies geschehen kann und Designentscheidungen gelingen können, muss ein gewisser Freiraum vorhanden sein. Nicht alle Entscheidungen werden werden notwendigerweise bewusst getroffen, oft wird erst in einer Evaluation offensichtlich, welche Entscheidungen zu treffen sind und welche Konsequenzen diese mit sich bringen. Sie ergeben sich nicht automatisch aus der Problemstellung oder den Anforderungen, sondern entstehen mit der Entwicklung des Problemverstehens im individuellen Designprozess und müssen überprüft und gegebenenfalls revidiert werden können. Dies bedeutet, dass im Gesamtprozess ein Zwischenergebnis wiederum zum Ausgangspunkt für Designschritte wird — Das bedeutet *Geschlossenheit* im konstruktivistischen Sinne: Es handelt sich um einen Kreisprozess, um eine Rekursion bzw. in gewissem Sinne um eine Selbstre-

ferenz. [1] In der Softwareentwicklung bedeutet dies praktisch gesehen, dass von den beteiligten Personen die Bereitschaft gefordert ist, Fehler zuzugeben, aus diesen zu lernen, Kritik zu akzeptieren, irreführende Ziele aufzugeben und sich ändernde Interessen zu erkennen. Design kann nur dann erfolgreich sein, wenn es als Netz von Entscheidungen über diese Revisionsvorgänge stabil bleibt.

Softwareentwicklung ist grundsätzlich als *kooperatives Arbeiten* zu verstehen. Christiane Floyd charakterisiert die Kooperation unter EntwicklerInnen einerseits und mit BenutzerInnen andererseits als Dialogorientierung in der Designarbeit[2]. Beim dialogorientierten Design wird Offenheit gegenüber den Perspektiven der anderen gefordert. Vorhandene Methoden erkennen die Perspektivität des Entwicklers bzw. der Entwicklerin nicht im geforderten Maß an. Das Anerkennen anderer ist vom Prinzip her eine *Entscheidung* und lässt uns mit ihnen in einen Dialog treten. Dann erfolgt die Geschlossenheit durch das Gegenüber — Ich sehe mich selbst durch die Augen des anderen. Diese Relation zwischen *Du* und *Ich* nennt von Foerster *Identität* und drückt sie mit „Wirklichkeit = Gemeinschaft“ aus. Floyd verweist auch auf von Foersters *ethischen Imperativ*, welcher daraus folgt: „Handle stets so, dass die Anzahl der Möglichkeiten wächst“. Auf diese Weise konstruieren wir aus unserer „Wirk-lichkeit“ in Zusammenwirkung unsere Wirklichkeit. [3] Ein dialogorientierter Designprozess muss nicht nur die vorhandene Perspektivität anerkennen, sondern auch die einzelnen Beitrage als vorläufige Lösungen verstehen und Konflikte adressieren anstatt diese als unerwünschte Störungen zu ignorieren. Vertrauen ist notwendig für eine solche Zusammenarbeit und kann nur aufgebaut werden, wenn die Interessen jedes Einzelnen in die inhaltlichen sowie organisatorischen Entscheidungen einfließen können.

### 3.7.2 Das Konzept der autooperationalen Form

*Operationale (Re)konstruktion* ist ein Erklärungsansatz, welcher sich in gebündelter Form bei Christiane Floyd wiederfindet[4] und seit gut einem Jahrzehnt von ihr gelehrt und allgemein diskutiert wird. Ein wichtiger Aspekt ihres Modells ist die betonte Miteinbeziehung des Kontexts — in dem situierte Handlungen durch Menschen und Computerartefakte vollzogen werden — als Milieu, wo Menschen aufgrund ihrer Erfahrung handeln, Handlungen interpretieren und

[1] Für einen Exkurs über den radikalen Konstruktivismus siehe Kapitel 2.2

[2] Im Original: „Dialogical orientation in design“

[3] Vergleiche auch (von Foerster, 1993, S. 49)

[4] Erstmals wurde der Ansatz in Floyd (1997) publiziert, im Anschluss folgten mehrere Bücher und Skripten. Für die vorliegende Betrachtung habe ich ergänzend Videomitschnitt und Präsentationsunterlagen des Vortrags an der TU Wien Floyd (2004) herangezogen. Ihr Beschreibungsstil scheint sich in diesen Jahren gewandelt zu haben; die formalen Definitionen von Floyd (1997) weichen einer plastischeren und weiter gefassten Sprache.

Verantwortung tragen. Es geht nicht um die formalen Eigenschaften von Programmen, sondern primär um deren *Wirkungsdimension*.

Als *Computerartefakte* bezeichnet Floyd die durch die Wissenschaft Informatik „hervorgebrachten Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik.“[1] Ein genuines Problem von Computerartefakten ist, dass durch sie im Einsatz quasi-eigenständig agierende Einheiten geschaffen werden, die selbst nicht verantworten können. So entstehen Bereiche, in denen vorgefasste Pläne *autooperational* wirksam werden und dadurch die Möglichkeit zu verantwortetem Handeln unter Umständen entfällt oder der Handlungs- und Entscheidungsspielraum verändert wird.

Mit der Betrachtung des Kontextproblems im Zusammenhang mit der technischen Welterzeugung durch Computerartefakte — also eingesetzte autooperationale Formen — reflektiert Floyd auch über Gegenstand und Methode der Informatik und kommt zu einem Verständnis der Disziplin, welches sie selbst als *pragmatisch* bezeichnet:

> „Informatik betreiben heißt, operationale Form explizieren und als autooperationale Form verfügbar machen.“
>
> (Floyd, 1997, S. 2)

Operationale Form findet sich beispielsweise als Routine, Verfahren oder Arbeitstradition. Für die Informatik gilt es, eine Beschreibung für eine solche Form zu finden und diese zu explizieren bzw. zu (re)konstruieren. Wenn Christiane Floyd die operationale (Re)konstruktion als zentrale Methode der Informatik ins Auge fasst, werden Operation, operationale und autooperationale Form zu Schlüsselbegriffen. Im Folgenden beschreibe ich zusammenfassend ihr Modell und nehme eine begriffliche Klärung vor. Mit Abbildung 3.3 versuche ich eine Veranschaulichung der Operationalen (Re)konstruktion und ihrer Zusammenhänge.

