



Universität Paderborn

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

AG Informatik und Gesellschaft

Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext

Ein technikbezogener Zugang zur fachübergreifenden Lehre

Dissertation

Schriftliche Arbeit zur Verleihung
des akademischen Grades

DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN

Dieter Engbring
aus Vreden/Westf.

Paderborn 2003

Datum der mündlichen Prüfung:

16. November 2004

Gutachter

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil-Slawik	Universität Paderborn
Prof. Dr. Johann S. Magenheimer	Universität Paderborn
Prof. Dr. Andreas Schwill	Universität Potsdam

Vorwort

Diese Arbeit liegt auf der Schnittstelle der Fachgebiete »Didaktik der Informatik« und »Informatik und Gesellschaft« und damit auf der Schnittstelle zweier Teilgebiete der Informatik, die noch nicht auf eine solche Tradition verweisen können, wie z. B. die Software-Technik, Informationssysteme/Datenbanken, der Übersetzerbau oder Betriebssysteme, in denen Forschungsfragen leichter eingrenzbar und weniger ideologiebehaftet sind. In »Informatik und Gesellschaft« und »Didaktik der Informatik« ist dies nicht der Fall. Beide Fachgebiete befinden sich immer noch in einer Aufbauphase. Allein schon die Anzahl der Personen, die sich mit diesen Fachgebieten beschäftigen, ist dort weitaus geringer als in anderen Bereichen der Informatik.

Dies hat die Arbeit an dieser Dissertation zum einen interessant gemacht; zum anderen ist sie aber dadurch auch behindert worden, da kaum ein Konsens über die Grundlagen der beiden Fachgebiete besteht. In dieser Arbeit habe ich daher insbesondere versucht aus den bisherigen Arbeiten dieser Gebiete solche Grundlagen zu destillieren, so dass diese Arbeit schon von der Anlage her eher in die Breite denn in die Tiefe geht.

Bemerkungen zur Darstellungsweise

Dabei habe ich meine Ideen, Vorstellungen und Prämissen entsprechend i. d. R. dadurch gekennzeichnet, dass ich »ich« schreibe. Dies ist insofern problematisch, da ein gewisser Teil dieser Arbeit auf ein Projekt aufsetzt, in dem ich zwar als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Umsetzung beteiligt war, aber auch viele »Inputs« der übrigen in den verschiedenen Projekten oder Veranstaltungen beteiligten verarbeitet habe. Dies betrifft auch die Darstellung der Erfahrungen, die ich in der universitären Lehre gesammelt habe. So kann es sein, dass sich in diesem Zuge ein »wir« oder »uns« verwende, da ich mich diesbezüglich nicht *mit fremden Federn schmücken* möchte.

Längere Zitate habe ich als abgesetzter Text dargestellt, bei dem ich auf Schrift »Times New Roman« zurückgreife. Hierbei habe ich auf „An- und Abführung“ verzichtet. Dieses sieht dann wie folgt aus.

Dies ist ein längeres Zitat, das ich ohne An- und Abführung geschrieben habe und mit dem ich dann die Möglichkeit habe, die in diesem Zitat verwendeten „An- und Abführungszeichen“ zu übernehmen.

Der übrige Text ist in »Palatino Linotype« gesetzt; die Überschriften in »Tahoma«. Verweise auf die Literatur sind in der Regel als Fußnoten gesetzt; Querverweise auf andere Teile der Arbeit und auf Abbildungen sind in der Regel in den Text eingebettet und in »runde Klammern« eingefasst. Darüber hinaus ist der Text im generischen Maskulin verfasst.

Danksagungen

Reinhard Keil-Slawik und Johann S. Magenheimer möchte ich dafür danken, dass sie mich ermutigt haben diese Arbeit abzuschließen. Außerdem danke ich beiden für die vielen Diskussionen, ohne die diese Arbeit nie so geworden wäre wie sie hier und jetzt vorliegt. Andreas Schwill danke ich dafür, dass er sich als weiterer Gutachter zur Verfügung gestellt hat, und für all die kleineren Projekte, die wir zusammen durchgeführt haben und die auch zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Außerdem danke ich Stefan Moll, der sich der Mühe unterzogen hat, insbesondere den zweiten Teil der Arbeit zu lesen und mir wesentliche Anregungen gegeben hat. Bei Carmen Buschmeyer bedanke ich mich für die Korrektur von Rechtschreibung, Zeichensetzung und Satzbau sehr herzlich.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Personen, denen ich danken muss, die ich hier aber nicht aufzähle in der Angst einen vergessen zu können. Daher möchte ich allen danken, die mit mir über diese Thematik in den vergangenen Jahren diskutiert und gestritten haben.

Ein ganz besonderer Dank geht auch an meine Freundin Simone Hennemeyer, die es über all die Jahre ertragen hat, dass ich mich immer wieder um diese Arbeit gekümmert habe anstatt mit ihr und unseren beiden Kindern Leonie und Katharina Gemeinsames zu unternehmen. Ich habe allerdings nicht nur die Hoffnung sondern ein Stück Gewissheit, dass es sich in Grenzen gehalten hat. Und vor allem: Es soll nicht wieder vorkommen.

Paderborn, im November 2003

Kurzfassung

Produkte der Informatik kommen in einer steigenden Anzahl von gesellschaftlichen Zusammenhängen und Lebensbereichen zum Einsatz. Informatiker müssen sich daher in immer mehr Anwendungsgebiete einarbeiten. Daher wird auch die Ausbildung von Informatikern verändert; sie wird anwendungsorientierter gestaltet. Ein Ort, in dem eine solche Anwendungsorientierung nicht auf einzelne Anwendungen bezogen und damit anwendungsübergreifend also möglichst viele Anwendungsbereiche abdeckend stattfinden kann, ist das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft«.

Statt aber wie dort i. d. R. üblich nur die (politischen) Folgen und Wirkungen zu analysieren, werden im Ansatz der »Kontextuellen Informatik«, den ich im ersten Teil dieser Arbeit darstelle, diese Analysen zum *Kontext der Informatik* um eine *Informatik im Kontext* ergänzt, die unter Bezug auf den Kontext auf die Gestaltung von Informatiksystemen zielt. Damit greife ich Forderungen aus dem Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« auf, dass man Wirkungs- und Gestaltungsforschung enger miteinander verknüpfen solle. Auch diese Entwicklung des Fachgebietes »Informatik und Gesellschaft« habe ich im ersten Teil dieser Arbeit dargestellt. Insgesamt kann ich damit einen Lösungsvorschlag vorstellen, mit dem die Lehre im Bereich »Informatik und Gesellschaft« praxisorientierter gestaltet und das Fachgebiet in der Informatik selbst verankert wird.

Darüber hinaus hat sich durch informationstechnologische Entwicklung nicht nur die Ausbildung von Informatikern gewandelt. Auch für Studierende anderer Fächer werden Einführungen in die Informatik nachgefragt. Allerdings sind diesbezüglich solche Zugänge kaum geeignet, die bloß in die Kerninformatik einführen, aber die Anwendungssysteme außen vor lassen, die bereits zum Lebens- und Erfahrungsbereich dieser Studierenden gehören.

Mit diesem Problem, das – wie ich in dieser Arbeit zeigen kann – mit dem Problem des ersten Teils der Arbeit verwandt ist, befaße ich mich im zweiten Teil. Dazu greife ich auf Erfahrungen aus dem Bereich der »Informatischen Bildung« (an den allgemein bildenden Schulen) zurück. Dort ist ein Zugang erforderlich, mit dem ausgehend von konkreten Anwendungssystemen in die Kerninformatik eingeführt wird.

Für die »Informatische Bildung« und eng damit zusammenhängend in den Forschungen zu einer »Didaktik der Informatik« hat man es mit der von E. W. Dijkstra geforderten und auch bestehenden »Brandmauer« zwischen Kerninformatik und Angewandter Informatik zu tun. Mit dem Ansatz einer *Informatik im Kontext* lege ich nun einen Zugang vor, mit dem ich den Versuch unternehme *auf diese Mauer zu klettern*.

Um dieses zu belegen, habe ich gezeigt, dass auch die »Informatische Bildung«, ohne dass sie dieses bislang explizit gemacht hätte, implizit auf eine *Informatik im Kontext* zielt. Dazu habe ich dargelegt, wie sich die Inhalte einer *Informatik im Kontext* in die bestehenden Konzeptionen zur »Didaktik der Informatik« einpassen, in denen man sich nunmehr mit der Modellierung größerer und interaktiver Systeme befasst anstatt nur auf Algorith-

mierung und die Codierung dieser Algorithmen in einer beliebigen Programmiersprache zu setzen. Dazu habe ich mich auch mit dem Ansatz der *fundamentalen Ideen* der Informatik befasst und unter Bezug auf die »Kontextuelle Informatik« zentrale Ideen erarbeitet, die ich mit *Digitalisierung* und *Interaktivität* bezeichnet habe.

Als Resultat dieser Studien im Bereich der »Didaktik der Informatik« kann ich Bausteine für Einführungen in die Informatik begründen, die neben einem rekonstruktiven Zugang zur Informatik auch Inhalte aus dem Bereich der *Informatik im Kontext* berücksichtigen. Damit wird erstmals ein Zugang zur Informatik vorgeschlagen, der auf Gestaltung bezogen ist, den Kontext der Informatik miteinbezieht und zugleich Inhalte der Informatik nicht unnötig politisiert.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Bemerkungen zur Darstellungsweise.....	i
Danksagungen.....	ii
Kurzfassung	iii
Inhaltsverzeichnis	v
Einleitung	1
Problematik.....	2
Einführungen in »Informatik und Gesellschaft«.....	2
Einführungen in die Informatik für Studierende anderer Fächer.....	4
Verwandtschaft der Problembereiche	4
Lösungsansatz und Zielsetzung.....	5
Aufbau der Arbeit.....	6
Teil Eins	10
Kapitel 1 »Informatik und Gesellschaft« in Forschung und Lehre	11
1.1 Zum Entstehen von »Informatik und Gesellschaft«	12
»Humanistisches Studium«	12
Zeitgeist und wissenschaftspolitische Einflüsse.....	13
1.2 Inhalte und Probleme in der Lehre.....	15
Über Problembewusstsein hinaus!.....	16
Abgrenzung nach außen.....	16
(Innere) Kohärenz.....	17
»Soft skills«.....	19
Fachfremde Qualifikationen.....	19
Informatik-Kompetenzen.....	21
1.3 Forschungs- und Theorieansätze.....	22
1.3.1 Von der Wirkungsforschung zur Gestaltungsforschung.....	24
1.3.2 Forschungsansätze	28
Umwelt- sowie Wirtschafts- und Organisationsinformatik (A. Rolf, Universität Hamburg)....	28
Computer Supported Cooperative Work (T. Herrmann, Universität Dortmund)	31
Telekommunikation (G. Müller, Universität Freiburg).....	32
Lernförderliche Infrastrukturen (R. Keil-Slawik, Universität Paderborn).....	33
Gender-Studies (B. Schinzel, Universität Freiburg).....	34
1.4 Zusammenfassung.....	35
Trennung von Forschung und Lehre	36
Keine Technikfolgenabschätzung	36
... stattdessen Wirkungs- und Gestaltungsforschung verbinden.....	37
Charakterisierung des Kontextes.....	37
Unterscheidung Artefakt und Kontext.....	38
Folgerungen.....	39

Kapitel 2 Eine fachsystematische Begründung für »Informatik und Gesellschaft«.....	41
2.1 Was ist Informatik? Offizielle Definitionen.....	42
2.2 Informatik ist eine Strukturwissenschaft	45
2.3 ... aber auch eine Ingenieurwissenschaft.....	47
2.3.1 Zur vermeintlichen Immaterialität von Software.....	50
Mathematische Grundlagen.....	51
Naturwissenschaftliche Grundlagen.....	52
2.3.2 Einsatzkontext.....	53
Mathematisch-naturwissenschaftliche Beschreibungen.....	53
Information.....	54
Intelligenz.....	55
Interaktion – Unvollständigkeit.....	57
Versionen.....	59
2.3.3 Rückbezüglichkeiten und Wechselwirkungen.....	60
Ordnungsmäßigkeit.....	61
Zyklisches Zusammenspiel von Hermeneutik, technischer Realisierung und Empirie.....	61
2.4 Theorieansätze: »Sichtweisen der Informatik«.....	62
Arbeit.....	64
Kultur.....	65
Eine Arbeit und Kultur verbindende Sichtweise	66
Folgerungen	68
Kapitel 3 Der Ansatz der »Kontextuellen Informatik«.....	71
3.1 Zugänge zur »Kontextuellen Informatik«.....	71
3.1.1 Zur Komplementarität von Produkt und Prozess.....	72
Eigenschaften evolutionärer Prozesse.....	73
Evolution durch Technik.....	75
3.1.2 »Sozialtheorie der Technik«.....	76
Technische Evolution.....	77
Eine aktorsfreie Perspektive.....	78
Der begriffliche Rahmen.....	80
Artefakte.....	80
Soziefakte.....	85
Kognifakte.....	86
Zusammenfassung.....	87
3.2 Grundlagen der Kontextuellen Informatik.....	88
»Technikgenese«.....	91
»Erschließung/Regulation«.....	92
»Regulation/Gestaltung«.....	92
»Gestaltung/Erschließung«.....	93
3.3 Zentrale Prinzipien der Informatisierung.....	95
Evaluation.....	96
Modellierung.....	97
Ordnungsmäßigkeit.....	97
Digitalisierung.....	97
Interaktivität: Unvollständigkeit.....	98

Teil Zwei	100
Kapitel 4 Universelle und zentrale Ideen der Informatik	101
4.1 Die »Fundamentalen Ideen der Informatik« á la Schwill.....	102
4.1.1 »Definition« fundamentaler Ideen bei A. Schwill.....	103
4.1.2 „Fundamentalitätsnachweise“.....	106
4.1.3 Kritische Bestandsaufnahme.....	107
4.2 Zum Wesen Fundamentaler Ideen.....	109
4.2.1 Existenz fundamentaler Ideen.....	110
4.2.2 Ursprung fundamentaler Ideen.....	111
4.2.3 Weitere Zugänge.....	113
4.3 Zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik«.....	116
4.3.1 Bewertung der »Master-Ideen« von A. Schwill.....	116
4.3.2 Fundamentale Ideen der Informatik á la Baumann.....	117
4.3.3 Zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik«.....	119
Digitalisierung.....	120
Dokumenten- und Dateiformate.....	120
Protokolle.....	120
Interaktivität (statt Algorithmisierung).....	121
Ordnungsmäßigkeit.....	121
Evaluation.....	122
4.3.4 Aspekt Sinn: Verankerung in der Lebenswelt	123
4.4 Fazit zu den fundamentalen Ideen.....	124
Kapitel 5 »Informatische Bildung« zwischen Bildungspolitik und Praxis	127
5.1 Das Fach Informatik.....	128
5.1.1 Inhalte und Bildungsansprüche des Informatikunterrichts.....	129
5.1.2 Bewertung der Bildungsansprüche	132
Zum Hintergrund und zur Bewertung gesellschaftlicher Fragestellungen.....	132
Zur Bewertung kerninformatischer Inhalte.....	135
Zur technischen Bildung.....	137
Zur Bewertung des algorithmischen Problemlösens.....	137
5.1.3 Kritik an den Inhalten des Informatikunterrichts.....	141
5.1.4 Fazit zum Fach Informatik.....	144
5.2 Zum Konzept und zu den Hintergründen der ITG	145
5.2.1 Aufgaben und Ziele der ITG.....	146
Umsetzung.....	149
Themen und Inhalte.....	151
5.2.2 Mit Informationstechniken umgehen (Kulturtechniken).....	153
Sind die Informationstechniken Teil der »Kulturtechniken«?.....	154
Computer-Literacy.....	154
Qualifikation.....	158
5.2.3 »Neuorientierte Allgemeinbildung«	161
5.2.4 Zur Arbeitslehre/Technik.....	163
5.2.5 Zur Medienbildung.....	166

5.2.6 Fazit zur ITG	170
5.3 Zwischenfazit zur »Informatischen Bildung«	171
Kapitel 6 Ansätze für ein Fach Informatik.....	175
6.1 Anwendungsorientierung.....	176
6.1.1 E. Modrows anwendungsorientierter Ansatz.....	177
6.1.2 Bewertung anwendungsorientierter Ansätze.....	178
6.1.3 Dekonstruktion von Informatiksystemen (J. Magenheim).....	181
6.2 Kerninformatische Zugänge.....	184
6.2.1 Der Ansatz der kybernetischen Rechnerkunde.....	185
6.2.2 Der Ansatz von R. Baumann.....	187
6.2.3 P. Hubwiesers Ansatz.....	190
6.3 Fazit zu den fachdidaktischen Ansätzen.....	194
Kapitel 7 Ein Zugang zur fachübergreifenden Lehre, Fazit und Ausblick.....	197
7.1 Ein Zugang zur fachübergreifenden Lehre.....	197
7.2 Fazit.....	199
7.2.1 »Informatik und Gesellschaft«.....	200
7.2.2 »Didaktik der Informatik«.....	201
7.3 Ausblick.....	202
Abbildungsverzeichnis.....	204
Literaturverzeichnis.....	205

Einleitung

Im Jahr 1995 ist »Multimedia« von der *Gesellschaft für deutsche Sprache* zum *Wort des Jahres* gekürt worden. Diese Auszeichnung ist – zumindest wird das auch zur Begründung ausgeführt – ein Indiz dafür, dass dieses Wort in dem Jahr sehr häufig vor allem in den Medien (Fernsehen, Radio und Presse) verwendet wurde. Nicht nur in den Bereichen, in denen man über Informationstechnologien berichtet, sondern auch im politischen Bereich wurde dieses Wort sehr häufig benutzt. Meist tauchten in diesem Zusammenhang die Worte »Datenautobahn« und »Informationsgesellschaft« auf.

Auch wenn solche Auszeichnungen naturgemäß ein bisschen willkürlich sind, markiert die vielmalige Verwendung des Wortes »Multimedia« im Jahr 1995 tatsächlich den Beginn eines tiefgreifenden, auch gesellschaftlichen Wandels, der in den Jahren danach immer deutlicher und für jedermann erkennbar wurde. Das World Wide Web (WWW) und andere Internet-Dienste (vor allem *eMail*, z. T. *Chat* und *News*) gehören inzwischen als neue (Massen-)Medien für viele Menschen zum Alltag. Darüber hinaus werden in immer mehr Arbeitsprozessen Computer oder genauer »Informatiksysteme«¹ eingesetzt.

Dieser Expansionsprozess hat auch das Fach Informatik verändert.² Der Bezug auf die sog. »Kerninformatik« allein ist für ein Informatik-Studium nicht mehr ausreichend. Eine verstärkte Anwendungsorientierung wird gefordert.³ Der Bereich der Angewandten Informatik hat an Bedeutung gewonnen. Darüber hinaus werden bereits seit längerem an einigen Universitäten für Informatik-Studierende Veranstaltungen angeboten, in denen sie etwas über die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Auswirkungen ihres Faches erfahren sollen. Solche Veranstaltungen tragen i. d. R. die wenig präzise Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft«. An einigen Hochschulen sind diese Veranstaltungen bereits im Grundstudium verankert und gehören damit (der Form nach) zu den (unabdingbaren) Grundlagen der Informatik-Lehre.⁴ Diese Veranstaltungen haben i. d. R. das Problem, dass sie nicht genügend gut an die übrige Praxis der Studierenden angebunden sind und – über ein gewisses Problembewusstsein hinaus – nur wenig an Wissen und Kompetenzen vermitteln.

Stattdessen könnte »Informatik und Gesellschaft« aber dazu beitragen – so eine wesentliche Prämisse dieser Arbeit zur Positionierung des Fachgebiets – Orientierung im

1 Die Bezeichnung »Informatiksysteme« ist die spezifische Verbindung von Software und Hardware.

2 Die Informatik ist und war immer eine Disziplin, die sich nicht mittels Definitionen ihrer selbst definierte, sondern pragmatisch dadurch definiert ist, was gelehrt und geforscht wird.

3 So die aktuellen Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (GI) zur Ausbildung von Diplom-Informatikern. *Informatik-Spektrum* 22 (1999) Heft 6, S. 444-448.

4 So muss bislang – mit dem Wintersemester 2004/5 wird der Studienverlaufsplan im Rahmen einer neuen, dann Bachelor/Master-Prüfungsordnung umstrukturiert – an der Universität Paderborn z. B. die Veranstaltung »Praxis der Systemgestaltung« bereits im ersten Semester des Diplom-Studienganges Informatik belegt werden.

Bereich der Anwendungen der Informatik zu bieten, indem anders als in anderen Veranstaltungen im Bereich der Angewandten Informatik die Inhalte nicht auf eine konkrete Anwendung beschränkt sind und die wesentlichen Prinzipien der Informatisierung erkennbar werden.

Der Expansionsprozess auf immer mehr Anwendungsbereiche hat außerdem dazu geführt, dass nicht mehr nur von natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, sondern auch von gesellschafts- bzw. geisteswissenschaftlichen Fächern Einführungen in die Informatik nachgefragt werden. Die Veranstaltungen »Einführung in die Informatik für Magisterstudiengänge« oder die »Grundlagen der Informatik für Lehramtsstudierende«, die an der Universität Paderborn vom Fach Informatik angeboten werden, sind symptomatisch dafür.

Problematik

Sowohl für die *Einführungen in »Informatik und Gesellschaft«* als auch für die *Einführungen in die Informatik für Studierende anderer Fächer* stellt sich das Problem der Auswahl notwendiger, lehrbarer, relevanter bzw. kohärenter Inhalte. Nur auf den ersten Blick handelt es sich bei diesen beiden Problemen um zwei vollkommen verschiedene; sie sind, wie ich im Folgenden begründen werde, miteinander verwandt.

Einführungen in »Informatik und Gesellschaft«

Das Problem stellt sich für Veranstaltungen aus dem Bereich »Informatik und Gesellschaft« wie folgt dar: Es gibt eine Vielzahl von Anwendungsbereichen der Informatik mit einer ganzen Reihe von Auswirkungen auf die Gesellschaft. Aus dieser Vielzahl muss eine Auswahl getroffen werden; für eine solche Auswahl fehlen aber Kriterien. Ein Anwendungsbereich kann nicht stellvertretend für einen anderen gewählt und behandelt werden, so dass man nichts oder kaum etwas über die Informatisierungsprozesse im Allgemeinen vermitteln bzw. lernen kann.

In den letzten 10 Jahren sind zwar einige Materialien-Sammlungen⁵ entstanden, die sehr tiefgreifende Analysen verschiedener Anwendungsbereiche bieten, ohne dass diesen aber ein gemeinsames Prinzip zu Grunde läge. Das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« und auch Veranstaltungen dazu definieren sich bislang über die Vielfalt von Themen, die den gesellschaftlichen Kontext betreffen. Eine Folge dieser Ausrichtung ist, dass bei den Studierenden mit Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« lediglich ein gewisses Problembewusstsein bzgl. der gesellschaftlichen Wirkungen der Informatik erzeugt wird. Sie erwerben aber keine Kompetenzen, die für die praktische Arbeit von Bedeutung wären.

Ein solches Problembewusstsein ist zwar ohne Zweifel notwendig; es ist aber sicher nicht hinreichend. Die Studierenden müssen auch (und vor allem) lernen, welche Probleme sie mit Technik (Informatik) lösen können und welche Probleme z. B. politischer Natur sind und deswegen einer politischen Lösung bedürfen.

Will man allerdings über ein gewisses Problembewusstsein hinaus etwas bewirken – dies ist eine wesentliche Prämisse dieser Arbeit –, muss ein Zugang zum Verhältnis von

5 Vgl. Friedrich, Herrmann, Peschek, Rolf (1995); Floyd, Klaeren (1999)

Informatik und Gesellschaft gefunden werden, durch den über die Beispiele hinaus von diesen Anwendungen unabhängige und die Anwendungen übergreifende Erkenntnisse gewonnen werden können. Dafür gilt es nach gemeinsamen Prinzipien verschiedener Anwendungen zu suchen. Daran anknüpfend lassen sich dann Kriterien für eine kohärente Darstellung der Anwendungsbereiche sowie die Auswahl guter einführender Beispiele finden.

Dafür werde ich im ersten Teil dieser Arbeit einen Lösungsvorschlag präsentieren, den wir⁶ im Projekt »Kontextuelle Informatik«⁷ in den Jahren 2001 und 2002 erarbeitet haben. In diesem Projekt sind ein Ansatz der Techniksoziologie (»Sozialtheorie der Technik«) und ein Ansatz zur Software-Ergonomie miteinander verbunden worden. Dieser Ansatz ist mit »Kontextueller Informatik« überschrieben.

Statt in Informatik *und* Gesellschaft also letztlich *alles* (und damit im wissenschaftlichen Sinne *nichts*) zu betrachten, wird im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« lediglich auf das direkte Umfeld (den Kontext der Informatik) Bezug genommen. Mit der Bezeichnung »Kontextuelle Informatik« ist es zugleich möglich, auf die Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft« zu verzichten und die Verankerung in der Informatik anzudeuten.

Kernpunkt dieses Ansatzes ist es, nicht nur die *Produkte* und ihre Eigenschaften zu analysieren, sondern auch die dazugehörigen *Prozesse* der Nutzung und der Herstellung in den Blick zu nehmen. Technische Produkte sowie Herstellungs- und Nutzungsprozesse werden in einer wechselseitigen Abhängigkeit (Komplementarität) stehend betrachtet.

Außerdem werden neben den technischen *Artefakten* auch gesellschaftliche Konventionen und Regulationen (in dieser Arbeit *Soziefakte* genannt) und der Bereich der Qualifikationen bzw. der Kompetenzen, die bei der Nutzung und bei der Herstellung von Artefakten von Bedeutung sind (in dieser Arbeit *Kognifakte*⁸ genannt), als Strukturelemente von Technisierungs- und damit auch Informatisierungsprozessen betrachtet. Durch Bezug auf die drei Strukturmerkmale (Artefakte, Kognifakte, Soziefakte) lassen sich Ansätze zur Analyse des Anwendungskontextes angeben, die unabhängig von einer speziellen Anwendung sind, aber bei jeder Anwendung eine zentrale Rolle spielen. Damit ist eine innere Kohärenz gegeben sowie eine Abgrenzung nach außen geschaffen.

Diese Kohärenz und die Abgrenzung nach außen werde ich in dieser Arbeit nutzen, um zu zeigen, dass »auch für die genannten *Einführungen in die Informatik für Studierende anderer Fächer* Kriterien gewonnen werden können, Inhalte auszuwählen und zu strukturieren. Dazu werde ich mich insbesondere auf die *allgemeinen Prinzipien* und *Strukturen* und das *Typische* der Anwendungen der Informatik beziehen.

6 Wolfgang Krohn und Nielschistian Taubert (beide von der Universität Bielefeld) sowie Reinhard Keil-Slawik und ich.

7 Dieses Projekt wurde vom Universitätsverbund Multimedia (UVM) gefördert:
<http://iug.uni-paderborn.de/projekte/kik> (Stand: 10. Juli 2003)

8 Mit den Kunstbegriffen *Soziefakte* und *Kognifakte* versuche ich Missverständnisse zu vermeiden, da die dahinter stehenden Begriffe Konventionen oder Regulationen bzw. Kompetenzen oder Wissen unterschiedliche Bedeutungen haben.

Einführungen in die Informatik für Studierende anderer Fächer

Auch für die Einführungen in die Informatik, die für Studierende aus anderen Fächern angeboten werden, stellt sich das Problem der Auswahl der Inhalte wie folgt dar: Diese Veranstaltungen sind oftmals »abgespeckte« Versionen der Einführungen, die für Studierende der Informatik angeboten werden. Mit diesen Einführungen wird damit vor allem in die sog. »Kerninformatik«⁹ eingeführt, ohne dass die Inhalte an die Erfahrungswelt und die gewohnten Anwendungsbereiche der Studierenden angebunden wären. Diese Veranstaltungen geben diesen Studierenden kaum die Gelegenheit, die vermittelten Inhalte mit ihren eigenen Erfahrungen im Umgang mit Computern zu verbinden. Um diese Verbindung herzustellen, müssen kerninformatische und anwendungsbezogene Inhalte miteinander verbunden werden.

Die Hypothese hierzu lautet – und damit sind dann die beiden Probleme miteinander verwandt –, dass auch für solche Einführungsveranstaltungen die gemeinsamen Prinzipien der Anwendungsbereiche, die wir für das Projekt »Kontextuelle Informatik« gefunden haben, genutzt werden können.

Verwandtschaft der Problembereiche

Für die Plausibilität dieser Hypothese spricht folgende Vorüberlegung: Die Problematik in Bezug auf die Einführungsveranstaltungen für Studierende anderer Fächer weist eine Parallele zur Diskussion um die »Informatische Bildung«¹⁰ auf. Diese ist bislang im Wesentlichen auf Inhalte der Programmierung, der Algorithmik und der grundlegenden Datenstrukturen bezogen, während von *außen* (in diesem Fall von der allgemeinen Didaktik und von den anderen Fächern) mit der Informationstechnischen Grundbildung (ITG) Anwendungsschulung und die Beschäftigung mit Anwendungssystemen gefordert werden. Damit bewegt sich auch die »Informatische Bildung« im Spannungsfeld zwischen einem Zugang zur Wissenschaft und der Beschäftigung mit Anwendungssystemen.

Dieses Spannungsfeld wird von neueren fachdidaktischen Ansätzen inzwischen aufgegriffen.¹¹ Damit kann für die inhaltliche Gestaltung der genannten Einführungsveranstaltungen auf Vorarbeiten aus dem Bereich der »Didaktik der Informatik« zurückgegriffen werden. Diese Vorarbeiten und Erfahrungen im Bereich Informatischer Bildung zeigen, dass der Wunsch nach Anwendungsschulung nur insofern berücksichtigt werden sollte, wie nicht die Bedienung von Hard- und Software in den Mittelpunkt gestellt wird – diese wird i. d. R. *en passant* bzw. nebenher gelernt –, sondern die effektive und effiziente Nutzung der Computer als Arbeitsmittel und damit die Einbettung von Anwendungen in ihren Nutzungskontext.¹² Ziel muss es offenbar sein, sich auf (re-)konstruktive Weise mit den Informationstechnologien zu befassen. Dabei gilt es, Phänomene der In-

9 Mit der Bezeichnung »Kerninformatik« werden im Allgemeinen die Fächer der Theoretischen, Technischen und Praktischen Informatik zusammengefasst.

10 »Informatische Bildung« ist die vor allem in bildungspolitischen Papieren hergestellte Verbindung von Informationstechnischer Grundbildung (ITG) und dem Fach Informatik. Insgesamt ist es das Ziel Informatischer Bildung – zumindest von ihren bildungspolitischen Ansprüchen her – ausgehend von typischen Anwendungen Inhalte der Informatik zu behandeln. Vgl. hierzu u.a. Friedrich (1995) S. 31.

11 Hier sind vor allem die Ansätze von P. Hubwieser und J. Magenheim zu nennen. [Hubwieser (2000), Magenheim (2001)]

formationstechnologien mit den Möglichkeiten der technischen Gestaltung zu verbinden.

Für die »Informatische Bildung« und die Einführungen in die Informatik muss damit ein Zugang gefunden werden, mit dem ausgehend von typischen Anwendungen und deren grundlegenden Prinzipien in ausgewählte Bereiche der »Kerninformatik« eingeführt werden kann. Diese Zielsetzung (dieser Anspruch) ist nicht neu und ist schon oft formuliert worden. Problematisch ist allerdings, dass diese Aussage Terme beinhaltet (Was sind *typische Anwendungen* der Informatik und was sind deren *grundlegende Prinzipien?*), die weder vom Fach Informatik selbst noch von der »Didaktik der Informatik« bislang präzisiert werden konnten.

Lösungsansatz und Zielsetzung

Die Präzisierung der Terme *typische Anwendungen* und *grundlegende Prinzipien* ist damit ein wesentliches Ziel dieser Arbeit. Dafür kann und werde ich auf die Ergebnisse des Projekts »Kontextuelle Informatik« zurückgreifen. In diesem Projekt ist ein Zugang für Einführungen in »Informatik und Gesellschaft« entwickelt worden, der auf *gemeinsamen Prinzipien* und *Strukturen* gründet, mit denen auch Typisches von Anwendungen der Informatik erkennbar wird. Solche *gemeinsamen Prinzipien* bzw. *Strukturen* werden in der fachdidaktischen Diskussion auch *fundamentale Ideen* genannt.

Solche sind in der Informatik bislang aber nur für den Bereich der »Kerninformatik« benannt.¹³ Dies liegt vor allem darin begründet, dass A. Schwill sich bei seiner Untersuchung auf die »Kerninformatik« beschränkt und den Bereich der Anwendungen ausgespart hat. Durch Bezug auf die *gemeinsamen Prinzipien und Strukturen* der »Kontextuellen Informatik« sollte es möglich sein zu *fundamentalen Ideen* zu gelangen, die über die »Kerninformatik« hinaus reichen.

Allerdings lässt sich aus einem noch so gut begründeten Katalog *fundamentaler Ideen* kein curricularer Zugang ableiten. Fundamentale Ideen können einen solchen Zugang nur unterstützen, indem sie inner- und außerfachliche Zusammenhänge herstellen und damit z. B. gegen die Fragmentierung von Lehr- und Lerninhalten wirken. Daher ist es notwendig ausführlicher zu untersuchen, was zum einen unter »Informatischer Bildung« verstanden wird und zum anderen welche fachdidaktischen Ansätze und Zugänge es bereits gibt, auf die für die inhaltliche Ausgestaltung einer *Einführung in die Informatik für Studierende anderer Fächer* aufgesetzt werden kann.

Für diese Veranstaltungen werden Bausteine anstelle eines Curriculums vorgelegt, da es darum geht grundlegende Inhalte und ihre Querbezüge darzustellen. Es gibt keinen bestmöglichen Weg, sondern viele mögliche Wege. Übergreifendes Ziel ist es, für eine Auswahl von Inhalten und Themen ein größtmögliches Maß an Kohärenz herzustellen.

12 Dies ist in der bildungspolitischen Diskussion um die Informatische Bildung weitestgehend Konsens. Dies belegen die Empfehlungen zum Verhältnis von Medienbildung und Informatikunterricht von der Gesellschaft für Informatik. In: Informatik-Spektrum 23 (2000) Heft 2, S. 122-126.

13 Vgl. hierzu Schwill (1993)

Aufbau der Arbeit

Um dieses Ziel zu erreichen, habe ich die Arbeit in zwei Teile gegliedert. Der *Teil Eins* umfasst die Kapitel 1 bis 3. Dort werde ich den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« vorstellen und begründen. Dazu untersuche ich zunächst in *Kapitel 1* die verschiedenen Ansätze zu »Informatik und Gesellschaft« in Form einer Synopse. Untersuchungspunkte sind dabei die Fragen danach, worin die Ansätze, Ansprüche und Probleme bei der Lehre von »Informatik und Gesellschaft« bestehen und welche Forschungsansätze bislang vorliegen.

So unterschiedlich die Ausrichtungen auch sind, so lassen sich Gemeinsamkeiten feststellen. *Erstens* werden anstelle der Technikfolgenabschätzung (für den Bereich der gesellschaftlichen Analyse bzw. der Wirkungsforschung) Ansätze zu einer Technikgenese-forschung verwendet. D. h. neben den technischen *Produkten* und den erkennbar gewordenen gesellschaftlichen Veränderungen (z. B. veränderte Berufsbilder) werden die *Prozesse* der *Technisierung* bzw. *Informatisierung* betrachtet, durch die diese Veränderungen (mit-)verursacht werden.

Zweitens ist man im Bereich der Forschung von der reinen Wirkungsforschung abgerückt und sucht auf unterschiedlichen Gebieten der Angewandten Informatik nach einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung. Dazu werden aus den technikgenetischen Betrachtungen Hinweise zur Gestaltung von interaktiven Systeme extrahiert, so dass neben den analytischen Aspekten auch konstruktive Aspekte erarbeitet werden.

Drittens sind Forschung und Lehre in »Informatik und Gesellschaft« anders als in anderen Fachgebieten der Informatik nicht aufeinander bezogen. Während in Lehrveranstaltungen diverse gesellschaftspolitisch relevante Themen behandelt werden, beschäftigt man sich in der Forschung mit Fragen spezifischer Anwendungen der Informatik, ohne dass dies in Bezug auf die gesellschaftlichen Veränderungen verallgemeinert würde. So unterschiedlich die Ansätze sind, so sind doch bereits grundlegende Prinzipien und Strukturen erkennbar.

Anknüpfend an die Ergebnisse dieser Synopse werde ich in *Kapitel 2* begründen, warum in der Informatik (und nicht anderen Ingenieurwissenschaften) ein Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« als Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung notwendig ist. Dazu werden zum einen die Besonderheiten der Informatik als Ingenieurdisziplin untersucht. Dies betrifft vor allem das Material, aus dem die Produkte der Informatik gebaut sind (Zeichen, Text), und den Einsatzkontext (geistige Tätigkeiten), der sich nur schwer (vollständig) formalisieren lässt. Zum anderen kann damit zumindest ansatzweise auf die Diskussion um eine anwendungsbezogene Theorie (»Sichtweisen der Informatik«)¹⁴ der Informatik eingegangen werden.

In *Kapitel 3* werde ich dann – dies knüpft an diese Begründung an – die beiden Zugänge und die Grundlagen der »Kontextuellen Informatik« vorstellen, wie sie im gleichnamigen Projekt für eine kohärente und in das Fachgebiet einführende Lehre entwickelt worden sind. Insbesondere ist damit eine Strukturierung des Grundlagenbereichs entstanden, die an bisherige Arbeiten anknüpft, indem in Bezug auf die Anwendungskontexte drei Kategorien identifiziert werden konnten: Arbeit, Kultur und Wissen.

14 Coy et. al. (1992)

Zur weiteren Strukturierung des Grundlagenbereichs werde ich neben der technikgenetischen Analyse drei weitere Kategorien angeben, von denen sich zwei konkret auf Aspekte der Gestaltung von Informatiksystemen beziehen. Zwei dieser vier Kategorien lassen sich einer *Informatik im Kontext* zuordnen, die auf die Gestaltung von »Informatiksystemen« ausgerichtet sind, und die beiden anderen dem *Kontext der Informatik*, in dem die Wirkungen auf die Gesellschaft analysiert werden. Daran schließe ich eine Betrachtung zu den *grundlegenden Prinzipien* und *Strukturen* an, mit denen die Überlegungen des ersten Teils zugleich zusammengefasst werden.

Im *Teil Zwei* der Arbeit, dieser umfasst die Kapitel 4 bis 7, wird dann erörtert, inwieweit diese *grundlegenden Prinzipien* und *Strukturen* als *fundamentale Ideen* auch für die Gestaltung von Einführungsveranstaltungen in die Informatik nutzbar sind. Dazu kann auf Erkenntnisse und Ergebnisse in Bezug auf die *Informatische Bildung* zurückgegriffen werden, da es auch dort Ansätze gibt, wie man zu *fundamentalen Ideen* kommt. Außerdem werde ich daraus Hinweise entnehmen, wie man einen *Kerninformatik* und *Angewandte Informatik* verbindenden Zugang erarbeiten kann und worin spezifische Probleme dazu bestehen.

Dazu werde ich zunächst in *Kapitel 4* die bisher vorgelegten Sammlungen *fundamentaler Ideen der Informatik* untersuchen. Dabei wird auch der methodische Zugang, den A. Schwill vorgeschlagen hat, um *fundamentale Ideen* zu finden, weiterentwickelt. Nicht nur A. Schwills Sichtweise auf die Informatik, sondern auch sein sehr formales und strukturbezogenes Verständnis *fundamentaler Ideen* beeinflussen das Ergebnis seiner Forschungen. Dies liegt aber vor allem darin begründet, dass er in der Absicht aus *fundamentalen Ideen* einen curricularen Zugang für allgemein bildende Schulen zu entwickeln den lernpsychologischen Nutzen *fundamentaler Ideen* mit dem von ihm vermuteten Bildungswert informatischer Inhalte in eins setzt. Anknüpfend an die in *Kapitel 3* gefundenen *gemeinsamen Prinzipien* und *Strukturen* der informationstechnologischen Entwicklung und die kritische Bestandsaufnahme des Ansatzes von A. Schwill werde ich mit Digitalisierung und Interaktivität *zentrale Ideen*¹⁵ der »Kontextuellen Informatik« vorlegen.

Um aber einen Zugang zur Informatik insgesamt zu erhalten, muss noch genauer untersucht werden, was es bereits an Konzepten zur »Didaktik der Informatik« gibt und was die Ansprüche und Zielsetzungen *Informatischer Bildung* sind und wie diese im Kontext der Praxis an den Schulen und im Kontext der Allgemeinbildung zu bewerten sind. Dazu werde ich in *Kapitel 5* das bildungspolitische Konstrukt der »Informatischen Bildung« studieren und zugleich an der Praxis spiegeln. Resultat dieser Untersuchung ist ein Rahmen von Inhalten und Zielen, auf die »Informatische Bildung« bezogen ist bzw. aufgrund der Erfahrungen in der Praxis bezogen werden sollte. Dabei wird erkennbar, dass die Kontextualisierung zwar ein zentraler Bestandteil der bildungspolitischen Begründung der »Informatischen Bildung« ist, eine solche aber in der Praxis bislang kaum stattfindet.

Dieses Defizit ist – und dies werde ich anschließend in *Kapitel 6* nachweisen – auch darin begründet, dass die Ansätze aus dem Bereich der »Didaktik der Informatik« vor allem auf die »Kerninformatik« konzentriert sind oder aber den Aspekt der gesellschaftlichen

15 Vgl. hierzu Schreiber (1979), (1983)

bzw. individuellen Nutzung überbetonen. In Bezug auf die Ansätze zu einer »Didaktik der Informatik« werde ich aber vor allem aufzeigen, dass der Ansatz der »Kontextuellen Informatik« geeignet ist, die Brücke zwischen angewandter Informatik und Kerninformatik zu schlagen.

Außerdem lassen sich Ansatzpunkte für einen Zugang identifizieren, die auch für die Gestaltung von Einführungsveranstaltungen tragfähig sind. Diesbezüglich sind vor allem zwei Ansätze von Bedeutung. Zum einen ist dies der Ansatz, den P. Hubwieser¹⁶ vorgelegt hat und mit dem in Bayern Informatik im Pflichtbereich ab Jahrgangsstufe 6 verankert werden konnte. Zum anderen ist dies der Ansatz von J. Magenheim, der auf die „Dekonstruktion von Informatiksystemen“ zielt.¹⁷ Beide Ansätze zielen auf die für ein Verständnis des technischen Artefakts Software zentralen Modellierungsprozesse. Diese beiden Ansätze weisen damit eine gewisse Verwandtschaft auf, obschon sie aus unterschiedlichen »Traditionen« (ein kerninformatischer Ansatz bei P. Hubwieser und ein anwendungsorientierter bei J. Magenheim) der »Didaktik der Informatik« stammen.