Unter *Operation* wird eine einmalige und situierte Handlung — ein beliebiger Vorgang — verstanden, wobei Einmaligkeit und Situiertheit auf die Einbettung einer Operation in einen bestimmten *Kontext* verweisen, in welchem die jeweilige Handlung stattfindet. Operationen sind also in einem komplexen Wirkungsgefüge mit kausalen, logischen und zeitlichen Abhängigkeiten und anderen Bedingungen verbunden und operieren auf Gegenständen abstrakter oder materieller Natur. Durch die Explizierung ihrer Voraussetzungen und Randbedingungen werden Operationen übertragbar. Eine angemessene Beschreibung ermöglicht so ihre Planung, Wiederholung und Lehre. Operationen stehen in Bezug zu einer vollziehenden Instanz, zu einer Person

[1] (Floyd, 1997, S. 1)

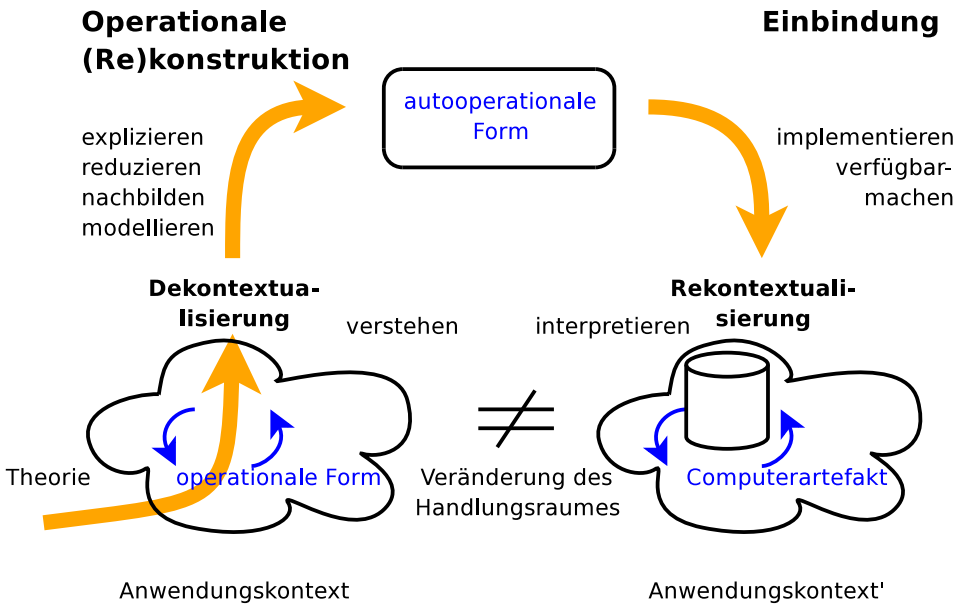


Abbildung 3.3: Operationale (Re)konstruktion nach Christiane Floyd

oder einem technischen Gerät. Führen Menschen Operationen durch, interpretieren sie diese in der jeweiligen Situation und nehmen in ihrem Vollzug Verantwortung wahr. Mit der konkreten Vorgangsweise sind erworbene Handlungsmuster verbunden, deren Anwendung nicht notwendigerweise bewusst erfolgt, sondern in der Regel internalisiert ist. Bei der Ausführung durch Maschinen — also technische Instanzen — erfolgt die Ausführung interpretationsfrei. Durch eine Mechanisierung kann das Handeln nicht ersetzt werden, jedoch können Operationen durch technische Instanzen automatisiert werden. Dies kann dazu führen, dass das Handeln — als ein Menschen involvierendes Handeln — verändert wird oder gänzlich entfällt. Eine Operation besitzt nach Floyd zwei Konstituenten: Beschreibung und Ausführung. Eine exakte eineindeutige Beschreibung ist offensichtlich die condition sine qua non für eine Maschinisierung. Die Fähigkeit, Operationen zu beschreiben, ist eine wesentliche Kulturleistung des Menschen und geht bis weit in die Antike zurück. [1]

*Operationale Form* beschreibt mögliche Arten des Vollzugs in einem interessierenden Bereich — ein Wirkungsgefüge von Operationen — und baut auf dem Konzept von *Operation* auf. Operationale Form bezieht sich auf unterschiedliche Grade der Formalisierung bzw. Explikation, da sie Routine — Erfahrung aus der Praxis —, Tradition — d.h. eine gemeinsame Praxis, die entwickelt und weitergegeben wird — und Verfahren — also benannte und beschriebene Operationen, die explizit behandelt werden können — miteinschließt und so das geschichtlich

[1] Oftmals wird in diesem Zusammenhang auf *Namensgeber* Al-Chwarizmi verwiesen — Als die älteste bekannte Rechenvorschrift gilt jedoch der Euklidische Algorithmus (Christiane Floyd), der in seinen Grundzügen bereits vor Euklid bekannt war.

Gewachsene aufgreifen kann. Begrifflich verbindet sie Form mit Kontext; ihre Beschreibung nimmt *noch* auf die Umgebung Bezug. Während mathematische Modelle rein formalen Charakter haben, sind informatische Modelle zwar formal, müssen aber immer einen Wirklichkeitsbezug herstellen, da sie eine Wirkung in der Welt hervorrufen. Die Beschreibung selbst versteht Christiane Floyd als konstruierenden Beobachtungsprozess. Diese Beobachtung findet nicht willkürlich statt, sondern geschieht meist durch ein Kollektiv bzw. eine Organisation, die ebenso geschichtlich gewachsen ist.

In der *operationalen (Re)konstruktion* [1] geht es darum, ein vollständig dekontextualisiertes Modell des Gegenstandsbereiches zu erzeugen. Sie ist *die* Methode der Modellierung in der Informatik und wird in beliebigen Gegenstandsbereichen eingesetzt; auf realer wie auf formaler Ebene und in Bezug auf menschliche Erfahrung. Davon miteinbegriffen sind die betreffenden formalen Gegenstände und deren Merkmale, die auf sie definierten Operationen und Regeln für die Verarbeitung. Diese werden somit *informatisiert*, die mit ihnen verbundenen Wertebereiche und Zustände *diskretisiert*. Das Inbezugsetzen zu einem Informatiksystem — die Zusammenfassung dieser Einzelaspekte — wird als *Systemisieren* bezeichnet.

Die operationale (Re)konstruktion stellt einen auf der operationalen Form aufbauenden Abstraktionsschritt dar. Operationale Form wird durch Dekontextualisierung und technische Implementation nachgebildet bzw. modelliert. Klarerweise handelt es sich um einen reduzierenden nachbildenden Vorgang mit dem Ziel, den Computer als technische Instanz zur Ausführung einzusetzen. Die verschiedenen Programmierparadigmata der Informatik unterstützen jeweils unterschiedliche Aspekte operationaler (Re)konstruktion mit ihren zentralen Modellierungsmöglichkeiten: Objektorientierung fokussiert auf die materiellen oder abstrakten Gegenstände, funktionale Programmierung auf die sich auf die Gegenstände definierten Operationen und logikorientierte Sprache auf die damit verbundenen Regeln. Während die operationale Form noch von Menschen getragen und interpretiert wird, einzigartig und situiert ist, versteht man das Modell als Ergebnis der operationalen (Re)konstruktion als vom ursprünglichen Kontext abgeschnitten. Ein *Algorithmus* gilt dann als eine *dekontextualisierte* operationale Form. Handlungen oder Vollzüge werden im Modell charakterisiert durch formale Operationen, Regeln — von denen in der Praxis Ausnahmen üblich sind — finden sich dort „hart“ formuliert wieder. Dieser Abstraktionsschritt bzw. dessen Auswirkung wird von den beteiligten Personen oftmals als schmerzhaft oder unnatürlich empfunden.

Das Ergebnis operationaler (Re)konstruktion ist die sogenannte *autooperationale Form*.

[1] Christiane Floyd spricht mit (Re)konstruktion gleichzeitig von Rekonstruktion und Konstruktion, um auf den Zusammenhang mit dem radikalen Konstruktivismus zu verweisen. Konstruktivisten sprechen grundsätzlich nur von der zentralen Kategorie der Konstruktion.

Dieser Begriff ist in Analogie zum Automobil entstanden — ein technisches Gerät, das sich selbst ohne Zugpferd, jedoch mithilfe eines Fahrers bzw. einer Fahrerin und Kraftstoff fortbewegen kann. Die autooperationale Form beruht auf einem abstrakten Modell, definiert so eine artifizielle, in sich geschlossene Welt und interagiert über eine artifizielle Merkwelt mit einer artifiziellen Umwelt. Jegliches Programm ist autooperational, bei seinem Einsatz als Computerartefakt wird es quasi-eigenständig in einem Kontext wirksam, wo es dann in situiertem Handeln interpretiert wird. So liefert das Modell — d.h. die autooperationale Form — Regeln und Rahmenbedingungen für das, was wir tun. Autooperationale Form wird im Einsatz über Computerartefakte ein Teil unserer Wirklichkeit und verändert den ursprünglichen Handlungs- und Entscheidungsspielraum. Der mit der (Re)konstruktion verbundenen Dekontextualisierung entspricht die Rekontextualisierung im Einsatz — in einem gewandelten Kontext. Da reale Situationen immer einzigartig sind und nicht in ihrer Vielseitigkeit beim Modellierungsprozess bzw. der operationalen (Re)konstruktion berücksichtigt werden können, bieten Computerartefakte für den konkreten Einzelfall oft nicht die gewünschte Funktionalität. Die angebotenen Leistungen müssen daher in der Situation selbst durch Menschen aufgabenangemessen interpretiert und beherrscht werden können.

Nicht nur die Oberfläche sondern ebenso die Wahl der Operationen — also der Funktionalität — sind Aspekte der Gestaltung von Computerartefakten. Diese Gestaltung folgt generellen Leitbildern (Werkzeug, Medium . . . ), welche die angebotenen Leistungen im Einsatz verständlich machen sollen. Christiane Floyd betont, dass Modellierung ein komplexer sozialer Prozess ist, in den verschiedene Ziele und Interessenskonflikte eingehen. Dies werde in der Praxis zwar deutlich, sei in der Wissenschaft jedoch nur wenig anerkannt. Floyd fordert ein besseres Verständnis der Wirkungsweisen von Computerartefakten im Einsatz, d.h. der *Wirkungsdimension* von Programmen. Die Tatsache, dass Technik in drastischer Weise unsere Wirklichkeit prägt, bedarf einer eigenen Reflexion.

Das, was den disziplinären Charakter der Informatik definiert, ist ihre massive Teilnahme an der technischen Welterzeugung. Sie schafft Verhältnisse, die andere Wissenschaften nicht in vergleichbarer Form thematisieren. Nach Christiane Floyd kann genau aus diesem Grund die Informatik nicht in das bestehende System der Wissenschaften eingeordnet werden. Sie versteht Informatik als die Wissenschaft der *autooperationalen Form*, deren Gegenstand die *Herstellung von Computerartefakten* ist. Die zentrale Methode der Informatik ist die *(Re)konstruktion beschreibbarer Vorgänge* aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen.

# Kapitel 4

# Fazit

> „Die Informatik ist [...] ein Kreuzweg, auf dem Ingenieur- sich mit Geistes- und Sozialwissenschaftlern und Mathematikern treffen, nicht nur um zur Mitternacht im Mondenschein zu tanzen, sondern auch um den Tag über gute Arbeit mit- und gegeneinander zu leisten.“
>
> (Siefkes, 1999, S. 7)

Wie ich versucht habe in Kapitel 1.3 zu zeigen, ist es sinnvoll, die verschiedenen Selbstverständnisdiskussionen, welche größtenteils aus Forderungen an die Informatik als Wissenschaft oder Selbstdarstellungen der Disziplin bestehen, als ein kulturelles Phänomen der Disziplin zu verstehen. Insoferne gibt es keine falschen Standpunkte oder überzogenen Forderungen per se, sondern Forschungsprogramme, Projekte und Positionspapiere von InformatikerInnen. Bei der Betrachtung des Verlaufes dieses Diskurses und seiner Manifestationen innerhalb der Informatik wird ein genereller Trend weg von einer rein formalen oder technischen Sichtweise des informatischen Arbeitens hin zu einer holistischen Perspektive, welche die Verwobenheit der technischen Belange mit der sozialen Welt miteinbezieht, Fragen nach Technikfolgen, Ethik und sozialer Verantwortung stellt sowie praktische Lösungen entwickelt, sichtbar. Die Auffassung von informatischem Handeln[1] hat sich offensichtlich gewandelt; von einer technischen Fertigkeit und einem konzeptuellen Wissen im Umgang mit einer neuen und durchaus radikalen Technologie im Dunstkreis von Mathematik und Nachrichtentechnik — dem Programmieren im weitesten Sinne — zu einer gestaltungswissenschaftlich orientierten technischen Disziplin, die ihre Vorgehensweisen und Methoden kritisch hinterfragt und den Menschen bewusst als Teil

[1] Unter *informatischem Handeln* verstehe ich das, was eine Wissenschaftlerin bzw. ein Wissenschaftler tut, wenn er oder sie Informatik wissenschaftlich betreibt.

ihrer Aufgabenwelt in methodologische und ethische Überlegungen miteinbezieht.[1]

Dieser Wandel gestaltet sich als komplexes Phänomen und ist nicht als ein homogener oder globaler Übergangsprozess zu sehen, da individuelle Aspekte oft von einzelnen WissenschaftlerInnen bzw. -gruppen vorangetrieben werden. Um die Orientierung zu erleichtern, fasse ich den Perspektivenwechsel in der Informatik bewusst vereinfachend in vier Kategorien zusammen, die einander auch teilweise überlappen können: Der angesprochene Wandel scheint sich heraus zu kristallisieren

- Erstens; in einem kritischen Hinterfragen der rationalistischen Tradition, in welcher sich Teile der Informatik — vor allem im Bereich der künstlichen Intelligenz — zu Beginn verankert sehen und in einer Hinwendung zum Menschen und seiner sozialen Realität, d.h. in einem bewussten Miteinbeziehen der BenutzerInnen, ihrer Arbeitspraxis und der Rolle des Systemdesigners / der Systemdesignerin der technischen Artefakte in den informatischen Entwicklungsprozess,
- Zweitens; in dem Übergang von einer vorwiegend quantitativ-formalistischen Weltsicht zu einem ebenso qualitativ orientierten und verstehenden Interesse am informatischen Gegenstandsbereich — d.i. Entwicklung und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im weitesten Sinn,
- Drittens; in einem Entstehen institutionalisierter Reflexion, d.h. in einer inhaltlichen Zuwendung zu kritischen und reflexiblen Inhalten in Forschung und Lehre, beispielsweise in den Bereichen Technikfolgenabschätzung und *Informatik und Gesellschaft*,
- Viertens; in einer steigenden Anzahl interdisziplinär besetzter Forschungsprojekte im Dunstkreis der Informatik, verbunden mit einer offenen und interessierten Haltung gegenüber den Methoden der Sozialwissenschaften.