Anknüpfend an die Ansätze der »Didaktik der Informatik« werde ich dann in *Kapitel 7* Bausteine vorlegen, mit denen in die Informatik eingeführt werden soll. Es wird dabei begründet, warum welche Inhalte ausgewählt wurden, warum in welcher Tiefe die Inhalte behandelt werden und welche alternativen Inhalte möglich sind. In dieses die Ergebnisse der Arbeit zusammenfassende Kapitel integriert habe ich dann auch ein Fazit und einen Ausblick auf weiterreichende und dann auch empirische Forschungen. Diese weiterreichenden Forschungen betreffen insbesondere die Evaluation dieses hochschuldidaktischen Ansatzes und seine Übertragbarkeit auf den Bereich der »Informatischen Bildung«. Darüber hinaus werde ich dort kurz an diese inhaltliche Analyse anknüpfende Fragen der Methodik ansprechen.

16 Hubwieser (2000)

17 Magenheim (2001)

Teil Eins

In dem *ersten Teil* dieser Arbeit werde ich mit dem Ansatz der »Kontextuellen Informatik« einen Zugang für die fachübergreifende Lehre für Studierende der Informatik präsentieren. Dazu werde ich zum einen auf einen Ansatz der Technikgeneseforschung zurückgreifen und zum anderen auf einen Ansatz aus der Informatik, der ursprünglich als Ansatz der Software-Ergonomie entwickelt wurde, aber auch dazu dient, das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« zu fundieren.

Damit werde ich zum einen neben den technischen Produkten (»Artefakten«) den Bereich der geschriebenen und ungeschriebenen Gesetze, Regeln und Vereinbarungen (Konventionen bzw. von mir sog. »Soziefakten«) sowie den Bereich des notwendigen Wissens, der Qualifikationen und Fähigkeiten (Kompetenzen bzw. den von mir sog. »Kognifakten«), die im Umgang mit den technischen Geräten vorhanden sein oder vermittelt werden müssen, als Strukturaspekte für die Analyse der technologischen Entwicklung miteinbeziehen.

Eine solche techniksoziologische Analyse allein ist aber nicht ausreichend, so dass diese Analyse mit einer Gestaltungsperspektive verbunden werden muss. Die Leitidee der Gestaltungsperspektive besteht darin, technische Produkte im Zusammenhang mit den Prozessen der Gestaltung, der Regulation und der Erschließung zu betrachten. Damit trage ich der Tatsache Rechnung, dass zwischen technischen Produkten und ihren Herstellungs- und Nutzungsprozessen eine Komplementarität besteht. Mit dem Ansatz der »Kontextuellen Informatik« wird damit eine Verbindung von Gestaltungs- und Wirkungsforschung konstituiert, durch die vor allem eine Strukturierung des Grundlagenbereichs erfolgen kann. Diese dient dann im zweiten Teil der Arbeit dazu, die Inhalte von Einführungen in die Informatik zu nutzen, die von Studierenden außerhalb der Informatik besucht werden.

Den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« mit seinen beiden Zugängen werde ich in *Kapitel 3* auf der Grundlage von zwei Voruntersuchungen präsentieren. Dies ist zum einen in *Kapitel 1* eine Synopse zu den bisher existierenden Ansätzen zu »Informatik und Gesellschaft«. Dabei werde ich insbesondere die Entwicklung und die Tendenzen dieser sehr unterschiedlichen Ansätze aufarbeiten. Dies betrifft vor allem den Anspruch Wirkungs- und Gestaltungsforschung miteinander verbinden zu wollen. Zum anderen werde ich in *Kapitel 2* wesentliche Gründe dafür sammeln, warum in der Informatik (und nicht etwa im Maschinenbau, dem Bauingenieurwesen oder der Elektrotechnik) nach einer solchen Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung gesucht wird.

Kapitel 1

»Informatik und Gesellschaft« in Forschung und Lehre

Zwar werden z. T. auch angehende (Maschinenbau- und Elektrotechnik-)Ingenieure in ihren Studien- und Prüfungsordnungen angehalten Lehrveranstaltungen zu besuchen, in denen sie sich mit den gesellschaftlichen Bedingungen ihres Faches beschäftigen sollen. Diese werden aber meistens von Soziologen angeboten und nicht von Vertretern des eigenen Faches.¹ Es ist mithin eine Besonderheit der Informatik, dass in einigen Informatik-Fachbereichen Arbeitsgruppen existieren, die die Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft« tragen,² solche Veranstaltungen anbieten und zudem Forschung betreiben.

In diesem Kapitel werde ich dieser Besonderheit der Informatik nachgehen. Dabei stellt sich insbesondere die Frage, ob es fachsystematische Gründe (nicht Begründungen, sondern Desiderate) hierfür gibt, die über die politischen Motive hinaus reichen, mit denen dieses Fachgebiet ge- und begründet wurde. Anknüpfend an diese Gründe – so meine Hypothese – bestünde dann die Möglichkeit, »Informatik und Gesellschaft« als Fachgebiet *in* der Informatik so zu positionieren, dass anstelle der Betrachtungen zum »Kontext der Informatik«, mit denen man eine Außenposition zur Informatik einnimmt, eine »Informatik im Kontext« sichtbar wird, die sich mit Systemgestaltung befasst und damit in der Informatik selbst verankert ist.

Zu einer solchen Etablierung von »Informatik und Gesellschaft« in der Informatik selbst gibt es bereits einige Vorschläge. Diese Vorschläge werde ich im Folgenden untersuchen. Primäre Grundlage dieser Untersuchung sind Darstellungen in der »FifF-Kommunikation 4/2001«,³ in der diejenigen, die für das Fachgebiet berufen sind,⁴ ihren jewei-

1 Dort, wo die entsprechende nFachgruppen in der Informatik fehlen wie z. B. an der Universität Bielefeld, übernehmen auch (Technik-)Soziologen die entsprechenden und durch Studien- und Prüfungsordnungen geforderten Veranstaltungen für die Informatik-Studierenden.

2 Solche Lehrstühle gibt es an den Universitäten in Berlin (HU und TU), Hamburg, Bremen, Dortmund, Paderborn, Freiburg und der TU Wien. Damit sind solche Lehrstühle nur in einigen wenigen Fachbereichen der Informatik vertreten. In der Regel tragen die Lehrstühle die Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft«; Ausnahmen bilden die Universität Hamburg (Arbeitsbereich Angewandte und Sozialorientierte Informatik), die HU Berlin (Informatik in Bildung und Gesellschaft) sowie die TU Wien (Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung), die aber selben Ursprungs sind.

3 Die FifF-Kommunikation ist das Mitteilungsblatt des »Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V.« (FifF).

4 Über diesen Personenkreis hinaus gibt es weitere Personen, die sich der Sache »Informatik und Gesellschaft« verschrieben und wesentliche Beiträge zur Etablierung geleistet haben oder auch noch leisten. Diese werden dann vor allem im Abschnitt zu den Theorieansätzen (2.4) berücksichtigt.

ligen Ansatz und die damit verbundenen Probleme dargelegt haben. Als Untersuchungsmethode habe ich einen synoptischen Ansatz gewählt.

Anknüpfend an diese Synopse werde ich in *Kapitel 2* unter Bezug auf offizielle »Definitionen« der Informatik begründen, warum man ausgerechnet in der Informatik versucht Wirkungs- und Gestaltungsforschung miteinander zu verbinden. In *Kapitel 3* werde ich dann den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« ausführlich als *eine* Möglichkeit darstellen, um in die Grundlagen von »Informatik und Gesellschaft« einzuführen, so dass ein Beitrag zur Ausbildung von Informatikern geleistet wird, der an deren Praxis anschließt. Ich werde außerdem die »Kompatibilität« zu den übrigen Ansätzen begründen.

Bei der nachfolgenden Untersuchung der Ansätze zu »Informatik und Gesellschaft« orientiere ich mich an folgenden Leitfragen:

- Welche Inhalte von Lehrveranstaltungen werden genannt und was sind die Probleme dabei? (1.2)
- Was sind Probleme des Fachgebietes? Was sind die Ansprüche und Ziele bei der Positionierung und welche Forschungsansätze sind erkennbar? (1.3)

Bevor ich aber nach Antworten auf diese Fragen suche, werde ich zunächst (1.1) darlegen, welche Motive bei der Etablierung von Fachgruppen zu »Informatik und Gesellschaft« eine Rolle spielten. Den Abschluss dieses Kapitels bildet eine Zusammenfassung (1.4), die insbesondere dazu dient, grundlegende Begriffe, Themen und Phänomene, m. a. W. den Gegenstandsbereich von »Informatik und Gesellschaft« festzuhalten.

1.1 Zum Entstehen von »Informatik und Gesellschaft«

Einleitend zu diesem Kapitel hatte ich bereits angemerkt, dass auch in anderen Ingenieurwissenschaften Veranstaltungen besucht werden müssen, in denen sich die Studierenden mit den gesellschaftlichen Implikationen ihres Faches und ihres Handelns befassen müssen. Dies ist dort allerdings als Teil eines *Studiums generale* angelegt und nicht auf das Fach bezogen. Außerdem ist dies zunächst politisch motiviert.

»Humanistisches Studium«

In Reaktion auf die Rolle, die Ingenieure im »3. Reich« bei der Vorbereitung des Krieges und beim *Holocaust* spielten, sorgten insbesondere die Briten dafür, dass auch die angehenden Ingenieure an der Technischen Hochschule Charlottenburg (der späteren TU Berlin) ein „Humanistisches Studium“ absolvierten:

Jeder Studierende musste neben seinen technischen Fächern auch sozial- und humanwissenschaftliche Lehrveranstaltungen absolvieren. Dabei bestand das Humanistische Studium bewusst nicht in der Integration der sozialwissenschaftlichen Inhalte in die Ingenieurwissenschaften. Diese erschienen den Briten nach wie vor wertfrei. Vielmehr sollten die Ingenieure durch das Humanistische Studium zu einem umfassenden

humanistischen Denken gebildet werden. Eine solche humanistische Bildung erschien als Garant für demokratische Gesinnung.⁵

Die Hoffnung, dass man »Humanismus« auf diese Art und Weise vermitteln kann, war allerdings verfehlt und so fährt J. Friedrich auch fort:

Der Erfolg des Humanistischen Studiums blieb begrenzt. Es wurde von den Ingenieurstudenten zunehmend als Fremdkörper begriffen, der mit ihrem "eigentlichen" Studieninteresse nichts zu tun hatte. In den gut zwanzig Jahren seines Bestehens (1946-1967) erstarrte das Humanistische Studium zur Pflichtübung.⁶

Die Gründung von »Informatik und Gesellschaft« als Fachgebiet in der Informatik geht letztlich auch aus dieser Kritik an dem »Humanistischem Studium« hervor; die politische Motivation steht dabei weiter im Vordergrund.

Zeitgeist und wissenschaftspolitische Einflüsse

Als »Keimzelle« von »Informatik und Gesellschaft« wird das sog. »Informatik-Seminar« an der TU Berlin angesehen. F. Holl schreibt dazu:

In der „Gemeinsamen Kommission zur Einrichtung des Studienganges Informatik“ an der Technischen Universität Berlin wurde beispielsweise bereits 1970 die Gründung eines sogenannten „Seminars“ beschlossen, dessen Aufgabe in der „Analyse der gesellschaftlichen Implikationen der in den Forschungsgruppen der Informatik betriebenen Technologie [und der] Analyse des Berufsbildes und der Berufspraxis der Informatiker“ bestehen sollte (zitiert nach [TUB 80, S. 128]); dieses „Informatik-Seminar“ wurde dann (1984) in einen der ersten offiziellen Lehrstühle zu „Informatik und Gesellschaft“ umgewandelt.⁷

Im »Informatik-Seminar« stand nicht länger das hehre Ziel Informatik-Studierende *humanistisch* zu bilden im Vordergrund sondern viel pragmatischer die Beschäftigung mit den gesellschaftlichen Bedingungen und Auswirkungen der Informatik, um einen Bezug zur Praxis herzustellen.⁸

Im Unterschied zu den anderen Ingenieurdisziplinen, die damals ebenfalls solche »Seminare« eingerichtet haben, konnte sich das »Informatik-Seminar« allerdings halten. Dies hat, wie J. Friedrich vermutet, auch mit dem *Selbstverständnis* der Informatik als junger Disziplin zu tun.

Wahrscheinlich dämpfte die Schwerkraft des Jahrhunderte-alten Selbstverständnisses von Bauingenieuren oder Maschinenbauern den von der Studentenbewegung erzeug-

5 Friedrich (2001) S. 59

6 ebd.

7 Holl (1997) S. 15 (Fußnote 18). [TUB 80] verweist auf: Beuschel, W.; Bickenbach, J.; Geffers, S.; Kaeber, A.; Keil, R.; Müller, N.; Nullmeier, E.; Rödiger, K.-H.; Talke, W.; Wahl, U.: *10 Jahre Fachbereich 20*. Technische Universität Berlin, Eigenverlag, Berlin, 1980

8 Friedrich (2001) S. 59

ten normativen Pendelausschlag viel stärker, als dies in der jungen, noch unsicheren und damit zwangsläufig (noch) diskussions-offenen Informatik der Fall war.⁹

Die kritische Auseinandersetzung mit der Technik entsprach tatsächlich dem »Zeitgeist« der 70er Jahre. Insbesondere technische Großprojekte wie z. B. die Kernenergie, aber auch der Einzug von EDV, Werkzeugmaschinen und Robotern in industrielle Arbeitsprozesse und dem damit einhergehendem Abbau von Arbeitsplätzen ließen diese Technologien wenig sozial- bzw. umweltverträglich erscheinen. Vor allem in der Natur- und Umweltschutzbewegung wurde »die« Technik an sich – als ob es nur Technik ablehnende oder euphorische Haltungen geben könne – und grundsätzlich in Frage gestellt.¹⁰ Die Diskussionen um einen wünschenswerten bzw. abzulehnenden Einsatz von Informationstechnologien wurden von diesem »Zeitgeist« beeinflusst.

Die Schwierigkeiten für die Beschäftigung mit der Technikkritik einen institutionellen Rahmen zu finden erklären sich auch aus der Polarität von euphorischen und ablehnenden Haltungen in Bezug auf Technik. J. Pflüger berichtet davon, dass die „Etablierung von »Informatik und Gesellschaft« als eigenständiges Fach innerhalb der Informatik mit heftigen Auseinandersetzungen verbunden war.“¹¹ Z. B. ist zwischen 1970 und 1980 mehrfach versucht worden, das »Informatik-Seminar« an der TU Berlin wieder abzuschaffen.¹²

Die Auseinandersetzung zugunsten des Fachgebiets »Informatik und Gesellschaft« ist insofern entschieden, dass die Notwendigkeit von Lehrveranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« nicht länger bestritten wird. Damit ist aber noch keine Aussage darüber getroffen, wer diese Veranstaltungen durchführen soll und ob dazu eine Fachgruppe in der Informatik notwendig ist. »Informatik und Gesellschaft« ist zwar in der Informatik verankert worden. Damit stellt sich umso dringender die Frage, die G. Müller im Untertitel seines Beitrages in der FIF-Kommunikation stellt: Ist »Informatik und Gesellschaft« „nützlich und wichtig, aber auch akademisch?“¹³ Auch J. Pflüger stellt in der Überschrift seines Beitrags die Ratlosigkeit dar, was man jetzt eigentlich mit dem erstrittenen Fachgebiet machen soll. Daher fragt er: „Was machen wir, wenn wir gewonnen haben sollten?“¹⁴ Der Kampf zu einem Fachgebiet zu kommen hat offenbar über Jahre die Frage nach den Inhalten von »Informatik und Gesellschaft« in Forschung und Lehre überlagert.

Ein Phänomen dieser Entwicklung ist, dass *Forschung* und *Lehre* in »Informatik und Gesellschaft« fast nichts miteinander zu tun haben. Dies markiert zugleich einen wesentlichen Unterschied zu anderen Fachgebieten der Informatik. Um einerseits zu zeigen, wie weit Forschung und Lehre voneinander entfernt sind, und andererseits auch zu erkunden, ob und wie diese miteinander verbunden werden können, werde ich zunächst untersuchen, was die Inhalte und die Probleme in der Lehre sind, und danach, welche Forschungsansätze vorliegen. Forschung und Lehre aufeinander abzustimmen scheint mir

9 Friedrich (2001) S. 59

10 Auf diese weit verbreitete Dichotomie komme ich im Verlauf dieser Arbeit immer wieder zurück.

11 Pflüger (2001) S. 16

12 Vgl. hierzu Holl (1997) S. 15 (Fußnote 19)

13 Müller (2001) S. 29

14 Pflüger (2001) S. 16

ein wesentliches Ziel zu sein, damit zum einen in der Lehre in die Grundlagen des Fachgebietes eingeführt werden kann und zum anderen die Forschungen auf einem Grundlagenkanon aufsetzen können. So kann an die Stelle der vorherrschenden Divergenz eine gewisse Konvergenz treten.

1.2 Inhalte und Probleme in der Lehre

Die Lehre in »Informatik und Gesellschaft« weist eine gewisse »Breite« auf. Dafür fehlt es an »Tiefe« und einem Kanon grundlegender Begriffe. Dies macht vor allem J. Pflüger besonders eindringlich deutlich. Für seine Einführungsveranstaltung benennt er folgende „Themenkreise“:

- (Selbst-)Verständnis der Informatik (Entwicklung der Technologie, Leit- und Berufsbilder)
- Überwachen und Strafen (Militär, Geheimdienste, Polizei)
- Globalisierung, Monopolisierung und Vernetzung (Global Players und Gegenbewegungen)
- Von der Industriegesellschaft zur Informationsgesellschaft (IT und Wissen)
- Privacy (Datenschutz, Angriffe sowie technische und organisatorische Schutzmaßnahmen)
- Verletzlichkeit der Informationsgesellschaft (Bugs, Würmer/DoS-Attacken, Security)
- Geistiges Eigentum und Freiheit der Information (Copyright vs. Copyleft)
- Computer und Lebenswelt (Spiele, Kommunikation, Lernen)
- Computer und Arbeitswelt (Automat, Werkzeug, Medium, Technik vs. Design)
- Computer als Phantasma (Künstliche Intelligenz, Projektionen auf die Technik)⁵

In dieser Zusammenstellung wird eine Vielzahl von Problemen angedeutet, die mit Anwendungen der Informatik verbunden sind. Damit kann und wird vor allem ein Problembewusstsein dafür geschaffen, wie sehr die Disziplin Informatik in die Gesellschaft eingreift. Dies ist aber eigentlich nicht mehr nötig:

Und bei den Studierenden, die mit dem Internet aufgewachsen sind, rennt man mit dem Hinweis, daß die Informatik gesellschaftliche Bezüge hat und ihre Produkte soziale Realität formen, offene Türen ein. ... Nach meiner Erfahrung sind viele Studierende (wie Lehrende) allzeit bereit, einen Gesellschaftsbezug zu konzederen, wollen aber ansonsten ihre technische Ruhe haben und sich einer Auseinandersetzung entziehen. Andere interessieren sich von alleine für soziale und kulturelle Fragen und lesen nicht selten einschlägige Mailing-Listen oder Zeitschriften wie c^t, die Themen aus Informatik und Gesellschaft zum Teil auf hohem Niveau behandeln.¹⁶

15 ebd. S. 18. Für die Vorlesung „Informatik und Gesellschaft 1“, die im Rahmen der Bacalaureat-Studiengänge im 1. Semester von allen Studierenden (über 1.200 Teilnehmer) besucht werden muss.

16 ebd. S. 17

Über Problembewusstsein hinaus!?

Ein gewisses Problembewusstsein scheint mithin vorhanden. Es scheint aber auch oftmals das einzige erreichbare Ziel von Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« zu sein. R. Keil-Slawik reicht dieses allerdings nicht aus:

Kritisches Bewusstsein (was immer das sein mag) ist angesagt, aktuelle Themen sollen behandelt, Probleme und Auswirkungen besprochen werden. Dabei kommt es immer wieder zu Konflikten, weil eine kritische Meinung noch lange keine qualitativ hochwertige Aussage ist, weil das Mitgefühl mit den von Auswirkungen Betroffenen noch keine wissenschaftliche Leistung darstellt, weil das Verwalten von hehren Ansprüchen losgelöst von der Praxis noch kein Zeichen fachlicher Kompetenz ist. Wohl gemerkt, das alles muss es geben, nur braucht es dafür keine eigene wissenschaftliche Disziplin.¹⁷

Auch B. Lutterbeck u. a. haben erkannt, dass eine Übersicht über den Gesellschaftsbezug der Informatik auch auf anderem Wege gewonnen werden kann, dass dies keine Legitimation für das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« darstellt und dass damit auch die Lehre nicht begründet werden kann.

Schon längst werden die Lücken durch andere gefüllt, nicht zuletzt durch verschiedene Internet-Informationendienste (telepolis, slashdot, The Register etc.) sowie Print-Publikationen (c't, Linux-Publikationen etc.). Fast jeder Studierende bezieht heute diese Dienste und ist auf diesem doch recht hohem Niveau vorinformiert. I&G-Leute müssen sich durchaus anstrengen, das Niveau dieser Dienste zu übersteigen.¹⁸

B. Lutterbeck u. a. kritisieren zudem,

... dass der Bereich [»Informatik und Gesellschaft«, D. E.] in nahezu allen gesellschafts-politisch bedeutsamen Problemen sprachlos bleibt, wie z.B. Softwarepatentierung, Napster und Urheberrechte, e-Government, Kryptographie und neuerdings Sicherheit und Terrorismus. Man kann es bedauern, aber die Gesellschaft wird es verschmerzen, wenn ein wissenschaftlicher Bereich «Informatik und Gesellschaft» sprachlos bleibt.¹⁹

Abgrenzung nach außen

Aber kann eine solche politische Einmischung bzw. die Diskussion von – unbestritten spannenden – aber an vielen anderen Orten bereits diskutierten Themen und Problemreichen wesentlicher Inhalt einer Lehrveranstaltung zu »Informatik und Gesellschaft sein? Ist dies der Inhalt von Forschungen *in* der Informatik? Ein Fachgebiet wird durch eine solche Ansammlung sicher nicht konstituiert. R. Keil-Slawik schlägt daher eine Differenzierung in gesellschaftspolitisch relevante Themen und Themen für »Informatik und Gesellschaft« vor:

¹⁷ Keil-Slawik (2001) S. 40

¹⁸ Lutterbeck u. a. (2001) S. 49. M. E. muss es „... auf diesem doch recht hohen Niveau ...“ heißen. [D.E.]

¹⁹ ebd.

Wissenschaftliche Arbeit in IuG und die Arbeit im FIF sind weder inhaltsgleich noch verfolgen sie trotz mancher Übereinstimmung dieselben Ziele; beides ist erforderlich, sie ergänzen sich und eins kann das andere nicht ersetzen.²⁰

Er ergänzt:

Nicht alle wichtigen Probleme lassen sich mit der (beschränkten) Kompetenz der Informatik behandeln. Hier ist interdisziplinäre Zusammenarbeit angesagt, die voraussetzt, dass man den spezifischen Beitrag bzw. die spezifische Kompetenz der jeweiligen Disziplin angeben kann.²¹

Disziplinarität ist gerade in der interdisziplinären Lehre erforderlich. G. Müller mahnt an:

Gerade für ein Fach, wie „Informatik und Gesellschaft“, ist es dann eine besondere Verpflichtung die Grenzen der Wissenschaft nicht zu überschreiten.²²

(Innere) Kohärenz

Neben einer Abgrenzung nach außen fehlt es dem Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« an Kohärenz und einem *roten Faden*: Es ...

... stellt sich das Patchwork des Stoffes selbst gemäß der Aufmachung einer Zeitschrift dar: Zwischen vielen Themen wird auf Anhieb kein nicht-trivialer Zusammenhang ersichtlich, was die Klage mancher Studierenden rechtfertigt, in »Informatik und Gesellschaft« sei kein roter Faden zu sehen. Die mangelnde Kohärenz wird dadurch verstärkt, daß die Thematik in einer den Medien vergleichbaren Weise auf Aktualität angewiesen ist, wenn sie nicht »daneben« liegen will, – aktuelle Beispiele liefern etwa die massive Zunahme an Wurmattaken in der letzten Zeit, die verschärfte Auseinandersetzung um Copyright-Regelungen oder die zu erwartenden Auswirkungen des Angriffs auf das World Trade Center für das Spannungsverhältnis von Sicherheitsmaßnahmen und Persönlichkeitsrechten im Kontext der Informationstechnologie. Aus den genannten Gründen wird die Lehre in »Informatik und Gesellschaft«, zumindest in Einführungs- und Überblickveranstaltungen, wenig mehr bieten können, als eine angelegentliche Lektüre mit sich bringt (was allerdings auch auf viele andere Informatik-Veranstaltungen zutrifft).²³

Von Forderungen nach Aktualität der Themen, aber zugleich auch von einem fehlenden »roten Faden« berichten alle, die »Informatik und Gesellschaft« lehren. Dass sich diese Anforderungen widersprechen, wird nur selten aufgelöst. Man wird sich entscheiden müssen, was man will und welche Ausrichtung »Informatik und Gesellschaft« haben soll. Veranstaltungen, die alles anreißen, aber nichts wirklich durchdringen, dürfen m. E. jedenfalls nicht das Ziel sein.

»Informatik und Gesellschaft« als Lehrgebiet an einer Hochschule muss daher anderes bieten als gesellschaftspolitische Stellungnahmen. All die Beispiele und Probleme müss-

20 Keil-Slawik (2001) S. 40

21 ebd.

22 Müller (2001) S. 29

23 Pflüger (2001) S. 17

ten unter einer gemeinsamen Perspektive betrachtet werden. Eine solche ist aber nur schwer zu benennen, wie J. Pflüger feststellt:

Von den Exempeln ausgehend, können Hintergründe beleuchtet, Tendenzen verallgemeinert, Leitbilder und Konzepte aufgewiesen, der Zusammenhang von Politik, Recht, Normen, Geistesgeschichte und Technik herausgestellt und auf ›Thesen‹ gebracht werden.²⁴

Diese »Thesen« tragen vielleicht dazu bei gemeinsame Muster zu finden. So schreibt er weiter:

Wenn alles gut geht, sollte sich dabei eine Begrifflichkeit vermitteln lassen, mit der sich in einigen Köpfen die behandelten Phänomene zum Verständnis eines, wie auch immer komplexen Zusammenhangs von Technik und Gesellschaft zusammensetzt.²⁵

Die einschränkende Formulierung „Wenn alles gut geht“ zeigt sehr deutlich die Probleme, die damit verbunden sind, wenn man mit einer breit angelegten Sammlung von Themen öffentlichen Interesses in eine Veranstaltung geht. Ein gewisses Problembewusstsein wird man damit sicher erzielen. Wenn es aber darum geht, das Gelernte auf die Praxis zu beziehen, werden sich wie schon beim »Humanistischen Studium« Probleme einstellen.

Der Versuch, das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« über die Breite der Themen zu definieren, ist letztlich zum Scheitern verurteilt, da er die Kompetenz der Lehrenden überfordert. J. Pflüger schreibt hierzu:

Die Diversifizierung des Stoffes bringt mit sich, daß ich selbst in vielen Fragen nur ein ›gebildeter Laie‹ bin und nicht alles gleich gut beurteilen kann; beispielsweise unterrichte ich auch ›Datenschutz und Datensicherheit‹, kann aber, da ich kein Jurist bin, bei konkreten Datenschutz-Fragen von Betroffenen immer nur eine Auskunft ohne Gewähr geben.²⁶

Mit diesen Problemen einer Abgrenzung nach außen und der Herstellung von Kohärenz nach innen umzugehen, gibt es insgesamt drei Strategien, auf die ich im Folgenden eingehen werde. *Erstens* setzt man darauf, in »Informatik und Gesellschaft« sog. *soft skills* zu vermitteln, die bewusst nur indirekt auf die Praxis von Informatikern zielen und damit über die Informatik hinausgehen. Eine *zweite* Strategie besteht darin, über das Fach hinausgehende Qualifikationen zu vermitteln, die im Unterschied zu den *soft skills* aber auf andere Fächer bezogen sind. Darüber hinaus besteht eine *dritte* Strategie darin, Informatik-Kompetenzen zu vermitteln, die ich dann auch weiter verfolgen werde.

24 Pflüger (2001) S. 18

25 ebd.

26 ebd. S. 17

»Soft skills«

Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« sollen nach Ansicht von W. Coy vor allem *soft skills* und hier insbesondere kommunikative Kompetenzen stärken.²⁷ »Informatik und Gesellschaft« soll also komplementär zur übrigen Informatik sein. Es wäre zwar wünschenswert, dass in den übrigen Veranstaltungen zur Informatik auch solche *soft skills* gestärkt werden; dies geht aber an der Realität vorbei, da die Komplexität der Probleme, die in der Informatik insgesamt bearbeitet werden, zu einer solchen Arbeitsteilung zwingt.²⁸

Die Informatik solle als Ganzes reflektiert und eine kritische Urteilskraft entwickelt werden. M. a. W. sollen die Widersprüche und die Konflikte bei der Herstellung von Systemen erkannt werden.²⁹ Dazu ist es u. a. nötig – so W. Coy weiter –, dass die „geistigen und kulturellen Grundlagen“ der Informatik vermittelt werden und damit „die Fähigkeit zur Bewertung sozio-kultureller Prozesse geweckt werden – von der berufsspezifischen Ethik bis zu den historischen und politischen Aspekten der Globalisierung und der Informationsgesellschaft.“³⁰

Auch für J. Pflüger ist es ein wesentliches Ziel, ein Bewusstsein für die Problematiken zu wecken, diese begrifflich zu fassen und an einer Reihe von Beispielen zu belegen. Daraus folgt aber auch – und dies ist angesichts der Motive, die zum Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« führten, durchaus nicht selbstverständlich – die folgende Ausrichtung:

Ethische und geschichtliche Betrachtungen werden dabei nicht als eigenständige Themen behandelt, sondern jeweils an Fragestellungen gebunden; sie sollen konkret die Möglichkeit einer rationalen Begründung und die notwendige Kontingenz der technologischen Entwicklung aufzeigen.³¹

Es gilt m. a. W. vor allem zu vermitteln, dass es den »one best way« bei einer technischen Entwicklung nicht gibt.³² Dieses Problembewusstsein gepaart mit einer gewissen Offenheit ist sicherlich eine wesentliche Fähigkeit, die Informatiker entwickeln müssen. Es stellt sich aber die Frage, ob dazu ein Fachgebiet wie »Informatik und Gesellschaft« erforderlich ist oder ob dies nicht wesentlicher Bestandteil insbesondere von Veranstaltungen zur Software-Technik, zur Software-Ergonomie bzw. von Praktika wäre.

Fachfremde Qualifikationen

Die *soft skills*, die W. Coy benennt, sind allgemeine, aber nicht fachgebundene Kompetenzen; B. Lutterbeck setzt im Unterschied dazu auf ein Studium der „wesentlichen Gesell-

27 Coy (2001) S. 47

28 ebd.

29 ebd. S. 46

30 ebd. S. 47

31 Pflüger (2001) S. 19

32 Darauf verweist neben Pflüger (2001) S. 18 auch Coy (2001) S. 47.

schaftswissenschaften“: Politikwissenschaften, Ökonomie, Rechtswissenschaften und Geschichte.³³

Im Rahmen einer neuen Studien- und Prüfungsordnung der Informatik (Bachelor-Studiengang) wurde ein „Gesellschaftswissenschaftliches Studium“ an der TU Berlin entwickelt. Unter Beteiligung der Studierenden wurde ein neues Konzept entwickelt: Die Anforderungen der Studierenden fassen B. Lutterbeck u. a. wie folgt zusammen:

- Studierende wollen mehr ökonomische Kompetenz erwerben.
- Juristische Detailkenntnisse interessieren Studierende nicht besonders. Allerdings wird die juristische Fallmethode, die einige bei uns kennengelernt hatten, als sehr interessant und anderen Methoden überlegen angesehen. Das Recht sollte in erster Linie als methodischer Zugang beibehalten und ausgebaut werden.
- Der Unterricht, den sie genossen haben, war ihnen letztlich zu langweilig. Die künftige Veranstaltung sollte deshalb die eigenständige Arbeit der künftigen Studierenden stärker betonen. Es soll aber weiterhin Vorlesungen geben.³⁴

Diese Forderungen und der Diskussionsprozess führten zu folgenden Einsichten, die in die Gestaltung des zwei Semester dauernden Lehrgangs Eingang gefunden haben:

- Angesichts der Ubiquität von Informatik in allen wesentlichen gesellschaftlichen Strukturen und Prozessen sollen die Studierenden einen Einblick in die ökonomischen, rechtlichen und politischen Grundlagen im Zusammenhang mit ihrer zukünftigen Tätigkeit erhalten.
- Weil jeder Studierende über verschiedene Interessen und Erfahrungen verfügt, sollen im gesellschaftswissenschaftlichen Studium weitergehende Spezialisierungen angeboten werden.³⁵

In Anlehnung an das Buch „Computerization and Controversy“ von Dunlop und Klings aus dem Jahr 1991 lässt nach Einschätzung von B. Lutterbeck u. a. ein Zugang zu den Inhalten von »Informatik und Gesellschaft« finden. Die Kapitelüberschriften dieses Buchs bilden dafür die „Richtschnur“:

- «The dreams of technological utopism»
- «Economic and organizational dimensions of computerization»
- «Computerization and the transformation of work»
- «Social relationships in electronic communities»
- «Social control and privacy»
- «Security and liability»
- «Ethical perspectives and professional responsibilities»³⁶

Damit benennen B. Lutterbeck u. a. Themenbereiche, von denen tatsächlich nur *security and liability* in der Informatik selbst angesiedelt ist. Zwar werden die ökonomischen,

33 Lutterbeck u. a. (2001) S. 49

34 ebd. S. 50

35 ebd.

36 ebd. S. 49

rechtlichen und politischen Inhalte auf die Informatik bezogen; sie sind eindeutig außerhalb der Informatik und damit im *Kontext der Informatik* als Teil einer Wirkungsforschung und einer Analyse der gesellschaftlichen Auswirkungen angesiedelt. Angesichts der Tatsache, dass mehr und mehr Studiengänge der Informatik in den nächsten Jahren in Bachelor-Studiengänge umgewandelt werden, die einen gewissen Anteil fachfremder Studien beinhalten werden, ist dies ein Ansatz diesen fachfremden Teil zu definieren. Dieser Ansatz wie auch der Versuch *soft skills* zu vermitteln sagen aber nur wenig über die Gestaltung von »Informatik und Gesellschaft« als Teilgebiet der Informatik aus.

Daher werde ich im Folgenden – der Prämisse dieser Arbeit folgend, dass »Informatik und Gesellschaft« in der Informatik selbst verankert werden muss – noch studieren, welche Ansätze es gibt Informatik-Kompetenzen zu entwickeln.

Informatik-Kompetenzen

Auch T. Herrmann greift in seiner Veranstaltung verschiedene Anwendungsfelder auf. Er versucht damit einerseits der Forderung nach einen Aktualitätsbezug gerecht zu werden.

[Es] werden unterschiedliche Anwendungsfelder behandelt, bei denen die Einführungen von IuK-Technologien aktuell Veränderungen zeigt. In jedem Jahr werden die Anwendungsfelder auf ihre Aktualität geprüft und ggf. ersetzt.³⁷

Für die Bearbeitung dieser Anwendungsfelder hat er (zusammen mit seinen Mitarbeitern) andererseits ein »Raster« entwickelt, so dass bei wechselnden Themen zumindest ein einheitlicher Zugang zur Thematik möglich wird:

Die Anwendungsfelder werden unter verschiedenen Fragestellungen behandelt, die zu unterschiedlichen Themengebieten zusammengefaßt werden. Um einen Überblick über das jeweilige Anwendungsfeld zu bekommen, werden zunächst Fragestellungen behandelt, die aktuelle Anwendungen und Risiken beschreiben. Darauf wird auf die durch die eingeführte Technologie beobachteten Veränderungen von Organisation, Kommunikation und Qualifikation eingegangen. Anschließend werden zwei Themengebiete behandelt, in deren Rahmen Mißstände in Zukunft bereits im Vorfeld umgangen werden können. Dabei wird einerseits auf die Belastung durch Computerarbeit und Anforderungen an benutzerfreundliche Software-Gestaltung eingegangen. Andererseits werden wesentliche Aspekte von Problemen des Datenschutzes und der Datensicherheit erläutert.³⁸

Abbildung 1 zeigt eine tabellarische Aufarbeitung der Themenfelder *Aus- und Weiterbildung* sowie *Dienstleistung und Handel*. Insbesondere die Untersuchungspunkte III und IV zielen auf eine andere Systemgestaltung, so dass man hier nicht davon reden kann, dass dieser Ansatz nur auf den *Kontext der Informatik* bezogen ist. Die Analyse dient – und dies ist angesichts der gesetzlichen Anforderungen im Bereich des Gesundheits- und Ar-

37 Herrmann u. a. (1998) S. 84

38 ebd. S. 84f

beitsschutzes sowie des Persönlichkeitsschutzes, die zwingend eingehalten werden müssen, von entscheidender Bedeutung – der Systemgestaltung.

Auch R. Keil-Slawik fordert die Vermittlung von Informatik-Kompetenzen, die auf die Gestaltung von Informatiksystemen bezogen sind, in den Mittelpunkt der Veranstaltungen zu stellen. Die

von ihm³⁹ postulierte *scharfe* Abgrenzung zu den gesellschaftspolitisch ohne Zweifel spannenden Fragestellungen und damit von dem Wunsch nach Aktualitätsbezug ist hierfür typisch. Seine Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« an der Universität Paderborn stellen Software als technisches Produkt und dessen Nutzungs- und Herstellungsprozesse ins Zentrum seiner Betrachtungen und enden mit einer Vorlesung zu *sozialorientierten* bzw. *partizipativen* Modellen und Methoden der Software-Entwicklung.

Eine solche Orientierung auf die Vermittlung von Informatik-Kompetenzen macht die Unterscheidung zu anderen Teilgebieten der Informatik insofern schwierig, da die *sozialorientierten* bzw. *partizipativen* Modelle und Methoden inzwischen auch in die Software-Technik Eingang gefunden haben. Es muss genauer bestimmt werden, was das Ziel der Verbindung von Analyse und Gestaltung ist. Dazu werde ich im Folgenden untersuchen, welche Forschungs- und Theorieansätze im Bereich »Informatik und Gesellschaft« bestehen, um die Möglichkeiten zu studieren, wie Forschung und Lehre miteinander verbunden werden können.

1.3 Forschungs- und Theorieansätze

Trotz aller Probleme bei der Auswahl von Inhalten für den Bereich »Informatik und Gesellschaft« gibt es einen weitreichenden Konsens zur Notwendigkeit der Lehrveranstal-

	Aus- und Weiterbildung	Dienstleistung und Handel
I. Anwendungen von Informations- und Kommunikationstechnik	Vom CBT zum virtual classroom: Welche Rolle spielen unterschiedliche Computersysteme in der Aus- und Weiterbildung? Welche Einsatzformen und Organisationskonzepte zur Integration unterschiedlicher Medien können weiterverwendet werden?	Technische Mittel und Anwendungen im Handel: Welche Anwendungstypen werden eingesetzt und welche neuen Technologien sind getechnisiert?
II. Veränderungen von Organisation, Kommunikation und Qualifikation	Lernen im Wandel: Was verändert sich Lernformen und Lerninhalte in der Informationsgesellschaft?	Versicherungsgewerbe im Umbruch: Welche Veränderungen der Ablauf- und Aufbauorganisation, sowie der betrieblichen Kommunikation ergeben sich in Versicherungen bzw. durch die Einführung von Telearbeit und Workflows-Management?
III. Belastungen und Schwachpunkte	Interaktivität und Ergonomie von Lernprogrammen: Welche besonderen Anforderungen werden an die ergonomische und didaktische Gestaltung von Computersystemen für Aus- und Weiterbildung gestellt?	Belastungen durch Telearbeit: Welche psychologischen und sozialen Belastungen können bei Telearbeiten auftreten?
IV. Datenschutz	Datenschutz in der Schule und Hochschule: Welche Gesetze und Verordnungen regeln die Speicherung und Verarbeitung von Daten über Schüler und Lehrer?	Datenschutz beim elektronischen Zahlungsverkehr: Welche Risiken entstehen bei verschiedenen Zahlungssystemen z.B. für Kunden und Händler?

Abbildung 1: Exemplarische tabellarische Darstellung von Anwendungsfeldern und Fragestellungen [Herrmann u. a. (1998) S. 84]

39 wie bereits auf Seite 17 dieser Arbeit zitiert

tungen. Sowohl die Vermittlung sog. *soft skills* ist erwünscht wie auch das über den »Tel-
lerrand« des Faches Schauen, das bei B. Lutterbeck zum Ausdruck kommt.