Es handelt sich hier um einen vor allem anhand der Literatur beobachteten *Trend*, der selbst wieder einer genaueren empirischen Untersuchung bedarf. Dass ein solcher sich vollziehender Perspektivenwandel nicht als isoliertes Phänomen innerhalb der Informatik steht, sondern sich in eine Dynamik einzufügen scheint, die in vielen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen zu beobachten ist, legt sich nahe, wenn wir einige der Facetten des anfänglich von Ulrich Beck[2] geprägten Begriffs einer *Zweiten Moderne* kurz betrachten: Gegenüber der Mo-

[1] Vergleiche u.a. (Valk, 1997, S. 95), (Coy u. a., 1992, S. 1ff), Rolf (1992), (Nilsson, 2005, Kapitel 1) und vor allem Kapitel 3

[2] Ulrich Beck; deutscher Soziologe bzw. Sozialphilosoph, geboren 1944, „Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne“ (1986), „Reflexive Modernisierung - Eine Debatte“ (1996, mit Anthony Giddens und Scott Lash)

derne stellt sie eine Phase gesteigerter Reflexivität und des Verlusts starrer Normenkomplexe dar; Technologie wird nicht mehr als die treibende Kraft der Gesellschaft verstanden, ihren bisher als *Nebenfolgen* verstandenen Auswirkungen wird mehr Beachtung zuteil. Um es in Bezug auf die Informatik plastisch auszudrücken: *Menschen, die Informatik betreiben, stehen nicht mehr selbstverständlicherweise einem starren formalen Regelkomplex innerhalb des Elfenbeinturms gegenüber, sondern interagieren als handelnde Subjekte mit den BenutzerInnen in aller Offenheit und Bodenlosigkeit der Entwicklungssituation, der sie bewusst und verantwortlich ausgeliefert sind.*[1] Das, was in der Computerwissenschaft passiert, ist nicht verwunderlich für ein Wissenschaftsfeld, das derart intensiv an gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Prozessen teilnimmt, wie diese Disziplin.

Weiters scheinen konkrete Forschungsprogramme und Projekte wie beispielsweise *Computer Supported Cooperative Work* oder die *workplace studies*, von einer methodologischen Perspektive aus gesehen, die Computerwissenschaften und die Sozialwissenschaften einander nähertreten zu lassen — trotz aller Diskussionen über den adäquaten Einsatz von disziplinfremden Methoden und den allgemeinen Schwierigkeiten interdisziplinären Arbeitens. Eines dieser Projekte ist die „Sozialgeschichte der Informatik“ (siehe Kapitel 3.6), wobei — in einem interdisziplinären Team — methodisch explizit auf die *rekonstruktive Sozialforschung* (Kapitel 2.5) zurückgegriffen wird, welche wiederum auf der Wissenssoziologie Karl Mannheims (Kapitel 2.3.1) aufbaut und auf der Basis des Orientierungsmusters *Hybridobjekt* das Handeln von InformatikerInnen — die Entwicklungssituation einerseits und die Natur von Computerartefakten andererseits — erklärt.

Dort, wo die Informatik sich eingesteht, dass ihre klassische Definition des Problembereiches der Softwareentwicklung nicht ausreicht — wo InformatikerInnen auf Erkenntnisgrenzen stoßen — soll eine interdisziplinäre Orientierung Abhilfe schaffen. Die Mensch-Maschine-Interaktion, vor allem vor dem Hintergrund der Durchdringung des Alltags mit Informationstechnologie — Stichwort *pervasive computing* — ist eines jener Probleme — so behaupte ich — die sich dem Zugriff einer einzelnen Disziplin entziehen, wie auch die Problembereiche Umwelt, Energie und Gesundheit[2]. Der beobachtete Trend weist darauf hin, dass sich die Informatik um diese gewachsene Asymmetrie zwischen ihrer eigenen und der Entwicklung ihres Problembereiches zunehmend annimmt: ComputerwissenschaftlerInnen erweitern ihr Erkenntnisinteresse über die klassischen Grenzen der Informatik hinweg, indem sie versuchen, sozialwissenschaftliche Perspektiven — und in einigen Fällen damit verbundene demokratische oder kritische Elemente — in ihre Sichtweise auf den Softwareentwicklungsprozess zu integrieren.

[1] Zum Begriff der *Zweiten Moderne* vergleiche u.v.a. (Sieder, 2004, S. 31ff)
[2] Vergleiche (Mittelstraß, 2005, S. 19)

Sie arbeiten zunehmend transdisziplinär[1].

Über Ansätze wie *Computer Supported Cooperative Work* oder *participative system design* gelangen nicht nur konkrete Methoden anderer Wissenschaften in die informatische Arena, sondern nach und nach auch deren ideengeschichtliche Hintergründe und andere Formen der Wahrnehmung, die neue Handlungsalternativen für InformatikerInnen eröffnen. Der Mensch als soziales Wesen in der Rolle der Entwicklerin und des Benutzers eines informationstechnischen Systems scheint tendenziell seine Funktion als Störfaktor verloren zu haben und zu einem bewusst wahrnehmbaren und wahrgenommenen Gegenstand der Informatik zu werden.

Mehrere AutorInnen beobachten einen Umbruch in der Informatik — Arno Rolf sieht beispielsweise einen Sichtwechsel zur Auffassung der Informatik als Gestaltungswissenschaft. Es finden sich drei Stränge von Ansätzen, die jeweils über die klassische Grenze der Informatik hinausweisen: Ethische Fragen, die Frage nach dem Spezifischen der Informatik — dem technischen Umgang mit Wissen — und die Frage nach Zweck und Sinn in der informatischen Arbeit.[2] Gedanken, die in eine ähnliche Richtung weisen, finden sich bei Dirk Siefkes Arbeitsgruppe im sogenannten *Heppenheimbericht* der „Arbeitstagung mit ungewissem Ausgang“ zur Aufregung um die Informatik:

> „Informatik ist eine postmoderne Wissenschaft, sie hat eine Flickenteppich-Identität; man muß die Forschungsschwerpunkte untersuchen, um ein Bild zu bekommen.“
>
> Selbstverständnis These 1 (Siefkes, 2001, S. 80)

> „Informatik ist eine ultramoderne Wissenschaft; sie will alle Lebensbereiche computerisieren, befördert die Globalisierung, bezieht daraus ihr wissenschaftliches Selbstverständnis.“
>
> Selbstverständnis These 2 (ibid.)

Ein immer wiederkehrender Aspekt in den Diskussionen ist — meistens in Form von Forderungen — die Frage um den Stellenwert von formalen Methoden in der Ausbildung künftiger InformatikerInnen. Diese wurden teilweise öffentlichkeitswirksam und emotional — *scheinbar*

[1] Unter Transdisziplinariät wird nach Jürgen Mittelstraß ein Forschungs- und Wissenschaftsprinzip verstanden, „das überall dort wirksam wird, wo eine allein fachliche oder disziplinäre Definition von Problemlagen und Problemlösungen nicht möglich ist bzw. über derartige Definitionen hinausgeführt wird.“ (Mittelstraß, 2005, S. 18)

[2] Vergleiche (Rolf, 1992, S. 33)

meist unabhängig von der tatsächlichen Lehre — auf Konferenzen und in einschlägigen Zeitschriften behandelt, bis sie selbst als notwendig erachtete *Orientierungkompetenz* Eingang in die Studienpläne fanden.[1] Das bedeutet, dass im Zuge des Selbstreflexionsprozesses innerhalb der Informatik nicht nur inhaltliche Ergänzungen oder Weglassungen erwogen und Spezialisierungsmöglichkeiten für die Auszubildenden geschaffen werden, sondern, dass dieser Prozess innerhalb der InformatikerInnenausbildung Elemente der Selbstreflexion bzw. kritische Inhalte in der Lehre erzeugt und sich selbst dadurch verfestigt bzw. institutionalisiert, wie etwa von Kristen Nygaard in Bezug auf die Methoden der Softwareentwicklung gefordert:

> „A method seldom contains explicit statements about its perspective. The perspective is instead embedded implicitly in its guidelines, techniques and tools. For this reason a major objective in any education in system development should be to teach the students to analyse every method they are exposed to with the purpose of identifying its embedded perspective.“
>
> Kristen Nygaard und Pål Sørgaard in (Bjerknes u. a., 1987, S. 337) zitiert nach (Suchman, 1988, S. 177)

Führten diese kritischen Aspekte am Beginn der 1990er Jahre noch eine Randexistenz, wurden im gleichen Jahrzehnt genau nach diesen Themenkreisen ganze Studienrichtungen geplant und installiert. Auf diese Weise finden sozialwissenschaftliche Inhalte über die Ausbildung ihren Weg in die Disziplin Informatik und entwickeln sich dort vom Orchideenfach zu einem Bestandteil des Grundstudiums.

Nach meiner Erfahrung gibt es bezüglich der Erwartungshaltung bzw. Akzeptanz seitens der Studierenden noch immer Schwierigkeiten, an denen aktiv werbend und erklärend gearbeitet werden muss. Möglicherweise kann die vorliegende Arbeit als Orientierungshilfe hierzu einen Beitrag leisten.

Ich hoffe, ich konnte darlegen, dass eine entsprechende Beantwortung der Frage nach der Wissenschaftskultur der Informatik nach einem größer angelegten empirischen Projekt verlangt, wofür ich hier nur Vorarbeit habe leisten können. Weiters war es mir auch ein Anliegen darzustellen, dass im Allgemeinen deskriptive Forschungsvorhaben mit verstehendem Interesse und einer empirischen Basis eine der sozialen Natur von Wissenschaft angemessenere Beschreibung bieten, und die Hintergründe präskriptiver bzw. normativer Modelle zu hinterfragen zu interessanten Einsichten führen kann. Meiner Meinung nach genügt es bei weitem nicht, sich

[1] Siehe (Tucker u. Barnes, 1991, S. 58) und Kapitel 3.3.2 in dieser Arbeit

als Informatikerin oder Informatiker auf die Miteinbeziehung des Faktors Mensch *einzulassen*, wenn es um den Einsatz von informations- und kommunikationstechnischen Lösungen geht. Es geht viel mehr darum, Informatik-Betreibende dafür zu gewinnen, anderen InteressensvertreterInnen gegenüber auf die Notwendigkeit einer die BenutzerInnen miteinbeziehenden Vorgehensweise hinzuweisen, sich auch *aktiv* dafür einzusetzen und einer kontraproduktiv erscheinenden Wissenschafts- und Technikgläubigkeit die Relevanz menschlicher Bedürfnisse entgegenzustellen.

> „*It has become fashionable to say that where science and technology have created problems, it is only more scientific understanding and better technology that can carry us past them.* The cure for bad management is more management. The cure for specialized research is more costly interdisciplinary research, just as the cure for polluted rivers is more costly nonpolluting detergents. *The pooling of stores of information, the building up of a knowledge stock, the attempt to overwhelm present problems by the introduction of more science is the ultimate attempt to solve a crisis by escalation.*“
>
> Illic (1973), m.H.

# Literaturverzeichnis


[Anzenbacher 2002] ANZENBACHER, Arno: *Einführung in die Philosophie*. 11. Freiburg im Breisgau : Verlag Herder, 2002

[Arnold u. Fischer 2004] ARNOLD, Markus (Hrsg.) ; FISCHER, Roland (Hrsg.): *Kultur.Wissenschaften*. Bd. 11: *Disziplinierungen. Kulturen der Wissenschaft im Vergleich*. Turia + Kant, 2004. – ISBN 3–85132–390–4

[Barnard u. Spencer 1996] BARNARD, Alan (Hrsg.) ; SPENCER, Jonathan (Hrsg.): *Encyclopedia of Social and Cultural Anthropology*. New York : Routledge, 1996/2003. – ISBN 0–415–28558–5

[Becher u. Trowler 1993] BECHER, Tony ; TROWLER, Paul: *Academic Tribes and Territories. Intellectual Enquiry and the Cultures of Disciplines*. Buckingham : Open University Press, 1993

[Benedict 1943] BENEDICT, Ruth: *Race and Racism*. London : Scientific Book Club, 1943

[Bergmann 2000] *Kapitel* 3.2. In: BERGMANN, Jörg R.: *Ethnomethodologie*. 4. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2000/2005. – ISBN 3–499–55628–6, S. 118–135

[Bergmann 2006] *Kapitel* 5.3.3. In: BERGMANN, Jörg R.: *Studies of Work*. Bielefeld : Bertelsmann Verlag, 2006. – ISBN 3–7639–3167–8, S. 639–646

[Bjerknes u. a. 1987] BJERKNES, Gro (Hrsg.) ; EHN, Pelle (Hrsg.) ; KYNG, Morten (Hrsg.): *Computers and Democracy: A Scandinavian Challenge*. Brookfield : Gower Press, 1987

[Böhme u. a. 2000] BÖHME, Hartmut ; MATUSSEK, Peter ; MÜLLER, Lothar: Kulturgeschichte der Technik. In: *Orientierung Kulturwissenschaft. Was sie kann, was sie will*. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt, 2000. – ISBN 0–415–12800–5, S. 164–178

[Bohnsack 1998] BOHNSACK, Ralf: Rekonstruktive Sozialforschung und der Grundbegriff des Orientierungsmusters. In: **(Siefkes u. a., 1998)**, S. 105–121

[Bohnsack 2007] BOHNSACK, Ralf: *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden*. 6., durchgesehene und aktualisierte. Opladen and Farmington Hills : Verlag Barbara Budrich, 2007. – ISBN 3–8252–8242–2