Inwieweit die Vermittlung von Informatik-Kompetenzen erwünscht ist, entzieht sich einer Beurteilung, sorgt doch diese Ausrichtung für Überraschung sowohl bei den Lehrenden anderer Fachgebiete der Informatik als auch bei den Studierenden. Diese Überraschung hängt wohl auch damit zusammen, dass es für die Einrichtung der Fachgebiete, die durchaus auch auf studentische Initiative zurückgeht,⁴⁰ keinen so weitreichenden Konsens gibt.⁴¹

Sogar wenn die Einrichtung auf Initiative der übrigen Lehrenden zurückgeht, wie z. B. an der Universität Paderborn, wird das Fachgebiet nicht mit derselben Anerkennung versehen wie die anderen. Dem Beitrag von R. Keil-Slawik kann man entnehmen, dass mit der Etablierung eines Fachgebietes auch durchaus das Motiv verbunden ist, sich nicht mit den schwierigen, normativen Fragen im Kontext des eigenen Fachgebietes beschäftigen zu müssen: „Man ist froh, dass es das Fach gibt, aber man akzeptiert es nicht wirklich.“⁴² Er fährt ein paar Zeilen weiter fort:

Technik und Gesellschaft sind gerade in Bezug auf Informatiksysteme und digitale Medien dermaßen eng miteinander verflochten, dass das Betrachten der Auswirkungen und das Problem der Verantwortung besonders drängend sind. Hier ist es schön, wenn jemand da ist, der sich stellvertretend um diese Dinge kümmert, sodass man unbekümmert seinen eigenen Interessen nachgehen kann. Das bedeutet jedoch noch nicht, dass man von dem Fachgebiet auch einen konstruktiven Beitrag für die Informatik erwartet. Folgen und Wirkungen muss man kennen um in der Praxis Systeme ordnungsgemäß gestalten zu können, doch Informatik ist das eigentlich nicht. Falls meine Gespräche halbwegs repräsentativ sind, hat ein Großteil der Kollegen keine Vorstellung davon, was IuG als wissenschaftliches Informatikfachgebiet sein könnte.⁴³

Diese Einschätzung steht in einem gewissen Gegensatz zur ursprünglichen Begründung und Verankerung der Arbeitsgruppe »Informatik und Gesellschaft« in der Informatik. In einem internen Papier für den Fachbereichsrat des FB 17 (Mathematik/Informatik) heißt es:

Die Stelle ... ist im FB 17 angesiedelt. Die Tatsache spiegelt das Bewußtsein der Paderborner Informatik für den wachsenden Einfluß von Informatikmethoden und -techniken auf die Gesellschaft wider. Es gehört zum Selbstverständnis, daß die Untersuchung solcher Einflüsse und insbesondere ihrer Rückwirkung auf die Informatik ein Schwerpunkt der Informatik selbst sein muß.⁴⁴

40 Vgl. hierzu Pflüger (2001)

41 Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels erwähnt, gibt es noch lange nicht an allen Informatik-Fachbereichen Lehrstühle oder Arbeitsgruppen zu »Informatik und Gesellschaft«.

42 Keil-Slawik (2001) S. 39

43 ebd. S. 39f

44 Internes Papier an den Fachbereichsrat des FB 17 der Universität-GH Paderborn aus dem Jahr 1990. Zitiert nach Holl (1997) S. 16 (Fußnote 21)

Diese Argumentation ist natürlich auch davon getrieben, diese neue Professur nicht in einem anderen Fachbereich verankert zu sehen. Die Argumentation beinhaltet mithin wissenschaftspolitische Rhetorik. Sehr wahrscheinlich spielt gar der Wunsch eine Rolle, die Kritiker des eigenen Faches im Fach selbst zu wissen und damit einzubinden.

Auch in den Empfehlungen der GI ist eine solche wissenschaftspolitische Rhetorik erkennbar. Dort heißt es:

... erfordert die Komplexität der Systeme und der Differenziertheit der Problemstellung die Einbeziehung der Informatiker und den Rückgriff auf ihr Know-How bei der Analyse der Wirkungszusammenhänge und bei der Gestaltung menschengerechter und sozialverträglicher Systeme.⁴⁵

Diese Empfehlung der GI ist von einem Arbeitskreis aus dem Fachbereich 8 der GI (Informatik und Gesellschaft) vorbereitet worden, um damit an möglichst vielen Informatik-Fachbereichen oder Instituten das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« zu etablieren. Es kommt in diesem Zitat aber auch die Erkenntnis zum Tragen, die aus der Erfahrung der ersten Jahre im Bereich »Informatik und Gesellschaft« resultiert.

Es wird eine *Wende* vollzogen. Statt sich auf Wirkungsforschung zu beschränken, will man zu einer – wie auch immer gearteten – Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung gelangen. Den Diskussionsprozess, der zu diesem Resultat führte, versuche ich im Folgenden nachzuvollziehen. Denn in dieser *Wende* finden sich m. E. auch fachsystematische Gründe für die Verankerung von »Informatik und Gesellschaft« in der Informatik selbst. Folgenabschätzung und die Analyse von Wirkungszusammenhängen können zwar durch Sozialwissenschaftler geleistet werden, Umsetzungsvorschläge bezüglich der gewonnenen Erkenntnisse bedürfen aber der Kompetenz von Informatikern und können daher nur in sehr beschränktem Maße durch Techniksoziologen erfolgen.⁴⁶

Die Forschung muss darauf ausgerichtet sein, Hinweise auf die Gestaltung von Informatiksystemen zu erhalten. So ist die Einschätzung, dass es zum Selbstverständnis der Informatik gehöre, dass die Untersuchung der Rückwirkungen Schwerpunkt der Informatik selbst sein müsse, auch wenn sie zunächst politisch motiviert ist, auch fachsystematisch begründet. Im Folgenden werde ich zunächst die *Wende* nachzeichnen (1.3.1), um daran anschließend die verschiedenen Forschungsansätze in »Informatik und Gesellschaft« genauer zu analysieren (1.3.2).

1.3.1 Von der Wirkungsforschung zur Gestaltungsforschung

Die Wirkungsforschung blieb ohne Wirkung auf die Informatik bzw. – wie J. Friedrich unter Verweis auf W. Langenheder feststellt – gab es eine »folgenlose Folgenforschung«:

Die Analysen waren profund, aber in der Disziplin selbst, der Informatik, kümmerte sich niemand um sie. Verständlicherweise denn sie enthielten kaum Hinweise, die die

45 Informatik-Spektrum 9 (1986) Heft 1 S. 51

46 Holl (1997) S. 15

Informatik in ihrer praktischen Arbeit oder theoretischen Arbeit auch nur ansatzweise umsetzen können.⁴⁷

Für diese Phase der Wirkungsforschung bzw. Folgenabschätzung unterscheidet G. Müller drei Ansätze und bewertet diese zugleich in ihrer Bedeutung. Dabei wird insbesondere deutlich, wie schwierig die Analysen in der Praxis in eine andere Technik umsetzbar sind.

- a) **Hierarchischer Lenkungsansatz:** Ausgehend von der Grundannahme, dass ein von der gesamten Gesellschaft anerkanntes festes Wertesystem existiere, wird gefolgert, dass die nachfolgenden Entscheidungen daraus rational abgeleitet werden können. Existierende Verfahren und Techniken der Informatik können so bzgl. ihrer gesellschaftlichen Wirksamkeit beurteilt werden und unter Einsatz neuer Erkenntnisse in überschaubaren Schritten verbessert werden. Die Annahme, dass sich immer die „beste“ Technik durchsetzt, ist jedoch durch die Wirklichkeit nicht gedeckt. Es ist davon auszugehen, dass u.a. Marktversagen häufig auftritt und sich in der Vergangenheit eher das „Zweit-“ als das „Erstbeste“ durchgesetzt hat, wodurch für die Gesellschaft insgesamt ein beträchtlicher Schaden entstand.
- b) **Normativer Ansatz:** Die Annahme dieser Forschungsorientierung ist es, dass die Technik unabhängig von einem gesellschaftlichen Wertesystem ungeplant entstehe und die Gesellschaft „bottom-up“ beeinflusst. Es ist bei dieser Ansicht konsequent und notwendig, dass man wie bei Aschenputtel die „Guten“ von den „Schlechten“ schon vor der gesellschaftlichen Umsetzung trennt. Diese Richtung geht davon aus, dass es in jeder Gesellschaft möglich ist, unabhängig von der Technikgenese das gesellschaftlich überlegene Wertesystem zu identifizieren und daraus dann die Entscheidungen für die Technikentwicklung, u.a. der hier besonders betrachteten Informatik oder Informationstechnik abzuleiten und innerhalb eines Diskurses dann auch durchzusetzen.
- c) **Technikfolgenabschätzung:** Man bewertet nicht die Wissenschaft und geht auch nicht mehr von einem überlegenen Wertesystem aus, sondern analysiert die Folgen einer möglichen Umsetzung für die aktuell existierende Gesellschaft. Die Ergebnisse sind immer Gegenstand heftiger Kontroversen und haben in der USA 1992 zur Schließung des „Office of Technology Assessment“ geführt. Auch in Deutschland sind nicht alle „Blümenträume“ gereift, die mit der Technikfolgenabschätzung verbunden waren. Grundsätzlich und potentiell hilfreich, war die Entdeckung der Bedeutung von Diskursen, die zu wichtiger Transparenz beitragen können. Ein Beispiel für einen Erfolg dieses Ansatzes könnte die in Deutschland schon frühzeitig geforderte ergonomische Gestaltung von Bildschirmen sein, als man dies in den USA noch für unnötig hielt. Fairerweise muss man sagen, dass diese Erkenntnisse nicht das Ergebnis eines formalen „Technikfolgenverfahrens“ waren. Das wohl nicht überwindbare methodische Defizit der Technikfolgenabschätzung liegt darin, dass sie bisher eher „reaktiv“ und nicht „aktiv“ gestaltend aufgetreten ist.⁴⁸

A. Rolf schreibt diese Kritik an den Ansätzen einer Technikfolgenabschätzung (TA) ergänzend:

47 Friedrich (2001) S. 60. M. E. muss es am Ende des Zitats allerdings „kann“ heißen [D. E.].

48 Müller (2001) S. 32f

Veränderte gesellschaftliche Kontexte erfordern eine Fortentwicklung des „klassischen“ TA-Ansatzes, u. a.:

- *Krise der Prognose*: Planbarkeit und Vorhersage stellten sich als immer weniger haltbar heraus, auch einhergehend mit der Entwicklung von Selbstorganisationsansätzen.
- *„Wirkungslosigkeit der Wirkungsforschung“*: Die Forschungsergebnisse kamen entweder zu spät (die untersuchte Technologie war bereits entwickelt und verbreitet) oder zu früh (noch zu große Unklarheit bezüglich weiterer Technikentwicklung oder der Bedingungen ihres künftigen Einsatzes).
- *Appendix der Informatik*: Die Folgenforschung wurde von den „Gestaltern“ der Informationstechnik in Unternehmen kaum zur Kenntnis genommen, auch weil die sozialwissenschaftlichen Analyse[n; D.E.] nicht verstanden wurden. Der Einfluss auf die Handlungsorientierung der Informatiker war gering.
- *Funktion von Leitbildern*: In Forschungsprojekten wurde deutlich, dass die Wirkungsforschung zuweilen Leitbilder und noch längst nicht realisierte Visionen der Technikhersteller als „bare Münze“ nimmt und so selbst ihre Ausdifferenzierung und Verbreitung aktiv unterstützt.
- *Neue Leitbilder*: Computer als „Werkzeug“ und als „Medium“ lösten die bisherigen Metaphern der Rationalisierungs- und Automatisierungstechnologie ab.⁴⁹

Die Zielsetzung der Gestaltung einer anderen (alternativen) und besseren, weil humaneren Technik war von Beginn an vorhanden. Zunächst ist dies unter der Überschrift »Humanisierung der Arbeit« gelaufen. Dies entspringt sowohl der Biographie der Lehrstuhlinhaber und ihrer Verankerung in einer bestimmten politischen Bewegung. Diese Integration in einer politischen Bewegung hat dazu beigetragen, dass Arbeitsgruppen, Lehrstühle oder Professuren zu »Informatik und Gesellschaft« etabliert wurden. F. Holl notiert dazu:

Interessant ist, daß sich ... eine ausführliche Diskussion über den wünschenswerten und abzulehnenden Einsatz dieser Technologien entwickelt hatte, die insbesondere aus dem gewerkschaftlich orientierten Feld unterstützt wurde, weil sich dort die elementaren negativen Folgen am deutlichsten zeigten.⁵⁰

Dass viele der Arbeiten im Bereich »Informatik und Gesellschaft« auch Arbeiten zur »Software-Ergonomie« waren, ist daher nicht erstaunlich. Angesichts der Tatsache aber, dass über die »Informatisierung« der Arbeitswelt hinaus inzwischen nahezu alle gesellschaftliche Bereiche mit Informationstechnologien überzogen werden (s. a. die von A. Rolf oben genannten *neuen Leitbilder*), muss »Informatik und Gesellschaft« etwas sein, was über »Software-Ergonomie« im eigentlichen ursprünglichen Sinne hinausreicht.

Darüber hinaus führt J. Pflüger aus:

Auf einem Workshop haben wir in einer Arbeitsgruppe zur Gestaltung von informationstechnischen Systemen einen interessanten Generationenkonflikt beobachtet und diskutiert. Die jüngeren Teilnehmer konnten mit dem Slogan »Humanisierung der Ar-

⁴⁹ Rolf (2001) S. 57

⁵⁰ Holl (1997) S. 13f

beitswelt« überhaupt nichts mehr anfangen und brachten keinerlei Verständnis für den Wunsch der älteren nach einem vereinheitlichenden Gestaltungskriterium auf. Für sie geht es ausschließlich um konkrete Probleme des menschengerechten Designs bei unterschiedlichen Anwendungen, die jeweils für sich beantwortet werden können und müssen.⁵¹

Solcherlei Pragmatik und demgegenüber die sehr grundsätzlichen Überlegungen, die für »Informatik und Gesellschaft« angestellt werden, stehen miteinander im Widerstreit. Für die Vertreter des Fachgebietes steht außer Frage, dass es solche einheitlichen Kriterien geben sollte, die – wenn es schon nicht mehr nur um die *Humanisierung der Arbeitswelt* geht – zumindest dazu beitragen, dass Informatiker qualitativ bessere Produkte gestalten.

Eine Positionierung von »Informatik und Gesellschaft« im *Kontext der Informatik* wäre in Bezug auf diesen Anspruch aber mit großen Problemen verbunden. Daher muss nach einer Verbindung von Wirkungsforschung und Gestaltungsforschung gesucht werden. Von einem beschreibenden Zugang muss man zu einem konstruktiven Zugang gelangen können.⁵² J. Friedrich schreibt zu diesen Versuchen einer Positionierung in der Informatik selbst:

Diese ”konstruktive Wende“ von Informatik und Gesellschaft blieb nicht unumstritten. Manche fürchteten, das Fachgebiet werde nunmehr von den ”Machern“ vereinnahmt, dürfe sich nur noch äußern, wenn immer gleich auch die Rezepte für eine Umsetzung in technische Anforderungen mitgeliefert würden. Was sich tatsächlich in dieser zweiten Dekade von Informatik und Gesellschaft (von Mitte der achtziger bis Mitte der neunziger Jahre) in vielen Studiengängen entwickelte, war eine fruchtbare Verknüpfung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung.⁵³

Für diese „fruchtbare Verknüpfung von Gestaltungs- und Wirkungsforschung“ hat man einen *Preis gezahlt*. Mit dieser Integration in die Informatik verliert das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« seine besondere Stellung, die eben darin bestand, dass man sich nicht mit Systementwicklung beschäftigte, sondern nur die Wirkungen analysierte. Mit der Verankerung in der Informatik selbst ist – wie G. Müller weiter ausführt – der Weg in die »Bindestrich-Informatiken« bzw. die Angewandte Informatik vorgezeichnet.⁵⁴ Auch A. Rolf schreibt, dass „I&G-Akteure in andere zumeist anwendungsnahe Teil-Informatiken“ diffundiert seien.⁵⁵

Damit einher geht eine inhaltliche Zersplitterung der Forschungsbereiche. Diese Zersplitterung ist damit auch das heute sichtbare Ergebnis der Bestrebungen, mit denen »Informatik und Gesellschaft« in der Informatik selbst verankert wurde. Die vorhandene Divergenz an Ausrichtungen trägt allerdings kaum dazu bei, die Wissenschaftlichkeit von »Informatik und Gesellschaft« zu bejahen.

51 Pflüger (2001) S. 16

52 Müller (2001) S. 32

53 Friedrich (2001) S. 60

54 Müller (2001) S. 31

55 Rolf (2001) S. 55

Im Laufe der knapp 30 Jahre, die es Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« gibt, hat es eine Vielzahl von Ausrichtungen gegeben. B. Lutterbeck u. a. konstatieren diesbezüglich:

Es gibt an den Hochschulen nichts, was man mit einiger Berechtigung als eigenständiges Fach oder Gebiet «Informatik und Gesellschaft» bezeichnen könnte. Es gibt lediglich eine Anzahl von Personen, die das, was sie lehren und forschen wollen, machen und, weil es nicht so recht in den fachlichen Kanon der informatischen Kernfächer passt, mit dem Label «Informatik und Gesellschaft» versehen.⁵⁶

Letzteres trifft auf die hier untersuchten Ansätze allerdings nicht zu. Diese Ansätze sind ausnahmslos von Personen entwickelt worden, die auf Lehrstühle für »Informatik und Gesellschaft« o. ä. (s. Fußnote auf Seite 11) berufen sind. Diese haben das Fachgebiet eher mit ihren spezifischen Interessen und ihren Vorarbeiten ausgestaltet, als dass sie aktiv die Überschrift »Informatik und Gesellschaft« für ihre Forschung gewählt hätten.

Eine wesentliche Ursache für die Divergenz ist darin zu suchen, dass der Kontext, in dem Computer eingesetzt werden, immer breiter geworden ist. J. Pflüger schreibt dazu und greift damit zugleich die *neuen Leitbilder* auf:

Mit der Entwicklung des Computers zum Medium (was auch immer das genau heißen mag) haben sich die gesellschaftlichen Bezüge der Informatik weiter diversifiziert.⁵⁷

Diese neuen Diversifikationen werde ich im Folgenden nachzeichnen, indem ich auf die Bereiche, in denen nach einer Verbindung von Gestaltungs- und Wirkungsforschung gesucht wird, studiere.

1.3.2 Forschungsansätze

Derzeit beziehen sich die Forschungsansätze auf folgende Bereiche: Telekommunikation, CSCW, lernförderliche Infrastrukturen Umweltinformatik, Gender-Studies sowie Wirtschafts- und Organisationsinformatik.⁵⁸ Dabei stellt sich vor allem die Frage, ob sich ein gemeinsames Prinzip bestimmen lässt, auf das sich die Ansätze beziehen. Fände man ein solches gemeinsames Prinzip könnte man nicht länger davon sprechen, dass das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« durch eine beliebige bzw. gar willkürliche Zusammenstellung unterschiedlichster Forschungsbereiche zu kennzeichnen ist.

Umwelt- sowie Wirtschafts- und Organisationsinformatik (A. Rolf, Universität Hamburg)

A. Rolf und seine Mitarbeiter arbeiten auf den Gebieten der *Umweltinformatik* sowie der *Wirtschafts-* bzw. *Organisationsinformatik*. Für diese Anwendungsgebiete werden Modelle und Werkzeuge gestaltet. Für die Wirtschafts- und Organisationsinformatik werden „so-

⁵⁶ Lutterbeck u. a. (2001) S. 49

⁵⁷ Pflüger (2001) S. 16f

⁵⁸ Damit beschränke ich mich auf diejenigen, die in der genannten Ausgabe der FIfF-Kommunikation ihren Forschungsansatz dargestellt haben.

zialorientierte Erklärungs-, Referenz- und Handlungsmodelle sowie Methoden und Werkzeuge für Organisationen und unternehmensübergreifende Kooperationen entwickelt.“⁵⁹ Im Bereich der Umweltinformatik geht es darum die „Akteure und Unternehmen methodisch und technologisch zu unterstützen ... [Es wird] die Erstellung betrieblicher Ökobilanzen und von Umweltinformationssystemen unterstützt.“⁶⁰

Die Arbeiten sind damit dem Bereich der jeweiligen *Anwendungen der Informatik* zuzuordnen. Methoden und Techniken der Informatik werden für den Anwendungskontext nutzbar gemacht. Vor allem werden Ansätze aus dem Bereich der sog. »sozialorientierten Softwareentwicklung« genutzt. Auf dem Gebiet der genannten Anwendungen der Informatik werden Software-Systeme entwickelt. Eine Verallgemeinerung im Sinne von einheitlichen Gestaltungskriterien oder einer Übertragung auf andere Anwendungsfelder wird zwar angemahnt:

Die anwendungsnahen Teil-Informatiken ... haben Bedarfe, für die die I&G-Akteure mit ihren jeweiligen spezifischen ... Kompetenzen attraktive Angebote machen können. ... Was bislang nur unzureichend gelungen ist, so meine These, ist die Bedarfe zu benennen sowie über einzelnen Teil-Informatiken hinaus in Formen von Konzepten bzw. Modellen zu verallgemeinern. Es fehlt eine (Gestaltungs-)Theorie der anwendungsnahen Teil-Informatiken, ich nenne sie *Informatiksysteme in Organisation und Gesellschaft*, ebenso wie ein Methoden-Kanon.⁶¹

Wie eine solche einheitliche, d. h. verschiedene Anwendungen übergreifende Gestaltungstheorie aussehen könnte und wie ein solcher *Methoden-Kanon* aussehen könnte, beschreibt A. Rolf jedoch nicht. Er nennt aber bezüglich der Integration des gesellschaftlichen Kontextes drei „sozialorientierte“ Ansätze, die für die Gestaltung genutzt werden und die für einen anwendungsübergreifenden Ansatz interessant sind.

- Die sozialen Akteure (Entwickler und Nutzer) werden identifiziert und deren Interessen transparent gemacht (*Akteursmodell*).
- Darüber hinaus werden durch *Techniknutzungspfad und Technikgenese* die konfliktreichen Prozesse offengelegt, in denen sich technische Entwicklungen gesellschaftlich durchgesetzt haben. Auf diesem Wege sind für eine zukünftige Technikentwicklung die verschiedenen Optionen (Alternativen) der Technikentwicklung diskutierbar.
- Durch die Nutzung von *Metaphern* und *Leitbildern* sollen insbesondere gesellschaftliche Nutzungsformen, die akteursübergreifend sind, eingefangen und produktiv für den Technikgestaltungsprozess genutzt werden.⁶²

Das *Akteursmodell* geht auf einen Ansatz der Techniksoziologie zurück. W. Rammert beschreibt dieses Modell wie folgt:

59 Rolf (2001) S. 58

60 ebd.

61 ebd. S. 55

62 Sinngemäß zusammengefasst nach ebd. S. 57

Akteure sind kollektive Handlungseinheiten, die gleichsam unterhalb der Ebene gesellschaftlicher Strukturen und oberhalb einzelner Handlungen konzeptionell anzusiedeln sind. Sie zeichnen sich durch eine eigene Handlungsfähigkeit aus, die sie durch Koordinierung von Einzelhandlungen ihrer Mitglieder erreichen. Kollektive Handlungseinheiten können zwar nur durch ihre einzelnen Mitglieder handeln; die Handlungen werden jedoch aufgrund ihrer Organisiertheit einem kollektiven Akteur zugeordnet.⁶³

Solche Akteure sind Organisationen, aber auch losere Zusammenstellungen. Dem Beobachter wird die Wahl gelassen, welche Kriterien er wählt, um im jeweiligen Kontext die jeweiligen Akteure zu bestimmen. Es müssen mindestens folgende Kennzeichen vorhanden sein:

- eine koordinierte Handlungsfähigkeit (durch formale Organisationsstrukturen oder gleichgerichtete Handlungsbereitschaft),
- eine sichtbare Wechselbeziehung mit anderen Akteuren (Allianzen, Konkurrenzen, Gegnerschaften),
- ein kulturelles Modell, in dem gemeinsam geteilte Realitätswahrnehmung und Zielorientierung zum Ausdruck kommen.⁶⁴

Mit diesem Modell kann eine ausführliche Analyse des Anwendungskontextes erarbeitet werden; sie ist aber nicht ausreichend, um zu einer sozialorientierten Gestaltung zu gelangen, da man den Prozess der Genese ausführlich analysieren kann, womöglich auch die »verantwortlichen« bzw. die »schuldigen« Akteure (benennen kann), aber wiederum nicht zu Gestaltungskriterien gelangt.⁶⁵

Durch die Einbeziehung des Techniknutzungspfades (s. Abb. 2) kann einigermaßen die Richtung der Entwicklung bestimmt werden. Dazu schreibt R. Klischewski:

Der Techniknutzungspfad ergibt sich in Auseinandersetzung vieler Akteure in unterschiedlichen Arenen. Er beschreibt, welche Informationstechniken sich durchsetzen. Die Richtung des Pfades ist nicht



Abbildung 2: Techniknutzungspfad als Metapher für die Verbindung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft [Klischewski (1999) S. 51]

63 Rammert, W.: *Akteure und Technologieentwicklung – oder wie ließe sich A. Touraines Aussage von der „Rückkehr des Akteurs“ für die techniksoziologische Forschung nutzen.* In: Bartlöke, K. u. a. (Hrsg.): *Möglichkeiten der Gestaltung von Arbeit und Technik in Theorie und Praxis.* Bonn: Verlag Neue Gesellschaft, S. 27-36. Zitiert nach [Klischewski (1999) S. 35]

64 Klischewski (1999) S. 35

65 Eine aktorsfreie Perspektive vermeidet zum einen das Risiko, dass vorschnell »Schuldige« genannt werden, statt dass man sich den Strukturmerkmalen und dem technisch Gestalt- bzw. Veränderbarem widmet. Dies ist vor allem für die Informatische Bildung (s. 5.1.2 und 6.1.2) von besonderer Bedeutung, da man dort mit einer Akteursperspektive Gefahr läuft politische Bildung zu machen.

durch die technische Logik allein festgelegt. Wechselnde Akteurskonstellationen können seinen Verlauf jederzeit beeinflussen.

Der Techniknutzungspfad kann zwar historisch rekonstruiert werden, erlaubt aber für den aktuellen Zeitpunkt nur eine Zustandsbeschreibung. Neue Entwicklungen und Orientierungen schreiben ihn fort.⁶⁶

Wohin aber der Pfad fortgeschrieben wird, ist spekulativ und eine Aufgabe, die man nicht durch bloßes Nachdenken lösen kann. Hier ist ein empirischer Zugang notwendig.

Eine wesentliche Konsequenz aus dieser Aufbereitung des Kontextes ist, dass Modelle und Methoden der Systemgestaltung weniger regelgeleitet bzw. determiniert sind als man dies gerne hätte. Der Einsatzkontext von Software, die Beurteilung der Auftraggeber und der Anwender entscheidet über Erfolg bzw. Misserfolg von Software. Eine Folge hieraus ist, partizipative Modelle und Methoden der Systemgestaltung stärker zu berücksichtigen, da diese auf Evaluationen in der Praxis des Anwendungskontextes Bezug nehmen.⁶⁷

Computer Supported Cooperative Work (T. Herrmann, Universität Dortmund)

T. Herrmann (und seine Mitarbeiter) arbeiten im Bereich der Wirtschaftsinformatik und hier insbesondere im Bereich des CSCW. Auch hier steht die Herstellung von Software, die im Anwendungskontext genutzt werden soll, im Vordergrund. Dabei kommen auch Methoden der sog. »sozialorientierten Systemgestaltung« zum Einsatz; es werden zudem Evaluationen und Erhebungsmethoden der Sozialwissenschaften genutzt.

Von besonderer Bedeutung ist der Versuch Prototyping und Organisationsentwicklung miteinander zu koppeln, um nicht nur die Wirkungen der Informatik, sondern auch die Rückwirkungen auf die Informatik erforschen zu können.⁶⁸ Zu diesem Zweck wurde „eine semi-strukturierte, sozio-technische Modellierungsmethode“ (SeeMe) entwickelt, mit der sich verschiedene Varianten der Unvollständigkeit und Unsicherheit bzgl. des Modells ausdrücken lassen, Auswahlmöglichkeiten z. B. bzgl. maschineller Verarbeitung oder menschlicher Entscheidung offen gelassen werden und ob ein determinierter oder kontingenter Zusammenhang zwischen zwei Aktivitäten besteht. Für diese Modellierungsmethode ist ein Werkzeug entwickelt worden, das in partizipativen Gestaltungsprozessen eingesetzt werden kann.⁶⁹

Das Wechselwirkungsverhältnis von Informatik und Gesellschaft wird vor dem theoretischen Hintergrund *soziotechnischer Systeme* diskutiert. Diese sind charakterisiert durch folgende Attribute: Sie stellen eine *autonome Einheit* dar, sie sind *selbstreferent*, sie sind *kontingent* und *unvollständig beschreib- und antizipierbar*.⁷⁰ Vor diesem Hintergrund ergibt sich in Bezug auf das Gestaltungskriterium *Adaptierbarkeit*:

66 Klischewski (1999) S. 50f. Die Grafik in Abb. 2 veranschaulicht den Zusammenhang von Technikgenese-forschung und Technikfolgenabschätzung auf einer Zeitachse von der Vergangenheit in die Zukunft.

67 siehe hierzu Kapitel 3 dieser Arbeit

68 Herrmann (2001) S. 37

69 ebd.

70 ebd. S. 36

Zum Beispiel bedeutet Adaptierbarkeit eines soziotechnischen Systems, dass die Anpassung entweder von der Technik oder von menschlichen Akteuren ausgelöst wird. Es müssen dann Mechanismen und qualifikatorische sowie organisatorische Voraussetzungen gegeben sein, damit die Anpassung erfolgreich stattfinden kann. Das bedeutet auch, dass die entsprechenden Kommunikationsprozesse und Mensch-Maschine-Interaktionen ermöglicht und dokumentiert werden. Adaptierbarkeit ist dann kein rein technisches Kriterium, sondern eines, das sich auf Technik, Organisation, Qualifikation und Beschreibungsmöglichkeiten der Anpassungswünsche insgesamt bezieht.⁷¹

Obschon der Begriff des Akteurs auftaucht, ist er hier für die Analyse des Kontextes weniger zentral. T. Herrmann zielt eher auf Strukturelemente des Kontextes, die er mit *Technik, Organisation, Qualifikation* und *Beschreibungsmöglichkeiten* benennt.⁷²

Telekommunikation (G. Müller, Universität Freiburg)

G. Müller, dessen Forschungsfeld die Telekommunikation ist, schlägt bezüglich einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung einen Ansatz vor, den er mit *Top-Down* bezeichnet. Annahme ist, dass jeder Technikentwicklung die Erstellung von Anforderungen vorausgeht. Die Anforderungen müssen aus dem *Objektbereich* abgeleitet werden. Damit ist wohl gemeint, dass die Anforderungen aus dem Anwendungsbereich bzw. -kontext abgeleitet werden. Dieser Ansatz soll herkömmliche Formen der Technikentwicklung (als Fortschreibung der Kennziffern der Technik), die man z. B. aus dem Techniknutzungspfad gewinnen kann, ergänzen.⁷³

In dem Projekt „Mehrseitige Sicherheit“ hat er bezüglich der Anforderungsermittlung aus dem *Objektbereich* folgende „Erkenntnisbereiche“ identifiziert:

- a) Die technischen Möglichkeiten und Gestaltungspotentiale (Telekommunikationsinfrastruktur),
- b) die Aufbereitung und Präsentation der Wissensinhalte (Wissensinfrastruktur)
- c) sowie die sozialen Normen und Gesetze (Handlungsinfrastruktur).⁷⁴

Mit b) und c) werden zwei Bereiche genannt, die Teil des gesellschaftlichen Kontextes sind und die T. Herrmann auch schon ausgemacht, aber *Organisation* und *Qualifikation* genannt hat.

G. Müller verweist mit dem *Top-Down-Ansatz* darauf, dass die Anforderungen technischer Artefakte sich nicht allein aus ihren Potenzialen bzw. ihrer Weiterentwicklung ableiten lassen. Es müssen Anforderungen aus dem Nutzungskontext einbezogen werden. Dabei dürfen allerdings – und dies hatte ich z. T. bereits im Abschnitt zur Lehre (s. S. 17) zitiert – die Grenzen des Fachs nicht überschritten werden:

⁷¹ ebd. S. 39

⁷² Damit sind wesentliche strukturelle Merkmale des Kontextes benannt, die auch im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« (s. Kapitel 3) aufgegriffen werden.

⁷³ Müller (2001) S. 33

⁷⁴ ebd.

Gerade für ein Fach wie „Informatik und Gesellschaft“ ist es dann eine besondere Verpflichtung die Grenzen der Wissenschaft nicht zu überschreiten. Es ist eine Illusion zu glauben, dass die mit der Interdisziplinarität geweckte Hoffnung auf Synergien automatisch durch den bloßen Anspruch auch realisiert werden.⁷⁵

Fächerübergreifende Forschung benötigt damit nicht nur den Brückenschlag zu einer anderen Disziplin, sondern ebenso deutlich eine Grenzziehung, was zur Informatik gehört und was zur Domäne des kooperierenden Faches gehört.⁷⁶

Eine solche Grenze ist m. E. dann überschritten, wenn man nicht nur die Technik, sondern zugleich auch die Organisation und die Qualifikation der Benutzer mit Hilfe Technik gestalten will und diese nicht nur als Bedingungsfaktoren interpretiert bzw. der Gestaltung durch entsprechende Maßnahmen der Qualifikation oder Organisation (mit entsprechend fachlicher Unterstützung von Pädagogen und Arbeitswissenschaftlern) vorsieht. Die Perspektive auf »soziotechnische Systeme« ist z. B. zu sehr umfassend und dazu geeignet im Sinne einer falsch verstandenen Ganzheitlichkeit einen imperialen Zugriff auf andere Fächer zu evozieren.

Lernförderliche Infrastrukturen (R. Keil-Slawik, Universität Paderborn)

Für eine Abgrenzung nach außen und gegen eine solche falsch verstandene Ganzheitlichkeit steht der Ansatz bzw. stehen die Ansätze von R. Keil-Slawik. Um diese Grenzen nicht zu überschreiten, plädiert z. B. R. Keil-Slawik für eine Trennung der Problembereiche. Sein *Credo* lautet, dass Technik nur technische Probleme lösen kann und dass z. B. für soziale und pädagogische Probleme soziale und pädagogische Lösungen gesucht werden müssen.⁷⁷ Mit dieser Differenzierung zwischen Informatik und den Disziplinen des Kontextes ist es möglich, die Grenzziehung, die auch G. Müller angemahnt hat, methodisch zugänglich zu machen.

In der Praxis geht es vor allem um den Aufbau lernförderlicher Infrastrukturen. Die im Laufe der Jahre gewonnenen Erkenntnisse sind im Konzept der „primären Medienfunktionen“⁷⁸ verallgemeinert und damit auf andere Anwendungsgebiete übertragbar gemacht worden, ohne dass eine solche Übertragung aber stattgefunden hätte.

Vor allem der methodische Ansatz der »Alltagspraxis« ist als Evaluationsansatz auf andere Gebiete übertragbar. Dabei geht es darum, den Einsatz einer Technologie in der alltäglichen Praxis zu evaluieren. Es soll also kein anderes Personal eingesetzt werden und es sollen keine Maßnahmen zur Qualifizierung ergriffen werden, die über das übliche Maß hinaus gehen. Dies ermöglicht insbesondere die Übertragbarkeit und die Nachhaltigkeit einer neuen Technologie sicherzustellen.⁷⁹

75 ebd. S. 29.

76 Dieses Motiv der Grenzziehung und des Brückenschlags zugleich taucht als Komplementarität in dieser Arbeit immer wieder auf.

77 Keil-Slawik (2002) S. 182

78 Siehe Keil-Slawik (2000) und Keil-Slawik (2002). Die sekundären und tertiären Medienfunktionen sind bislang auf den Mediengebrauch im Bereich des Lehrens und Lernens mit Computern beschränkt.

79 Keil-Slawik (2001) S. 43

Hierbei handelt es sich um einen konstruktiv-empirischen Ansatz. Es wird aus vorhandenen Komponenten eine komplexe Konfiguration aufgebaut und der Einsatz unter den Bedingungen der täglichen Praxis untersucht. Alltagspraxis bedeutet dabei, die vielfältigen Rollen mit ihren jeweiligen Anforderungen und ihren Nutzungsspezifika systematisch zu bestimmen, den jeweils entsprechenden Repräsentanten den Zugang zu ermöglichen, um den täglichen Aufwand und Nutzen ermitteln und damit die Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit bewerten zu können. Dabei sind zum Teil umfangreiche technische Anpassungen und Weiterentwicklungen erforderlich.⁸⁰

Die Notwendigkeit zur Bewertung von Systemen und zur Erhebung von Anforderung aus den Anwendungsdisziplinen müssen in der Informatik mit der Herstellungs- bzw. Gestaltungsperspektive verbunden werden.

Wesentliche Grundlage für die fachübergreifende Zusammenarbeit ist eine weitere Methode, die er „kontrastive Konzeptbildung“ nennt und die damit die von ihm mit Nachdruck geforderte Grenzziehung nach außen ermöglicht:

Die besondere Qualität von Software als typografischer Steuerung führt zu vielfältigen Missverständnissen, unzulänglichen Metaphern und falschen Erwartungen. Um hier den eigentlichen technischen Kern offen zu legen, nutzen wir verschiedene Vorgehensweisen. Durch die *Produkt-Prozess-Differenzierung* soll beispielsweise an historischen Artefakten das genaue Zusammenspiel von Mensch und Maschine bestimmt werden. Ziel ist dabei die Entwicklung von Gebrauchstauglichkeitskategorien, die es gestatten, die spezifische Unterstützungsleistung einer Maschine in Bezug auf das menschliche Handeln zu charakterisieren. Der Ansatz der *Metaphernreduktion* zielt auf Verständnisbildung durch die Anfertigung multipler oder minimaler Beschreibungen. Beispielsweise kann man ein neuronales Netz statt als *Lernendes System* auch als *Autokalibrationssystem* bezeichnen und untersuchen, ob mit dem technischeren Begriff alle Leistungen eines solchen Netzes hinreichend gut charakterisiert werden können.⁸¹

R. Keil-Slawik wendet damit seine Kritik an »Sprechweisen« der Informatik konstruktiv und auf eine technische Begrifflichkeit zielend. Insbesondere mit der Differenzierung in Produkt und Prozess bietet sich (wie ich vor allem in *Kapitel 3* noch zeigen werde) die Möglichkeit, das Spezifische von Kontext und Informatik zu erfassen, aber zugleich auch Mensch und Maschine nicht nur zu unterscheiden, sondern miteinander in Beziehung zu setzen.

Gender-Studies (B. Schinzel, Universität Freiburg)

Ein Ausgangspunkt für die Forschungen B. Schinzels im Bereich »Informatik und Gesellschaft« ist wie R. Keil-Slawik auch Kritik an Vorgehensweisen in der Informatik. Sie kritisiert zum einen auch »Sprechweisen« der Informatik und zum anderen damit eng zusammenhängend den Transfer von Modellen und Methoden der Informatik in andere Disziplinen:

80 ebd.

81 ebd.

In der Bioinformatik und der Artificial Life-Forschung schließlich werden Begriffe von Natur und Leben technisch verhandelt. Die Umdeutung zentraler Begriffe, wie Leben, Maschine, Organismus, Intelligenz ermöglicht die Überführung der Biologie in synthetische Medien. Die neuen Konzeptualisierungen und die wechselseitigen Einflüsse der Disziplinen aufeinander und auf ihre jeweiligen Produkte erfordern besondere Aufmerksamkeit von Wissenschaftstheorie und Gender-Forschung.⁸²

B. Schinzel wählt den Kontext der Bioinformatik und der Artificial Life-Forschung sowie Methoden, Sichtweisen und Zugänge aus dem Bereich der *Gender-Studies* als Forschungsbereich für »Informatik und Gesellschaft«. Die Kritik an den Beispielen aus dem Bereich der Bioinformatik ist, soweit dieses nachvollziehbar ist, berechtigt. Die Forderungen, die B. Schinzel damit aus den *Gender-Studies* an die Informatik richtet, werden auch von R. Keil-Slawik geteilt. Allerdings werden die Entwicklungen der Informatik sehr pauschal kritisiert.⁸³ Darüber hinaus erscheint die Kritik, die sie in Bezug auf andere Arbeitsgruppen aus dem Bereich »Informatik und Gesellschaft«⁸⁴ übt, auch nicht genügend differenziert.

Abseits dieser Einschränkung stützen auch diese Betrachtungen, dass Informatik in jedem Fall kontextbezogen ist und dass der Kontext *kontingent* ist.⁸⁵ Eine wesentliche Konsequenz hieraus ist, dass scheinbar *objektive* Modelle bzw. Modellvorstellungen nicht leichtfertig bei der Entwicklung von Werkzeugen aufgegriffen werden dürfen, da insbesondere dadurch die Zuschreibung von Geschlechtsunterschieden verfestigt wird, die für die Informatik ein besonderes Problem ist, an dessen Lösung B. Schinzel mitwirken will.⁸⁶

1.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel habe ich das Phänomen »Informatik und Gesellschaft« untersucht. Dessen Besonderheit besteht darin, dass es im Fach Informatik nicht nur gesellschaftsbezogene Veranstaltungen sondern auch ein entsprechendes Fachgebiet gibt. Daraus resultiert letztlich der Anspruch einer Verankerung dieser Inhalte in der Informatik selbst. Allerdings ist hierzu der Gegenstandsbereich von »Informatik und Gesellschaft« bislang nicht genügend deutlich benannt.

82 Schinzel (2001) S. 23

83 „Inhaltliche und methodische Kritik an unreflektierten Naturalisierungen und ihren technischen Verfestigungen, am Optimalitäts- und Objektivitätsanspruch der Technik oder am Mythos von der technischen Evolution werden kaum aufgenommen.“ ebd. S. 22

84 „Tatsächlich sind fast alle interdisziplinären Zusammenschlüsse in I&G gescheitert Vermutlich operiert die Abteilung 1 des IIG im Kontext der wissenschaftlichen Informatik einzigartig, was Multi-, Inter- und Transdisziplinarität betrifft. Derzeit kooperieren in verschiedenen Projekten ForscherInnen aus sieben verschiedenen Fächern: Informatik, Mathematik, Biologie, Soziologie, Pädagogik, Ethnologie und Jura. Meines Wissens nach ist dies die einzige Forschungseinheit in Informatik und Gesellschaft in Deutschland, wo so etwas langfristig gelingt.“ ebd. S. 22

85 ebd. S. 28

86 Schinzel (2001) S. 28

Trennung von Forschung und Lehre

Im Vergleich mit anderen Teil- oder Fachgebieten der Informatik besteht der auffälligste Unterschied darin, dass Forschung und Lehre nicht aufeinander bezogen sind. Während im Bereich der Lehre ein großer Katalog gesellschaftspolitisch relevanter Themen diskutiert bzw. behandelt wird, befassen sich die Arbeitsgruppen in der Forschung mit anwendungsbezogenen Fragestellungen.

Diese Differenz ist in der Entwicklungsgeschichte des Fachgebiets »Informatik und Gesellschaft« begründet. Es bestand und es besteht eine politische Motivation für dieses Fachgebiet. Für die handelnden und das Fachgebiet tragenden Personen – dieser Kreis geht über die hinaus, die dafür berufen sind – ist die kritische Auseinandersetzung mit der Informatik ein wesentliches Moment ihrer Arbeit. Viele von ihnen sind auch im FIF organisiert oder in dessen wissenschaftlichem Beirat tätig. Die Unterscheidung zwischen der Arbeit im FIF und der (wissenschaftlichen) Arbeit im Bereich »Informatik und Gesellschaft«, die R. Keil-Slawik fordert (s. S. 17), wird aber nicht allgemein geteilt.

Denn das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« existiert auch deshalb, weil die Informatik sich auch insgesamt den politischen Fragen aufgeschlossen gezeigt hat. Dass hier auch – wie gezeigt – Gründe der Arbeitsteilung eine Rolle spielten und der Wunsch vorhanden ist, die Kritiker des Faches im Fach selbst zu wissen, ändert nichts an der Aufgeschlossenheit. »Informatik und Gesellschaft« wird mit den Worten von G. Müller – und dies kommt auch bei R. Keil-Slawik zum Ausdruck – als nützlich und wichtig erachtet. Damit stellt sich aber auch die Frage, die G. Müller zum Untertitel seines Artikels in der FIF-Kommunikation 4/2001 gemacht hat: Ist »Informatik und Gesellschaft« auch akademisch?⁸⁷

Keine Technikfolgenabschätzung ...

Die Erörterung der genannten gesellschaftspolitisch spannenden und relevanten Themen hat auch eine akademische Grundlage. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um Fragen der Abschätzungen der Folgen der Informationstechnologien, m. a. W. um Technikfolgenabschätzung. Diese bestimmte zunächst auch die Forschungsarbeit in »Informatik und Gesellschaft«, blieb dort aber folgenlos für die Informatik und ihre Produkte. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass mit Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« allenfalls ein gewisses Problembewusstsein dafür geweckt bzw. weiterentwickelt wird, dass die Informatik massive Auswirkungen auf die Gesellschaft hat. Die Thematisierung solcher politischer Problemfelder scheint von einem ähnlichen Wert wie das »Humanistische Studium«. In der Kritik an dieser Einrichtung ist »Informatik und Gesellschaft« aber gegründet worden, so dass man in Forschung und Lehre über Fragen der Technikfolgenabschätzung hinaus gehen sollte.

Daher scheint es wenig sinnvoll die Lehre in »Informatik und Gesellschaft« an den gerade aktuellen oder auch an vergangenen politisch relevanten Themen zu orientieren. Es scheint vielmehr nötig, den Gegenstandsbereich zu benennen. Dazu kann an dem ange-setzt werden, was J. Friedrich die »konstruktive Wende« nennt. In Abkehr von einer rei-

87 Müller (2001) S. 29

nen Wirkungsforschung sucht man nunmehr nach einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung. Die »konstruktive Wende« ist m. E. ein Indiz dafür, dass es fachsystematische Gründe gibt, so etwas wie »Informatik und Gesellschaft« zu haben.

Eine wesentliche Folge dieser »Wende« ist aber zunächst die Zersplitterung im Bereich »Informatik und Gesellschaft«. Ich konnte in diesem Kapitel zeigen, dass die verschiedenen Forschungsansätze auf ein konkretes Anwendungsgebiet bezogen sind, aber auch in diesem Gebiet verbleiben. Die Ergebnisse sind in der Sprache/Terminologie des entsprechenden Fachgebiets formuliert.

Damit wird die Unterscheidung der jeweiligen Forschungsarbeiten zu den Anwendungsgebieten schwierig. »Informatik und Gesellschaft« wäre aber dann ein eigenständiges Fachgebiet, wenn die am konkreten Anwendungsbeispiel gewonnenen Erkenntnisse auch für andere Anwendungen verallgemeinert werden könnten.

... stattdessen Wirkungs- und Gestaltungsforschung verbinden

Um eine solche verallgemeinerte Sicht zu erhalten, benötigt man neben einer Perspektive auf die Gestaltung von Technik (einen Ansatz der Gestaltungsforschung) eine allgemeine Sicht auf den/die Anwendungskontexte (und damit einen techniksoziologischen Ansatz). Die Ansprüche eines »Brückenschlages« bzw. einer Verständnisbildung, die damit verbunden sind, werden geteilt; es muss aber genauer expliziert werden, was durch Technik wie beeinflussbar ist und was nicht.

Es fehlt dann m. a. W. das, was W. Coy mit der Theorie der Informatik, mit den Sichtweisen der Informatik gesucht hat: eine anwendungsbezogene Theorie der Informatik. Allerdings hat diese »Sichtweisen-Diskussion« bislang nur für eine weitere Ausdifferenzierung gesorgt und nicht für die erhoffte bzw. beanspruchte Kohärenz.⁸⁸

Zuvor werde ich fernab der grundsätzlichen Überlegungen der »Sichtweisen-Diskussion« zeigen, dass es in den untersuchten Ansätzen zu »Informatik und Gesellschaft« Gemeinsamkeiten gibt, mit denen z. B. der Anwendungskontext charakterisiert wird. So besteht ein weitreichender Konsens⁸⁹ darin, dass es nicht länger »Informatik und Gesellschaft«, sondern *Informatik im Kontext* oder *Kontext der Informatik* heißen sollte.⁹⁰

Charakterisierung des Kontextes

Aber ganz so beliebig, wie es auf dem ersten Blick den Anschein hat, ist die Diskussion nicht. Es gibt Gemeinsamkeiten in dieser Diskussion. So wird der Kontext nahezu durchgängig als *kontingent* gekennzeichnet. Die damit verbundene Erkenntnis, dass es keinen

⁸⁸ Damit werde ich mich im nächsten Kapitel befassen.

⁸⁹ Konsens ist nicht nur im politischen Bereich, sondern auch im wissenschaftlichen Bereich von Bedeutung, da Wissenschaft ein sozialer Prozess ist, der auf einer Übereinstimmung z. B. über die Bezeichnung grundlegender Phänomene beruht.

⁹⁰ Auf der Konferenz zum Abschluss des Tübinger PoStInG-Projektes forderte C. Floyd dazu auf, die Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft« aufzugeben. Von C. Crutzen und M. Bitter aus den Niederlanden kam die Anregung ausgehend von der dortigen Bezeichnung für »Informatik und Gesellschaft« *context van informatica* nach einer solchen Bezeichnung zu suchen. Vgl. hierzu auch die Beiträge von B. Schinzel unter Bezug auf W. Coy. [Schinzel (2001) S. 19, Fußnote 2]

»one-best-way«⁹¹ bei der Gestaltung gibt, verweist darauf, dass es Gestaltungsalternativen gibt, die nur vor dem Hintergrund des Einsatzkontextes bewertet werden können. Die notwendige Abstrahierung bei der Modellierung und damit die *Generalisierung*⁹² haben ihre Grenzen, die nur unter Bezug auf die Alternativen und eine Theorie in der Praxis bewertbar sind.

Um dieses zu verstehen, kann auf Ansätze der Soziologie zurückgegriffen werden. A. Rolf gibt mit der Nennung der Soziologen W. Rammert und B. Joerges sowie N. Luhmann Hinweise hierzu.⁹³ T. Herrmann greift z. B. auf einen Ansatz zurück, in dem er Informatiksysteme als Teil „soziotechnischer Systeme“ begreift. Für diese kann er auf der Grundlage letztlich »systemtheoretischer Überlegungen« charakterisierende Attribute angeben. Sie stellen eine *autonome Einheit* dar, sie sind *selbstreferent*, sie sind *kontingent* und *unvollständig beschreib- und antizipierbar*.⁹⁴

Ein nur übergreifend bzw. ganzheitlich positionierter Ansatz Informatiksysteme als Teil soziotechnischer Systeme zu verstehen, verführt allerdings dazu, Technik und Kontext in einen Topf zu werfen und nicht genügend zu differenzieren. Man benötigt eine Differenzierung zwischen technischen Artefakten und ihren Einsatz- bzw. Verwendungskontext; es muss darüber hinaus expliziert werden, was durch Technik wie beeinflussbar ist und was nicht.

Unterscheidung Artefakt und Kontext

Dafür sind die von B. Schinzel und R. Keil-Slawik zitierten Sprechweisen von wesentlicher Bedeutung. Es muss in den Sprechweisen zwischen technischen und kontextuellen Funktionen deutlicher unterschieden werden. Z. B. ist der Zusammenhang zwischen Interaktivität eines Lernprogrammes und der möglichen Effektivitätssteigerung beim Lernenden nur schwer (eigentlich gar nicht) als »Ursache-und-Wirkungszusammenhang« beschreibbar. Zudem muss untersucht und miteinbezogen werden, was z. B. die Benutzer können und wie die geschriebenen und ungeschriebenen Gesetze aussehen. Der sog. »Workflow« ist ein Beispiel hierfür, wo diese Faktoren zusammenspielen.

Der Zugang von R. Keil-Slawik, *Produkt* und *Prozess* einerseits zu unterscheiden und andererseits aufeinander zu beziehen, ist ein Ansatz dieses zu erreichen, der außerdem auf die Gestaltung von Systemen zielt. Insbesondere mit dem Forschungsansatz einer *kontrastiven Konzeptbildung* versucht er für Technik einerseits und Kontext andererseits komplementäre Sprechweisen zu finden, im Forschungsansatz der *Alltagspraxis* werden wesentliche Strukturmerkmale des Kontextes verarbeitet, in dem er Aspekte der Organisation sowie der Qualifikation aufgreift, die z. B. auch T. Herrmann sowie G. Müller als solche benennen.

B. Lutterbeck u. a. verfolgen zwar einen anderen Ansatz, in dem sich die gleichen Strukturmerkmale wiederfinden. Er nennt mit der Ökonomie, der Politik- und den Rechtswissenschaften wichtige Bezugsdisziplinen, bei denen es – auch durch die Art und

91 Vgl. hierzu Pflüger (2001) S. 17 und Coy (2001) S. 47

92 Vgl. hierzu Schinzel (2001) S. 28

93 Rolf (2001) S. 55

94 Herrmann (2001) S. 36

Weise wie er es darlegt – vor allem um Fragen der Regulation geht, wie sie durch *Verträge, Markt* und *Staat* und dort vor allem durch Gesetze und Normen geregelt sind. Dabei geht es B. Lutterbeck u. a. nicht darum, dass sich die Studierenden tiefe Kenntnisse in diesen drei Disziplinen aneignen.

Auch diesen Zugang kann man als Versuch verstehen, zu einer Charakterisierung des Kontextes durch strukturelle Aspekte zu gelangen. Durch das Herausstellen solcher Aspekte ergeben sich Ansatzpunkte zur Analyse des Kontextes. Die Studierenden sollen vor allem „aber die Frage besser als vorher beantworten können, wo sie ihr Wissen über die Dinge noch ausbauen können oder wollen.“⁹⁵ Es geht um einen Einstieg in die Thematik und damit didaktisch gesprochen um Anfangsunterricht.

Folgerungen

Über das Wecken des Problembewusstseins hinaus, das sicher eine notwendige Voraussetzung ist, sich mit »Informatik und Gesellschaft« auseinander zu setzen, bedarf es einer Anleitung, wie man sich den gesellschaftlichen Kontext erschließt. Das Vorgehen, das T. Herrmann mit den Fragestellungen (aus Abb. 1, S. 22) in Bezug auf auch aktuelle Fragestellungen vorschlägt, beinhaltet solche Fragen nach den Veränderungen insbesondere in Bezug auf Qualifikation und Organisation. Qualifikation und Organisation sind damit wesentliche Strukturmerkmale, die den gesellschaftlichen Kontext sicher nicht vollständig beschreiben, aber zumindest einen Einstieg bieten den Kontext zu analysieren.⁹⁶

Darüber hinaus scheint ein Konsens darüber zu bestehen, dass man sich bei der Analyse des Kontextes nicht auf einen Ansatz der Technikfolgenabschätzung beziehen sollte, sondern auf einen Ansatz der Technikgeneseforschung zurückgreifen sollte. Es ist allerdings umstritten, ob man eine akteursbezogene oder akteursfreie Sicht benötigt.⁹⁷

Bevor ich aber ausführlich darstellen werde, wie ich mir einen Zugang zum Verhältnis von Informatik und Kontext vorstelle, der

- a) den Kontext analysiert,
- b) eine Grundlage bietet möglichst viele Anwendungen im Kontext zu untersuchen und
- c) die Ergebnisse der Analysen auf die Gestaltung von Informatiksystemen bezieht,

95 Lutterbeck u. a. (2001) S. 54

96 Auf diese Aspekte werde ich in *Kapitel 3* noch zurückkommen, wenn ich den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« beschreibe. Dort werde ich diese dann *Sozio-* bzw. *Kognifakte* nennen.

97 Die Frage, ob man die handelnden Personen und Gruppen zentral in die Analyse einbeziehen soll oder nicht, ist auch in der Techniksoziologie umstritten. Damit lässt sich weder aus der synoptischen Analyse der Ansätze zu »Informatik und Gesellschaft« noch aus techniksoziologischen Ansätzen deduzieren, ob die sozialen Akteure zentral in eine solche einzubeziehen sind. Bezüglich dieser Frage habe ich mich in Anknüpfung an die Arbeiten im Projekt »Kontextuelle Informatik« aus pragmatischen Gründen für eine akteursfreie Sicht entschieden und werde dies in dem *Kapitel 3* noch einmal thematisieren. Diese Entscheidung werde ich zudem an den betreffenden Stellen dieser Arbeit begründen. Diese Entscheidung wird dort und auch in *Kapitel 5* unter Bezug auf Ansätze der Didaktik der Informatik noch einmal begründet. Im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« werden mithin ein Ansatz der Technikgeneseforschung und zur Gestaltung miteinander verbunden.

werde ich mich zunächst der Frage widmen, warum ausgerechnet in der Informatik (und nicht etwa in anderen Ingenieurdisziplinen) eine solche enge Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung notwendig ist. Dazu werde ich an den offiziellen Definitionen dessen anknüpfen, was Informatik ist und wie sie einzuordnen ist. Dabei geht es insbesondere um die Frage, ob die Informatik eine Ingenieur- oder Strukturwissenschaft ist. Hierbei ist dann auch möglich die Tendenzen der »Sichtweisen-Diskussion« aufzugreifen und mit den Aspekten einer anwendungsbezogenen Theorie abzugleichen, wie sie in diesem Kapitel erkennbar geworden sind.

Kapitel 2

Eine fachsystematische Begründung für »Informatik und Gesellschaft«

Für das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« sucht man – wie ich in *Kapitel 1* zeigen konnte – nach einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung. Dies entspringt der Erkenntnis, dass die Abschätzung der Technikfolgen i. d. R. zu spät kommt und dass man aus dieser nur wenig oder gar nichts an gestaltungsrelevanten Konsequenzen ableiten kann. Die im Zuge der Wirkungsforschung erkannten Defizite – so die Hoffnung – können durch eine solche Verbindung zukünftig vermieden werden. Ziel von »Informatik und Gesellschaft« ist damit eine bessere Systemgestaltung und nicht die politische Diskussion der Informationstechnologien.

Aber warum ist in der Informatik (und nicht in anderen Disziplinen) eine solche Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung nicht nur desiderabel, sondern ein Desiderat? Die Antwort von R. Keil-Slawik auf diese Frage lautet: Die Informatik ist eine Ingenieurwissenschaft, die sich im Unterschied zu anderen technischen Disziplinen durch einige Besonderheiten auszeichnet:

Gegenstand der Informatik ist also Software. Das ist ein besonderer (Bau-)Stoff: Physische Zeichen in einem bestimmten Arrangement – meist als Zeichenkette. Entscheidend für die technische Bewältigung ist, dass die Zeichen eines Programms, wenn sie maschinenintern gespeichert sind, Schalter zur Steuerung von Signalflüssen verkörpern.¹

Diese Besonderheiten betreffen zum einen das Material, mit dem Informatiker ihre Produkte herstellen (Software besteht aus Text), für das es aber keine Materialkunde gibt, und zum anderen den Einsatzbereich, für den es keine physikalischen oder allgemeiner keine naturwissenschaftlich erforschten Grundlagen gibt: Es gibt bislang keine naturwissenschaftliche Theorie geistiger Tätigkeiten, auf die Informatiker ihre Gestaltungen aufsetzen könnten.

Diese Besonderheiten konstituieren die Notwendigkeit der Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung und damit das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft«. Diese Sichtweise werde ich im Folgenden untersuchen. Dafür werde ich in einem ersten Schritt zeigen, dass auch in den offiziellen Definitionen, die derzeit von der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) propagiert werden, diese Besonderheiten angedeutet werden, ohne dass daraus aber Konsequenzen für die Fachsystematik gezogen würden. Dies

1 Keil-Slawik (2001) S. 40f

liegt wohl darin begründet, dass diese Definitionen nach außen gerichtet sind und weniger dazu dienen, den Gegenstandsbereich der Informatik kohärent abzustecken (2.1).

Eine Besonderheit dieser offiziellen Definitionen der Informatik besteht darin, dass die Informatik sowohl als Ingenieur- sowie als Strukturwissenschaft bezeichnet wird. Diesen beiden Wissenschaftskategorien werde ich daran anknüpfend studieren, um aufzuzeigen, worin die spezifische Verbindung von Struktur- und Ingenieurwissenschaft in Bezug auf die Informatik begründet ist (2.2 und 2.3). Die Besonderheiten bzgl. des Materials und des Einsatzkontextes können damit ebenso belegt werden wie auch eine Antwort auf die Frage gegeben wird, warum die Gestaltung von Informatiksystemen auf ein grundlegendes Verständnis des Einsatzkontextes angewiesen ist.

Daran anschließend werde ich mit Blick auf die Ansätze zu einer anwendungsbezogenen Theorie der Informatik, der sog. »Sichtweisen-Diskussion« zu dem im Projekt »Kontextuelle Informatik« gefundenen Zugang überleiten (2.4). Dabei geht es weniger darum, die »Sichtweisen-Diskussion« ausführlich zu erörtern, als zu den Überlegungen zum Ansatz der »Kontextuellen Informatik« überzuleiten.

2.1 Was ist Informatik? Offizielle Definitionen

Um die Besonderheiten der Informatik (im Unterschied zu den anderen Ingenieurwissenschaften und zur Mathematik) zu untersuchen, muss zunächst die Frage geklärt werden, was als Gegenstandsbereich der Informatik angesehen wird. Dazu werde ich mich auf offizielle »Definitionen« dessen konzentrieren, was Informatik ist.² Aus diesen offiziellen »Definitionen« ergeben sich zwei Zuordnungen zu Wissenschaftskategorien, die jede für sich den Spezifika der Informatik nicht gerecht werden; eine eindeutige Zuordnung scheidet.

Auf die Frage, was Informatik ist, gibt es eine Vielzahl an Antworten. Im Studien- und Forschungsführer der GI, für den W. Brauer und S. Münch als Herausgeber und Autoren stehen, wird derzeit³ folgende Antwort gegeben:

Das Gebiet der Informatik läßt sich wegen ihres universellen Charakters nicht einfach eingrenzen; der Begriff Informatik kann nicht knapp definiert werden, er hat sich in den letzten Jahren stark erweitert und wird sich schnell weiterentwickeln. Aber man kann sicher feststellen, daß der Ausgangspunkt der Denkansätze in der Informatik fast immer das Bemühen ist, Aspekte intelligenten Verhaltens von Lebewesen formal zu modellieren, und entsprechende formale Modelle als Unterstützungssysteme für den Menschen praktisch zu realisieren – oder, natürlich nur in eingeschränktem Maße, um das Verhalten der Lebewesen mit Hilfe der Informatik besser zu verstehen. Damit ist mehr gemeint, als was üblicherweise unter Künstlicher Intelligenz verstanden wird, auch mehr als was Frieder Nake, Universität Bremen, unter Maschinisierung der Kopfarbeit (Übertragung geistiger Momente der Arbeit auf Computer) versteht. ...

2 Diese Antworten haben insofern einen *offiziellen* Charakter, da sie von der GI veröffentlicht sind. In diesen offiziellen Antworten werden die Ansprüche, die an die Informatik gerichtet werden, besonders deutlich, da sie gleichsam werbewirksam nach außen gerichtet sind.

3 Das »derzeit« ist nicht abwertend gemeint. Solche Antworten können angesichts der rasanten Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologien tatsächlich nur vorläufig sein.

Informatik läßt sich also kennzeichnen durch die drei Begriffe Intelligenz - Formalismen - Technik oder als Intelligenzformalisierungstechnik.

Etwas allgemeiner könnte man sagen: Informatik ist die (Ingenieur-)Wissenschaft von der theoretischen Analyse und Konzeption, der organisatorischen und technischen Gestaltung sowie der konkreten Realisierung von (komplexen) Systemen aus miteinander und mit ihrer Umwelt kommunizierenden (in gewissem Maß intelligenten und autonomen) Agenten oder Akteuren, die als Unterstützungssysteme für den Menschen in unsere Zivilisation eingebettet werden müssen – mit Agenten/Akteuren sind Software – Module, Maschinen (zum Beispiel Staubsauger) oder roboterartige Geräte gemeint. ...⁴

Mit dieser »Definition« trennt man sich von der Vorstellung, Informatik sei eine *Strukturwissenschaft*⁵ und damit eine zweite Mathematik oder eine andere, »weichere« (*Soft-* statt *Hardware*) Elektrotechnik. Informatik wird als Disziplin positioniert, die einen eigenständigen und vornehmlich ingenieurwissenschaftlichen Gegenstandsbereich hat.⁶ Dieser Gegenstandsbereich wird hier über den offenbar grundlegenden Begriff *Intelligenz* und über *Unterstützung geistigen Handelns* definiert. Es werden außerdem Wechselwirkungen bezüglich formaler Modelle zur Unterstützung von Menschen und der Gewinnung von Erkenntnissen über das Verhalten von Lebewesen konstatiert.

Diese »Definition« ist weit gefasst und auch überhaupt nicht darauf ausgerichtet, einen kohärenten Kern der Informatik zu bestimmen. Sie ist darauf angelegt, den zwar universell genannten, aber tatsächlich expansiven Charakter der Informatik zu betonen (Erforschung intelligenten Verhaltens).⁷ Man kann diese expansiven Ansprüche kritisieren und in Frage stellen. Man kann aber auch konstruktiv mit ihnen umgehen und versuchen eine andere Sichtweise auf die genannten Phänomene (Universalität, Interaktion mit der Umwelt, Unterstützung geistiger Tätigkeiten, Formalismus und Intelligenz sowie deren technische Realisierung) zu finden, die diese weniger expansiv aufgreift und damit für die Praxis der Informatik handhabbar macht.

Um dieses zu erreichen, werde ich zunächst eine weitere »offizielle« Definition untersuchen, die zwar auch nach außen gerichtet ist – sie steht auf den WWW-Seiten der GI –, aber eine andere Perspektive auf die von W. Brauer und S. Münch benannten Phänomene bietet. V. Claus vertritt auf den WWW-Seiten eine weniger weitreichende Sichtweise:

4 Brauer, W. und Münch, S.: *Was ist Informatik?* In: [Brauer, Münch (1996)] S. 12f

5 Zur Charakteristik der Strukturwissenschaften und zu dieser Einordnung siehe (2.2)

6 Zur Charakteristik der Ingenieurwissenschaften siehe (2.3)

7 Nach innen auf Kohärenz abzielende Definitionen der Informatik gibt es nicht. Die Informatik war nie eine Disziplin, die sich ausführlich mit Definitionen ihrer selbst befasst hat, und ist dies auch heute nicht. Die Diskussion um eine »Theorie der Informatik« (2.4) ist nach meinem Eindruck eher randständig. In Informatik wird ganz pragmatisch gelehrt und geforscht, was gerade anliegt. Die Geschwindigkeit der Computerentwicklung und auch äußere Einflüsse (z. B. Militär) haben dafür gesorgt, dass sich die Informatik immer wieder neuen Anwendungsgebieten zuwenden konnte, die dann auch implizit das Verständnis der Informatik verändert haben. Die nach außen gerichteten Ansprüche dienen m. E. insbesondere dem Marketing im Wettbewerb um Studenten und Forschungsgelder.

Nach dem „Großen Wörterbuch der deutschen Sprache“ die „**Wissenschaft von den elektronischen Datenverarbeitungsanlagen und den Grundlagen ihrer Anwendung**“. So hat es auch irgendwann einmal angefangen. Um allerdings Informatik heute zu erklären, muß man weiter ausholen. Es gibt viele Definitionsansätze:

...

Aus all diesem entsteht schließlich das Bild der Informatik – einer facettenreichen Struktur- und Methodenwissenschaft mit endlos erscheinenden Anwendungsmöglichkeiten. Jede Fixierung ihrer Inhalte könnte sich in überschaubarer Zeit als veraltet oder als zu eng erweisen.⁸

V. Claus hat es m. a. W. aufgegeben Informatik definieren zu wollen. Zu umfassend ergeben sich unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten und Bezüge zu anderen Disziplinen. Er stellt aber hier – wie auch schon im Informatik-Duden, für den er zusammen mit A. Schwill die redaktionelle Verantwortung trägt – das Zusammenspiel von Grundlagenwissenschaft und Ingenieurdisziplin explizit heraus. Im Informatik-Duden findet sich folgende »Definition«:

Informatik (computer science): Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern (Computer).

Informatik wurde in der Vergangenheit zunächst als Spezialgebiet innerhalb anderer wissenschaftlicher Disziplinen betrieben, spätestens seit 1960 kann sie jedoch nicht mehr nur als Ansammlung von aus anderen Wissenschaften (z. B. Logik, Mathematik, Elektrotechnik) entliehenen Methoden und Regeln aufgefaßt werden, vielmehr hat sich die Informatik zu einem zusammenhängenden, theoretisch fundierten Gebäude, also zu einer neuen Grundlagenwissenschaft entwickelt, die auf andere Wissenschaften ausstrahlt. Zugleich führten Einsatz und Anwendungen zu einer Fülle von Erkenntnissen, Methoden und Techniken.

Heute stellt sich die Informatik als eine Ingenieurwissenschaft dar, die (anstelle der Grundelemente „Materie“ und „Energie“) den Rohstoff „Information“ modelliert, aufbereitet, speichert, verarbeitet und einsetzt.⁹

Informatik wird auch in dieser »Definition« im Wesentlichen als eine Disziplin beschrieben, in der es vorrangig darum geht technische Systeme zu gestalten. Zugleich wird aber auch der Grundlagencharakter betont. Damit ist bereits ein Unterschied zu anderen Ingenieurwissenschaften genannt, die sich i. d. R. auf Grundlagen beziehen (s. S. 48), die naturwissenschaftlich und mathematisch beweisbar sind.

An die Stelle der naturwissenschaftlich ergründbaren Phänomene *Energie* und *Materie* wird *Information* (anstelle von *Intelligenz*) als zentraler Begriff genannt.¹⁰ Aber auch damit wird zugleich ein weit reichender Anspruch für die Informatik postuliert. V. Claus schreibt auf den WWW-Seiten der GI:

8 http://www.gi-ev.de/informatik/was_ist_informatik/index.html (Stand: 11. Juli 2003)

9 Informatik-Duden (1993) S. 305

10 Dieses wird in (2.3) noch genauer untersucht.

Informatik befaßt sich intensiv mit Information. Das aber tut jede Wissenschaft; daher verwundert es nicht, daß sich die abstrakten Konzepte der Informatik und ihre Methoden überall anwenden lassen. Entstehen hierbei neue Verfahren und Einsichten oder ist die Zusammenarbeit besonders eng, so bilden sich zwischen der Informatik und den anderen Wissenschaften Überlappungsbereiche heraus, die zu **eigenen Ausbildungszweigen und Wissensgebieten** herangereift sind, wie zum Beispiel die Wirtschaftsinformatik, die Bauinformatik, die Rechtsinformatik usw.¹¹

Der gemeinsame und verbindende Kontext der Begriffe *Information*, *Intelligenz* oder auch *Wissen* sind Prozesse geistiger Arbeit bzw. allgemeiner geistiger Tätigkeiten des Rechnens, des Schreibens, des Verwaltens, des Organisierens etc.¹² Diese Tätigkeiten sind der wesentliche Objektbereich (Anwendungskontext) der Informatik. Hierfür entwickeln Informatiker Produkte in Form von Automaten, Maschinen, sog. Werkzeuge oder Medien, die diese Prozesse unterstützen, aber eigentlich nie vollständig ersetzen.

Eine Disziplin, die solche Produkte herstellt, ist wohl eine Ingenieurdisziplin. Allerdings verweisen die im Folgenden darzustellenden Spezifika auf charakteristische Unterschiede zu anderen Ingenieurdisziplinen, die nicht nur die Schwierigkeiten einer Einordnung erklären (dies ist nachrangig), sondern vielmehr die Notwendigkeit einer Kontextualisierung betonen.

Diesen Besonderheiten werde ich im Folgenden nachgehen, indem ich zunächst die Einordnung der Informatik als Strukturwissenschaft untersuche (2.2), um danach die Zuordnung zu den Ingenieurwissenschaften zu beleuchten (2.3). Daraus ergibt sich unter Bezug auf die bereits in *Kapitel 1* andeutungsweise angesprochene »Sichtweisen-Diskussion« eine Begründung für die Notwendigkeit einer Kontextualisierung in Form einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung (2.4).

2.2 Informatik ist eine Strukturwissenschaft ...

Die Informatik wird – siehe die »Definitionen«, an denen V. Claus beteiligt ist – zugleich als Struktur- und Grundlagenwissenschaft bezeichnet. Dies ist aus der Perspektive der Theoretischen Informatik auch einfach nachvollziehbar, da dort, wie auch in einigen Gebieten der Praktischen Informatik, im Wesentlichen mit Methoden der Mathematik gearbeitet wird.

Die Wissenschaftskategorie *Strukturwissenschaften* geht auf C. F. v. Weizsäcker zurück. Er führt diese Kategorie ein, da die Mathematik weder Natur- noch Geisteswissenschaft ist. Die Mathematik „ist eine Strukturwissenschaft. Sie studiert Strukturen *in abstracto*, unabhängig davon, welche Dinge diese Strukturen haben, ja ob es überhaupt solche Dinge gibt.“¹³

11 http://www.gi-ev.de/informatik/was_ist_informatik/index.html (Stand 11. Juli 2003)

12 Vgl. Janich (1993)

13 von Weizsäcker (1979) S. 22. Nach einer Kategorie „Ingenieurwissenschaften“ sucht man bei C. F. v. Weizsäcker allerdings vergeblich.

Vielfach war und ist zu lesen, dass die Informatik auch eine Strukturwissenschaft sei. Als Quelle für diese Einordnung wird auf C. F. v. Weizsäcker verwiesen. Tatsächlich schreibt er allerdings folgendes:

Als Strukturwissenschaften wird man nicht nur die reine und die angewandte Mathematik bezeichnen, sondern das in seiner Gliederung noch nicht voll durchschaubare Gebiet der Wissenschaften, die man mit Namen wie Systemanalyse, Informationstheorie, Kybernetik, Spieltheorie bezeichnet. Sie sind gleichsam Mathematik zeitlicher Vorgänge, die durch menschliche Entscheidung, durch Planung, durch Strukturen, die sich darstellen lassen, als seien sie geplant, oder schließlich durch Zufall gesteuert werden. Sie sind also Strukturtheorien zeitlicher Veränderung. Ihr wichtigstes praktisches Hilfsmittel ist der Computer, dessen Theorie selbst eine der Strukturwissenschaften ist.¹⁴

In dieser Einordnung kommt lediglich zum Ausdruck, dass er einen wesentlichen Teil dessen, was in der Informatik auch gelehrt wird, als Strukturwissenschaft bezeichnet: die Theorie der Computer. Damit meint er die mathematisch konzeptionellen Grundlagen der Informatik, die im Bereich der Praktischen, Theoretischen und Technischen Informatik behandelt werden.¹⁵

C. F. v. Weizsäcker hat schon Ende der 60er Jahre vorhergesehen, dass dieses Denken und Arbeiten mit universellen Strukturen eine weitreichende Bedeutung hat.

Es ist heute sinnvoll, eine Erörterung über die Rolle der Wissenschaften mit den Strukturwissenschaften zu beginnen. Das wissenschaftliche Verfahren der Abstraktion vom Einzelfall, der Suche nach allgemeinen Gesetzen ist hier am weitesten getrieben. Ein Physiker, ein Populationsbiologe, ein Ökonom können dieselbe Mathematik benutzen. Die Mathematisierung der Wissenschaften ist eines der Merkmale der heutigen wissenschaftlichen Entwicklung.¹⁶

Die Wissenschaften, die C. F. v. Weizsäcker aufzählt, haben in den 70er Jahren wesentlich an Bedeutung gewonnen und dies hat auch mit der Entwicklung und Verbreitung von Computern zu tun. Der Einsatz von Computern auf vielen Gebieten und die Anwendbarkeit der Theorien in verschiedenen Anwendungsgebieten, z. B. Biologie oder Wirtschaftswissenschaften, haben zum Erfolg dieser Disziplinen beigetragen. Einer der Pioniere der Computertechnik, J. v. Neumann, ist geistiger Vater einer Reihe dieser Disziplinen. Insbesondere ist es ihm gelungen die *Automaten-* und die *Spieltheorie* als Forschungsfeld zu fundieren.

B.-O. Küppers beschreibt die Strukturwissenschaften denn auch als Bindeglied zwischen Natur- und Geisteswissenschaft:

Aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades scheinen die Strukturwissenschaften am ehesten geeignet zu sein, zwischen den Natur- und ... den Geisteswissenschaften eine Brücke zu schlagen. Tatsächlich scheinen die Strukturwissenschaften zu einem ein-

14 ebd. S. 22/23

15 Für die Entwicklung von Software, die ebenso zur Informatik zählt (und die wohl auch ihr zentraler Inhalt ist; siehe 2.3), trifft diese Zuschreibung allerdings nicht zu.

16 ebd.

heitlichen Wirklichkeitsverständnis, das heißt zu einem objektiven Sinnzusammenhang und einem objektiven Anschauungsganzen zu führen, das nunmehr alle Formen wissenschaftlicher Erkenntnis umfasst.¹⁷

Dies kommt auch bei C. F. v. Weizsäcker zum Ausdruck:

Wer in einem Lande den Fortschritt der Wissenschaften fördern will, muß diese Wissenschaften vordringlich fördern, denn sie bezeichnen zugleich eine neue Bewußtseinsstufe.¹⁸

Diese Abstraktion von Einzelfall stellt eine andere Bewusstseinsstufe dar; sie birgt aber auch die Gefahr in sich, dass Menschen gesellschaftliche oder geistige Prozesse mit Begrifflichkeiten von Maschinen, also auch von Computern beschreiben.¹⁹ Die »Brücke«, die man auf diesem Wege mit den Strukturwissenschaften zwischen Natur- und Geisteswissenschaften schlägt, würde aber zur »Einbahnstraße«, wenn geistige und gesellschaftliche Phänomene ausschließlich unter einer einseitig strukturellen Perspektive betrachtet werden. Auf diese Gefahren des strukturwissenschaftlichen Denkens, das im Übrigen weit verbreitet ist, hat auch C. F. v. Weizsäcker schon Ende der 60er Jahre verwiesen:

Der Bewußtseinswandel, den sie [die Strukturwissenschaften; D. E.] mit sich bringen, gibt uns die Macht der Planbarkeit. Er enthält ebenso die Gefahr der Planbarkeit. Der wissenschaftlichen Wahrheit ist eine ihr anhaftende Unwahrheit zugeordnet. Die Strukturwissenschaften führen die Gefahr mit sich, alle Wirklichkeit mit machbarer und planbarer Struktur zu verwechseln. Die Inhumanität der Technokratie ist eine Folge des Sieges des strukturellen Denkens im Sinne dieser Wissenschaften.²⁰

J. Weizenbaum hat in seinem Buch „Computer Power and Human Reason“ dieses in der Formulierung zum Ausdruck gebracht, dass Menschen schon lange vor der Erfindung des Computers die Welt zu einem solchen gemacht haben.²¹

C. F. v. Weizsäcker beendet seine Abhandlung über die Strukturwissenschaften denn auch mit einer Forderung. Eine „der wichtigsten Anstrengungen in der Bewußtseinsbildung muß es sein, dem Blick für Strukturen den Blick für Wirklichkeit komplementär gegenüberzustellen.“²² Eine solche Gegenüberstellung von Struktur und Wirklichkeit ist in der Komplementarität von *Produkt* und *Prozess* angelegt, die R. Keil-Slawik fordert und die einer der beiden Zugänge zur »Kontextuellen Informatik« ist (3.1.1).

2.3 ... aber auch eine Ingenieurwissenschaft

Neben oder besser über die Erforschung der (mathematischen) Strukturen hinaus muss die Entwicklung, Gestaltung oder Herstellung von Software als konstituierend für die In-

17 Küppers (2000) S. 104. Ein zweites überflüssiges und fehlerhaftes „und“ habe ich (D. E.) ausgelassen.

18 von Weizsäcker (1979) S. 23

19 In *Kapitel 3* werde ich kurz auf Max Weber verweisen, der das gesellschaftliche Zusammenleben mit technischen Begriffen beschreibt und das Sozialwesen als Maschine versteht.

20 von Weizsäcker (1979) S. 23

21 Weizenbaum (1994) S. 9

22 von Weizsäcker (1979) S. 23

formatik angesehen werden. Zum einen ist die Expansion der Informatik durch die Software bestimmt und zum anderen wären die strukturwissenschaftlichen Inhalte auch im Rahmen der Angewandten Mathematik, der Elektrotechnik etc. erforschbar. Erst das Zusammenspiel von strukturwissenschaftlicher Grundlagenforschung und Software-Entwicklung ist Grund für eine eigenständige Disziplin.

Der Historiker M. Mahoney schreibt:

Zwischen der Mathematik, die den Computer theoretisch ermöglicht, und der Elektrotechnik, die seine praktische Realisierbarkeit garantiert, liegt die Programmierung, die seinen intellektuellen, ökonomischen und sozialen Nutzen gewährleistet.²³

Für das Programmieren bzw. die Entwicklung von Software hat man spätestens seit der »Software-Krise« in der Informatik nach einem ingenieurwissenschaftlichen Zugang gesucht und einen solchen auch ansatzweise gefunden. Dass dieses nur ansatzweise geschehen ist, liegt in den im Folgenden darzustellenden Unterschieden zu anderen Ingenieurdisziplinen begründet.

Dazu werde ich auf eine wohl weitgehend anerkannte »Definition« der Ingenieurwissenschaften in der Brockhaus-Enzyklopädie zurückgreifen:

Ingenieurwissenschaften ... , Technikwissenschaften, Gesamtheit der Disziplinen, die aus der systemat. theoret. Bearbeitung techn. Probleme entstanden und heute Gegenstand des Ingenieurwissenschaftl. Studiums sind. Traditionelle I. sind Bauwesen, Bergbau und Hüttenwesen, Elektrotechnik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Diese Hauptrichtungen sind in über 120 Fachrichtungen aufgegliedert.

Die I. werden häufig als Anwendung naturwiss. Erkenntnisse verstanden, weil ihre Objektbereiche »messbare Größen« sind und sich überschneiden. Die I. lassen sich jedoch durch vier typ. Merkmale charakterisieren, die für die Naturwissenschaften nur sehr bedingt zutreffen: 1) Das Ergebnis ingenieurwiss. Arbeitens ist i. d. R. ein konkretes funktionsfähiges Artefakt, das neben techn. auch außertechn. Kriterien (Sozial- und Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit u.a.) genügen muss. 2) Kreative Leistungen sind neue Verfahren zur Herstellung von Artefakten oder zur Durchführung von Prozessen (Erfindungen, Konstruktionen). 3) Die Beurteilung ingenieurwiss. Leistungen bezieht sich durchweg auf die konkrete Funktionserfüllung, die sehr unterschiedl., häufig einander widersprechenden und sich ändernden humanen, sozialen, ökolog., ökonom., rechtl. Kriterien genügen muss. 4) Techn. Weiterentwicklungen führen zur Fortschreitenden Erweiterung der I. und erschweren die Theoriebildung einer allgemeinen Technologie.²⁴

In dieser »Definition« des Begriffes Ingenieurwissenschaften wird vor allem auf den Unterschied zu den Naturwissenschaften verwiesen. Dabei wird betont, dass Ingenieurwissenschaften nicht nur angewandte Naturwissenschaften sind, sondern technische Artefakte oder Verfahren das Ziel sind. Dem naturwissenschaftlichen »Entdecken« wird das ingenieurwissenschaftliche »Erfinden« gegenübergestellt. Das »Erfinden« ist aber nicht

23 Mahoney, M.: *The History of Computing in the History of Technology*. Annals of the History of Computing 10 (1988), S. 117

24 Brockhaus-Enzyklopädie (1996) Band 10 S. 535

auf die Artefakte beschränkt und bezieht zudem außerfachliche Rahmenbedingungen (humane, soziale, ökolog., ökonom., rechtl. Kriterien) mit ein.

Bzgl. der Einordnung der Informatik als Ingenieurwissenschaft ist diese Definition allerdings wenig hilfreich, da alle Kriterien mehr oder weniger auf die Informatik und die Herstellung von Software zutreffen. Um die Besonderheiten der Informatik zu beschreiben, muss genauer geklärt werden, was Technik bzw. technische Artefakte sind. Hierzu wird in derselben Ausgabe der Brockhaus-Enzyklopädie folgendes ausgeführt:

Technik ... 1) die Menge der nutzorientierten, künstlichen, materiellen Gebilde (Artefakte oder techn. Sachsysteme); 2) die Menge menschl. Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen; 3) die Menge menschl. Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden. ...²⁵

Zum Programmieren heißt es ein paar Zeilen weiter unten:

... Die gelegentlich als neuartig, ›abstrakte‹ oder ›transklass.‹ T. aufgefasste Programmierung elektron. Datenverarbeitungsgeräte lässt sich dem dritten Bereich der Definition zuordnen, da sie eine besondere Fertigkeit für die Verwendung von Computern darstellt.²⁶

Da Computer-Programme in jedem Fall nutzorientiert und künstlich sind, wird ihnen m. a. W. Materialität abgesprochen. Diese Einschätzung findet sich auch bei H. Balzert in seinem zweibändigen Werk zur Software-Technik. Er schreibt, Software sei immateriell, sie würde daher keinem Verschleiß unterliegen und es gäbe keine physikalischen Gesetze, die sie begrenzten.²⁷ Auch W. Brauer und S. Münch behaupten, dass die Produkte der Informatik immateriell seien:

Datenstrukturen, Wissensrepräsentationen, Algorithmen, Programme, Softwarewerkzeuge, Datenbanken, Informationssysteme, Softwaresysteme zur Steuerung von Geräten, Anlagen und Prozessen, zum Management von Kommunikationsaktivitäten (zum Beispiel bei Telefon und Information Highway), zur Simulation komplexer Vorgänge (zum Beispiel visuelle Realität), zur Unterstützung menschlicher Fähigkeiten (Rechnen, Sehen, Erkennen, Sprechen, Hören, Lesen, Verstehen, Übersetzen, Verwalten, Planen, Entscheiden, Denken).