[Bonsiepen u. Coy 1992] BONSIEPEN, Lena ; COY, Wolfgang: Eine Curriculardebatte. In: *Informatik Spektrum* 15 (1992), Nr. 6

[Brooks 1975] BROOKS, Frederick P.: *The mythical man-month: essays on software engineering*. Addison Wesley, 1975/1995. – ISBN 0–201–83595–9

[Brooks 1986] BROOKS, Frederick P.: No Silver Bullet. Essence and Accidents of Software Engineering (Invited Paper). In: *IFIP Congress*, Elsevier Science Publishers, 1986, S. 1069–1076

[Bruckner 2005] BRUCKNER, Gerhard E.: *Einführung in die Wissenschaftstheorie. Vorlesungsmitschrift (Friedrich Wallner)*. 2005. – Universität Wien, Wintersemester 2005/2006

[Brugger 1976] BRUGGER, Walter (Hrsg.): *Philosophisches Wörterbuch*. Freiburg, Basel, Wien : Herder, 1976

[Brumann 1999] BRUMANN, Christoph: Writing for Culture. Why a successful concept should not be discarded. In: *Current Anthropology, Supplement* (1999), Nr. 40, S. 1–27

[Burhop 1971] BURHOP, Eric H.: The British Society for Social Responsibility in Science. In: *Phys. Educ.* (1971), Nr. 6, 140–142. http://www.iop.org/EJ/article/0031-9120/6/3/304/pev6i3p140.pdf, Abruf: 2006-11-03

[Coy 1992] *Kapitel* 2. In: **(Coy u. a., 1992)**, S. 17–32

[Coy u. a. 1992] COY, Wolfgang (Hrsg.) ; NAKE, Frieder (Hrsg.) ; PFLÜGER, Jörg-Martin (Hrsg.) ; ROLF, Arno (Hrsg.) ; SEETZEN, Jürgen (Hrsg.) ; SIEFKES, Dirk (Hrsg.) ; STRANSFELD, Reinhard (Hrsg.): *Sichtweisen der Informatik*. Braunschweig/Wiesbaden : Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, 1992. – ISBN 3–528–05263–5

[Deleuze u. Guattari 1991] DELEUZE, Gilles ; GUATTARI, Félix: *Was ist Philosophie?* 1. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag, 1991/2000. – ISBN 3–518–29083–5

[Denning 1989a] Computing as a discipline. In: *Commun. ACM* 32 (1989), Nr. 1, S. 9–23. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/63238.63239. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/63238.63239. – ISSN 0001–0782

[Denning 1989b] A debate on teaching computing science. In: *Commun. ACM* 32 (1989), Nr. 12, S. 1397–1414. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/76380.76381. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/76380.76381. – ISSN 0001–0782

[Denning 1991] DENNING, Peter J.: Beyond Formalism. In: *American Scientist* 79 (1991), Jan.-Feb., S. 8–10. – preprinted as RIACS Technical Report TR91.4 at NASA

[Dijkstra 1972] DIJKSTRA, Edsger W.: The humble programmer. In: *Commun. ACM* 15 (1972), Nr. 10, 859–866. http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd03xx/EWD340.PDF, Abruf: 2007-03-02. – Turing Award lecture

[Dijkstra 1977] DIJKSTRA, Edsger W.: *A position paper on Software Reliability*. http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd06xx/EWD627.PDF. Version: 1977, Abruf: 2007-02-02. – circulated privately as 'EWD627'

[Dijkstra 1988] DIJKSTRA, Edsger W.: *On the cruelty of really teaching computing science*. http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd10xx/EWD1036.PDF. Version: 1988, Abruf: 2007-02-02. – circulated privately as 'EWD1036'

[Dijkstra 1989] DIJKSTRA, Edsger W.: On the cruelty of really teaching computing science. In: *Commun. ACM* 32 (1989), Nr. 12, S. 1398–1404. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/76380.76381. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/76380.76381. – ISSN 0001–0782

[Dittrich u. a. 2002] DITTRICH, Yvonne (Hrsg.) ; FLOYD, Christiane (Hrsg.) ; KLISCHEWSKI, Ralf (Hrsg.): *Social Thinking — Software Practice*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 2002. – ISBN 0–262–02204–5

[Dreyfus 1972] DREYFUS, Hubert L.: *Was Computer nicht können. Die Grenzen künstlichen Intelligenz*. Frankfurt am Main : Athenäums Taschenbücher, 1972/1989

[Eco 2005] ECO, Umberto: *Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt*. 11. Heidelberg : C.F. Müller, 2005. – ISBN 3–8252–1512–1

[Edge 1995] *Kapitel* 1. In: **(Jasanoff u. a., 1995)**, S. 3–23

[Egloff 2005] *Kapitel* 1. In: EGLOFF, Rainer (Hrsg.): *Tatsache — Denkstil — Kontroverse: Auseinandersetzungen mit Ludwik Fleck*. Zürich : Collegium Helveticum, 2005. – ISBN 3–9522441–2–0

[Fischer u. a. 2001] FISCHER, Roland ; BERTLMANN, Reinhold ; BRUNNER, Karl ; MÜLLER FUNK, Wolfgang ; WILFING, Harald ; ARNOLD, Markus ; ERLEMANN, Martina ; GLASER, Marie Antoinette ; KASTENHOFER, Karen ; SCHMID, Martin: Wissenschaftskulturen im Vergleich / Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung. 2001. – Endbericht zum Projekt Science as Culture

[Fleck 1935] FLECK, Ludwik: *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1935/1980

[Flick 1995] FLICK, Uwe: *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. 4. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1995/2006. – ISBN 3–499–55654–5

[Floyd 1992a] FLOYD, Christiane: Human Questions in Computer Science. In: **(Floyd u. a., 1992)**, S. 15–27

[Floyd 1992b] FLOYD, Christiane: Software Development as Reality Construction. In: **(Floyd u. a., 1992)**, S. 86–100

[Floyd 1997] FLOYD, Christiane: Autooperationale Form und situiertes Handeln. In: *Cognitio Humana - XVII* (1997), S. 237–252

[Floyd 2004] FLOYD, Christiane: Zum Wissenschaftsverständnis der Informatik. Vortrag Wissenschafterinnenkolleg Internettechnologien der Fakultät für Informatik der TU Wien, 2004. – 6.7.2004

[Floyd u. a. 1989] FLOYD, Christiane ; MEHL, Wolf-Michael ; REISIN, Fanny-Michaela ; SCHMIDT, Gerhard ; WOLF, Gregor: Out of Scandinavia: Alternative Software Design and Development in Scandinavia. In: *Journal for Human-Computer-Interaction* 4 (1989), S. 253–380

[Floyd u. a. 1992] FLOYD, Christiane (Hrsg.) ; ZÜLLIGHOVEN, Heinz (Hrsg.) ; BUDDE, Reinhard (Hrsg.) ; KEIL-SLAWIK, Reinhard (Hrsg.): *Software Development and Reality Construction*. Berlin [u.a.] : Springer, 1992 . – ISBN 3–540–54349–X

[von Foerster 1993] FOERSTER, Heinz von: *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag, 1993