Diese Eigenart der Informatik, daß ihre Produkte im allgemeinen erst in Verbindung mit materiellen Objekten praktisch nutzbar werden, führt oft zu einer Unterschätzung der Bedeutung der Informatik: Man sieht nur die von einem anderen Zweig der Technik gebauten Geräte (etwa Waschmaschine, Auto, Telefon/Telefax) oder Anlagen (Eisenbahnstellwerk, Mobilfunk, chemisch/pharmazeutische Anlagen, Versandhäuser, Fabriken) und denkt nicht an den hohen Informatikanteil darin.²⁸

Den Hinweis auf die vermeintliche Immaterialität von Software werde ich im Folgenden nur als Hinweis darauf verwenden, dass der *Baustoff* der Informatik ein besonderer ist.

²⁵ Brockhaus-Enzyklopädie (1996) Band 21 S. 599

²⁶ ebd.

²⁷ Balzert (1996) S. 26

²⁸ Brauer, Münch (1996) S. 13

Diese Besonderheit mit der Dichotomie materiell/immateriell zu kennzeichnen, wird den Eigenschaften von Software allerdings nicht gerecht.

Die textuelle Repräsentation von Software ist nur eine Erscheinungsform. Software sind vor allem technische Impulse und Verdrahtungen, die aus Gründen der Handhabung und der intellektuellen Bewältigung als formal strukturierter Text dargestellt wird, der weniger materiell daherkommt als Eisen, Stahl, Steine oder Holz.

Ausgehend von diesen Besonderheiten von *Software* lassen sich sowohl die ingenieurwissenschaftlichen Züge der Informatik nachweisen als auch die Unterschiede zu anderen Ingenieurdisziplinen präzisieren. Dazu gehören neben der vermeintlichen Immaterialität des Baustoffes (2.3.1) und dem Einsatzkontext (2.3.2) auch die Rückbezüglichkeiten (2.3.3), die mit dem Einsatz von Software verbunden sind.²⁹

2.3.1 Zur vermeintlichen Immaterialität von Software

Software und all die anderen »Produkte«, die W. Brauer und S. Münch nennen, bestehen aus Zeichen (Text) und erscheinen damit auf dem ersten Blick weniger materiell als andere technische Produkte. Dennoch sollte man *nicht* davon sprechen, dass Software immateriell ist. Wäre sie es, könnte sie weder eine energetische Transformation einer Maschine beeinflussen noch wäre es möglich, Formalismen zu entwickeln.

Das Produkt Software wird erst durch ihren Ablauf auf einem Rechner wirksam.³⁰ Software ist offensichtlich *virtuell* in der eigentlichen Bedeutung dieses Attributes: Sowohl die Bedeutung von Text als auch die »Semantik« von Software sind der Kraft bzw. der Möglichkeit nach vorhanden. Sowohl die technische Umsetzung als auch die intellektuelle Bewältigung müssen wahrnehmbare, d. h. gegenständliche Zeichen vorhanden sein. Allerdings sind die Zeichen arbiträr bzw. abstrakt und daher nur im Kontext verstehbar. Bezüglich ihrer materiellen Eigenschaften ist für die Informatik mehr ihre Form als ihre physische Beschaffenheit (Tinte, Loch, Magnetfeld) entscheidend.

Außerdem ist man über einen engen, auf materielle Artefakte beschränkten Technikbegriff (sowohl in den anderen Ingenieurwissenschaften als auch der Techniksoziologie) schon lange hinaus. Die ursprüngliche Bedeutung des Wortes *techné* kommt damit wieder zum Tragen.³¹

Die Frage, ob Software materiell oder immateriell ist, ist damit für die Informatik nur insofern von Bedeutung, da es zum (Nicht-)Material Software keine naturwissenschaftlichen und nur wenige mathematische Grundlagen gibt. Dieses werde ich im Folgenden ausführlich erläutern. Dabei werde ich zunächst darlegen, worin der Unterschied zwi-

29 Wesentliche Aussagen der folgenden Darstellung stammen aus Veröffentlichungen von R. Keil-Slawik [Keil-Slawik (1990) S. 37ff, Keil-Slawik(2000) S. 200ff], die ich aber für den Zweck dieser Arbeit neu arrangiert und mit Einschätzungen anderer Autoren versehen habe. Daher habe ich im folgenden Abschnitt auf die Referenzen, die auf diese Veröffentlichungen von R. Keil-Slawik verweisen, in der Hoffnung verzichtet, dass dieses meinen Text lesbarer macht.

30 Vgl. hierzu Kay (1984), der bzgl. der Herstellung von Software von der „Gestaltung des Unsichtbaren“ schreibt.

31 Vgl. hierzu den Abschnitt 3.1.2 S. 76ff

schen einer strukturwissenschaftlichen (mathematischen) und einer ingenieurwissenschaftlichen (informatischen) Sicht besteht.

Mathematische Grundlagen

Auf einen Unterschied zwischen Informatik und Mathematik verweisen z. B. T. Ottmann und P. Widmayer in ihrem Buch zu Algorithmen und Datenstrukturen:

Was ist ein Algorithmus?

Dies ist eine eher philosophische Frage, auf die wir in diesem Buch keine präzise Antwort geben werden. Das ist glücklicherweise auch nicht nötig. Wir werden nämlich in diesem Buch (nahezu) ausschließlich positive Aussagen über die Existenz von Algorithmen durch explizite Angabe solcher Algorithmen machen. Dazu genügt ein intuitives Verständnis des Algorithmusbegriffs und die Einsicht, daß sich die konkret angegebenen Algorithmen etwa in einer höheren Programmiersprache wie Pascal formulieren lassen. Erst wenn man eine Aussage der Art „Es gibt *keinen* Algorithmus, der das Problem löst“ beweisen will, benötigt man eine präzise formale Fassung des Algorithmusbegriffs.³²

Einer pragmatischen ingenieurwissenschaftlichen Sicht auf Algorithmen wird hier die auf Prinzipien basierende Sichtweise der Mathematik gegenübergestellt. Dieser Unterschied findet sich bereits 1951 bei J. v. Neumann als Unterschied von formaler Logik und Automatentheorie:

In der gesamten modernen Logik ist die einzig bedeutungsvolle Frage, ob ein Resultat in endlich vielen Schritten erhalten werden kann oder nicht. Wie groß dagegen die Anzahl ist, beschäftigt die formale Logik kaum jemals. Jede endliche Folge von richtigen Schritten ist prinzipiell genauso gut wie jede andere. Es ist ohne Belang, ob die Anzahl klein oder groß ist oder gar so groß, daß sie unmöglich in einem Lebensalter oder im mutmaßlichen Lebensalter des Weltalls, wie wir es kennen, bewältigt werden könnte. Bei der Behandlung von Automaten muß diese Aussage entscheidend abgeändert werden. Im Falle eines Automaten kommt es nicht nur darauf an, ob er ein bestimmtes Ergebnis überhaupt in endlich vielen Schritten erzielen kann, sondern auch darauf, wieviele Schritte dazu nötig sind.³³

So gibt es zwar mathematische Grundlagen der Programmierung und der Software-Technik. Diese sind aber nicht ausreichend, die Funktionstüchtigkeit und die Qualität von Software sicherzustellen. Die prinzipielle bzw. mathematische Äquivalenz zwischen Software in einer höheren Programmiersprache und dem Modell der Turing-Maschine ist für die Bewertung von Software in der Praxis unbrauchbar.

Zwar läßt sich prinzipiell jedes Programm als mathematische Funktion beschreiben. Mit Hilfe dieser (Programmier-)Technik können Menschen allerdings nur vergleichswei-

³² Ottmann, Widmayer (1992) S. 15

³³ von Neumann (1967) S. 157

se bescheidene Probleme lösen. Kaum jemand ist in der Lage einen Prozessor oder gar ein *Office-Paket* auf diese Weise zu realisieren. Auch wenn ein Genie oder eine Gruppe von Genies dieses erreichen könnte, wenn sie denn beliebig lange Zeit hätten und sich mit nichts anderem beschäftigten, würde ein solches Szenario autistische Züge tragen. Die Entwickler wären vor allem nicht in der Lage ihre Entwurfsentscheidungen mit anderen Entwicklern und Nutzern zu kommunizieren. Abgesehen davon wäre eine vollständige Beschreibung von Software als mathematischer Funktion mit einem enormen Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Selbst ein vollständiger Beweis der Korrektheit ist auf den Kontext derer angewiesen, die den Beweis als korrekt beurteilen müssen. Denn Beweisen ist insofern ein sozialer Prozess, der nicht dekontextualisiert werden kann.³⁴ Ein vollständiger Beweis der Korrektheit wird in der Praxis nicht durchgeführt. Für große Softwareprojekte ist zudem eine vollständige mathematische Beschreibung der Programme, die Grundlage eines Korrektheitsbeweises ist, vielfach noch aufwändiger als das Programm selbst. Sie wäre damit schwerer verständlich und mindestens ebenso anfällig für Fehler wie das Programm selbst, da hier die Vorteile der traditionellen Ingenieurmathematik nicht zum Tragen kommen.³⁵ Ein Verständnis über die Funktionen von Software wird daher über beschreibende Dokumente (Pflichtenheft, Handbücher etc.) hergestellt.

Darüber hinaus sind traditionelle Ingenieurprodukte in der Regel analog und durch kontinuierliche Funktionen beschreibbar. Computer sind aber die meiste Zeit nicht damit beschäftigt zu rechnen, sondern Daten hin und her zu bewegen und zu modifizieren. Daher können die Regeln, nach denen dies geschieht, meist nicht in Form mathematischer Funktionen oder Gleichungen beschrieben werden.³⁶

Naturwissenschaftliche Grundlagen

Klassische Ingenieurdisziplinen behandeln in Forschung und Lehre im großen Umfang Materialqualitäten. Sowohl das Bauingenieurwesen, der Maschinenbau, die Elektrotechnik, der Bergbau, das Hüttenwesen als auch die neueren technischen Disziplinen Kernenergietechnik, Raumfahrttechnik, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Kunststofftechnik, Biotechnik. Diese arbeiten auf der Grundlage naturwissenschaftlicher (physikalischer und chemischer) Erkenntnisse, die vor allem das Material und seine Eigenschaften betreffen.

Die Materialeigenschaften anderer technischer Disziplinen können damit frei und losgelöst vom Kontext untersucht und in der Regel sogar, wenn auch idealisiert, durch mathematische Formeln beschrieben werden. Die notwendige Verständigung über die Eig-

34 DeMillo, R.A.; Lipton, R.J.; Perlis, A.J. (1997). *Social Processes and Proofs of Theorems and Programs*. Communications of the ACM, 22(5), 271-280.

35 vgl. Naur (1991)

36 „The rules implemented by computers are mostly not what we call analytical functions – that is representable by mathematical functions and equations. Instead they are complicated sets of quite ad hoc rules, algorithms and methods which the designers hope correctly model the problem domains that the computer is dealing with“ Ornstein, S. M.: *Deadly Bloopers*. Manuscript. Computer Professionals for Social Responsibility (CPSR). Palo Alto, Ca. June 16, 1986 (1986) S. 4 zitiert nach: [Keil-Slawik (1990) S. 38, Fußnote 35]

nung des Materials geschieht über naturwissenschaftliche Untersuchungen, die in der Regel in Laboren erfolgen; ein Verständnis des Einsatzkontextes ist dafür, ebenso wie in den Naturwissenschaften, nur in besonderen Fällen erforderlich, z. B. wenn man außerfachliche Maßstäbe wie Sozialverträglichkeit miteinbezieht.³⁷

Software ist dagegen wie anderer Text auch nur im Kontext verstehbar; die Analyse der »Semantik« von Software bezieht sich auf das Modell, das als Ergebnis eines Modellierungsprozesses Produkt eines hermeneutischen Vorgehens ist. Die Notwendigkeit eines solchen hermeneutischen Vorgehens wird auch mit Blick auf die mathematischen Grundlagen der Informatik deutlich.

2.3.2 Einsatzkontext

Neben den Materialeigenschaften unterscheidet sich die Informatik in Bezug auf den Einsatzkontext von anderen technischen Wissenschaften. Auch für diesen fehlen mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen. Der Einsatzkontext von Produkten der Informatik wird (in den offiziellen Diskussionen) mit Hilfe der Begriffe *Intelligenz* und *Information* charakterisiert. Dies entspricht der Erkenntnis, dass vor allem Prozesse geistiger Arbeit oder allgemeiner geistige Tätigkeiten vom Einsatz computergestützter Systeme betroffen sind. Bezüglich dieses Bereiches gibt es *erstens* keine Theorie mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen; Versuche dieses über den Informationsbegriff von C. E. Shannon zu realisieren, sind zum Scheitern verurteilt.

Zweitens werden keine geschlossenen Systeme eingesetzt, mit denen eine Vielzahl von Handlungen ersetzt werden, sondern offene, interaktive Systeme, mit denen nur gewisse Handlungen unterstützt werden. Interaktive Systeme sind aber unvollständig. Dies hat *drittens* zur Folge, dass Software immer in Versionen (und Ausbaustufen) geplant wird; funktionale Anforderungen werden erst im Lauf der Zeit beim Einsatz erkennbar. Partizipation der Nutzer und Prototyping sind daher gängige Methoden der Software-Technik.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Beschreibungen

Die ansonsten im ingenieurwissenschaftlichen Bereich unerlässlichen Maße und Metriken haben in der Softwaretechnik keine vergleichbare Bedeutung.³⁸ Bis heute ist es nicht gelungen, sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht einen Satz von allgemein anerkannten Maßen und brauchbaren Metriken zu entwickeln. Es fehlen mathematische und naturwissenschaftliche Beschreibungen zum Einsatzkontext.

Die Behauptung von V. Claus und A. Schwill im Informatik-Duden, dass »Information« die grundlegende Kategorie der Informatik sei, ist Ausdruck der Hoffnung, zumindest auf Sicht, mit Hilfe einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Beschreibung von *Informationsverarbeitungsprozessen* zu besseren Systemen zu gelangen bzw. umgekehrt mit

³⁷ wie dieses auch in der zitierten Begriffsbestimmung zu den Ingenieurwissenschaften zum Ausdruck kommt. Vgl. S. 48 in dieser Arbeit

³⁸ H. Balzert schreibt, dass sich Software nicht vermessen lässt. [Balzert (1996) S. 26]

Hilfe der Informatik eine solche Theorie zu finden.³⁹ Sie stellen »Information« sogar auf eine Stufe mit »Energie« und »Materie«, als ob es für »Information« naturwissenschaftliche Grundlagen gäbe.

W. Brauer und S. Münch beziehen sich auf »Intelligenz« als grundlegende Kategorie der Informatik. In der Informatik würden „Aspekte intelligenten Verhaltens formal modelliert“.⁴⁰ Diese Sichtweise ist in gewisser Weise typisch. Insbesondere in populärwissenschaftlichen Darstellungen wird auf die Forschungen zur KI (und damit eng zusammenhängend der Robotik) vielfach Bezug genommen. Ich werde im Folgenden aufzeigen, dass diese Versuche nicht wirklich weiterhelfen, um Informatiksysteme im Kontext zu verstehen.⁴¹

Information

Über den Informationsbegriff von C. E. Shannon, der z. B. grundlegend für die Kybernetik ist,⁴² wird versucht eine mathematische Grundlage für die Informatik zu finden. Die Kybernetik geht auf N. Wiener zurück und galt in den 70er Jahren zumindest im Brockhaus auch als neue Technikwissenschaft.⁴³ Dieser Informationsbegriff definiert *Information* allerdings als „ein Maß für den mittleren Informationsgehalt ..., den man mit einer gegebenen Codierung übertragen kann.“⁴⁴ Ziel der Informationstheorie ist es den minimalen Übertragungsaufwand für ein codiertes Wort zu bestimmen.

Modelle auf der Basis des Informationsbegriffs von C. E. Shannon gründen damit auf der Annahme – das werde ich im Folgenden unter der Überschrift Intelligenz nochmals aufgreifen –, dass sich Informationen von A nach B transportieren ließen. Dies entspricht aber nicht einmal der Unterscheidung von Daten und Information, die P. Naur für die IFIP (International Federation for Information Processing) vorgeschlagen hat.

Daten:

Darstellung von Sachverhalten oder Ideen in formalisierter Weise, geeignet für die Weitergabe oder die Manipulation durch einen Prozess.

Information:

In der automatisierten Datenverarbeitung die Bedeutung, die ein Mensch in Form von Daten ausdrückt oder aus Daten gewinnt mittels der zur Darstellung benutzten bekannten Vereinbarungen.⁴⁵

39 Vgl. hierzu die Informatik-»Definition« aus dem Studienführer. s. S. 42 in dieser Arbeit

40 Brauer, Münch (1996) S. 12

41 Da ich diese Fragen nur ausgehend von den offiziellen Definitionen diskutiere, kann ich solche Ansätze, die einen Bezug zur Semiotik herstellen, außen vor lassen.

42 Im Brockhaus in fünf Bänden von 1974 heißt es dazu unter Stichwort Kybernetik: „Die allgem. K. beschäftigt sich mit rein formalen Beziehungen. Sie verarbeitet den mathem. Ansatz aus der Technik zu informationellen Systemen, d. h. Systemen, die Nachrichten aufnehmen, verarbeiten und weitergeben. Auf der Grundlage der **allgem. Nachrichtentheorie baut die allgem. Nachrichtenverarbeitungstheorie (informationelle Systemtheorie)** auf. [Bd. 3 S. 299; Fettdruck im Original]

43 Brockhaus in fünf Bänden von 1974 unter dem Stichwort Ingenieurwissenschaften. [Bd. 2 S. 666]

44 Informatik-Duden (1993) S. 316

45 I.H. Goald (ed.): *IFIP Guide to Concepts and Terms in Data Processing*. Amsterdam London 1971

In dieser Definition wird der Kontextbezug über die „zur Darstellung benutzten bekannten Vereinbarungen. hergestellt. Um also Bedeutung und das Entstehen von Bedeutung zu verstehen, ist die Informationstheorie von C. E. Shannon nicht ausreichend.⁴⁶ Insbesondere können Einsichten und Bedeutungen transportiert werden,⁴⁷ Daten und Zeichen hingegen schon, so dass eine Unterscheidung von Information und Daten zwingend geboten ist.

Die Ingenieurwissenschaften haben – auch und gerade in den 70er Jahren – versucht den abstrakten Maschinenbegriff der Kybernetik für sich zu nutzen. Die Kybernetik benutzt damit ein kontextfreies Verständnis von Technik, die daran anknüpfenden Theorien der selbstorganisierenden Systeme bzw. soziotechnische Systeme beziehen sich auf Systeme im Kontext.

Stand zunächst bei der Kybernetik das Steuerungsproblem im Vordergrund, während das System außerhalb seiner Steuerungs- und Rückkopplungsfunktionen als black box behandelt wurde, haben sich besonders durch die Theorie selbst-organisierender Systeme die Probleme der Selbsterhaltung, Selbststeuerung und des Lernens, also die wechselseitige Erzeugung und Erhaltung der Komponenten bei wechselnden Umwelteinflüssen, in den Vordergrund geschoben.⁴⁸

Diese Erkenntnisse haben dazu beigetragen, dass man schließlich zu einem systemischen Verständnis von Technik gelangt. Neben den materiellen Artefakten, die auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Erkenntnisse entwickelt werden, müssen weitere Aspekte studiert werden, die zumindest die organisatorische Einbettung aber auch die notwendigen Kompetenzen bei der Nutzung und der Herstellung miteinbeziehen.⁴⁹

Intelligenz

Aber auch der Bezug auf *Intelligenz* als grundlegendem Begriff der Informatik und vor allem der damit zusammenhängende Bezug auf die Forschungen zur Künstlichen Intelligenz (oder darüber hinaus?) ist problematisch.

J. Weizenbaum⁵⁰ sieht in den Forschungen zur KI ein ethisches Problem.⁵¹ Er richtet sich insbesondere gegen die Versuche der KI, Menschen durch Computer zu ersetzen. Er prangert den *Imperialismus der instrumentellen Vernunft* an. Er fordert nicht nur das anzuerkennen, was rational beherrschbar und z. B. durch Technik umsetzbar ist.

Nicht nur ethisch sondern auch technisch gesehen ist die KI ein fragwürdiges Unterfangen. Es lässt sich zwar nicht beweisen, dass so etwas wie KI unmöglich ist. Es lässt sich aber zeigen, dass mit der Nutzung von KI-Produkten Probleme verbunden sind, die

46 Damit wird nicht der Informationbegriff von C. E. Shannon in Frage gestellt, da es dabei um den effektiven Transport von Daten und nicht um deren Bedeutung geht.

47 Ansonsten könnte man sich didaktische Überlegungen sparen.

48 Krohn (1989) S. 36

49 Vgl. hierzu ausführlicher den Abschnitt 3.1.2 als Zugang zur »Kontextuellen Informatik«, mit dem dann der Bereich der Analyse des Kontextes abgedeckt wird.

50 Weizenbaum (1994)

51 Vgl. hierzu Keil-Slawik (1990) S. 191

man beim Einsatz von Technik eigentlich vermeiden will, da man die Zuverlässigkeit solcher Systeme nicht sicherstellen kann. R. Keil-Slawik schreibt dazu:

Entscheidend für die Praxis ist nicht, ob ein technisches System tut, was es will (Beachte: auch Dummheit und Ignoranz sind Formen natürlicher Intelligenz), sondern ob es das tut, was es soll bzw. wofür es gebaut wird.⁵²

Hinter der Sichtweise der KI steht die Hypothese bzw. die Prämisse der funktionalen Äquivalenz von Mensch und Computer bzw. genauer der Äquivalenz von *maschineller Datenverarbeitung* und *menschlicher Informationsverarbeitung*.

Mit dieser Annahme dieser Äquivalenz ist die Hoffnung verbunden, im streng naturwissenschaftlichen Sinn das Phänomen der Intelligenz fassen zu können und damit Informatiksysteme besser und auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten herstellen zu können. Ähnlich wie beim Behaviorismus – auch die kybernetische Pädagogik knüpft hieran an⁵³ – wird z. B. über den Informationsbegriff von C. E. Shannon versucht, Denken, Lernen und Intelligenz auf eine naturwissenschaftliche Grundlage zu stellen. Information wird als etwas verstanden, das man wie z. B. Daten (Texte, Zeichen) übermitteln, verarbeiten, verknüpfen oder erfassen kann.

Solche KI-orientierten Modelle der *menschlichen Informationsverarbeitung* orientieren sich aber an den Möglichkeiten von Computern. Damit werden die Verarbeitungen *im* Gehirn mit denen in den Prozessoren und Speichern eines Computers gleichgesetzt. Dies hat zwar zunächst einen entscheidenden Vorteil, wie z. B. der Philosoph R. Capurro schreibt:

Man kann in die Phänomene technisch eingreifen, und zwar mit der Präzision, die der Computer erlaubt. Darüber hinaus erhebt die Informationstechnik den Anspruch, jene Phänomene künstlich herzubringen, die sich bisher eines solchen Eingriffs entzogen.⁵⁴

Er sieht aber auch erhebliche Nachteile und Mängel:

Erstens geht sie von einer naiv-realistischen Weltvorstellung aus, d. h. sie berücksichtigt weder die konstituierende und aktive Funktion der Erkenntnis noch die sozialen und geschichtlichen Dimensionen bei der Gestaltung der Lebenswelt. Zweitens gerät die Informationstechnik in das Dilemma aller also sowohl der idealistischen als auch der materialistischen Abbildmodelle der Erkenntnis, nämlich die ständige Verdoppelung der in der Welt vorkommenden Dinge und die damit zusammenhängende Homunculus-Frage. Letztere besagt, daß die Abbilder für jemanden da sein müssen und eines Interpretieren bedürfen, die sie wiederum abbilden muß, usw.⁵⁵

Es entsteht – wie R. Keil-Slawik schreibt – ein *unendlicher Regress*.⁵⁶ Das Strukturmodell eines Informationsverarbeitungsprozesses kann nicht zugleich den Prozess seines Entste-

52 Keil-Slawik (2001) S. 41

53 Vgl. hierzu Blankertz (1991) S. 75ff

54 Capurro (1991) S. 19

55 ebd.

56 Keil-Slawik (1990) S. 108

hens reflektieren. Für die Überprüfung der Richtigkeit ist es aber unabdingbar ein Strukturmodell zu haben, das unabhängig vom Prozess seiner Modellierung ist.

Den Modellen maschineller Datenverarbeitung fehlt jegliche Dynamik, mit denen durch Irrtümer und Anpassungen des Modells und der Strukturen vorgenommen werden. Sie sind z. B. bei algorithmischen Modellen nicht nur *nicht erwünscht*, sondern widersprechen der mathematischen Definition von Algorithmen als endliche, deterministische und determinierte Beschreibung.

In den KI-orientierten Modellen werden Fehler denn auch nicht als Teil »natürlicher« Intelligenz verstanden, sondern als Fehler im System. Tatsächlich arbeiten aber Menschen dann besonders unzuverlässig, wenn von ihnen routinehaftes und maschinenhaftes Verhalten abverlangt wird.⁵⁷ Gerade im militärischen Bereich hat sich bei den hoch komplexen und integrierten Systemen der Mensch als das zuverlässige Moment erwiesen.⁵⁸

Der Kontext der Nutzung kann mit den KI-orientierten Modellen nicht bzw. nur sehr unzureichend eingefangen werden, da dazu das Verhalten des Benutzers auf ein maschinenhaftes Verhalten reduziert wird. Fehler in der Benutzung sind dann nicht mehr notwendige Übung zur kompetenten Nutzung, sondern Störungen im Gesamtsystem.

Interaktion – Unvollständigkeit

Außerdem liegt vielen Informatiksystemen außerhalb der KI-Forschung keine vollständige Automatisierung der Anwendung zugrunde; es handelt sich um interaktive Systeme, die auf Unterstützung (und nicht die Ersetzung) des Menschen abzielen. Dies hat P. Wegner – seines Zeichens Vertreter der Theoretischen Informatik – dazu veranlasst das Phänomen der Interaktivität zu untersuchen. Er legte 1997 ein Essay vor, in dem er anstelle der Turing-Maschine eine Interaktions-Maschine vorstellt, um damit ein (semi-)formales Modell zu erhalten, das interaktive Systeme beschreibt.

The paradigm shift from algorithms to interaction captures the technology shift from mainframes to workstations and networks, from number-crunching to embedded systems and graphical user interfaces, and from procedure-oriented to object-based and distributed programming. The radical notion that interactive systems are more powerful problem-solving engines than algorithms is the basis for a new paradigm for computing technology built around the unifying concept of interaction.⁵⁹

P. Wegner beschreibt den „Paradigmenwechsel“ von geschlossenen (algorithmischen) zu offenen (interaktiven) Systemen. Dass „Interaktion“ ein mächtigeres Konzept als „Algorithmus“ sei, gibt er ein formales und nicht-formales Argument an. Das formale Argument lautet:

57 Darauf verweist auch J. v. Neumann in [von Neumann (1967) S. 162f]

58 Keil-Slawik, R.: *Das kognitive Schlachtfeld*. In: Irrgang, Klawitter: *Künstliche Intelligenz*. Hirzel. 1990

59 Wegner (1997) S. 81

Input stream of interaction machines are not expressible by finite tapes, since any finite representation can be dynamically extended by uncontrollable adversaries.⁶⁰

Daher sei es notwendig zu einer empirischen Perspektive für die Entwicklung interaktiver Systeme zu gelangen:

The extension from Turing to interaction machines, and from procedure oriented to object-based systems, is the computational analog of liberation from the Platonic world view that led to development of empirical science.⁶¹

Insgesamt gilt dann die folgende Aussage:

*Open, empirical, falsifiable, or interactive systems are necessarily incomplete.*⁶²

Die Argumentation ist gemessen an den Aussagen und Beweisführungen, die in der Theoretischen Informatik üblich sind, viel zu wenig formal, als dass man damit tatsächlich den angesprochenen Paradigmenwechsel beweisen könnte. Die Argumente, die er allerdings vorbringt, legen aber zumindest den begründeten Verdacht nahe, dass »Interaktivität« ein Konzept ist, um *mehr* zu beschreiben als das, was mit algorithmischen Abläufen beschrieben werden kann.

In einer kritischen Auseinandersetzung mit den Vorstellungen von P. Wegner treffen M. Prasse und P. Rittgen diesen *wunden Punkt* bezüglich eines formalen Beweises der größeren Mächtigkeit. Die »Interaktions-Maschine« basiert auf einer Kommunikation mit der Außenwelt. Für diese Außenwelt benötigt man aber auch ein Modell bzgl. des Verhaltens der Umwelt.

Modelliert man dieses z. B. über partiell rekursive Funktionen, wird die »Interaktions-Maschine« in derselben Klasse berechenbarer Funktion liegen wie die »Turing-Maschine«. Modelliert man das Interaktionsverhalten aber anders, wird sie „wegen ihrer unvollständigen Spezifikation und der Abhängigkeit von anderen Interaktionspartnern allein keine Funktion berechnen“.⁶³

Soweit ist diese kritische Analyse nachvollziehbar. Allerdings ist der Schluss, den sie daraus ziehen, nicht zwingend: „Interaktion führt damit nicht zu einer größeren Berechenbarkeit von Funktionen.“⁶⁴ Tatsächlich ist die Mächtigkeit von »Turing-Maschinen« und von »Interaction-Machines« nur schwer vergleichbar.

Dies abschließend zu beurteilen ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Ich möchte die Ausführungen P. Wegners aber als weiteren Hinweis darauf nehmen, dass Algorithmen (Produkte) und Interaktion (Prozesse) zum einen unterschieden und zum anderen aufeinander bezogen werden müssen, um die *Struktur* und *Wirklichkeit* – bzw. wie ich später schreiben werde – Produkt und Prozess aufeinander zu beziehen. Auf der einen Seite gibt es den (sehr bewusst) kontextfrei gewählten Algorithmenbegriff und auf der anderen Seite geht es um komplexe interaktive Systeme im Kontext.

60 ebd. S. 83

61 ebd. S. 87

62 ebd. S. 89

63 Prasse, Rittgen (1998) S. 145

64 ebd.

P. Wegners Hinweis auf die nur unvollständige Beschreibbarkeit interaktiver Systeme ist aber sehr wesentlich, auch für die Frage, wie man den Prozess der Herstellung von Software gestaltet. Umso deutlicher wird aber, dass sich Informatik nicht auf mathematische oder logische Grundlagen *allein* verlassen kann (und darf!). Die Versionierung von Software ist ein Indiz hierfür.

Versionen

Die Notwendigkeit der Kontextualisierung ist umso dringender, da Software das einzige technische Produkt ist, das von vornherein in Versionen geplant *und* ausgeliefert wird.⁶⁵ Dadurch ist es möglich – anders als z. B. bei einem Auto – ein neues Produkt zum Neupreis zu erstehen, für einen geringeren Betrag ein sog. »Update« zu kaufen, das dann lediglich die Veränderungen und Ergänzungen enthält, die die jeweils neue Version mit sich bringt. Benutzer müssen in der Regel die Versionsnummer ihres Produktes kennen, da verschiedene Versionen zum einen einen unterschiedlichen Funktionsumfang haben und es zum anderen bzgl. der Kompatibilität mit anderen Programmen und Programmpaketen Schwierigkeiten gibt.

Die Möglichkeit Versionen herzustellen, liegt – wie H. Balzert schreibt – in der Tatsache begründet, dass „Software ... im allgemeinen leichter und schneller änderbar“⁶⁶ ist. Neue Funktionen lassen sich mit verhältnismäßig wenig Aufwand an Arbeit und Energie herstellen, anpassen und verändern. Software ist leicht vielfältigbar, änderbar und erweiterbar.

Für diese Flexibilität und Leichtigkeit bezahlt man allerdings einem Preis an anderer Stelle. Um Erweiterungen und Anpassungen zuverlässig durchführen zu können, muss man die Konsequenzen solcher Veränderungen erkennen und verstehen können. Denn es gibt nicht nur *keine* Ersatzteile;⁶⁷ es gibt auch nur wenig universell verwendbare Bausteine. Software weist vor allem i. d. R. nur eine schwache repetitive Struktur auf. Ein und derselbe Baustein wird nur selten wiederverwendet. Auch dadurch ist es schwierig die Qualität von Software zu gewährleisten. Dies wird noch dadurch erschwert, dass, obwohl Programme im Prinzip zwar leicht zu ändern sind, größere Softwaresysteme kaum noch geändert werden. Die damit verbundenen (Seiten-)Effekte sind nur schwer oder nicht in den Griff zu bekommen.

Funktionale Anforderungen ergeben sich oft erst im Einsatz. Traditionelle Ingenieurprodukte bieten meist eine neue technische Lösung für eine bereits bekannte Funktion. Bei der Softwareentwicklung müssen die funktionellen Anforderungen überhaupt erst

65 Dass inzwischen auch andere Produkte in »Versionen« ausgeliefert werden, ändert nichts an dieser Aussage. Für Software ist dieses charakteristisch. Für andere Produkte eher nicht, da damit weniger grundsätzliche Veränderungen verbunden sind. Auch Gesellschaftsspiele werden inzwischen in Versionen ausgeliefert bzw. es werden »Updates« ausgeliefert. Dies mag an dem Maß an Komplexität liegen, den diese Spiele erreicht haben, aber auch daran, dass sie in gewisser Weise interaktiv (d. h. unvollständig beschrieben) sind. Es kann aber auch sein, dass es sich lediglich um eine perfide Marketing-Strategie handelt.

66 Balzert (1996) S. 26

67 ebd.

ermittelt werden. Es gibt keine zwei Systeme mit gleichem Ein- und Ausgabeverhalten. In der Software-Technik hat man darauf reagiert, indem man die in *Kapitel 1* bereits erwähnten sog. »sozialorientierten Methoden« der Software-Technik entwickelt hat. Zwar war mit der Bezeichnung »Software-Engineering« die Hoffnung verbunden worden, einen ingenieurwissenschaftlichen Zugang zur Software-Herstellung zu finden. Ein solcher ist aber bis heute nicht gefunden worden. Für Einsatzkontext und Material gibt es keine mathematischen bzw. naturwissenschaftlichen Grundlagen.

Dies alles macht die Informatik zu einer besonderen Ingenieurdisziplin, die im Unterschied zu anderen den Kontext sehr viel stärker miteinbeziehen muss, da es, wie ich im Folgenden zeigen kann und werde, nicht nur Wirkungen, sondern auch Rückbezüglichkeiten und damit Wechselwirkungen gibt.

2.3.3 Rückbezüglichkeiten und Wechselwirkungen

Die Auswirkungen der Informatik auf Gesellschaft, Kultur und auch im Freizeitbereich sind gravierend. Daran knüpfen sich eine ganze Reihe von ethischen und politischen Fragen. Allerdings ist dies keine Besonderheit der Informatik. Denn auch die Naturwissenschaften ebenso wie die auf Materialwissenschaften basierenden Ingenieurdisziplinen haben gravierende Wirkungen auf und Folgen für die Gesellschaft. Diese betreffen z. B. die Nutzung der Kernenergie für zivile oder militärische Zwecke. Die politischen und ethischen Einschätzungen zum Gefährdungspotenzial der Kernenergie ändern jedoch verhältnismäßig wenig daran, wie über die Erkenntnisse über die Materialien und Konstruktionen gewonnen werden. Dies ist in der Informatik anders.

Produkte der Informatik sind rückbezüglich. Diese Rückbezüglichkeit ist in der Möglichkeit begründet, alles was es an textuellen Beschreibungen gibt, in Strukturen zu modellieren und dann algorithmisch zu verarbeiten. Die durch Computer verarbeiteten Daten sind entweder ein Steuerimpuls für einen technischen Prozess, verkörpern einen Verwaltungsakt, bilden menschliches Verhalten ab oder sind ein Messwert bzw. Teil eines literarischen Textes. Informationssysteme, Verwaltungssoftware, Produktionsplanungssysteme wie auch jedes Betriebssystem bilden soziales Verhalten in Daten(-strukturen) ab. Diese unterliegen hinsichtlich ihrer Bedeutung allerdings sozialen Konventionen. Dabei beeinflussen die Daten als Konventionen das Verhalten der Menschen. Die der Software zugrundeliegenden Modelle menschlichen Verhaltens verändern dasselbe mehr oder weniger stark, wenn die Konsequenzen des Softwareeinsatzes im Anwendungsfeld sichtbar werden.

Daher entstehen komplexe Rückkopplungsschleifen, die ohne eine systematische Berücksichtigung des Kontextes nicht oder nur sehr unzureichend erkannt und berücksichtigt werden können. Bei der Software-Entwicklung kommt es z. B. zu *Gestaltungskonflikten* wie z. B. Speicherplatz versus Laufzeit, Vollständigkeit versus Übersichtlichkeit oder Detailliertheit versus Verständlichkeit.⁶⁸ Solche Gestaltungskonflikte lassen sich nur unter Bezug auf das Einsatzumfeld und die Erfahrungen der Entwickler auflösen. Der Ein-

68 Dies liegt auch in der notwendigen Unvollständigkeit der Implementierung begründet.

satzkontext und das Verständnis des Einsatzkontextes wirken also auf die Informatik zurück. Auswirkungen und Rückwirkungen verschmelzen zu Wechselwirkungen.

Ordnungsmäßigkeit

Die Notwendigkeit, den Einsatzkontext angemessen zu berücksichtigen, ist nicht nur in Bezug auf die Verständnisbildung bei der Modellierung wichtig, sondern wird mittlerweile auch in vielen Gesetzen als Anforderung an die Systemgestaltung formuliert. Dabei werden seit einigen Jahren nicht nur Grenzen und Grenzwerte benannt, sondern es werden Anforderungen aufgestellt, wie und auf welche Weise man bei der Entwicklung, dem Einsatz und dem Betrieb von Informatiksystemen zu verfahren hat.

Das Recht auf »informationelle Selbstbestimmung« beispielsweise ist ein durch die Verfassung abgesichertes Grundrecht, das gemäß der Entscheidung des Bundesverfassungsgericht zur Volkszählung 1983 als Antwort auf die technischen Möglichkeiten der Verarbeitung personenbezogener Daten zugestanden werden musste, um die Persönlichkeitsrechte der Bürger zu schützen.⁶⁹ F. Holl hat diese Notwendigkeit, dass die Gestaltung von Informatiksystemen an Gesetzen und Normen orientiert werden muss, als „Ordnungsmäßigkeit“ bezeichnet. Dieses Prinzip hat er im Bereich des Datenschutzes und des Arbeitsschutzes (u. a. Software-Ergonomie) nachgewiesen.⁷⁰

Daher ist es einerseits nötig, Mensch und Computer sowie Daten und Information zu unterscheiden; sie dürfen nicht von vornherein in ihrem funktionalen Verhalten als äquivalent angesehen werden. Andererseits müssen sie aber aufeinander bezogen werden. C. F. v. Weizsäcker hat gefordert *Struktur* und *Wirklichkeit* aufeinander zu beziehen. Darauf werde ich im folgenden Kapitel ebenso eingehen wie auf die strukturellen Aspekte des Kontextes, die bis hierhin bereits erkennbar sind. Insbesondere müssen Gesetze und Konventionen in die Analyse des Kontextes einbezogen werden.

Zyklisches Zusammenspiel von Hermeneutik, technischer Realisierung und Empirie

Damit ist es für die Entwicklung von Software, für das Programmieren im Großen, unbedingt erforderlich, den Kontext einzubeziehen und den Kontext nicht nach dem Vorbild maschineller Datenverarbeitung durch Computer zu gestalten. Der (Einsatz-)Kontext und seine Eigenschaften und Strukturen wirken auf die Informatik ein.

Damit ist dann ein wesentlicher Unterschied zu anderen Ingenieurdisziplinen genannt. Die Informatik arbeitet mit Texten, die sie in Strukturen, z. B. Daten- oder Objektstrukturen übersetzt. Auf der Grundlage dieser Strukturen werden Algorithmen bzw. Methoden formuliert. M. a. W. »erfinden« Informatiker Strukturen bzw. Strukturmodelle. Der Problembereich bzw. der Einsatzkontext wird auf diese Strukturen reduziert. Dies ist prinzipiell für jeden beliebigen Einsatzkontext möglich, so dass sich hierdurch auch die Universalität der Informatik erklärt. Das Strukturmodell ist so gebaut, dass es technisch umgesetzt werden kann. Dabei ist die Frage, ob das Strukturmodell ein möglichst getreues Abbild der Wirklichkeit liefert, nachrangig. Es kommt auf die Umsetzbarkeit

69 Siehe BVerfGE-Urteil vom 15. Dezember 1983 (BVerfGE 65, 1, 44).

70 Holl (1997)

und die Überprüfbarkeit an. Ohnehin können für die allermeisten insbesondere die auf Interaktion basierenden Problembereiche nur unvollständige Beschreibungen gefunden werden.

Zu einer solchen strukturellen Beschreibung zur Lösung eines Problems gehören auch Datenmodelle, in denen dann auch soziale Verhaltensweisen repräsentiert werden. Hier stellt sich die Frage, ob und wie diese Daten erhoben werden dürfen. Die Qualität der Modelle erweist sich durch Einsatz der Implementation in der Praxis. Hierfür ist dann ein empirischer Zugang erforderlich.

R. Keil-Slawik stellt diesen Zusammenhang in Abb. 3 als Zyklus dar. Insbesondere das hermeneutische auf Hypothesen- bzw. Theoriebildung (P. Naur)⁷¹ beruhende Vorgehen bei der Modellierung markiert einen wesentlichen Unterschied zu anderen Ingenieurdisziplinen. Die Komplementarität von *Mensch und Maschine* bzw. *Produkt und Prozess* oder *Struktur und Wirklichkeit* helfen aber das Entstehen von Bedeutung zu verstehen.⁷²

Damit steht für die Informatik weniger die Beschäftigung mit *Informationen* oder mit *Intelligenz*, sondern vielmehr der Bezug auf (formale) Strukturen und deren »Erfindung« im Vordergrund. Wie aber eine solche Theorie aussehen kann, die den hermeneutischen Prozess der Modellierung unterstützt, werde ich im Folgenden – wie in *Kapitel 1* bereits angekündigt – auch unter Bezug auf die Theorieansätze aus der sog. »Sichtweisen-Diskussion«⁷³ untersuchen. Dabei geht es allerdings nicht um – und auch das hatte ich bereits begründet – eine vollständige Untersuchung der vorliegenden Ansätze, sondern lediglich darum, die Leitlinien bzw. Informatisierungsmuster zu erforschen, die dann in *Kapitel 3* der Arbeit für die didaktische Aufbereitung genutzt werden sollen.

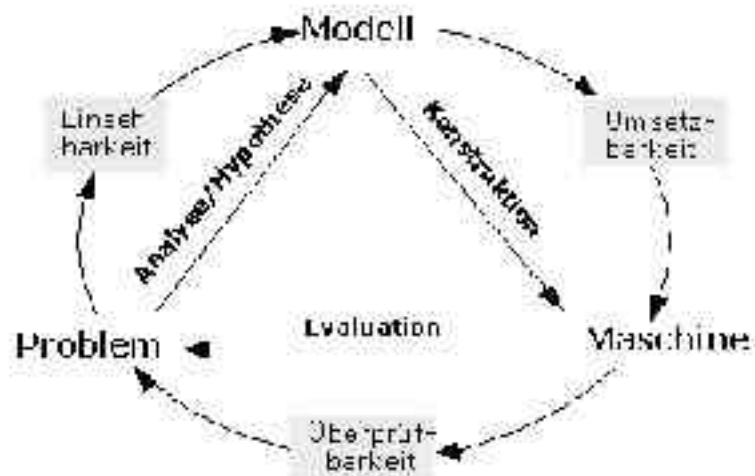


Abbildung 3: Zusammenspiel von Modellierung, Implementierung und Evaluation von Software nach R. Keil-Slawik [aus: Vorlesung »Informatik und Gesellschaft«, SS 2002]

2.4 Theorieansätze: »Sichtweisen der Informatik«

Die bis hierhin angestellten Überlegungen führen dazu, dass man – wenn man schon keine naturwissenschaftliche Grundlage für die Herstellung von Software hat – zu einer an-

71 Naur, P.: *Programming as Theory Building*. Euromicro 84. Microprocessing and Microprogramming. Vol. 15 (1985) S. 253-261

72 Vgl. hierzu Unterabschnitt (3.1.1)

73 Coy et al. (1992). Angesichts des dort proklamierten Ziels einer anwendungsbezogenen Theorie der Informatik ist dies nötig.

wendungsbezogenen »Theorie der Informatik« kommen muss, um die mit den Informationstechnologien einhergehenden Phänomene besser und leichter verstehen zu können.

Bezüglich einer solchen Theorie besteht aber die von E. W. Dijkstra sog. »Brandmauer«. A. Rolf greift dieses auf und schreibt zu den Problemen einer Theoriebildung:

Die damit verbundene Zielsetzung war die „Brandmauer“ (Dijkstra) zwischen Korrektheitsproblematik in der Theoriewelt und ihrer Angemessenheit in der Anwendungswelt ein Stück weit zu überwinden. Damit verbunden war der Versuch für einen integrativen Ansatz in der Informatik zu werben: Gesellschaftliche Bezüge sollten zu einem Teil des Informatik-Selbstverständnisses werden.⁷⁴

Auch J. Pflüger greift die Metapher der (Brand-)Mauer auf und fordert eine „Informatik auf der Mauer“.⁷⁵ Zu einer solchen anwendungsbezogenen Theorie der Informatik gibt es eine Vielzahl von Ansätzen.

Das Spektrum der allein in »Sichtweisen-Band« versammelten Bezugspunkte ist so breit gestreut, dass für das Ziel dieser Arbeit, eine Einführung in den Kontext zu gestalten bzw. die notwendigen Grundlagen des Kontextes zu bestimmen, nicht zu handhaben ist. Man läuft in ein Problem, das B. Lutterbeck u. a. wie folgt beschreiben:

Diese »Sichtweisen der Informatik« von 1992 suchen nicht mehr nach der einen richtigen Theorie der Informatik. Dies machte die Luft frei für die neuen Fragestellungen des Internetzeitalters. Zugleich war allerdings die Büchse der Beliebigkeit geöffnet.⁷⁶

B. Schinzel schreibt diese Einschätzung ergänzend:

Die klassische Sichtweisendiskussion in I&G ist teilweise (nämlich dann wenn sie die Position anderer Disziplinen einnimmt) in Misskredit geraten, weil der außerdisziplinäre Blick ebensolche oder zumindest interdisziplinäre Kompetenzen erfordert: Nach außen kann darin ein imperialistischer Zugriff auf andere Wissenschaften und ihre Themen, nach innen die Gefahr von Auflösungstendenzen der Informatik gesehen werden.⁷⁷

Daher werde ich mich auf die wesentlichen Tendenzen dieser Diskussion – seien sie explizit oder implizit genannt – beschränken, um ggf. weitere zu den in *Kapitel 1* gefundenen Strukturmerkmalen (Technik, Organisation, Qualifikation) des Anwendungskontextes informatischer Produkte destillieren zu können.

W. Coy hat die »Sichtweisen-Diskussion« 1989 mit einem für das *Informatik-Spektrum* geschriebenen Artikel⁷⁸ initiiert. In diesem Aufsatz widmet sich W. Coy der Frage, ob die *Informatik* eine solche »Theorie der Informatik« überhaupt benötigt. Er schreibt:

74 Rolf (2001) S. 57

75 Pflüger (1994) in der Überschrift. Obschon auch er konstatiert, dass die Mauer eher ein tiefer Graben ist [S. 251], wodurch die Metapher des *Brückenschlages* plausibler würde. [D.E.]

76 Lutterbeck u. a. (2001) S. 48

77 Schinzel (2001) S. 20

78 der leicht überarbeitet im »Sichtweisen-Band« diesen einleitend erneut erschienen ist.

Die Software-Krise, die in ihren Grundzügen nicht aufgelöst ist, beruht wahrscheinlich weniger auf mathematisch-logischen oder programmtechnischen Mängeln der bislang verwendeten Methoden des Software-Entwurfs, sondern vielmehr auf der unzureichenden Reflexion des Wechselspiels von technischer Gestaltung und sozialer Wirkung informationstechnischer Systeme. ...

Aus diesen Defiziten und Anforderungen folgt die Notwendigkeit, eine Theorie der Informatik zu entwickeln, die Begriffe, Methoden und Anwendungspotentiale der Informatik beschreibt und den wissenschaftlichen Standort der Informatik bestimmen helfen soll.⁷⁹

In dieser Diskussion – so ist der »Sichtweisen-Band« zumindest gegliedert – gibt es vier Bereiche. Die Überschriften dieser vier Teile lauten:

- „Grundlagen einer Theorie der Informatik“, in der vor allem das auch schon in dieser Arbeit häufig genannte Problem des Zusammenspiels von (formalen) Strukturen und (nicht-formaler) Wirklichkeit thematisiert wird,
- „Computer und Arbeit“, in dem es um das Problem der Humanisierung der Arbeitswelt bzw. dem Zusammenspiel mit den Arbeitswissenschaften geht,
- „Kultur – Anthropologie – Computer“, in dem es um die von Computern mitbeeinflussten kulturellen Veränderungen geht, sowie
- „Informatik – Ethik – Verantwortung“, in dem es um die besonderen ethischen Probleme des Modellierens in reduzierten formalen Strukturen geht.

In Bezug auf die Anwendungs- bzw. Nutzungskontexte informatischer Produkte ergeben sich im »Sichtweisen-Band« zwei wesentliche Bezugspunkte. Zum einen Arbeit mit den zugehörigen Metaphern Maschine, Werkzeug bzw. Instrument. Zum anderen Kultur mit den Metaphern Kommunikation und Medien. Diesen beiden Bezugspunkten werde ich mich im Folgenden insbesondere widmen und dabei auch F. Nakes Versuch mitberücksichtigen, den kulturellen Aspekt durch einen sehr weit reichenden Arbeitsbegriff mit einzubeziehen.

Arbeit

W. Coy schreibt zum Verhältnis Informatik und Arbeit in seinem oben bereits genannten Beitrag im Informatik-Spektrum:

Gegenstand der Informatik ist vor allem anderen:

- Analyse und (Re-)Organisation der Arbeit mit Hilfe informationstechnischer Mittel, ihrer maschinellen Unterstützung oder Ersetzung durch Maschinen und
- die Entwicklung der Informationstechnik zu diesen Zwecken, insbesondere die Entwicklung eines methodisch begründeten Entwurfs von Software und Hardware und der Integration informationstechnischer Komponenten zu Systemen. ...

⁷⁹ Coy (1992a) S. 17

Informatik ist somit die Wissenschaft des instrumentalen Gebrauchs der Informationstechnik; einer Sammlung von Instrumenten, mit denen soziales Verhältnis, nämlich das der Menschen zu ihrer Arbeit bestimmt wird.⁸⁰

Diese auf Arbeit orientierte Sichtweise ist oft mit der Behauptung verbunden, dass man Computer als Werkzeug benutzt. Dies ist wohl aus anglo-amerikanischen adaptiert, wo insbesondere kleinere Programme als *tool* bezeichnet werden. B. Wingert und U. Riehm haben sich bereits 1985 mit diesem Begriff befasst.⁸¹ Dabei zeigen sie auf, dass die Benutzung von Werkzeugen und Computern zwei ganz unterschiedliche Sachverhalte sind. Mit Werkzeugen bearbeitet man Gegenständliches, mit „Software-Routinen“⁸² hingegen Abstraktes.⁸³

Die Frage, ob Computernutzern Computer als *Werkzeuge* oder als *Medien* »gegenüber-treten«, ist insgesamt weit weniger wichtig, da diese Metaphern viel zu oberflächlich sind, als dass sie eine Aussage über das Phänomen interaktiver Software insgesamt zulassen. Allerdings ist sehr deutlich, dass die Metapher »Werkzeug« viel zu kurz greift. A. Kay schreibt sehr knapp:

Er ist kein Werkzeug, obwohl er sich wie viele Werkzeuge verhalten kann. Er ist das erste Metamedium, und als solches besitzt er Freiheitsgrade der Darstellung und des Ausdrucks, die es noch nie gab und die bisher kaum nennenswert untersucht sind.⁸⁴

Dieses in der Bezeichnung »Metamedium« angedeutete Potenzial der Integration von medialen und instrumentellen Fähigkeiten ist charakteristisch für Computer, womit zugleich deutlich wird, dass neben einer Perspektive der Rationalisierung von Arbeitsprozessen eine weitere Perspektive gefunden werden muss, die man mit *Kultur* überschreiben kann.

Kultur

Ein anderer wesentlicher Bezugspunkt für eine anwendungsbezogene Theorie bezieht sich auf den Umstand, den J. Pflüger wie folgt kennzeichnet:

Das Internet und Multimedia-Anwendungen haben unmißverständlich klar gemacht, daß die Computertechnologie eine Sozialtechnik und Kulturtechnik ist.⁸⁵

Damit benennt J. Pflüger den Ansatzpunkt, den er schon in der *Sichtweisendiskussion* eingenommen hatte. Nicht *Arbeit* sondern *Kultur* solle als Bezugspunkt für eine Theorie gewählt werden. In dem diesen Teil des »Sichtweisen-Band« einleitenden Artikel verweist J. Pflüger darauf, dass er sich vor allem auf kulturanthropologische Studien bezieht, um

80 Coy (1992a) S. 18

81 Wingert, Riehm (1985)

82 ebd. S. 110

83 Damit wird zugleich auf ein Phänomen verwiesen, an das sich die Frage knüpft, ob Zeichen materiell oder immateriell sind. Diese Frage habe ich im Zusammenhang mit den Besonderheiten der Informatik schon ausführlich diskutiert.

84 Kay (1984) S. 43

85 Pflüger (2001) S. 16f

zu erklären, dass die Informationstechnologien vor allem die kulturelle Entwicklung verändern:

Kultur repräsentiert die geschichtliche Form menschlicher Vergesellschaftung. Unter ihrem Dach sind Wissenschaft, Religion, Philosophie und Kunst, Institutionen, Sitten und Formen der Lebensführung versammelt. ...

Wie verändern sich Kommunikation und Kooperation; Entscheiden und Sprechen durch eine Computerunterstützung, welche in unerhörtem Maße explizite, differenzierte Spezifikationen erforderlich macht?⁸⁶

Es geht m. a. W. um die Einordnung der Computernutzung als Bestandteil der menschlichen Entwicklung als »Kulturtechniken«.⁸⁷ J. Pflüger schreibt dazu einschränkend:

Viele der Aufsätze in anderen Abschnitten dieses Bandes [des »Sichtweisen-Bandes«; D. E.] ließen sich offensichtlich auch hier einordnen.⁸⁸

Damit konzediert er nicht mehr und nicht weniger, als dass Kultur und Arbeit auch und gerade in anthropologischen Untersuchungen auf engste miteinander verbunden sind. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass ebenso im »Sichtweisen-Band« F. Nake darauf verweist, wie eng diese Begriffe miteinander zusammenhängen.

Eine Arbeit und Kultur verbindende Sichtweise

Durch den Einsatz der Informatik werden ohne Frage Arbeitsprozesse verändert. Damit sind aber Informatiker noch keine Arbeitswissenschaftler; sie müssen aber sehr wohl mit diesen zusammenarbeiten. F. Nake schreibt dazu:

... die Organisation von Arbeit, auf die sie einwirkt ... verweisen auf die Arbeitswissenschaften – und doch erreicht sie nicht deren Niveau.⁸⁹

F. Nake schreibt daher: Informatik befasse sich ganz wesentlich mit „Maschinisierung von Kopfarbeit“.⁹⁰ Auf den ersten Blick erweckt F. Nake damit den Eindruck, als ob er sich auf die KI (Künstliche Intelligenz) bezöge. Hier liegt allerdings kein Bezug zur KI vor, da es sich beim Begriff »Kopfarbeit« um eine gesellschaftliche, auf K. Marx zurückgehende Kategorie handelt, die nicht individuell menschlich oder psychologisch gedeutet werden sollte.

F. Nake beschränkt die Theoriebildung auf den Bereich der Arbeit. Er gibt dafür zwei Gründe an. Zum einen wird Arbeit oft mit Lohnarbeit gleichgesetzt und damit übersehen, dass Arbeit eine „Existenzbedingung des Menschen, ewige Naturnotwendigkeit

86 Pflüger (1992) S. 205f

87 Zum Begriff der Kulturtechniken: „**Kulturtechniken, Zivilisationstechniken**, i. e. S. Sammel-Bez. Für Lesen, Schreiben und elementares Rechnen. I. w. S. zählen dazu auch andere elementare Fertigkeiten, z. B. das Landkartenlesen, das Telefonieren sowie die Anwendung von Informationstechniken.“ [Brockhaus-Enzyklopädie (1996) Band 12 S. 625]

88 Pflüger (1992) S. 206

89 Nake (1992a) S. 122

90 Nake (1992b) S. 181. Auf diesen Ansatz bezieht sich auch der Studienführer Informatik, siehe Seite 42.

menschlichen Lebens als Stoffwechsel mit der Natur [ist], die es gilt, mit bewußter Kooperation und humanem Wollen zu gestalten.“⁹¹ Zum anderen ist der Computer zu einer Konsumware geworden und damit Objekt der Freizeitgestaltung, der privaten Nutzung aber auch als Instrument von Staat und Verwaltung:

Der Computer tritt ihnen als Mittel der (privaten wie fremdbestimmten) Arbeit sowie der Kultur und der Herrschaft gegenüber. Er erscheint ihnen als Instrument *und* als Medium.⁹²

Dies ist aber kein Grund die Arbeitsperspektive zu erweitern, da die Differenz, die zwischen Arbeit und Kultur aufgeworfen würde, bloß in einem falschen Verständnis von Arbeit zugrunde liegt. F. Nake schreibt:

Daraus den Schluß zu ziehen, die Arbeit sei nicht (mehr) zentraler – wenn vielleicht verborgener – Gegenstand der Informatik, vielmehr seien dies Sprache und Kultur, mag verständlich sein, gehen aber dennoch am Kern der Sache vorbei.⁹³

Die Sichtweise F. Nakes hängt eng mit einem weitergefassten, auch auf K. Marx zurückgehenden Verständnis von »Arbeit« zusammen, bei der jede kulturelle Hervorbringung auch ein Produkt von »Arbeit« ist. Diese Sichtweise wird durch kulturanthropologische Studien gestützt. So stellt A. Leroi-Gourhan fest, dass der Mensch gleichermaßen Werkzeuge und Symbole herstellt und weiter, dass „Sprache nicht nur ebenso charakteristisch für den Menschen ist wie das Werkzeug, sondern daß beide der Ausdruck ein und derselben Eigenschaft sind“.⁹⁴ Diese Eigenschaft lässt sich am ehesten dadurch charakterisieren, dass der Mensch in der Lage ist „bedeutungsvolle Formen“ zu erzeugen. Dies geschieht lautmalend mit der Sprache, aber auch formend mit den Händen.

Außerdem führt er aus, dass die Evolution der geistigen Fähigkeiten von Menschen im Wesentlichen eine Evolution der von ihnen geschaffenen Ausdrucksmittel ist.⁹⁵ Damit ist ein Bezug zur Schrift (und damit eng verknüpft mit dem Rechnen) sowie zur orts- und zeitunabhängigen Kommunikation hergestellt.

So ist Schriftlichkeit auch die Grundlage einer zeit- und ortsunabhängigen Kommunikation. Kommunikation zeichnet sich ursprünglich durch eine Einheit von Ort, Zeit und den Beteiligten aus. F. Nake schreibt dazu:

Die Schrift hebt die Einheit der Zeit auf ... Das Telefon hebt die Einheit des Ortes auf ... Der Computer als vorläufig letzte Stufe der technischen Mittel zur Kommunikation hebt auch die Einheit der Beteiligten auf: sie werden verteilt, an ihrer Stelle wird *gedacht*, statt ihrer wird *kommuniziert*.⁹⁶

A. Leroi-Gourhan schreibt dazu:

91 Nake (1992a) S. 123

92 ebd. S. 123f

93 ebd. S. 124

94 Leroi-Gourhan (1988) S. 149

95 vgl. ebd. S. 262

96 Nake (1984) S. 116

Die fortlaufende Evolution führt durch alle möglichen Etappen: die der realistischen Darstellung eines Gegenstandes, um das darauf bezogene Wort zu übersetzen, die einer ebenso realistischen Repräsentation, um den gleichen Laut nach dem System des *rebus* in andere Wörter zu transkribieren, die Etappe der Vereinfachung, die es gestattet, den Gegenstand zu vernachlässigen, und daraus ein strikt phonetisches Symbol macht, und schließlich die der Zusammensetzung verschiedener Symbole, um Laute durch die Verbindung von Buchstaben zu transkribieren.⁹⁷

Diese Evolution steht in einem engen Zusammenhang mit dem Stand der technologischen Entwicklung. Durch die Fortentwicklung des Mediums der Schrift wird eine Komplexitätsreduktion erreicht, die für die Nutzung von entscheidender Bedeutung ist. Diese ist vor allem beim Rechnen von Bedeutung: Die Schrift ist als „Mittel des Zählens und Rechnens entstanden und wurde schnell zum Mittel eines historischen Gedächtnisses.“⁹⁸

Folgerungen

Insgesamt bezieht sich F. Nake auf eine Reihe von Tätigkeiten, die durch die Verbreitung von Computern über die handwerklichen Arbeiten („Handarbeit“) hinaus auch einer Maschinisierung anheim fallen. Dies sind eine Reihe von Tätigkeiten, die im Bereich der Verwaltung, der Planung oder des Berechnens und ähnlichem liegen. Dabei sollte allerdings der Blick darauf gerichtet werden, was durch Computereinsatz überhaupt rationalisiert wird. Ist es irgendetwas, was *im* Kopf stattfindet oder doch etwas anderes? Hierzu findet man bei F. Nake keine tieferliegende Antwort.⁹⁹ Insofern verlässt F. Nake das Feld der Informatik und führt eine philosophisch, soziologische Auseinandersetzung um das Wesen der Informatik, die dann aber ohne Implikationen für die Informatik bleibt. Es sind keine gestaltungsrelevanten Konsequenzen erkennbar.

Darüber hinaus ist diese übergreifende Sichtweise ein schwer verdaulicher Brocken, der einen Einstieg in die Analyse der Kontextbezug der Informatik eher erschwert als vereinfacht. Zu sehr werden Begriffe, die nicht nur umgangssprachlich eine unterschiedliche Bedeutung haben wie z. B. Werkzeuge oder Medien, in einen gemeinsamen Kontext gerückt. Die Unterscheide dieser Begriffe sind zunächst wesentlicher als das Gemeinsame will man die Besonderheiten der Informatik verstehen. Ein grundlegendes Verstehen des Einsatzkontextes ist von entscheidender Bedeutung und darauf zielt auch die »Sichtweisen-Diskussion«.

B. Lutterbeck u. a. kritisieren allerdings, dass mit der »Sichtweisen-Diskussion« die *Büchse der Beliebigkeit* geöffnet worden sei. Dies ist insofern richtig, da für die Gestaltung relevante Konsequenzen über die philosophische Einordnung der Informatik und der Informationstechnologien kaum erkennbar sind. Um aber solche zu erhalten, muss man versuchen, den Grundlagenbereich zum einen durch *Strukturierung* zugänglich zu machen und zum anderen durch *Auswahl* zu beschneiden. Mit dem im folgenden Kapitel

97 vgl. Leroi-Gourhan (1988) S. 261

98 ebd. S. 230

99 F. Nake macht nur immer wieder deutlich, dass *Kopfarbeit* ohne Hand, Körper oder Leib nicht denkbar ist. Als Voraussetzung für Maschinisierung sieht er an, dass der zu maschinisierende Vorgang zuvor maschinenhaft durch den Menschen ausgeführt sein muss. Vgl. [Nake (1992b)] S. 191-195

darzustellenden Ansatz der »Kontextuellen Informatik« schließe ich an diese Begründung an und schlage zugleich eine solche Systematisierung des Grundlagenbereichs vor, in dem Wirkungs- und Gestaltungsforschung miteinander verbunden werden.

Denn die Informatik stellt sich als Ingenieurwissenschaft dar, die eine ganze Reihe von Besonderheiten aufweist. Die zeigen sich im Material, mit dem Informatiker ihre Produkte (Software, Algorithmen, Daten- und Objektstrukturen) bauen, und im Einsatzkontext. Dies führt dazu, dass in der Informatik anders als in anderen Disziplinen gearbeitet wird. Zwar ist die Bezeichnung »Software-Engineering« in der Absicht geprägt worden, man möge für die Herstellung von Software einen Zugang finden, der mit anderen Ingenieurwissenschaften vergleichbar ist. Dies ist aber bislang nicht gelungen. Stattdessen setzt man in der Informatik (s. »sozialorientierte« Methoden des Software-Engineering) darauf, den Kontext der Nutzer sehr viel stärker einzubeziehen, insbesondere um über ein bloßes Funktionieren hinaus auch die Qualität der Produkte (s. »Humanisierung der Arbeitswelt«, Software-Ergonomie) sicherzustellen.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Es ist an dieser Stelle müßig zu diskutieren, ob hierin ein Unterschied zu anderen Ingenieurdisziplinen besteht oder nicht. Die Tatsache, dass auf Qualität geachtet werden muss, ist bedeutender als die Frage, ob dies einen Unterschied darstellt.

Kapitel 3 Der Ansatz der »Kontextuellen Informatik«

In diesem Kapitel werde ich nun den Ansatz der »Kontextuellen Informatik«¹ vorstellen, in dem Gestaltungs- und Wirkungsforschung miteinander verbunden sind.² In diesem Ansatz ist ein Ansatz aus der Informatik mit einem Ansatz aus der Techniksoziologie verbunden. Der aus der Informatik stammende Ansatz ist von R. Keil-Slawik ursprünglich für die Software-Ergonomie entwickelt worden, dient ihm aber auch dazu das Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« an der Universität Paderborn im Anschluss an die in *Kapitel 2* gegebene Begründung zu positionieren. Mit dem Ansatz aus zur Technikgenese-forschung (aus der Techniksoziologie) wird die in *Kapitel 1* dargestellte Entwicklung angeknüpft von der Wirkungsforschung Abstand zu nehmen, aber dennoch eine Analyse der gesellschaftlichen Veränderung durchzuführen.

Für die Verbindung dieser beiden Ansätze kann und werde ich allerdings – trotz aller vorhandener Querbezüge – keine übergreifende Perspektive vorstellen. Dies würde den Unterschieden dieser beiden aus unterschiedlichen Disziplinen stammenden Ansätze nicht gerecht. Die beiden Ansätze bieten zwei Zugänge zum Verhältnis von Informatik und Kontext, die ich im Folgenden zunächst (3.1) nebeneinander stelle, um dann anschließend den Versuch zu unternehmen, den Grundlagenbereich der »Kontextuellen Informatik« einzugrenzen und zugleich zu strukturieren (3.2). Daran anschließend werde ich in (3.3) zentrale anwendungsübergreifende Prinzipien der informationstechnologischen Entwicklung herausarbeiten, mit denen ansatzweise geklärt werden kann, was es an Typischem bzw. Exemplarischem im Bereich der Anwendungen der Informatik gibt.

3.1 Zugänge zur »Kontextuellen Informatik«

Die beiden nun vorzustellenden Zugänge zum Verhältnis von Informatik und Kontext weisen eine gewisse Verwandtschaft auf. Beide Ansätze lösen sich von einem rein auf die technischen Artefakte reduzierten Verständnis von Technik und beziehen prozessuale

1 Mit der Bezeichnung »Kontextuelle Informatik« wird zugleich der Versuch unternommen, sich von der allumfassenden und damit im wissenschaftlichen Sinne nicht aussagekräftigen Bezeichnung »Informatik und Gesellschaft« zu lösen.

2 Die Idee zu dieser Verbindung ist unabhängig von den Ergebnissen aus *Kapitel 1* entstanden und im Projektantrag »Kontextuelle Informatik« gemündet. Das Projekt »Kontextuelle Informatik« ist in den Jahren 2001 und 2002 durch den Universitätsverbund Multimedia (UVM) des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert worden.

Aspekte mit ein, die dann auch jeweils mit Metaphern aus dem Bereich der Evolutionstheorie charakterisiert werden. Dabei werde ich zunächst den ursprünglich auf Software-Ergonomie bezogenen Ansatz von R. Keil-Slawik vorstellen (3.1.1) und dann den Ansatz zur Technikgeneseforschung (3.1.2).

3.1.1 Zur Komplementarität von Produkt und Prozess

Die Informatik ist (nicht nur unter dem im vergangenen Kapitel dargestellten Blickwinkel) eine technische Disziplin, die wie jede andere technische Disziplin auch auf die Herstellung funktionstüchtiger und nutzorientierter Produkte zielt. Damit stehen (zunächst) für die Informatik – wie für jede andere technische Disziplin auch – die technischen Merkmale der Produkte, die sich mathematisch beschreiben lassen, im Vordergrund. Die Betrachtung bzw. die Weiterentwicklung dieser technischen Merkmale allein ist aber nicht ausreichend, um Informatiksysteme herzustellen, die zum einen verlässlich funktionieren und zum anderen gut in ihren Einsatzkontext angepasst sind.³ Dazu benötigt man eine Sichtweise bzw. eine Theorie, wie Technik und Einsatzkontext aufeinander bezogen sind.⁴

R. Keil-Slawik hat in seiner Habilitationsschrift⁵ hierfür einen Zugang entwickelt, der nicht auf eine Gesellschaftstheorie aufsetzt, sondern die technischen Produkte der Informatik in Komplementarität zu den Prozessen der Herstellung und Nutzung stellt. Diese Sichtweise der Komplementarität von Produkt und Prozess ist Resultat von empirischen Untersuchungen in der Informatik selbst. Bereits 1972 hat P. Naur herausgefunden, dass sich die *Top-Down-Methode* des Software-Engineering auf das Produkt bezieht, aber nicht auf den Herstellungs- bzw. Entwicklungsprozess (in der Zeit).⁶ Dieses »Phasen-« bzw. »Wasserfall-Modell« der Softwaretechnik ist daher kaum geeignet, den Prozess der Systemgestaltung zu organisieren. C. Floyd konnte im Jahr 1987 zeigen, dass dieser Umstand nicht in der Nicht-Beachtung der Komplementarität von Produkten und ihren Herstellungsprozessen begründet liegt.⁷

Um diese Komplementarität begrifflich zu fassen, benötigt man eine Dichotomie. Dazu charakterisiert R. Keil-Slawik die Prozesse der Herstellung und der Nutzung von technischen Artefakten mit Eigenschaften von evolutionären Prozessen (*biologischer Informationsbegriff* nach M. Eigen). Damit sind Prozesse unterscheidbar von der technischen und strukturbezogenen Beschreibung der technischen Artefakte und Produkte. An diese Unterscheidung anschließend zeigt er, dass sich die *Produkte* (der Informatik) und die

3 Dass diese Wechselwirkungen stärker sind als in anderen technischen Disziplinen, habe ich in (2.3) begründet.

4 Ich habe in *Kapitel 2* argumentiert, warum ich nicht auf einen Ansatz der Sichtweisen-Diskussion zurückgreife, und werde auch in diesem Kapitel dafür weitere Argumente geben.

5 Keil-Slawik(1990)

6 Naur, P.: *An Experiment on Program Development*. BIT; Vol. 12, 1972, S. 347-365

7 Floyd, C.: *Outline of a Paradigm Change in Software-Engineering*. In: Bjerkness, G.; Ehn, P.; Kyng, M. (Eds.): *Computers and Democracy. A Scandinavian Challenge*. Avebury: Aldershot, 1987

Prozesse (ihrer Herstellung und Nutzung) wechselseitig ergänzen, m. a. W. komplementär sind.⁸

Diese Sichtweise der Komplementarität von Produkt und Prozess erlaubt es, einerseits die technischen bzw. strukturwissenschaftlichen Sprechweisen beizubehalten, berücksichtigt aber auch die Überlegungen zur Charakterisierung des gesellschaftlichen Kontextes als *selbstreferent* und *kontingent*. Diese Prozesse lassen sich mit Begriffen aus der Evolutionstheorie beschreiben. Insbesondere T. Herrmann (s. Seite 31f) hat darauf verwiesen, dass es bei der Einbeziehung des gesellschaftlichen Kontextes erforderlich ist, auf eine Theorie selbstorganisierende Systeme zurückzugreifen.

Eigenschaften evolutionärer Prozesse

Evolutionäre Prozesse sind weder rein zufällig noch vollständig von außen steuerbar. Sie sind kontingent. M. Eigen hat errechnet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass durch eine zufällige Kombination von Gensequenzen ein überlebensfähiges Individuum entsteht, sehr gering ist. Es gibt 10^{130} Sequenzalternativen, von denen nur ein geringer Teil überlebensfähig ist. M. Eigen schlussfolgert daher:

Es muß ein auf das Ziel, nämlich auf die Funktionstüchtigkeit ausgerichteter Optimierungsprozeß existieren.⁹

Damit muss es eine Qualität geben, die über das Materielle (Chemische) bzw. das Produkt hinausgeht. Diese Qualität nennt M. Eigen *biologische Information*. Die Entstehung von Information kann als selektiver Selbstorganisationsprozess beschrieben werden, bei dem die *biologische Information* reproduziert wird. Die evolvierende Einheit ist aber nicht das Individuum, sondern die gesamte Population. Evolution erfolgt aber nur, wenn der Prozess *mutagen* (Veränderungen erzeugend) ist. Die Evolutionsprozesse haben folgende Eigenschaften:

Unumkehrbarkeit: Der Prozess der Evolution ist irreversibel. Selektion bezieht sich nicht auf einzelne Individuen, sondern auf die gesamte Verteilung aller Gensequenzen. Jede Selektion ändert diese Verteilung und bildet damit jeweils den Ausgangspunkt für den nächsten Schritt.

Vorausschauende Selektion: Besser angepasste Individuen werden mit einer sehr viel größeren Wahrscheinlichkeit erzeugt als andere. Selektion bedeutet also nicht, dass zuerst Zufallsergebnisse (Mutanten) entstehen, die später ausgefiltert werden. Vorausschauende Selektion bedeutet zwar, dass die neue Information jeweils ein lokales Optimum verkörpert, es jedoch prinzipiell unmöglich ist vorherzusagen, wo dieses Optimum liegt.

8 Dies schließt an die von C. F. v. Weizsäcker bereits zitierte Forderung an, *Struktur* und *Wirklichkeit* aufeinander zu beziehen.

9 Eigen, M.: *Stufen zum Leben. Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie*. Piper. München Zürich 1987; S. 36. Zitiert nach [Keil-Slawik (1990) S. 118]

Selbstorganisation: Der Prozess der Evolution verläuft weder rein zufällig noch ist er von außen gesteuert. Er ist kontingent bzw. selbstorganisiert.

Relative Semantik: Die Semantik des genetischen Codes ist nicht absolut, sondern nur relativ gegeben. Sie ist bezogen auf die Umwelt, an die das Lebewesen angepasst ist. Um die Semantik genauer zu bestimmen, wäre es letztlich erforderlich, die Entwicklungsgeschichte des Individuums in seiner jeweiligen Umgebung zu rekonstruieren.

Die oben genannten Eigenschaften evolutionärer Prozesse können metaphorisch (nicht *expressis verbis*) dazu genutzt werden, die Prozesse der Herstellung und der Nutzung technischer Artefakte, des Lernens oder in der Gesellschaft zu charakterisieren.¹⁰ Die in der Informatik verwendeten Modelle der Informationsverarbeitung dienen weiterhin der Charakterisierung der Produkte, des Transports von A nach B.¹¹ So ist bspw. ein technischer Speicher *reversibel* nutzbar; er lässt sich um Unterschied zum menschlichen Gedächtnis zurücksetzen.

Von technischen Produkten (von Maschinen, aber auch von Algorithmen) verlangt man i. d. R., dass sie *von außen steuerbar (determiniert)* sind; die Verarbeitung sollte zudem *deterministisch* sein. Entspricht das Produkt diesen Anforderungen nicht, arbeitet es wenig verlässlich. Selbstorganisationsmechanismen würden ein technisches Produkt (eine Maschine oder ein Werkzeug) schwerer beherrschbar machen. Außerdem ist eine *absolute Semantik* technischer Produkte unbedingt gewollt, da *nicht-deterministische* Komponenten die Beherrschbarkeit und Zuverlässigkeit der Produkte herabsetzen würden. Um diese technischen bzw. strukturbezogenen Modelle auch begrifflich von menschlicher Informationsverarbeitung besser abgrenzen zu können, ist fortan von (maschinellem) Datenverarbeitung einerseits und (menschlicher) Informationsverarbeitung andererseits die Rede. Daher werde ich im Folgenden davon schreiben, dass Informatik im Wesentlichen Datenverarbeitung betreibt, solange die Prozesse der Herstellung und Nutzung nicht miteinbezogen werden. Information wird als Bedeutung, die Daten oder Zeichen beigemessen wird, verstanden und damit auf der Prozess-Ebene sowie im Bereich des Kontextes der Informatik verankert.

Damit ist es dann möglich, auch die spezifischen Potenziale von Menschen und Maschinen zu charakterisieren. So wird z. B. der – wie Information – in der Informatik sehr gebräuchliche Begriff der *Sprache* als Prozess gekennzeichnet und dann mit *Schrift* bzw. *formaler Typographie* als Produkt gegenübergestellt und ergänzt. *Formalisten* wird das *Verstehen* gegenübergestellt (s. Abb. 4). Damit wird eine Beziehung Technik und ihr Einsatz- und Herstellungskontext hergestellt, die über die begriffliche Differenzierung auch den Kontext weiter untersuchbar macht, ohne dass aber dazu eine Aussage über die Struktur bzw. die Veränderung in der Gesellschaft getroffen wird.

10 Die Ansätze der Technikgeneseforschung setzen, wie ich im folgenden Abschnitt zeigen werde, auf einer ähnlichen Begrifflichkeit auf.

11 Der Informationsbegriff von C. E. Shannon ist – wie in (2.3.2) gezeigt – darauf ausgerichtet, eine effektive Nachrichtenübertragung zu gewährleisten.

Evolution durch Technik

Anschließend an diese Dichotomie kann R. Keil-Slawik zeigen, dass eine wechselseitige Abhängigkeit von Produkt und Prozess besteht.¹² Statt auf Produkteigenschaften fokussiert diese Sichtweise auf

die Prozesse der Herstellung und Nutzung von Artefakten und den damit einhergehenden Prozessen der Erschließung. Diese Sichtweise wird kulturanthropologisch bzw. kulturgeschichtlich

Produkt	Prozess
Daten	Information
Zeichen	Nachricht
Speicher	Gedächtnis
Maschine	Mensch
Schrift/Formale Typographie	Sprache
Formalismus	Verstehen

Abbildung 4: Begriffliche Unterscheidungen zur Komplementarität von Produkt und Prozess

belegt. Computer können unter diesem Blickwinkel als gesellschaftliches Ausdrucksmittel betrachtet werden, womit dann auch instrumentale und mediale Funktionen gekoppelt werden.

Dies schließt im Übrigen an wesentliche Aspekte der in (2.4) bereits dargestellten »Sichtweisen-Diskussion« an. Insbesondere wird – bei allem, was die Ansätze im Detail trennen mag – eine Brücke zu F. Nake u. a.¹³ geschlagen, die Computer als „instrumentelles Medium“ sehen. Die Arbeitsprozesse, die F. Nake unter »Kopfarbeit« zusammenfasst, lassen sich auch unter der Überschrift geistige Tätigkeiten¹⁴ fassen. Es sind Tätigkeiten – auch das betont F. Nake –, die sich auf Schriftzeichensysteme beziehen, ganz gleich ob es mit Rechnen, Schreiben, Lesen oder irgendeiner anderen der *Kulturtechniken* zu tun hat.

F. Nake bezeichnet die Informatik daher an anderer Stelle auch als „technische Semiotik“, womit er der Ingenieurdisziplin Informatik zugleich eine Bezugswissenschaft zuweist, die aber – und dies markiert auch einen Unterschied zu anderen technischen Disziplinen – keine Naturwissenschaft, sondern wie die Kybernetik eine Strukturwissenschaft ist. Damit trifft ein Großteil der Argumente, die ich in Bezug auf die Strukturwissenschaften im Allgemeinen und in Bezug auf die Kybernetik im Besonderen genannt habe, auch auf die Semiotik zu.

Was beim Rechnen, Schreiben oder Lesen aber *im* Kopf passiert, ist weder von Psychologen noch von Informatikern bisher so erforscht worden, dass man daraus Rückschlüsse auf die Gestaltung von Systemen ziehen könnte. Informatiker können sich dabei mindestens auf Zeichen beziehen, die externalisiert und auf der Grundlage von Regeln oder Beschreibungen manipuliert werden. Bezüglich solcher Zeichenverarbeitungsprozesse gibt es Vieles, was Menschen insbesondere maschinenhaft ausführen und was Informatiker tatsächlich maschinisieren können.

12 Ein Teil der in diesem Zusammenhang gewonnenen Erkenntnisse lässt sich nutzen, um die Grundlagen Kontextueller Informatik systematisch zu fassen. Dies betrifft vor allem die Spalte *Gestaltung/Erschließung* (siehe Abb. 7, S. 90), in der es um verschiedene Aspekte zur Software-ergonomischen Gestaltung computergestützter Systeme geht.

13 Vgl. z. B. Wilkens, Nake (1995) sowie Schelhowe (1997)

14 Mit dieser allgemeineren Kategorie löse ich mich von der marxistischen (und soziologischen) Terminologie Nakes.

Die Konzepte von R. Keil-Slawik und F. Nake unterscheiden sich vor allem dadurch, dass R. Keil-Slawik genauer benennt, was durch die Nutzung von Computern rationalisiert wird: Es sind die notwendigen handwerklichen (und wahrscheinlich auch die sensomotorischen) Aktivitäten im Kontext geistiger Tätigkeiten, z. B. zur Planung, zur Verwaltung sowie zur Modellierung und damit im Gebrauch von Zeichensystemen bzw. Medien, die er inzwischen „Medienfunktionen“ nennt.¹⁵

In Bezug auf die Kennzeichnung des Rationalisierungseffekts hat R. Keil-Slawik unter der Überschrift „Artefakte als externes Gedächtnis“¹⁶ eine Sichtweise entwickelt. Sie sollen zur „Reduzierung erzwungener Sequentialität“¹⁷ beitragen. Damit lässt sich erkennen, warum gerade Medienbrüche (= erzwungene Wechsel von Medien) Lern- und Arbeitsprozesse behindern als auch sehr differenzierte Hinweise zur Gestaltung von »interaktiven Systemen« gewinnen.¹⁸

3.1.2 »Sozialtheorie der Technik«

Eine Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung setzt für die Analyse des (gesellschaftlichen) Kontextes notwendigerweise auch auf einen Ansatz der Techniksoziologie auf, um die gesellschaftlichen Veränderungen differenzierter erfassen zu können. Bezüglich der Adaption eines solchen Ansatzes schlagen A. Rolf u. a. (s. S. 28ff) vor, dass man sich auf einen Ansatz der Technikgeneseforschung¹⁹ beziehen solle. Dies geht konform mit der Entwicklung in der Techniksoziologie, in der man von der Wirkungsforschung Abstand nimmt.

W. Rammert schreibt dazu:

So sehr man in Zukunft die Technikfolgenabschätzung auch verfeinern mag, sie kann wie der Hase und Igel die neuen Technikentwicklungen nicht einholen: Wenn sie am Ziel ankommt, hat sich die Technik in eine andere verwandelt, oder sie ist durch eine neue Variante abgelöst worden.²⁰

Dazu ist es auch nach den – wie bereits in *Kapitel 1* gesehen – bisherigen Forschungsarbeiten zu »Informatik und Gesellschaft« notwendig, eine Sicht auf den Kontext zu haben, die den dort feststellbaren Selbstorganisationsmechanismen Rechnung trägt. Die Entwicklung von Technik wird als evolutionärer Prozess erkennbar, die zugleich zu einer Evolution durch Technik führt. Hierfür muss eine entsprechende Begrifflichkeit gefunden werden. Diese wird – und dies unterstreicht die Verwandtschaft dieser beiden Zu-

15 Auf dieses Konzept werde ich im Zuge der Darstellung der Grundlagen der »Kontextuellen Informatik« zurückkommen.

16 Vgl. Keil-Slawik (1992): »Artefakte« steht in diesem Zusammenhang nicht nur für technische Geräte, sondern auch für bedeutungsvolle Formen, kulturtechnische Produkte, in Form von Texten oder anderen zeichenbasierten Medien.

17 Keil-Slawik (1990) S. 167. Siehe auch den Abschnitt 3.2 in dieser Arbeit ab Seite 93

18 Engbring, Keil-Slawik, Selke (1995) S. 14

19 Vgl. hierzu die Ergebnisse des *Kapitels 1*, in dem bereits die Folgenlosigkeit der Wirkungsforschung und der Technikfolgenabschätzung beklagt wurde.