[von Foerster u. Floyd 1992] FOERSTER, Heinz von ; FLOYD, Christiane: Self-Organization and Software Development. In: **(Floyd u. a., 1992)**, S. 75–85

[Friedlein 1992] FRIEDLEIN, Curt: *Geschichte der Philosophie*. 15. Berlin : Erich Schmid Verlag, 1992. – ISBN 3–503–03027–1

[Fuller 2006] FULLER, Steve: *The Philosophy of Science and Technology Studies*. New York and Oxon : Routledge, 2006. – ISBN 0–415–94104–0

[Garfinkel 1967] GARFINKEL, Harold: *Studies in ethnomethodology*. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice Hall, 1967

[Geertz 1973] GEERTZ, Clifford: *Interpretation of Culture*. New York : Basic Books, 1973 http://hypergeertz.jku.at/GeertzTexts/Thick_Description.htm

[Grudin 1988] GRUDIN, Jonathan: Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organization of organizational interfaces. In: *CSCW '88: Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work*. New York, NY, USA : ACM Press, 1988. – ISBN 0–89791–282–9, S. 85–93

[Hefley 1996] HEFLEY, Bill (Hrsg.): *Curricula for Human-Computer Interaction*. ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction Curriculum Development Group, 1996 http://sigchi.org/cdg/. – ISBN 0–89791–474–0

[Heintz 1993] HEINTZ, Bettina: *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt/Main; New York : Campus Verlag, 1993. – ISBN 3–593–34860–8

[Hess 1997] HESS, David J.: *Science Studies. An advanced introduction*. New York and London : New York University Press, 1997. – ISBN 0–8147–3564–9

[Hrachovec 1999] HRACHOVEC, Herbert: Der Widerspenstigen Zähmung. Literatur zur Geschichte und Systematik des Wiener Kreises. In: *Philosophische Rundschau* (1999), Nr. 46, 164–180. http://hrachovec.philo.at/widerspenstige/, Abruf: 2006-07-08

[Illic 1973] ILLIC, Ivan: *Tools for conviviality*. New York : Harper & Row, 1973 http://todd.cleverchimp.com/tools_for_conviviality/

[Jasanoff u. a. 1995] JASANOFF, Sheila (Hrsg.) ; MARKLE, Gerald E. (Hrsg.) ; PETERSEN, James C. (Hrsg.) ; PINCH, Trevor (Hrsg.): *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks, CA : SAGE Publications, 1995. – ISBN 0–8039–4021–1

[Knoblauch u. Heath ] KNOBLAUCH, Hubert ; HEATH, Christian: Technologie, Interaktion und Organisation: Die Workplace Studies. In: *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie* 2, Nr. 25, S. 163– 181

[Knorr-Cetina 1981] KNORR-CETINA, Karin: *Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft*. Erweiterte. Frankfurt am Main : Suhrkampf Verlag, 1981/2002. – ISBN 3–518–28559–9. – Deutsche Ersterscheinung 1983, Titel der Originalausgabe: The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science, Oxford: Pergamon Press, 1981

[Knorr-Cetina 1984] KNORR-CETINA, Karin: *Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft*. Frankfurt : Suhrkamp, 1984

[Knorr-Cetina 1995] *Kapitel* 7. In: **(Jasanoff u. a., 1995)**, S. 140–166

[Kroeber u. Kluckhohn 1952] KROEBER, Alfred ; KLUCKHOHN, Clyde: Culture. A critical review of concepts and definitions. In: *Harvard University Peabody Museum of American Archeology and Ethnology Papers* (1952), Nr. 47

[Kuhn 1962] KUHN, Thomas S.: *The structure of scientific revolutions*. 3rd. Chicago and London : The University of Chicago Press, 1962/1996. – ISBN 0–226–45808–3

[Lamnek 1988] LAMNEK, Siegfried: *Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch*. 4. Weinheim, Basel : Beltz Verlag, 1988/2005. – ISBN 3–621–27544–4

[Latour 1988] *Kapitel* 2. In: LATOUR, Bruno: *Drawing things together*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 1988. – ISBN 0–262–62076–6, S. 19–68

[Latour u. Woolgar 1979] LATOUR, Bruno ; WOOLGAR, Steve: *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 1979/1986. – ISBN 0–691–02832–X. – First Princeton Paperback printing 1986

[Mach 1929] Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis. In: *Veröffentlichungen des Vereines Ernst Mach* (1929), S. 301–317

[Mader 1992] MADER, Johann: *Von der Romantik zu Postmoderne. Einführung die Philosophie II*. 2. Wien : WUV-Universitätsverlag, 1992/1996. – ISBN 3–85114–246–0

[Maturana 1998] MATURANA, Humberto: *Biologie der Realität*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag, 1998/2000

[Mittelstraß2005] MITTELSTRASS, Jürgen: Methodische Transdisziplinarität. In: *Technikfolgenabschätzung — Theorie und Praxis* 14 (2005), Juni, Nr. 2

[Mittelstraß 2004] MITTELSTRASS, Jürgen (Hrsg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*. Stuttgart and Weimar : Verlag J.B. Metzler, 2004

[Mold 2004] MOLD, Daniel: Was bestimmt die Informatik? Eine systemtheoretische Sicht. In: **(Nake u. a., 2004)**, S. 113–114

[Müller-Funk 1997] MÜLLER-FUNK, Wolfgang: *Kulturwissenschaft(n) — eine europäische Chance für Österreich?* Wien/Drosendorf-Stadt, 1997

[Nake 1992] *Kapitel* 3. In: **(Coy u. a., 1992)**, S. 119–124

[Nake u. a. 2001] NAKE, Frieder (Hrsg.) ; ROLF, Arno (Hrsg.) ; SIEFKES, Dirk (Hrsg.): *Informatik. Aufregung zu einer Disziplin. Arbeitstagung mit ungewissem Ausgang*. Heppenheim : Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 2001

[Nake u. a. 2002] NAKE, Frieder (Hrsg.) ; ROLF, Arno (Hrsg.) ; SIEFKES, Dirk (Hrsg.): *Wozu Informatik? Theorie zwischen Ideologie, Utopie und Phantasie*. Bad Hersfeld : Technische Universität Berlin, Fakultät IV — Elektrotechnik und Informatik, 2002

[Nake u. a. 2004] NAKE, Frieder (Hrsg.) ; ROLF, Arno (Hrsg.) ; SIEFKES, Dirk (Hrsg.): *Informatik zwischen Konstruktion und Verwertung. Materialien der 3. Arbeitstagung "Theorie der Informatik"*. Bad Hersfeld : Universität Bremen, Fachbereich Mathematik & Informatik, 2004

[Neurath 1932] NEURATH, Otto: Protokollsätze. In: *Erkenntnis 3* (1932), Nr. 3, S. 204–214

[Nilsson 2005] NILSSON, Magnus: Workplace studies revisited. In: *Proceedings of the 28$^{th}$ Information systems Research seminar In Scandinavia (IRIS 28)*. Kristiansand, Norway, August 2005