20 Rammert (1993) S. 51

gänge zur »Kontextuellen Informatik« – auch über Begriffe aus dem Bereich der Evolutionstheorie hergestellt.

Technische Evolution

Technische Artefakte werden in der Technikgeneseforschung eingebettet in ihren Herstellungs- und Nutzungskontext betrachtet. Damit muss dann auch dieser Prozess der Technisierung entsprechend charakterisiert werden. W. Rammert kennzeichnet den Prozess der Technisierung, der weder rein zufällig noch allein von außen gesteuert ist, zumindest metaphorisch mit Eigenschaften evolutionärer Prozesse.

Er unterscheidet drei evolutionäre Prozesse: „Variation, Selektion und Stabilisierung.“²¹ Dabei bezieht sich *Variation* auf die „Erzeugung technischer Varianten“²² und damit auf die Artefakte. Die Veränderungen werden in Institutionen (Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen) getragen und besitzen aufgrund ihrer *Selbstbezüglichkeit* eine kognitive Eigendynamik.²³

Mit *Selektion* ist hier nicht *survival of fittest* gemeint, sondern ein Auswahlprozess vor dem Hintergrund des Einsatzkontextes. Es wird m. a. W. nicht nur konstatiert, sondern auch verstehbar, dass es keinen »one-best-way« bei der Technikgestaltung gibt. Die Auswahl wird nicht nur durch den Markt geregelt, sondern auch durch politische Einflussfaktoren wie z. B. „technologische Förderprogramme, Patentgesetzgebung, technische Normen“,²⁴ die mehr sind als bloße Eingriffe in den Markt.

Zumindest verschwände der bisher vorherrschende Eindruck, daß durchgängig das betriebswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Kalkül das maßgebliche Kriterium für die Technikwahl sei.²⁵

Darüber hinaus gibt es eine Stabilisierung dadurch, dass im ...

... gesellschaftlichen Umfeld "erfolgreiche" technische Varianten ... nachgeahmt [werden] und ... sich dadurch schneller [verbreiten] als andere. Einmal in die Handlungsabläufe der Menschen eingebaut, werden sie schnell zum festen Bestandteil ihres Alltagslebens.²⁶

Diese Charakterisierung der technischen Entwicklung ist kompatibel zu den Attributen, mit denen R. Keil-Slawik – wie im vorangegangenen Abschnitt dargelegt – auch gesellschaftliche und kulturelle Prozesse kennzeichnet. Auch W. Rammert beschreibt darüber hinaus den Zusammenhang von kultureller und gesellschaftlicher Entwicklung ebenfalls unter Bezug auf die kulturgeschichtliche Entwicklung:

21 ebd. S. 57

22 ebd. S. 57

23 ebd. S. 58

24 ebd. S. 58

25 ebd. S. 59

26 ebd. S. 59. Die Nutzung von *MS-Word* oder anderen Produkten des Microsoft-Konzerns ist hierfür typisch, auch wenn konkurrenzfähige und sogar kostengünstigere Produkte zur Verfügung stehen. [D. E.]

Wie André Leroi-Gourhan (1980) in seiner paläoanthropologischen Forschung nachweist, geschah dieses in der Frühphase menschlicher Evolution nicht allein über den Gebrauch der Werkzeuge, sondern gleichzeitig auch über den Umgang mit Zeichen und Symbolen. In historisch-anthropologischer Perspektive rekonstruiert Serge Moskovici (1982) den Fortgang der menschlichen Naturgeschichte als eigenständigen Prozeß der Invention von Fähigkeiten und Fertigkeiten neben der Arbeit. Dabei haben sich Handwerker, Ingenieure und Wissenschaftler als spezielle Kategorien von Trägern der Erfindung herausgebildet.²⁷

Handwerker, Ingenieure und Wissenschaftler sind damit weniger als soziale Akteure (als Interessengruppen), sondern als strukturelle Aspekte (z. B. Institutionen) einer Entwicklung erkennbar, in der es um Technikentwicklung nicht nur in einem gerätetechnischen Sinn geht, sondern auch um Erscheinungsformen der Kultur wie Zeichen, Zeichensysteme und Ausdrucksmittel, die für die menschliche Evolution eine Rolle spielen.²⁸

Eine aktorsfreie Perspektive

Daher ist es folgerichtig auf einen technikgenetischen Ansatz als einen Zugang zur »Kontextuellen Informatik« zurückzugreifen. In *Kapitel 1* war offen geblieben, ob die sozialen Akteure zentraler Bestandteil der Analyse sein sollten.²⁹ W. Rammert begründet seine zunächst³⁰ aktorsfreie Perspektive wie folgt:

Schließlich sollten wir uns nicht von der dominanten Stellung eines Akteurs, z. B. des Unternehmens, im Verwendungskontext, darüber täuschen lassen, daß er dem gesamten Prozeß der Technikentwicklung den Prägestempel seiner Interessen aufdrücken könnte. Vor allem für die entscheidenden Phasen der Technikgenese scheint zu gelten, daß in erster Linie die *Orientierung von Forschern* und *unterschiedliche Ingenieurkulturen* den weiteren Gang der technischen Entwicklung vorzeichnen. ...

Unter dieser Akteursperspektive lassen sich zwar einzelne abgrenzbare Technikentwicklungen rekonstruieren; aber die längerfristigen Tendenzen der technischen Entwicklung können damit nicht mehr adäquat erfasst werden.³¹

Eine solche zunächst aktorsfreie Perspektive erlaubt es also, strukturelle Aspekte des Kontextes zu benennen und zu untersuchen. Damit kann dann gezielter nach dem »technisch« Gestaltbaren gesucht werden und man läuft *nicht* so leicht Gefahr nur nach den Verantwortlichen (oder Schuldigen) der technologischen Entwicklung zu suchen. Wie wenig hilfreich solche Schuldzuschreibungen sind, macht G. Müller anhand von zwei

27 ebd. S. 14. Wobei Leroi-Gourhan (1980) im Wesentlichen identisch ist mit [Leroi-Gourhan (1988)]. Moskovici (1982) verweist auf: Moskovici, S.: *Versuch über die menschliche Geschichte der Natur*. Frankfurt: Suhrkamp, 1982

28 A. Leroi-Gourhan sieht in der menschlichen Evolution vor allem auch die Evolution der Ausdrucksmittel [Leroi-Gourhan (1988) S. 262]. Diese Sichtweise schließt an Überlegungen F. Nakes an, vermeidet aber die marxistische und missverständliche Terminologie von »Kopfarbeit« und schlägt eine Brücke zu dem im folgenden Abschnitt darzustellenden Ansatz der Software-Ergonomie.

29 Vgl. hierzu A. Rolf u. a. S. 28ff in dieser Arbeit

30 Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass auch diese Perspektive Akteure identifizierbar macht und dass auch hier Akteure identifiziert werden; diese sind aber für die Analyse nicht zentral.

31 Rammert (1993) S. 56. Hervorhebungen im Originaltext

Beispielen deutlich. Durch das Zuschreiben von Verantwortung kann nichts über die Qualität der Technologien ausgesagt werden:

1. **Bezahlfernsehen in Europa:** Die Firmen Bertelsmann und Kirch haben mit erheblichem finanziellen Aufwand eine technisch konkurrenzfähige Lösung für das Bezahlfernsehen entwickelt, die einen weltweiten Vorsprung geboten hätte. Die technische Lösung war führend und die wirtschaftliche Entscheidung war sowohl betriebswirtschaftlich, aber auch volkswirtschaftlich durch die wohlfahrtsorientierten Folgen einer solchen Großtechnologie begründet und von jedermann mit Fachkompetenz nachvollziehbar. Die Entscheidung zur Ablehnung erfolgte auf der gesellschaftlichen Ebene durch die EU-Kommission. Wirtschaftlich tragbar wäre das Vorhaben nur gewesen, wenn Inhalte und die Verteilung in einer Hand gelegen hätten. Die Verbindung von Technologie und Inhaltsanbieter trug damit die Gefahr – nicht Gewissheit – einer gesellschaftlich nicht gewollten Dominanz in sich.
2. **Microsoftklage in den USA:** Nur vordergründig steht eine spezifische, scheinbar wenig bedeutende Verkaufs- und Bündelungsstrategie von Microsoft auf der Anklagebank. Der Internetexplorer wird kostenlos bei Bezug von *WINDOWS* mitgeliefert und wird wegen der monopolartigen Stellung von *WINDOWS* für viele zum primären Zugang ins Internet. Der Marktanteil von *NETSCAPE* ist wohl auch als Folge davon auf ca. 14% gesunken. Ausgangspunkt dieser Strategie ist jedoch eine auf technisch unbestreitbaren Fakten aufbauende Geschäftspolitik. Alle Produktgrenzen in der Informatik sind künstlich und durch die Hierarchie der aktuellen Systemarchitekturen bestimmt. Die bisherige Begründung der Anklage stellt dies nicht in Frage, sondern lautet auf Behinderung des wissenschaftlichen Fortschrittes und das Erstreben einer marktlichen Dominanz. Der Hinweis auf die technische „Ignoranz“ der Ankläger durch Microsoft entbehrt nicht einer gewissen Überzeugungskraft.³²

Die handelnden Personen und Gruppen ausfindig zu machen, ist vor allem für die politische Diskussion wichtig und notwendig. Eine solche Diskussion versperrt aber den Blick darauf, was tatsächlich technisch gestaltbar oder veränderbar ist.³³ Es gilt darüber hinaus den Anschein zu vermeiden, dass es im Rahmen des Faches »Informatik und Gesellschaft« um politische Diskussion ginge. Die Macht der verantwortlichen Akteure zu beklagen oder gegen deren Entscheidungen zu demonstrieren ist eine Aufgabe der politischen und nicht der wissenschaftlichen Auseinandersetzung, die man schärfer als bislang geschehen voneinander trennen sollte. Dazu ist der folgende begriffliche Rahmen ein erster Ansatzpunkt.

32 Müller (2001) S. 30

33 Die EU-Kommission oder auch Quasi-Monopolisten wie Microsoft werden im Folgenden als Institutionen gekennzeichnet, die maßgeblich Gesetze, Normen und Quasi-Standards setzen (diese werde ich im Folgenden »Soziefakte« nennen, erhalten Hinweise auf die Rahmenbedingungen, die bei der Gestaltung zu beachten sind).

Der begriffliche Rahmen

Von entscheidenderer Bedeutung als die Diskussion um die Rolle der Akteure bei der Analyse des technikgenetischen Prozesses ist aber die Abkehr von einer nur auf die Artefakte bezogenen Sichtweise. Technisierung wurde früher weitgehend als Substitution eines Handlungszusammenhangs durch Instrumentalisierung verstanden. Technik wurde so mit der materiellen Vergegenständlichung von Handeln und Interaktion gleichgesetzt. Dadurch kann aber der innere Zusammenhang zwischen Technisierung und sozialem Wandel nur in einer reduzierten Form erkannt und erforscht werden.

Auf den Medien- und Kommunikationstheoretiker M. McLuhan geht im Unterschied dazu die Vorstellung zurück, dass Technisierungen neben dem instrumentellen auch einen medialen Aspekt haben.³⁴ Während M. McLuhan damit ursprünglich nur an Verbreitungsmedien für den Transport von Gütern, Energien und Informationen gedacht hat, ist inzwischen eine Erweiterung dieser Sichtweise erfolgt, durch die *alle* Techniken als Medien der Handlungsvermittlung und des Aufbaus von Interaktionsstrukturen verstanden werden. Insbesondere für die Informations- und Kommunikations-Technologien ist auffällig – wie bereits in (2.4) gezeigt –, dass die Instrumentalisierung (Werk- und Denkzeuge) und die Medialisierung (Vielfalt semiotischer Systeme, Formen der Vernetzung, Kopierbarkeit von Software) direkt ineinander greifen.

Zum Verständnis dieser Beziehungen zwischen Technikdynamik und sozialem Wandel dient der nachfolgend darzustellende begriffliche Rahmen von Medialisierung und Instrumentalisierung, der sich natürlich auch auf die *Artefakte* bezieht. Artefakte sind in diesem begrifflichen Rahmen allerdings nur einer von drei strukturellen Aspekten der technischen Entwicklung. Die Analyse dieser drei strukturellen Aspekte ist von entscheidender Bedeutung, um die technische Entwicklung zu verstehen. Dies sind die von mir sog. *Sozio-* und *Kognifakte*. Zunächst aber werde ich zeigen, dass ein auf (materielle) Artefakte reduziertes Verständnis nicht ausreichend ist.

Artefakte

Mit *Artefakte* werden die technischen Geräte (Maschinen, Werkzeuge) bezeichnet, die i. d. R. auf der Basis naturwissenschaftlicher Erkenntnisse gebaut werden. Sie werden zur Rationalisierung, Automatisierung, Maschinisierung körperlicher (physikalischer) Arbeit hergestellt. Technik ist seit der Renaissance, spätestens aber seit der industriellen Revolution im 19. Jahrhundert auf die technischen Artefakte fixiert bzw. sogar reduziert worden. Dies hat mit der seitdem dominierenden Rolle der Ingenieurwissenschaften zu tun.

Die Ingenieurwissenschaften sind zur Leittechnologie der industriellen Entwicklung geworden. Die Tätigkeiten der Ingenieure haben unter den Techniken (Handwerken) eine gewisse hervorgehobene Stellung. Diese hervorgehobene Stellung resultiert historisch aus ihrem Verhältnis zum Handwerk. Klassische Handwerksberufe sind fast immer durch bestimmte Produkte charakterisiert: Sattler, Schuhmacher, Radmacher, Küfer,

34 McLuhan, M: *Die magischen Kanäle – Understanding media*: Dresden [u.a.]: Verl. der Kunst, 1994. Einheits-sachtitel: *Understanding media* (dt.) Lizenz des Econ-Verl., Düsseldorf und Wien

Müller etc. Gelegentlich gibt es auch Charakterisierungen durch Prozesse wie etwa beim Schmied.

Die Produkte von Ingenieuren werden hingegen anders charakterisiert. Sie sind Spezialisten für die operativen Tätigkeiten der Handwerke. Ingenieure zerlegen die Handwerke in ihre operativen Elemente und schaffen mit den Geräten und Maschinen eine Kombination von Kraftquellen, Transmissionen und Werkzeugen. Fast könnte man das Ingenieurwesen beschreiben als den Versuch die Handwerke zu automatisieren bzw. zu maschinisieren. Das Ingenieurwesen ist also nicht ein neues Handwerk, sondern ein Handwerk der Handwerke. Die operationalen Prozesse der Handwerke sind der Gegenstandsbereich.³⁵

Die Maschinen, die Leonardo da Vinci entworfen hat, sind für diese in der Renaissance geprägte und rein auf Artefakte bezogene Sicht auf Technik typisch. Bezeichnend hierfür ist sein Briefentwurf an Lodovico Sforza, Herzog von Mailand. Leonardo bot diesem Militärtechniken jeder Art an:

Dieweil ich, erlauchter Herr mittlerweile die Proben all jener die sich für meisterliche Erbauer von Kriegsgerät halten, zur Genüge gesehen sowie befunden habe, daß Erfindung und Wirkung besagten Geräts sich in nichts von demjenigen des allgemeinen Gebrauchs unterscheiden: Also will ich mir ohne irgend einen anderen herabzusetzen, Mühe geben, Eurer Exzellenz in verständlicher Weise meine Geheimnisse darzulegen und sie Euch dann zu freier Verfügung anbieten, damit Ihr zu gegebener Zeit all die Dinge wirksam einsetzen könnt, die ich nachfolgend kurz aufzähle.

1. Ich kenne Möglichkeiten, außerordentlich leichte und ohne jede Schwierigkeit transportierbare Brücken herzustellen, mit denen man den Feind verfolgen und auch zuweilen entfliehen kann, sowie andere, denen Feuer und Kampfgeschehen nichts anzuhaben vermögen, und die leicht aufzuschlagen und wieder wegzunehmen sind; und auch Methoden, die Brücken der Feinde zu verbrennen und zu zerstören. "

...

9. Wo Bombarden ihre Wirkung verfehlen würden, will ich Schleudermaschinen, Wurfgeschütze, Trabuken und anderes Gerät von wunderbarer Wirksamkeit machen, wie es nicht im Gebrauch ist: Ich will also je nach verschiedener Sachlage eine Menge verschiedenen Geräts für Angriff- und Verteidigung erfinden.

...

Und sollte irgend eines der oben genannte Dinge irgendjemandem unmöglich oder undurchführbar erscheinen, so bin ich durchaus bereit zur Vorführung einer Probe in Eurem Park oder an welchem anderen Ort auch immer es Eurer Hoheit belieben möge, der ich mich in tiefster Demut empfehle.³⁶

Den naturwissenschaftlichen Eigenschaften (leichte oder schwere Brücken) wird ein Nutzen (im Kriegsfall) zugesprochen, in dem gewisse Tätigkeiten vereinfacht (Aufbau) oder

³⁵ Mit den Computer-Technologien des 20. Jahrhunderts wird eine weitere Abstraktionsstufe beschritten. Algorithmen und allgemeiner auch Software erfassen operative Zusammenhänge als Text und lösen damit jeden Zusammenhang in seine operativen Elemente auf.

³⁶ Zitiert nach: Frère, Jean-Claude: Leonard da Vinci. Komet. Frechen. 2001 S. 73ff

erschwert (Abbrennen) werden. Aus den Eigenschaften des technischen Artefakts werden die Entfaltung neuer (gesellschaftlicher) Möglichkeiten abgeleitet.

Letzteres wird in einem Brief, den Otto Lilienthal 1894 an Moritz von Egidy geschrieben hat, noch deutlicher. Er erläutert die Vorstellung der Entfaltung neuer Möglichkeiten auf der Grundlage technischer Eigenschaften. Zugleich ist dieses Zitat illustrativ, da den neuen Möglichkeiten zugleich ein Nutzen zugeschrieben wird, der *so* nicht eingetreten ist.

Auch ich habe mir die Beschaffung eines Kulturelementes zur Lebensaufgabe gemacht, welches Länder verbindend und völkerversöhnend wirken soll. ... Der freie, unbeschränkte Flug des Menschen ... würde von tief einschneidender Wirkung auf alle unsere Zustände sein.

Die Grenzen der Länder würden ihre Bedeutung verlieren, weil sie sich nicht mehr absperrern lassen, die Unterschiede der Sprachen würden mit der zunehmenden Beweglichkeit der Menschen sich verwischen. Die Landesverteidigung, weil zur Unmöglichkeit geworden, würde aufhören, die besten Kräfte der Staaten zu verschlingen, und das zwingende Bedürfnis, die Streitigkeiten der Nationen auf andere Weise zu schlichten als den blutigen Kämpfen um die imaginär gewordenen Grenzen, würde uns den ewigen Frieden verschaffen.³⁷

O. Lilienthal schreibt der Flugtechnik aufgrund ihrer physikalischen Möglichkeiten Potenziale der Völkerverständigung zu. Die Erfahrungen im Umgang mit der Luftfahrt zeigen allerdings nicht nur, dass Flugzeuge bereits 20 Jahre später militärisch und damit wider der Völkerverständigung genutzt wurden.³⁸ Man ist sogar darüber hinaus in Bezug auf das Fliegen überein gekommen, nicht die *Organisationsform* des Nationalstaates abzuschaffen, sondern die *Konventionen* dessen zu ändern, was und wo Grenzen sind. Jeder Flughafen ist nun auch Landesgrenze.

Auch die Diskussion um den Einsatz von Multimedia an den Schulen und Hochschulen ist im Wesentlichen auf die Artefakte bezogen geführt worden. Mit den technischen Eigenschaften der Interaktivität, der Integration und Vernetzung verschiedener Medien (durch Digitalisierung) wurde Hoffnung auf eine Revolution des Lernens verbunden, die *so* nicht eingetreten sind. Dies liegt auch darin begründet, dass man die Rahmenbedingungen und die kontextuellen Einflüsse nicht genügend berücksichtigt hat.³⁹

Diese Beispiele zeigen, wie sehr ein weitergefasster die Umwelt (den Kontext) miteinbeziehender Technikbegriff notwendig ist, Technik in Bezug auf den Kontext zu verstehen. Dazu benötigt man einen weiter gefassten (systemischen) Technikbegriff, der dann den Kontext der Technik miteinbezieht und auch die ursprüngliche Bedeutung des Wor-

37 Zitiert nach: Waßermann, M.: *Otto Lilienthal - Ein Leben für einen Menschheitstraum*. In: Hundert Jahre Deutsche Luftfahrt. Hrsg. v. Museum für Verkehr und Technik, Berlin 1991 S. 18

38 Luftangriffe haben größeren Schrecken und Angst und mehr Tote in der Zivilbevölkerung verbreitet als andere Kriegstechniken und damit nur wenig zur Völkerverständigung beigetragen.

39 Dieses ausführlicher darzustellen ist eine neue Arbeit, in der aber viele Bewertungen vorläufig bleiben müssten.

tes *techné* umfasst: Das Handeln von Menschen mit und ohne Artefakte als besondere Fertigkeit oder Qualifikation.⁴⁰

W. Krohn schreibt dazu, dass z. B. der Begriff der *Mechanik* eigentlich der (alt-)griechische Ausdruck für *List* ist.

Zugleich können wir beobachten, wie stark eine zentrale Kategorie der Technik, die Mechanik, einem historischen Bedeutungswandel unterliegen kann. Wenn wir heute von einer mechanischen Tätigkeit reden, dann haben wir vor allem das Repetitive, Zuverlässige und Langweilige im Auge, weniger dagegen das Trickreiche und dasjenige, womit man andere aushebelt.⁴¹

Weiter schreibt er:

Obwohl wir den Begriff »Mechanik« nicht in diesem Sinne [List; D. E.] verwenden, ist die Bedeutung des trickreichen Erfinders nie ganz verloren gegangen. Bei Aristoteles sind auch die Beziehungen zwischen Betrug und Technik ganz eng. Die Technik ist bei ihm Betrug an der Natur. Mit Technik überlisten wir sie, etwas anderes zu tun, als sie von selbst tun würde.⁴²

Diese Überlegungen zeigen, wie sehr diese Prozesse nicht nur an den Möglichkeiten und Eigenschaften des Artefakts hängen, sondern auch an den gesellschaftlichen und individuellen Rahmenbedingungen:

W. Krohn schreibt dazu:

Im gegenwärtigen Verständnis der Technik haben wir häufig zuerst die Konstruktionen in technischer Hardware im Auge und betrachten auch die anderen Aspekte vielleicht als abhängige Größen. Diese Sichtweise ist wohl durch die technische Dynamik seit der Industrialisierung nahegelegt. Aber sie führt dennoch zu einem eingeschränkten und letztlich falschen Verständnis der sozialen Entwicklung. Sie verstellt den Blick darauf, daß technische Entwicklung immer auch die Erfindung sozialer und individueller Verhaltensmuster einschließt.⁴³

Damit sind die ...

... drei Bezugspunkte ... die Techniken im Umgang mit der *Natur*, Techniken der sozialen *Organisation* und *Bewußtseintechniken*, die sich auf die kognitiven Fähigkeiten eines Individuums oder eines Akteurs beziehen.⁴⁴

Neben diesen *Artefakt* bezogenen Charakterisierungen von Technik lassen sich also mindestens zwei weitere Aspekte technischer Gestaltung identifizieren, die für die Analyse der Technisierungsprozesse von zentraler Bedeutung sind. Dies umfasst den gesellschaftlichen Bereich der *Organisation* bzw. *Konventionen* und beinhaltet auch den individuellen Bereich der *Kognition*. Jeder dieser Bereiche ist zudem technisch zu bewerten und kann

40 Vgl. hierzu S. 50 in dieser Arbeit

41 Krohn (1992) S. 30

42 ebd. S. 31

43 ebd. S. 29

44 ebd. S. 28

als technischer Vorgang beschrieben werden. Diese Techniken werde ich allerdings im Folgenden abweichend zu den von W. Krohn genannten Bezeichnungen als *Soziefakte* und *Kognifakte* bezeichnen (s. Abb. 5).⁴⁵

Im praktischen Leben sind diese verschiedenen Aspekte häufig in einer konkreten Weise zu einer Handlungsform verbunden. Dafür ist ein bekanntes Beispiel das Fließband. Die Erfindung des Fließbandes ist wohl in erster Linie die Erfindung einer Organisationsform, einer bestimmten Art des Zusammenarbeitens; sie ist zugleich ein bestimmter Anlagenbau, eine bestimmte Art der maschinellen Produktion; und das Fließband geht schließlich einher mit der Analyse und Optimierung des individuellen Arbeitsverhaltens durch sogenannte Zeit-Bewegungs-Studien. Sie sollen die Fertigkeiten der Arbeiter optimal an den Rhythmus des Fließbandes anpassen.

...

Die Erfindung des Telefons ist wiederum erstens die Erfindung einer neuen Organisationsform der Kommunikation, der Kommunikation über große Raumgrenzen hinweg, zweitens natürlich die Erfindung einer Apparatur, und es ist auch die Erfindung bestimmter Verhaltensregeln hinsichtlich der Fernkommunikation.⁴⁶

Mit diesem »systemischen« Technikbegriff wird das Zusammenspiel von technischen Geräten, den gesellschaftlichen, aber auch den individuellen Rahmenbedingungen beschrieben, ohne dass es unter der Überschrift »soziotechnische Systeme« bei der dann doch sehr schlichten Mitteilung bleibt, das alles irgendwie mit allem zusammenhänge. Es werden mit den Strukturaspekten *Sozio-* und *Kognifakte* Ansatzpunkte für Teilanalysen genannt, die zu einer Reduktion der Komplexität der Analyse der Technikgenese beitragen.⁴⁷

Denn bei der Adaption eines Ansatzes der Techniksoziologie wird es maßgeblich darauf ankommen, dass er für Nicht-Soziologen handhabbar wird. Es kann und darf nicht das Ziel eines Fachgebietes »Informatik und Gesellschaft« (oder »Kontextuelle Informa-

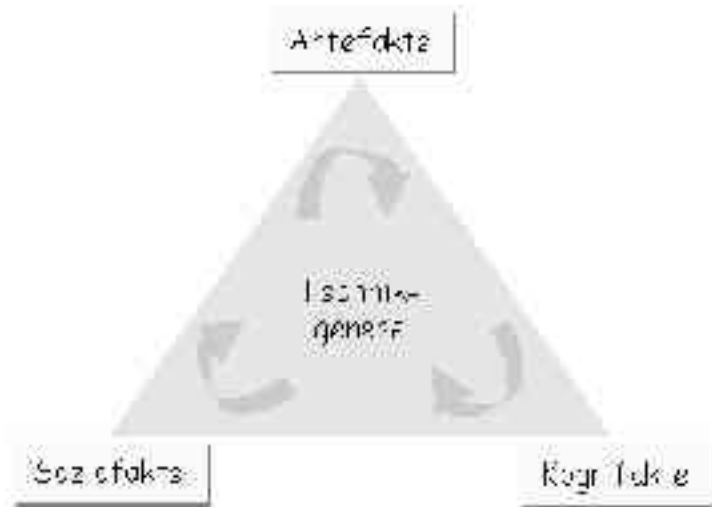


Abbildung 5: Das technologische Dreieck

45 Anstelle der Kunstwörter *Soziefakte* und *Kognifakte* verwendet W. Krohn keine einheitliche und durchgängige Begrifflichkeit. Er verwendet z. B. auch *Konventionen* bzw. *Regulation* sowie *Kompetenzen* bzw. *Methoden* [ebd.], die ich z. T. anderweitig verwende.

46 ebd. S. 28f

47 Darüber hinaus bietet diese Sichtweise Anschluss an die Sichtweisen von T. Hermann (S. 31f), der z. B. Adaptierbarkeit nicht rein gerätetechnisch fasst und dafür auf Technik, Organisation, Qualifikation und Beschreibungsmöglichkeiten der Anpassungswünsche bezieht, sowie auch von G. Müller (S. 32f), der die technische Möglichkeiten und Gestaltungspotenziale, die Aufbereitung und Präsentation der Wissensinhalte und die sozialen Normen und Gesetze analysiert.

tik«) sein, auf ein Studium der Techniksoziologie hinzuarbeiten. D. h. es müssen einige wenige dafür aber bedeutsame Ansatzpunkte gefunden werden, mit denen eine Analyse der *zentralen Strukturen* des Kontextes möglich ist, um daraus gestaltungsrelevante Erkenntnisse abzuleiten.

Im Folgenden werde ich kurz präzisieren, was sich hinter den genannten strukturellen Aspekten verbirgt. Dazu werde ich zum einen ausführen, dass sich sowohl die Sozio- als auch die Kognifakte »technisch« beschreiben lassen, und zum anderen werde ich darstellen, wie sich hierdurch der Kontext erfassen lässt.

Soziofakte

Die von mir sog. *Soziofakte*, d. h. die Gesetze, die Normen, die Regeln und die Konventionen, die – siehe auch das Beispiel des Luftverkehrs und die damit veränderte Definition einer Landesgrenze –, sind der erste Strukturaspekt, den ich hier vorstellen werde. Diese Gesetze etc. werden von Max Weber in seinen Arbeiten zur Organisation der Gesellschaft, insbesondere durch Bürokratie, auch als Technik beschrieben:

Es gibt nichts in der Welt, keine Maschinerie der Welt, die so präzise arbeitet, wie diese Menschenmaschine es tut. Wenn man in einer rein technisch tadellosen Verwaltung, in einer präzisen und genauen Erledigung sachlicher Aufgaben das höchste und einzige Ideal sieht – ja, von diesem Gesichtspunkt aus kann man sagen: Zum Teufel mit allem anderen, und nichts als eine Beamtenhierarchie hingesetzt, die diese Dinge sachlich, präzise, »seelenlos« erledigt, wie jede Maschine. Die technische Überlegenheit des bürokratischen Mechanismus steht felsenfest, so gut wie die technische Überlegenheit der Arbeitsmaschinen gegenüber der Handarbeit.⁴⁸

Diese Perspektive ist auch Grundlage des sog. »technokratischen Denkens«, das ich bereits am Rande unter Bezug auf die Strukturwissenschaften gestreift habe. C. F. v. Weizsäcker hat – wie dort⁴⁹ schon zitiert – in Bezug auf die Strukturwissenschaften davor gewarnt, dass die Inhumanität der Technokratie Ausdruck und Ergebnis eines zu sehr auf die Strukturen reduzierten Denkens ist, das die Wirklichkeit den Strukturen *nicht* gegenüberstellt.⁵⁰ M. Weber hat z. B. nicht geahnt, dass der »Dienst nach Vorschrift« eine sehr effektive Form des Streiks für diejenigen sein kann, die nicht wirklich streiken dürfen (z. B. Fluglotsen).

Für jede Regel, die definiert wird, wird zugleich die Umgehung der Regel definiert. So muss bezüglich der Konstruktion von Soziofakten, die ich im Folgenden *Regulation* nennen werde, der Kontext miteinbezogen werden. Das Funktionieren von Strukturen wird nicht nur von den Regeln bestimmt, sondern vom Gebrauch der Regeln. Andererseits wird aber auch erkennbar, dass diese *Soziofakte* mitgestaltet werden (*nolens volens*), wenn

48 Weber (1988) S. 413

49 Vgl. hierzu das Zitat auf Seite 47.

50 Diese wechselseitige Abhängigkeit von Struktur und Wirklichkeit habe ich als *Komplementarität von Produkt und Prozess* bereits erläutert und werde diese im Folgenden auch nutzen, um den Grundlagenbereich der »Kontextuellen Informatik« zu strukturieren.

Artefakte gestaltet werden. Normen und (Quasi-)Standards sind für die Weiterentwicklung von Technik unerlässlich.

Dies ist vor allem für Informatiksysteme von Bedeutung, da diese i. d. R. als »interaktive Systeme« nicht vollständig beschrieben sind. Deren Effektivität hängt auch und vor allem von den Fähigkeiten, den Qualifikationen der Nutzer ab. Damit ist zugleich der andere (in diesem Zusammenhang zu diskutierende) Aspekt von Technisierungsprozessen genannt: die *Kognifakte*.

Kognifakte

Die Bezeichnung *Kognifakte* ist eine Überschrift (Sammel-Bezeichnung) für solche Kompetenzen und Qualifikationen, die von M. Foucault »Technologien des Selbst« genannt werden. Auch diese sind damit einer technischen, d. h. auch hier wieder strukturellen Beschreibung zugänglich.

M. Foucault definiert „Technologien des Selbst“ als Technologien, ...

... die es dem Einzelnen ermöglichen, aus eigener Kraft oder mit Hilfe anderer eine Reihe von Operationen an seinem eigenen Körper oder seiner Seele, seinem Denken, seinem Verhalten und seiner Existenzweise vorzunehmen, mit dem Ziel sich so zu verändern, daß er einen gewissen Zustand des Glücks, der Reinheit, der Weisheit, der Vollkommenheit oder der Unsterblichkeit erlangt.⁵¹

Darüber hinaus schreibt er:

Max Weber hat gefragt: wenn man sich rational verhalten und das eigene Handeln an Prinzipien der Wahrheit ausrichten möchte, auf welchen Teil des Selbst muß man dann verzichten? Worin besteht der asketische Preis der Vernunft? Welcher Art von Askese sollte man sich zuwenden? Ich habe die gegenteilige Frage gestellt: Was muß man über sich selbst wissen, wenn man bereit sein soll, auf irgendetwas zu verzichten?⁵²

Auch N. Elias beschreibt in dem Werk „Über den Prozeß der Zivilisation“ diese Anforderungen der entstehenden modernen Gesellschaft in deutlicher Analogie zur Funktionsweise der automatischen Maschine. Für ein gutes Funktionieren durch ein hohes Maß an Selbstkontrolle und Einfügung müssen die geeigneten Individuen gleichsam vorgefertigt sein:

Wozu der einzelne nun gedrängt wird, ist eine Umformung des ganzen Seelenhaushalts im Sinne einer kontinuierlichen, gleichmäßigen Regelung seines Trieblebens und seines Verhaltens nach allen Seiten hin ...⁵³

und etwas später:

51 Foucault (1993) S. 26

52 ebd. S. 25. Diesen Prozess der Selbsterkenntnis hat M. Foucault insbesondere in der christlichen Selbstbeschreibung des Menschen als Sünder, der sich durch Selbsterkenntnis befreien muss, nachgewiesen.

53 Elias (1969) S. 328

... die waffenlosen Zwänge ...verkörpert in den gesamten Funktionen, die sich dem Einzelnen in der Gesellschaft eröffnen, zwingen zu einer unaufhörlichen Rück- und Voraussicht über den Augenblick hinaus, entsprechend den längeren und differenzierteren Ketten, in die jede Handlung sich automatisch verflucht; sie fordern vom Einzelnen eine beständige Bewältigung seiner augenblicklichen Affekt- und Triebregungen unter dem Gesichtspunkt der ferneren Wirkungen seines Verhaltens; sie züchten in dem Einzelnen eine ... gleichmäßige Selbstbeherrschung, die, wie ein fester Ring, sein ganzes Verhalten umfaßt, und eine beständigere Regelung seiner Triebe im Sinne der gesellschaftlichen Standarde.⁵⁴

Qualifikationen und Kompetenzen werden als Produkte eines technischen Herstellungsprozesses erkennbar, der durchaus negativ konnotiert als Anpassung beschreibbar ist. Tatsächlich ist es – auch im Kontext der Arte- und Soziefakte – aber ein Lernprozess, den ich im Folgenden aber mit Erschließung bezeichnen werde, um insbesondere den Aspekt der Nutzung von Artefakten einzubeziehen, aus der dann neue Möglichkeiten erwachsen.

Zusammenfassung

Mit dem, was W. Krohn u. a. »Sozialtheorie der Technik« nennen, ist eine auf wenige Aspekte beschränkte, aber dennoch sehr differenzierte Analyse des Kontextes möglich. Die Differenzierung geht über das hinaus, was durch den Ansatz der Komplementarität von Produkt und Prozess möglich ist. Sehr viel deutlicher treten gesellschaftliche Konventionen (Soziefakte) und individuelle Kompetenzen (Kognifakte) in den Vordergrund der technologischen Entwicklung.

Jeder Technisierungsprozess kann damit strukturell als Tripel dargestellt werden. Technische Entwicklung kann dann als Veränderungen der Komponenten *Artefakte*, *Kognifakte* und *Soziefakte* gekennzeichnet und analysiert werden. Es wird ein Artefakt seiner Einbettung in den sozialen Kontext und seine Nutzung entworfen. Jede dem Entwurf folgende Implementierung (als effektive Einführung) ist zugleich ein Test des Entwurfs und bedarf von daher eines *Redesign*. Wesentlich ist, dass diese Veränderungsprozesse nicht gradlinig verlaufen, sondern mit Rückkopplungen. Faktisch greifen i. d. R. mehrere *Artefakte*, *Soziefakte* und *Kognifakte* ineinander.

Die spezifischen Kopplungen, die zwischen *Artefakten*, *Kognifakten* und *Soziefakten* bestehen, sind jeweils lose und veränderlich. Es geht in allen Entwicklungsschritten einer Technisierung immer darum, einen relativ stabilen Zustand im Zusammenspiel der drei Strukturmerkmale zu erzielen. Der Entwicklungsweg einer Technisierung (vgl. hierzu auch Techniknutzungspfad, s. Abb. 2, S. 30) kann durch Anstöße aus allen drei Dimensionen verändert werden.⁵⁵

Um dieses besser analysierbar zu machen, habe ich unter Einbeziehung der *Artefakte*, der *Soziefakte* sowie der *Kognifakte*, die ich unter Bezug auf die obigen Zitate als techni-

54 ebd. S. 328f

55 Die Konsistenz dieses Ansatzes ist anhand verschiedener Fallstudien, auch für den Bereich der Informations- und Kommunikations-Technologien gezeigt worden. Vgl. hierzu: Weyer, J. et al. (Hrsg.): *Technik, die Gesellschaft schafft*. Berlin: Sigma, 1997

sche Produkte auffassen kann bzw. sogar muss, den Prozess der Technikgenese in drei Teilprozesse zerlegt. Auf »Artefakte« sind **Gestaltungsprozesse** bezogen; auf »Soziefakte« Prozesse der **Regulation** und auf »Kognifakte« Prozesse des **Erschließens**. Daraus ergibt sich folgende erweiterte Darstellung des technologischen Dreiecks aus Abb. 5 (S. 84), die ich in Abb. 6 dargestellt habe.

3.2 Grundlagen der Kontextuellen Informatik

Insgesamt wird der Kontext der Informationstechnologien durch diese beiden Zugänge zur »Kontextuellen Informatik« sowohl in seinen strukturellen als auch den prozessualen Merkmalen analysierbar. Damit kann dann ausgehend von wenigen zentralen Kategorien der Grundlagenbereich aufbereitet werden. Damit wird erreicht, dass nicht für jedes Anwendungsgebiet ein neuer Zugang entworfen wird, sondern auf einen Kernbereich Bezug genommen wird, durch den die sozialen Nutzungsbedingungen der Informatik erfasst werden.

Insbesondere ist eine Auswahl grundlegender Inhalte notwendig, da das Fachgebiet bislang durch eine aufzählende Darstellung von Anwendungsgebieten der Informatik »definiert« wird. In »Informatik und Gesellschaft« werden bislang eine Vielzahl von Themen angesprochen und im Wesentlichen techniksoziologisch, philosophisch oder politisch diskutiert.

Diese Problematik ist eine unvermeidliche Folge der Zugänge, die diesen Themenkomplex nur über die ständig wachsende Breite der Anwendungsgebiete erfassen; der Gegenstandsbereich wird nicht benannt und gemeinsame Kernbereiche dieser Themen bzw. Zugänge werden nicht berücksichtigt. Eine jeweils anwendungsspezifische Darstellung des Verhältnisses von Informatik und Kontext führt zu unübersichtlicher Parallelarbeit, gemeinsame Prinzipien der informationstechnologischen Entwicklung können nur schwer erkannt werden. Durch die bestehende Situation wird vor allem ein Einstieg in den Themekomplex Informatik und Kontext erschwert.

M. a. W. werde ich im Folgenden einen Vorschlag unterbreiten, um aus der Vielzahl der im Umfeld von Informatik und Kontext diskutierten Themen Inhalte für einen Grundlagenbereich der »Kontextuellen Informatik« auszuwählen und diese zugleich zu strukturieren. Dieses werde ich im Folgenden darlegen, ohne dass dabei die Unterschiede der beiden Zugänge verwische. Die Inhalte des Grundlagenbereichs, für die Module

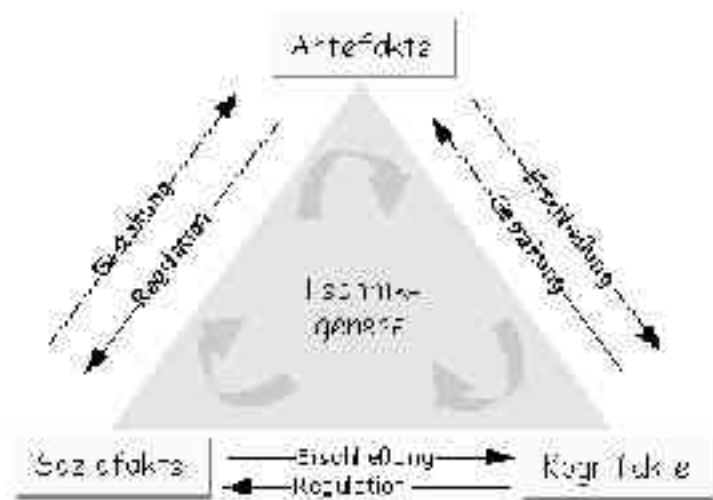


Abbildung 6: Erweiterte Darstellung des technologischen Dreiecks mit den zu den Produkten komplementären Prozessen

und Materialiensammlungen⁵⁶ im Projekt entwickelt worden sind, lassen sich eindeutig dem jeweiligen Zugang zuordnen.

Die beiden Zugänge bzw. das Zusammenspiel dieser Zugänge liefert – wie ich im Folgenden zeigen werde – auf die Auswahl grundlegender Inhalte. Es kann z. B. gesagt werden, welche Gesetze und Normen grundlegend sind. Neben der Kategorie *Technikgenese* (im Inneren des technologischen Dreiecks aus Abb. 6, Seite 88) ergeben sich drei weitere Kategorien aus dem Zusammenspiel der auf die Eckpunkte (= Produkte) bezogenen Prozesse. In der schematischen Darstellung des Grundlagenbereichs in Abb. 7, S. 90 bilden diese Kategorien die Spalten.

Daran anschließend habe ich noch eine weitere Unterscheidung eingeführt. Ich werde die Inhalte, die sich mit Prozessen der Gestaltung befassen, unter der Überschrift *Informatik im Kontext* einordnen und die übrigen unter der Überschrift *Kontext der Informatik*, wodurch die bereits in *Kapitel 1* vorgenommene Unterscheidung präzisiert wird.