[Nygaard 1986] NYGAARD, Kristen: Program Development as a Social Activity. In: KUGLER, H.-J. (Hrsg.) ; International Federation for Information Processing (IFIP) (Veranst.): *Information Processing 86*. North Holland : Elsevier Science Publishers, September 1986, 189–198

[Parnas 1990] PARNAS, David L.: Education for Computer Professionals. In: *IEEE Computer* (1990), Jan, S. 17–22

[Pickering 1992] *Kapitel* 1. In: PICKERING, Andrew: *From Science as Knowledge to Science as Practice*. The University of Chicago Press, 1992. – ISBN 0–226–66801–0, S. 1–28

[Polanyi 1966] POLANYI, Michael: *The Tacit Dimension*. Gloucester, MA : Peter Smith, 1966/1983

[Prechtl u. Burkhard 1999] PRECHTL, Peter (Hrsg.) ; BURKHARD, Franz-Peter (Hrsg.): *Metzler-Philosophie-Lexikon: Begriffe und Definitionen*. 2. Stuttgart : Metzlersche Verlagsbuchhandlung, 1999

[Restivo 1995] *Kapitel* 5. In: **(Jasanoff u. a., 1995)**, S. 95–110

[Rolf 1992] *Kapitel* 2. In: **(Coy u. a., 1992)**, S. 33–47

[Rolf 2003] ROLF, Arno: Interdisziplinäre Technikforschung und Informatik - ein Angebot für einen analytischen Orientierungsrahmen. In: *Technikfolgenabschätzung* 12 (2003), November, Nr. 3/4, S. 59–67

[Rolf 2004] ROLF, Arno: *Von der Theoriearbeit der Informatik zur Gestaltung*. 2004. – noch nicht erschienen in: Nake et al. Theorie der Informatik, Universität Bremen, FB. Informatik, 2004

[Said 1979] SAID, Edward: *Orientalism*. New York : Vintage, 1979

[Schlimm 1997] SCHLIMM, Dirk: *Intuitionismus und Informatik*. Januar 1997

[Schütz 1962] SCHÜTZ, Alfred: Das Problem der sozialen Wirklichkeit. In: *Gesammelte Aufsätze* Bd. 1. Den Haag, 1962/1971. – Originaltitel: Collected Papers, Vol.1, The Problem of Social Reality

[Sesink 2004] SESINK, Werner: Wozu Informatik? Ein Antwortversuch aus pädagogischer Sicht. In: **(Nake u. a., 2004)**, S. 59–62

[Sieder 2004] SIEDER, Reinhard: *Die Rückkehr des Subjekts in den Kulturwissenschaften*. Wien : Turia + Kant, 2004. – ISBN 3–85132–395–5

[Siefkes 1998] SIEFKES, Dirk: Die Rolle von Gruppenprozessen in der Informatikgeschichte. In: **(Siefkes u. a., 1998)**, S. 85–104

[Siefkes 1999] SIEFKES, Dirk: Hybridobjekte als Gegenstände der Informatik. Von "Informatik und Gesellschaft" zu "Informatik als kulturelle Entwicklung". In: BUSSE ET AL. (Hrsg.): *Inhalte, Kontexte und Mediendidaktik in IG*, 1999, S. 25–31

[Siefkes 2001] SIEFKES, Dirk: Bericht zur AG "Kulturelle Aufregung". In: **(Nake u. a., 2001)**, S. 80–81

[Siefkes 2003] SIEFKES, Dirk: Software wird im Handeln zum Hybridobjekt. Rahmen für eine Theorie der Informatik. In: *Symposium "Objekt-, subjekt- oder handlungsorientiert? Perspektiven der Informatik"*, Technische Universität Berlin, Juli 2003, 59–61

[Siefkes 2004] SIEFKES, Dirk: Rahmen für eine Theorie der Informatik. In: **(Nake u. a., 2004)**, S. 71–80

[Siefkes 2006] SIEFKES, Dirk: Theorie der Informatik und Verantwortung von Informatikern. Wie sich informatische und kulturelle Entwicklung in Informatikmustern mischt, LIT, 2006 (FIfF-Reihe Kritische Informatik). – ISBN 978–3–8258–8768–5

[Siefkes u. a. 2002] SIEFKES, Dirk ; BUSSE, Johannes ; LUDEWIG, Jochen ; VALK, Rüdiger ; WILKENS, Ulrike: Informatik im interdisziplinären Kontext. Erhalt und Entwicklung durch Kooperation. In: **(Nake u. a., 2002)**, S. 115–128

[Siefkes u. a. 1998] SIEFKES, Dirk (Hrsg.) ; EULENHÖFER, Peter (Hrsg.) ; STACH, Heike (Hrsg.) ; STÄDTLER, Klaus (Hrsg.): *Sozialgeschichte der Informatik. Kulturelle Praktiken und Orientierungen*. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 1998 . – ISBN 3–8244–4300–7

[Sismondo 2004] SISMONDO, Sergio: *An introduction to science and technology studies*. Malden : Blackwell Publishing, 2004

[Snow 1959] SNOW, Charles P.: The two cultures and the scientific revolution. Rede lecture. (1959). http://info.med.yale.edu/therarad/summers/snow.htm, Abruf: 2007-10-26

[Suchman 1987] SUCHMAN, Lucy: Plans and Situated Actions. (1987)

[Suchman 1988] SUCHMAN, Lucy: Designing with the user: book review of Computers and democracy: a Scandinavian challenge, Bjerknes u. a. (1987). In: *ACM Trans. Inf. Syst.* 6 (1988), Nr. 2, S. 173–183. http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/45941.383895. – DOI http://doi.acm.org/10.1145/45941.383895. – ISSN 1046–8188

[Tucker u. Barnes 1991] TUCKER, Allen B. ; BARNES, Bruce H.: Flexible Design: A Summary of Computing Curricula 1991. In: *Computer* 24 (1991), Nr. 11, S. 56–66. http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1109/2.116851. – DOI http://dx.doi.org/10.1109/2.116851. – ISSN 0018–9162

[Turing 1936] TURING, Alan M.: On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem. In: *Proceedings of the London Mathematical Society* Bd. 42, 1936, 230–265

[Tylor 1871] TYLOR, Edward B.: *Primitive Culture. Researches in the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art and Custom*. London, 1871

[Valk 1997] VALK, Rüdiger: Die Informatik zwischen Formal- und Humanwissenschaften. In: *Informatik-Spektrum* (1997), Nr. 20, S. 95–100

[Weizenbaum 1977] WEIZENBAUM, Joseph: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. 1. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1977. – ISBN 3–518–07457–1

[Winograd u. Flores 1986] WINOGRAD, Terry ; FLORES, Fernando: *Understanding Computers and Cognition. A New Foundation for Design*. Norwood : Ablex, 1986

[Zuser u. a. 2001] ZUSER, Wolfgang ; BIFFL, Stefan ; GRECHENIG, Thomas ; KÖHLE, Monika: *Software-Engineering mit UML und dem Unified Prozess*. München : Pearson Studium, 2001. – ISBN 3–82737027–2