Über die »vertikalen« Kategorien hinaus wird (»horizontal«) auch eine fächerübergreifende Integration der Inhalte hergestellt. Dies geschieht über die Begriffe Arbeit, Kultur und Wissen. Diese »horizontalen« Kategorien spiegeln die technikgenetischen Untersuchungsbereiche wider, die für das Projekt »Kontextuelle Informatik« entwickelt wurden, in denen die spezifischen Veränderungen im Bereich der *Arbeitswelt*, die Entwicklung im Bereich der *Kommunikationsmedien* und dem gesellschaftlichen Wandel zur *Informations- bzw. Wissensgesellschaft* beleuchtet werden.

Außerdem ist in der »Sichtweisen-Diskussion« (2.4) deutlich geworden, dass *Arbeit* und *Kultur* zwei Schlüsselbegriffe der Informatik sind, mit denen der Einsatzkontext der Informatik sehr grob gekennzeichnet werden kann. F. Nake oder W. Coy beziehen sich auf »Arbeitstechniken«, während J. Pflüger sich auf »Kulturtechniken« bezieht. F. Nake verweist zwar darauf, dass Arbeit und Kultur sich unter einer einheitlichen Perspektive verstehen lassen. Es handelt sich schließlich jeweils um geistige Tätigkeiten des Schreibens, Rechnens oder der Kommunikation. Darüber hinaus lassen sich auch das Organisieren und Verwalten unter dieser Perspektive fassen.⁵⁷

Zwar fasst F. Nake unter der Überschrift »Kopfarbeit« Medien- und Instrumentgebrauch zusammen. Er vermeidet damit z. B. durch Fokussierung auf Erwerbsarbeit falsche Schwerpunktsetzungen; unterstützen oder ersetzen Informationstechnologien doch nicht nur Arbeitsprozesse, sondern auch Prozesse der Kommunikation, des Schreibens, des Rechnens und damit sog. *Kulturtechniken*.⁵⁸

Allerdings sind F. Nakes Überlegungen kaum geeignet, einen Einstieg in die Thematik der Kontextualität der Informatik zu finden. Sie sind sehr weit weg von der Praxis der Informatik. Sie ist das Ergebnis verschiedener sehr tiefgreifender Beschäftigungen mit dem

56 Für diese »Module« (Materialiensammlungen) existieren neben einer sequenziellen Textversion auch nicht-sequenzielle Zugänge. Diese umfassen Folienpräsentationen, die mit Text- und Audio-Annotationen ausgestattet sind. Zugänge zu den Inhalten sind aber auch über Kurztexpte (»Abstract«), über Navigationskarten und über Aufgaben möglich.

57 Vgl. hierzu [Janich (1993) S. 59ff

58 Auf diese Sammel-Bezeichnung (s. a. Fußnote auf Seite 66) werde ich im Zuge der bildungspolitischen Überlegungen zu einer *Informatischen Bildung* (5.2.2) noch zurückkommen.

Wesen der Informatik. Diese ist so aber z. B. einer Einführung nicht zugänglich, da bei den verschiedenen Bezugspunkten und -kontexten das Gemeinsame und Verbindende z. T. nur schwer erkennbar sind.

Ein solcher Einstieg muss daher über die Unterschiede der Begriffe *Arbeit* und *Kultur* und den damit konnotierten Wörtern (und Metaphern) wie z. B. Werkzeug und Maschine (im Bereich der Arbeitstechniken) bzw. Medien, Kommunikation, Schrift und Rechnen (im Bereich der Kulturtechniken) erfolgen. Mit diesen (Schlüssel-)Begriffen sind Ankerpunkte für die Analyse benannt, mit denen eine Vielzahl von Anwendungen geklammert werden, mit der eine Charakterisierung des Anwendungskontextes möglich ist. Dabei muss man sich aber zugleich darüber im Klaren sein, dass die mit den Begriffen zusammenhängenden Zuschreibungen (Medien und Werkzeug) nicht das Ergebnis sondern ein Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen sind.

Daher scheint es mir für die Einführung in die »Kontextuelle Informatik« unabdingbar zunächst Arbeitstechniken und Kulturtechniken zu trennen. Die Unterstützung von Arbeitsprozessen und die Unterstützung der Kulturtechniken sind zwei unterschiedliche Techniken, bei denen unterschiedliche Faktoren und Prinzipien eine Rolle spielen. Mit der Allgegenwärtigkeit der Computertechnologien durch weltweite Netze rückt zu diesen Bereichen der Technik auch der Bereich der Wissenstechniken in das Zentrum. Diese nur sehr grobe Kategorisierung dient zwar nicht der vollständigen Abdeckung der Anwendungen, sondern dem Versuch die Grundlagen der Kontextualisierung aufzubereiten.

Zugänge:	Komplementarität von Produkt und Prozess			Sozialtheorie der Technik
Techniken	Gestaltung/ Erschließung	Regulation/ Gestaltung	Erschließung/ Regulation	Technik genese
Arbeit Maschinen Werkzeuge	Partizipative Systementwicklung	Arbeitsschutz/ Ergonomie	Berufsausbildung	Arbeitsprozesse
Kultur Schrift Rechnen Medien Kommunikation Kooperation	Gestaltung interaktiver Medien	Datenschutz/ Informationelle Selbstbestimmung Netiquette TK-Gesetze	(allgemeine) Bildung/ (Hoch-) Schule	Kommunikationsmedien
Wissen Instrumente Dienste	Systementwicklung als Anpassung	Patentrecht Copyright	Fachgesellschaften/ Verantwortung	Wissensgesellschaft
	»Informatik im Kontext«		»Kontext der Informatik«	

Abbildung 7: Grundlagen der Kontextuellen Informatik (schematisch)

Insgesamt ergeben sich drei Kategorien von Techniken, auf die Informationstechnologien im Wesentlichen bezogen sind: die **Arbeitstechniken**, die **Kulturtechniken** und die **Wissenstechniken**. Dieser Versuch das Einsatzumfeld der Informatik zu beschreiben bietet

zugleich Anknüpfungspunkte für die Nutzungsmetaphern »Medium«, »Werkzeug«, »instrumentelles Medium«. Damit können dann in dem aus diesen Kategorisierungen entstandenen Schema (s. Abb. 7) Inhalte eingeordnet werden, die zugleich den Grundlagenbereich für die Lehre in »Kontextueller Informatik« aufspannen.⁵⁹ Die Zuordnung der Inhalte werden ich nun im Folgenden begründen und erläutern.

»Technikgenese«

Die Module, die sich mit der technikgenetischen Analyse befassen, nehmen den Prozess des gesellschaftlichen Wandels in den Blick, der durch die technologische Entwicklung zumindest mitbeeinflusst wird. In diesen Materialiensammlungen wird eine Außenposition zur Informatik eingenommen; sie sind dem *Kontext der Informatik* zuzuordnen. Dabei geht es – anders als in den Modulen einer *Informatik im Kontext* – nicht um konkrete Kriterien für die Gestaltung von Informatiksystemen, sondern um die begriffliche Beschreibung der Phänomene und des Zusammenspiels der zentralen Strukturmerkmale.

Die zentralen Prinzipien im Bereich der *Arbeitsprozesse* werden mit den Begriffen Rationalisierung und *Emergenz* (im Sinne der Entfaltung bzw. des Auftretens neuer Qualitäten) gefasst.⁶⁰ Durch die Nutzung von Artefakten werden also Arbeiten effektiviert bzw. effizienter gestaltet; dadurch kann es aber zugleich (im Zuge der z. B. Zeitersparnis) zur Entfaltung neuer Möglichkeiten kommen.

Die Perspektive auf die Entwicklung der »Kulturtechniken«, die auch immer Elemente kultureller Arbeit enthält, ist eine andere. Dazu werden hier Instrumente (bzw. Werkzeuge)⁶¹ und Medien voneinander unterschieden. Diese Unterscheidung wird aber als Frage des Gebrauchs und nicht des Artefakts verstanden. Ein und dasselbe technische Artefakt kann zugleich Instrument (bzw. Werkzeug) und Medium sein. *Instrumente (und Werkzeuge)* werden als Mittel zur Bearbeitung von etwas (Gegenständlichem) gekennzeichnet und von *Medien* wird gesprochen, wenn deren Übertragungs- bzw. Übermittlungsleistung im Vordergrund steht.

Die Perspektive der »Informations-« oder »Wissensgesellschaft« beinhaltet dann auch Aspekte der *Arbeitstechniken* sowie der *Kulturtechniken*, bietet zugleich aber eine Projektion in die nähere Zukunft. Es wird zukünftig vor allem um die Frage gehen, wie die Qualität von Informationen und Wissen in der Wissensgesellschaft sichergestellt werden kann. Dies hat insbesondere Auswirkungen auf die *Erzeugung* wissenschaftlicher Erkenntnisse.

59 Es wäre Inhalt eines weiteren Forschungsprojektes herauszufinden, ob dieses auch als Grundlage für Forschungen im Bereich »Kontextueller Informatik« nutzbar ist. Es scheint einiges dafür zu sprechen.

60 Küppers, G.; Krohn, W. (1992): *Selbstorganisation. Zum Stand einer Theorie in den Wissenschaften*. In dies.: (Hrsg.) *Emergenz: die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung*. Frankfurt: Suhrkamp

61 In Bezug auf Arbeitstechniken würde ich [D. E.] gerne von *Werkzeug* sprechen; in Bezug auf die Kategorie Wissenstechniken von *Instrumenten* (s. Abb. 7, S. 90). Dies wird im Modul zu den Kommunikationsmedien allerdings anders unterschieden.

»Erschließung/Regulation«

Die Kategorie »Erschließung/Regulation« ist einerseits dem Zugang der »Komplementarität von Produkt und Prozess« zugeordnet, da diese Inhalte im Wesentlichen mit dieser Sichtweise auch verknüpft sind, müssen aber – da sie nichts über die Gestaltung von Informatiksystemen aussagen – auch dem Bereich des Kontextes der Informatik zugeordnet werden. Denn hier wird das Zusammenspiel der Institutionen und ihrer jeweiligen Rolle in den Prozessen der Technisierung und den damit verbundenen Erschließungsprozessen beschrieben. Dabei geht es vor allem um Fragen der Bildung und damit um die Frage der Organisation von Lernprozessen. Im Bereich der Kulturtechniken geht es um Allgemein- und Hochschulbildung.⁶² Im Bereich der Arbeit geht es dann um die berufliche Bildung.

Zu dieser Kategorie gehört aber auch die Frage nach der Verantwortung. Diese wird im Kontext mit der Rolle der Fachgesellschaften untersucht, da diese i. d. R. entsprechende Codices veröffentlichen und diese Codices auch auf das Zusammenspiel von Regulation und Erschließung abzielen. Die „ethischen Richtlinien“ enthalten einen Hinweis darauf, dass sie einer stetigen Weiterentwicklung bedürfen.⁶³ Diesen Bereich der Verantwortung haben wir dem Bereich Wissen zugeordnet, da Verantwortung sich für uns vor allem als eine Frage der Kompetenz darstellt, die zwar inhaltsübergreifend ist – wie z. B. J. Pflüger ausgeführt hat –, aber einen eigenständigen Raum benötigt und unverzichtbarer Bestandteil einer »Kontextuellen Informatik« ist.

»Regulation/Gestaltung«

In der Kategorie »Regulation/Gestaltung« sind die wesentlichen gesetzlichen und normativen Grundlagen versammelt, die für die Gestaltung von Informatiksystemen relevant sind. Bei diesen Inhalten ergibt sich eine Zweiteilung. Während die Regelungen aus dem Bereich des Datenschutzes und des Arbeitsschutzes nach dem Prinzip der *Ordnungsmäßigkeit* gestaltet sind, gilt dies für die Telekommunikationsgesetze (TK-Gesetze) für den Bereich des Copyrights und des Patentrechts nicht.

Im Bereich der Kulturtechniken wird zwischen rechtlichen Regelungen, die auf Individuen bezogen sind (Datenschutz/Recht auf informationelle Selbstbestimmung), sowie auf Kooperation und Kommunikation bezogene Regelungen (TK-Gesetze, Netiquette) unterschieden. Dass Patentrecht und Copyright mit *Wissen* und Arbeits- und Gesundheitsschutz im Wesentlichen mit *Arbeit* zu tun hat, bedarf keiner ausführlichen Erläuterung.

Mit den DIN-Kriterien konnten zumindest Maßstäbe für eine Bewertung von Informatiksystemen vorgelegt werden. Die DIN-Kriterien lauten nach EN/ISO 9241 Teil 10:

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Erwartungskonformität

62 Diese Arbeit befasst sich mit diesen Fragen des Wechselspiels von Erschließung und Regulation im Bereich der allgemeinen Bildung und der Hochschulbildung.

63 <http://www.gi-ev.de/verein/struktur/index-ethik.html> (Stand: 11. Juli 2003) Art. 14

- Fehlerrobustheit
- Individualisierbarkeit
- Lernförderlichkeit⁶⁴

Zur Umsetzung dieser Kriterien werden zwar jeweils Beispiele genannt. Diese Grundsätze zur Dialoggestaltung sind allerdings

nicht so gestaltet, dass sich daraus konstruktive Hinweise auf die Gestaltung ableiten lassen.⁶⁵ Dies ist der Ansatzpunkt, warum R. Keil-Slawik

Präsentation	Interaktion	Konvention
Prägnanz • Grafik • Text • Farbe	Rückmeldung	Systemkonsistenz
	Eingabeminimalität	Plattformkonformität
	Beeinflussbarkeit	Aufgabenkonformität
Strukturiertheit	Ausführbarkeit	Kulturelle Kohärenz
Lokalität	Anpassbarkeit	
Orientierbarkeit	Flexibilität	

Abbildung 8: Kriterien zur Reduzierung erzwungener Sequenzialität

einen Ansatz entwickelt hat, in dem die Informatiksysteme eben nicht als Dialogpartner verstanden werden sondern als Hilfsmittel (Medium, Instrument, Werkzeug) im Kontext geistiger Tätigkeiten, die auch immer eine handwerkliche Komponente haben, die insofern technisch sind als dass sie auf Gegenständliches (d. h. mindestens auf Zeichen) bezogen sind. Damit muss etwas zur Rationalisierung der Informationstechnologien ausgesagt werden. Dies ist dann aber Teil des Zusammenspiels der Prozesse von Gestaltung und Erschließung.

»Gestaltung/Erschließung«

In der Kategorie »Gestaltung/Erschließung« sind dann die Inhalte untergebracht, in denen Inhalte aus der Software-Technik und der Software-Ergonomie unter Perspektive der Verschmelzung Lern- und Designzyklen betrachtet werden. Diese Module setzen auf der Komplementarität von Produkt und Prozess auf. Die Zuordnung der Inhalte zu den Techniken begründen sich wie folgt:

Unter der Überschrift *Gestaltung interaktiver Medien* wird es anknüpfend an Untersuchungen zur Rolle der Kulturtechniken bei der Unterstützung geistiger Tätigkeiten Hinweise auf die Gestaltung interaktiver Medien ergeben: Informatiksysteme sind technische Systeme, deren Aufgabe es ist, Tätigkeiten so zu unterstützen, dass eine Effektivierung stattfindet. Diese kann sich entweder als Rationalisierung oder als Entfaltung neuer Möglichkeiten zeigen.

Dazu muss man zwischen technischen und anderen Aufgaben im Kontext geistiger Tätigkeiten unterscheiden. Dies kommt im Konzept der *Medienfunktionen* zum Ausdruck, bei denen auf einer elementaren – sowohl R. Keil-Slawik als auch T. Hampel schreiben primären – Ebene technische Funktionen zum Ausdruck kommen. Im individuellen Bereich sind durch das *Erzeugen*, das *Löschen*, das *Arrangieren* und *Verknüpfen* von (Medien-)

64 DIN EN ISO 9241 - 10: 1996-07. Beuth Verlag, Berlin

65 Keil-Slawik (1990) S. 82 unter Bezug auf Dzida, W.: *The Development of Ergonomic Standards*. SIGCHI Bulletin; Vol. 20, No. 3; January, 1989; S. 40

Objekten elementare (primäre Medien-)Funktionen benannt.⁶⁶ Für den kooperativen Bereich hat T. Hampel *übertragen*, *zugreifen* und *synchronisieren* als *primäre Medienfunktionen* gefunden.⁶⁷ Komplexere Funktionen lassen sich aus diesen elementaren Funktionen zusammensetzen.

Die Kriterien zur „Reduzierung erzwungener Sequenzialität“ (s. Abb. 8) präzisieren diese Sichtweise in Bezug auf die Gestaltung von Objekten zur (Re-)Präsentation, zur Interaktion und in Bezug auf die (Handlungs-)Konventionen im Umgang mit den Objekten. Im Unterschied zu KI-orientierten Sichtweisen wird damit beschrieben, was der Rationalisierung durch Informatiksysteme zugänglich ist: Es sind die handwerklichen bzw. allgemeiner physischen Tätigkeiten im Umgang mit Gegenständen und Zeichen. Die Arbeit mit Medien ist durch Handlungssequenzen geprägt, die z. T. durch die Benutzung des Mediums bzw. des technischen Artefakts erzwungen sind. Diese Sequenzen sollen durch die Gestaltung des Systems möglichst weit reduziert werden.

Diese Überlegungen führen dann auch zum Problem des Umgangs mit Fehlern und deren unterschiedlicher Bedeutung im biologischen und im technischen Bereich. Während man im biologischen Bereich eine fehlerfreundliche Umgebung vorfindet, ist man bestrebt Fehler im technischen Bereich auffällig zu machen, um sie zukünftig zu vermeiden. Nutzer machen Fehler. Diese sind Übungen in der Kompetenz bzw. und keine Störung im System. Dies ist aber nur eine Seite der Medaille.

Die andere Seite betrifft das technische Artefakt, das nur schwer fehlerfrei zu implementieren ist. Schätzungen besagen, dass auf 1000 Zeilen Programmcode mindestens ein Fehler kommt, so dass man gerade für Software neben der Verifikation (Zusicherung) der Korrektheit andere Verfahren benötigt. Das systematische Testen ist hier von besonderer Bedeutung.

Daran wird im Modul *Gestaltung als Anpassung* angeknüpft. Dieses ist dem Bereich der Wissenstechniken zugeordnet, da es dort um zwei Sachverhalte geht, die eng mit *Wissen* zusammenhängen. Dies ist zum einen die Frage nach der Rolle von Fehlern und zum anderen mit der von C. Alexander vorgeschlagenen Unterscheidung von *selbstbewussten* und *nicht-selbstbewussten Gestaltungsprozessen*.⁶⁸ Erstere erweisen sich als innovativ aber weniger leicht anzupassen. Dies wiederum führt zu der These, dass nicht die Technik evolviert sondern das Wissen über die Technik. Daraus ergeben sich dann Schlussfolgerungen für die Entwicklung verlässlicher Systeme und Grenzen für die automatisierte Systementwicklung.

Um Fehler herauszufinden, benötigt man realistische Testszenarien und Testumgebungen, die z. T. schon (siehe zyklische Software-Entwicklungsmodelle) in die Entwicklungsphase integriert werden. Allerdings muss man beim Testen darüber im Klaren sein, dass man damit lediglich die Anwesenheit, aber nicht deren Abwesenheit feststellen kann (E. W. Dijkstra).

Gemäß der vorgeschlagenen Unterscheidung von Produkt und Prozess ist es gerade die »Stärke« einer Maschine, dass sie sich wiederholende und sinnfreie Aufgaben, bei de-

66 Keil-Slawik (2000)

67 Hampel (2002) S. 44ff

68 Alexander, C.: *Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press Cambridge (Ma.) London. 1964

nen man nichts mehr hinzulernen muss, erledigen.⁶⁹ Dieser Determinismus ist von entscheidender Bedeutung. Von einem Werkzeug, einer Maschine oder einem Automaten verlangt man in der Regel, dass sie nicht nur *korrekt*, sondern auch *zuverlässig*, *verlässlich* und *sicher* funktionieren.

Man wird einem System *Zuverlässigkeit* attestieren, wenn man mit der Modellierung alle möglichen Zustandskombinationen erfasst hat. Werkzeuge und Simulationen können die Modellierung unterstützen. Voraussetzung hierfür ist, dass die modellierte Situation analysierbar und über den Analyse- und Einsatzzeitraum hinaus stabil sein muss.

Verlässlichkeit ist dann gegeben, wenn man alle Rahmenbedingungen des Einsatzkontextes ordnungsgemäß verarbeiten kann. D. h. die Probleme der Handhabung, der Effizienz und der Ausnahmebehandlung müssen gelöst sein. Erfahrungen aus dem Bereich militärischer Frühwarn- und Entscheidungssysteme zeigen, dass letztlich der Mensch entscheiden können muss.

Einem System wird man nur dann das »Prädikat« *Sicherheit* zuschreiben, wenn es keine Konstellationen im Einsatzumfeld gibt, die bei korrekt ablaufenden Funktionen zu Katastrophen führen. Sicherheit hängt damit von der jeweils gesetzten Zielvorstellung ab und davon, ob bzw. inwieweit die Technik der Realisierung dieser Zielvorstellungen wirklich dient.

Unter der Überschrift *Partizipative Systementwicklung* geht es dann um Ansätze einer andernorts auch »sozialorientiert« genannten Systemgestaltung, die nicht zufällig unter Einfluss der Gewerkschaften entstanden sind. Nachdem in der Folge der »Software-Krise« systematische Modelle des Software-Engineering entwickelt worden waren, ist auch im nicht-militärischen Umfeld deutlich geworden, dass diese Ansätze nicht ausreichend sind. Die Beteiligung (Partizipation) der Nutzer (i. d. R. der Arbeitnehmer) ist insofern für die Einbettung der Systeme in die Arbeitsprozesse von entscheidender Bedeutung. Daher habe ich dieses dem Bereich der Arbeit zugeordnet.

3.3 Zentrale Prinzipien der Informatisierung

Zu den genannten Inhalten im Grundlagenbereich der »Kontextuellen Informatik« (s. Abb. 7, S. 90) lassen sich einige grundlegende Prinzipien der Informatik herausarbeiten. Um diese zu strukturieren, so dass es nicht bei einer aufzählenden Darstellung bleibt, greife ich auf die Abb. 3 (S. 62) zurück, in der der Prozess der Systemgestaltung in drei Phasen aufgeteilt wird. Diese Darstellung ist in der Abb. 9 modifiziert und enger auf die Praxis der Informatik bezogen. Außerdem habe ich den »Phasen« (Modellierung, Implementierung und Evaluation) eine wesentliche Methodik zugeordnet.

Dabei kann *Implementierung* als die Phase identifiziert werden, in der insbesondere Prinzipien der sog. »Kerninformatik« gefunden werden können. *Modellierung* und *Evaluation* sind dementsprechend die Phasen, in denen auch Prinzipien der »Kontextuellen Informatik« zu finden sind. Entsprechend werde ich die zentralen Prinzipien auch in diesen Phasen studieren.

69 Auch v. Neumann verweist – wie in (2.3.2) bereits zitiert – auf diesen Unterschied von Mensch und Maschine.

Evaluation

Wie in anderen technischen Disziplinen auch gibt es in der Informatik außerfachliche Bewertungen zur Sozialverträglichkeit (vgl. hierzu die »Def.« der Ingenieurwissenschaften auf S. 48 dieser Arbeit). Insofern unterscheidet sich die Informatik nicht von anderen technischen Disziplinen. Auch sie hat massive Auswirkungen auf die Gesellschaft. Daraus resultieren dann auch Anforderungen, die an Systeme gestellt werden müssen, die über den (formalen) Beweis der Korrektheit hinausgehen. Diese betreffen dann die Zuverlässigkeit des Systems, aber auch die Ordnungsmäßigkeit.

Allerdings ist die Beschäftigung mit dem Kontext für die Informatik – wie gezeigt – sehr viel wichtiger so dass die Evaluation Teil des Entwicklungsprozesses geworden ist und einen direkten Einfluss auf die Gestaltung bzw. die Modellierung hat. Evaluation ist damit ein zentraler Inhalt der »Kontextuellen Informatik«, insbesondere im Bereich der »sozialorientiert« genannten Methoden der Software-Technik, bei denen die Bewertung des Systems durch die Nutzer ein wesentlicher Bestandteil ist. Die Notwendigkeit zu einer solchen Evaluation ergibt sich aus der Vielzahl der Alternativen, zwischen denen bei der Modellierung eine Auswahl getroffen werden muss. Bei dieser Auswahl können zudem Design-Konflikte bestehen, die z. T. nur vor dem Hintergrund des Kontextes aufgelöst werden können. Es gibt keinen »one-best-way« der Modellierung.

Es geht in der Informatik aber nicht nur um die Entwicklung eines Modells bzw. einer Theorie. Es geht vor allem um eine effektive Implementierung (und damit um eine Maschinsierung bzw. Automatisierung) des Modells in einer Software, deren Einbettung in den Kontext dann auch Grundlage der Bewertung (Evaluation) ist.

Aber nicht erst bei der Realisierung komplexer Systeme, sondern schon bei der Auswahl eines Sortieralgorithmus müssen Überlegungen zur Evaluation angestellt werden, ob man einen Algorithmus auswählt der im allgemeinen oder im schlimmsten Fall gutes Laufzeitverhalten hat (Speicher vs. Laufzeit). Bei der Modellierung der Daten- und Objektstrukturen stellt sich zudem das Problem der effizienten Speicherung und damit die Frage der Beschreibungskomplexität. In diesem Zusammenhang gibt es eine Vielzahl von Strategien und Phänomenen, die für die Informatik kennzeichnend sind. Diese *formalen* Methoden der Evaluation sind daher auch in der Kerninformatik zu Hause. Insgesamt gibt es eine Vielzahl von Strategien zur Evaluation, denen aber kein gemeinsames Prinzip zugrunde liegt. Dies ist für die Phase der Modellierung anders.

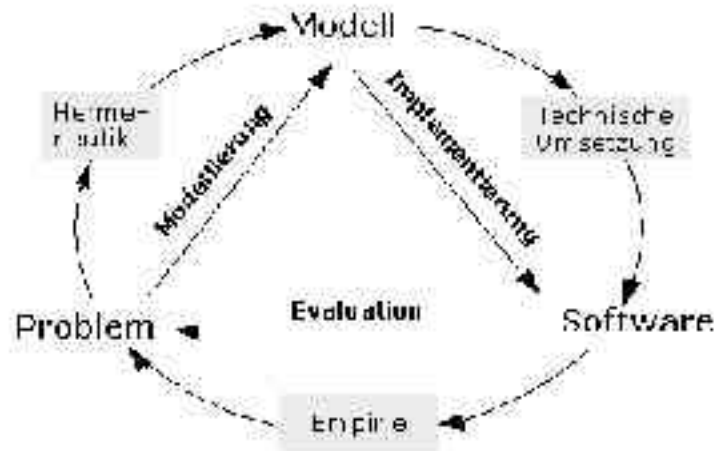


Abbildung 9: Modifizierter Zyklus der Software-Entwicklung

Modellierung

So ist ein zentrales Prinzip der Modellierung das, was mit *Ordnungsmäßigkeit* überschrieben ist.

Ordnungsmäßigkeit

Ordnungsmäßigkeit bezieht sich insbesondere auf die Berücksichtigung von Rechten des Arbeits- und Persönlichkeitsschutzes, die notwendige (gesetzliche) Voraussetzung bei der Gestaltung von Informatiksystemen ist. Es gilt also – auch wenn dieses nicht allgemein anerkannt wird – von Beginn an bei der Systementwicklung auf Aspekte des Arbeitsschutzes einzugehen.

D. h. aber auch, dass man sich über die DIN-Kriterien (S. 92) hinaus, die zwar eine Bewertung ermöglichen, aber keine konstruktiven Hinweise auf die Gestaltung bzw. Modellierung liefern, nach Maßstäben zur Bewertung und zur Herstellung von Software orientieren muss, wie dies z. B. in den Kriterien zur *Reduzierung erzwungener Sequenzialität* (vgl. hierzu Abb. 8, S. 94) vorgeschlagen ist.

Eng mit diesem Kriterium zusammenhängend haben R. Keil-Slawik u. a. bspw. das Phänomen des *Medienbruchs*⁷⁰ entdeckt. Medienbrüche sind solche Wechsel von Medien, die durch Gestaltung und die Eigenschaften der Medien bestimmt werden. Wenn man z. B. die handschriftlichen Notizen zu einem Protokoll weiterverarbeitet, überträgt man diese von einem Medium ins andere. Dies führt zu der Überlegung, ob der effektive und effiziente (rationelle) Einsatz computergestützter Technologien nicht darin liegen könnte, dass man vor allem nicht-sequenzielle und verschiedene mediale Formen integrierende Medien (Hyper- bzw. Multimedia) miteinander kombiniert und damit Medienbrüche reduziert. Ziel müsste dann sein, Infrastrukturen aufzubauen, die durch ein hohes Maß an Vernetzung bieten, um verschiedene Medien integrieren.

Dies führt aber auch dazu, den Prozess der Modellierung noch eingehender zu untersuchen und Charakterisierungen, d. h. wesentliche Prinzipien zu finden. M. E. kann man diesbezüglich, *statische* und *dynamische* Modellierungen unterscheiden. Die *dynamischen* Prinzipien der Modellierungen habe ich mit *Interaktivität* überschreiben; die *statischen* mit *Digitalisierung*.

Digitalisierung

Unter dieser Überschrift geht es nicht nur darum die verschiedenen Medien als Folge von Nullen und Einsen zu speichern $\{0,1\}^*$, sondern vor allem darum über eine textuelle Beschreibung verschiedener Medien bzw. Informationsquellen dazu zu kommen. Nicht nur Texte, sondern auch Grafiken, bewegte Bilder und Töne werden textuell beschrieben.

Multimedia ist die Kombination beliebig verschiedener Medien auf der Plattform eines einzigen, digitalen Mediums, auf die alle anderen Medien abgebildet werden. Inhaltliche Ausprägungen und Verkörperungen dieser Ideen sind Daten- und Dateiformate.

70 Vgl. hierzu Engbring, Keil-Slawik, Selke (1995) S. 16

Darüber hinaus lassen sich Digitalisierungen auch in Bezug auf die Vernetzung in Form von *Protokollen* finden.

Die Integration muss dann (vgl. die technologischen Dreiecke aus Abb. 5 und 6) auf der Basis von Standards, Quasi-Standards (m. a. W. Soziefakte) erfolgen. Solche nicht-proprietären Standards sind im Bereich des immer noch dynamisch wachsenden Multi-medienbereichs eher selten. Zudem ist es nötig, den Einsatz solcher Technologien zu erlernen (s. Kognifakte). Lern- und Designzyklen sind sehr eng miteinander verbunden.

Mit dem Prinzip der Medienintegration, die mit der textuellen Beschreibung des Kontextes und ihrer Verarbeitbarkeit auf der Grundlage von *Digitalisierungen* beruht, ist ein zentrales Moment der Informatisierung genannt. Diesbezüglich gibt es in der Informatik eine Vielzahl an Formaten und damit von Quasi-Standards, die vor allem durch die Marktmacht des Microsoft-Konzerns gesetzt werden, die die Entwicklung der Informationstechnologien mindestens ebenso bestimmen wie gesetzliche Vorschriften.

Neben solchen *statischen Modellierungen* gibt es *dynamische*, d. h. den Ablauf und die Interaktion betreffende Modellierungen. In Bezug auf diese dynamischen Modellierungen werde ich – insbesondere nach den Überlegungen zu den Besonderheiten von Software – von der *Interaktivität* oder m. a. W. der *Unvollständigkeit* (der Modellierung) ausgehen.

Interaktivität: Unvollständigkeit

Neben *Algorithmisierung* eines Vorgangs, die mit der *vollständigen Automatisierung* einhergeht, tritt mit der *Interaktivität* (als unvollständige) Automatisierung ein weiteres, sehr wesentliches Prinzip moderner Informationstechnologien. Damit wird zugleich aber auch eine Bewertung des Rationalisierungseffekts notwendig, die den Kontext mitberücksichtigt. Dieses ist das wesentliche Ergebnis der Adaption des Konzepts der *Interaction Machine* à la P. Wegner (2.3.2).

P. Wegner betont, dass man mit der Gestaltung der *Interaktivität* endgültig von der imperativen Programmierung zur objektorientierten Programmierung übergehen müsse. Statt also Algorithmen und Datenstrukturen zu entwerfen, geht es um die Gestaltung von Objekten und Methoden, mit denen auch jeweils bereits die *Interaktion* mit dem Nutzer einbezogen wird. Dies hat zur Konsequenz, dass man von Systemen mit graphischen Objekten und deren Manipulation ausgehen sollte, da dort die Orientierung an Objekten am ehesten deutlich wird.

Deswegen war und ist es so wichtig, die Komplementarität von *Produkt* und *Prozess* bzw. *Struktur* und *Wirklichkeit* zu betrachten (3.1.1). Daher ist es nicht möglich, das Verhalten der Nutzer als (Turing-Maschinen-)berechenbar zu modellieren. Man sollte aber stattdessen davon ausgehen, dass man es mit selbstorganisierten, unumkehrbaren, intuitiven und einer relativen Semantik unterliegenden Prozessen zu tun hat.

Mit dieser kurzen Übersicht, die ich in der Abb. 10 noch einmal zusammengestellt habe, über zentrale Prinzipien der Informatisierung können die Informationstechnologien quer zur Systematik der Kerninformatik, aber auch der »Kontextuellen Informatik« charakterisiert werden.

Design-Alternativen /
 Gestaltung & Konflikte

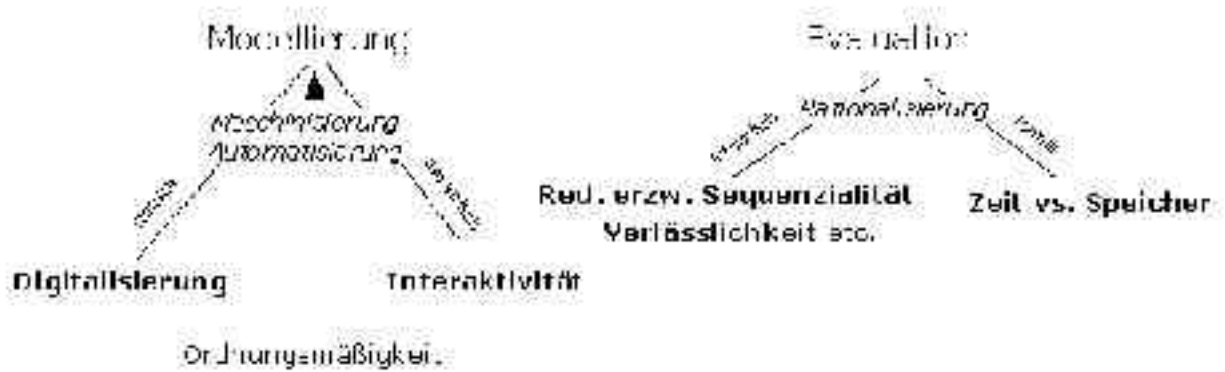


Abbildung 10: Eine Übersicht über zentrale Prinzipien der Informatisierung

Ich werde nun im folgenden zweiten Teil dieser Arbeit untersuchen, ob und wie diese Prinzipien, Begriffe und Strukturen der »Kontextuellen Informatik« geeignet sind, eine Einführung in die Informatik zu gestalten. Die Ausgangshypothese dieser Arbeit lautet, dass dieses möglich ist, da es sich bei den hier genannten Prinzipien, Begriffen und Strukturen um in der didaktischen Diskussion sog. »fundamentale Ideen« handelt. Dieses werde ich zu Beginn des zweiten Teils im folgenden Kapitel studieren.

Teil Zwei

Nachdem ich im ersten Teil den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« und vor allem auch die Beweggründe einen solchen Ansatz zu entwickeln ausführlich dargestellt habe, werde ich mich nun dem eigentlichen Ziel dieser Arbeit widmen. Ich werde untersuchen, ob der vorgelegte Ansatz einer *Informatik im Kontext* auch einen Beitrag leisten kann, aus einer Nutzungsperspektive in zentrale Inhalte der Informatik einzuführen.

Als Anhaltspunkt für die Plausibilität dieser Hypothese habe ich einen Bezug zur »Informatischen Bildung« hergestellt. Auch dort steht man vor dem Problem, die Phänomene aus dem Anwendungskontext mit Inhalten der Kerninformatik so zu verbinden, dass über die konkrete Beschäftigung mit Anwendungen hinaus ein allgemeines Verständnis der Informationstechnologien entwickelt werden kann.

Es stellt sich die Frage, ob bei den in *Kapitel 3* genannten grundlegenden Begriffen, Strukturen und Prinzipien um in der fachdidaktischen Diskussion sog. »fundamentale Ideen« handelt, mit denen z. B. Aussagen darüber getroffen werden können, was das Typische oder Exemplarische von Anwendungen der Informatik ist. Dieses werde ich in *Kapitel 4* untersuchen.

Dabei wird allerdings deutlich, dass aus einem noch so gut begründeten Kanon oder Katalog *fundamentaler Ideen* noch kein Zugang zum Fach selbst gewonnen werden kann. Daher werde ich in *Kapitel 5* zeigen, dass »Informatische Bildung« auch auf eine *Informatik im Kontext* abzielt. Im Unterschied zu den übrigen Inhalten des Informatikunterrichts (Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Betriebssysteme etc.) konnte bislang aber nicht auf Inhalte der Hochschullehre zurückgegriffen werden. Mit der »Kontextuellen Informatik« steht nunmehr ein solcher Ansatz zur Verfügung.

Diesen Ansatz werde ich in *Kapitel 6* nutzen, um die vorliegenden Ansätze zu einer »Didaktik der Informatik« zu untersuchen. Damit werde ich zeigen, dass aktuelle Ansätze sich auf (Teil-)Aspekte einer *Informatik im Kontext* beziehen, ohne dass sie diese aber konstruktiv umsetzen. Auf der Grundlage dieser fachdidaktischen Ansätze und dem Ansatz einer *Informatik im Kontext* kann dann ein Zugang gefunden werden, mit dem aus einer Anwendungsperspektive in grundlegende und zentrale Inhalte der (Kern-)Informatik eingeführt werden kann.

In der didaktischen Aufbereitung in *Kapitel 7* werde ich anknüpfend an die Erkenntnisse, die ich in Bezug auf »Informatische Bildung« gesammelt habe, Bausteine vorlegen, die für Veranstaltungen zur Einführung in die Informatik genutzt werden können, mit denen an die Erfahrungen im Umgang mit Computern angeknüpft wird und in Bezug auf die damit einhergehenden (informations-)technischen Phänomene Aufklärung betrieben wird. So kann dann sukzessive in die Informatik eingeführt werden.

Kapitel 4 Universelle und zentrale Ideen der Informatik

Die im vorangegangenen *Kapitel 3* genannten grundlegenden Begriffe sowie die zentralen Strukturen und Prinzipien charakterisieren die Informatik, ohne dass sie die Fachsystematik widerspiegeln. In diesem Kapitel werde ich daran anknüpfend der Frage nachgehen, ob es sich dabei um in der fachdidaktischen Diskussion sog. »fundamentale Ideen« handelt und welche Bedeutung diesen beizumessen ist, um einen Zugang zur Informatik zu erhalten. Dazu kann ich vor allem auf die Vorarbeiten von A. Schwill¹ zurückgreifen.

Wohl kaum ein anderes Konzept der »Didaktik der Informatik« hat so viel Zustimmung erfahren wie diese *fundamentalen Ideen der Informatik*. Sie gelten spätestens seit ihrer Veröffentlichung im Informatik-Duden² als gesetzt. Eine ausführliche Würdigung dieses Ansatzes ist daher angezeigt.

A. Schwill hat mit seinen *fundamentalen Ideen der Informatik* der »Didaktik der Informatik« einen wichtigen und notwendigen Impuls gegeben. Durch seinen Bezug auf ein Konzept, das vor allem in der Didaktik der Mathematik rezipiert wird, hat er einen Beitrag zur Diskussion um die Grundlagen des Informatikunterrichts geleistet. A. Schwill ist es ohne Zweifel gelungen, die Grundlagen für den algorithmenorientierten Ansatz zu finden. F. Eberle schreibt hierzu:

Insgesamt liefert die Heuristik [als solche kennzeichnet F. Eberle das noch genauer darzustellende Vorgehen, D. E.] Schwills wertvolle Hinweise zum Finden stabilerer Inhalte der ITB.³

Die *fundamentalen Ideen der Informatik* bieten mithin die Möglichkeit kerninformatische Grundlagen der Informatischen Bildung zu bestimmen, die unabhängig von der technologischen Entwicklung (z. B. im Bereich *Programmiersprachen* und *Compilerbau*) und der wissenschaftlichen Entwicklung sind. Dieses Ergebnis der Forschungen von A. Schwill macht das Konzept *fundamentaler Ideen* interessant für meine Arbeit, da es ein wesentliches Ziel meiner Arbeit ist, eine entsprechende Fundierung der »Kontextuellen Informa-

1 [Schwill (1993)] bietet den besten Überblick zu diesem Ansatz.

2 Seit der Ausgabe aus dem Jahr 1993 findet sich unter dem Stichwort »Informatik« die Ideen-Sammlung A. Schwills, die er als einer der beiden Autoren mit V. Claus dort hineinschreiben kann, ohne dass ein Lektor des Wissenschaftsverlages dieses begutachtet hätte.

3 Eberle (1996) S. 241. ITB steht für Informationstechnische Bildung, ist aber nahezu identisch mit dem bildungspolitischen Konstrukt der Informatischen Bildung.

tik« zu erhalten, um damit Einführungen in die Informatik zu gestalten, die aber über die »Kerninformatik« hinausreichen. Eine Diskussion bzw. eine solche konzeptionelle Weiterentwicklung dieses Ansatzes hat bislang aber nicht stattgefunden.⁴ Die *fundamentalen Ideen* sind lediglich auf die Kerninformatik bezogen;⁵ eine Übertragung des Ansatzes ist bislang nicht vorgesehen.

Damit eine solche Übertragung geleistet und damit auch eine Fundierung der »Kontextuellen Informatik« stattfinden kann, muss die Auseinandersetzung mit diesem Ansatz ausführlicher erfolgen als mit den anderen Ansätzen zur »Didaktik der Informatik«. Eine einfache Adaption des Vorgehens ist nicht möglich. Denn die Beschränkung auf die Kerninformatik liegt auch und vor allem im Verständnis dessen begründet, wie A. Schwill *fundamentale Ideen* deutet und wie er darauf aufbauend zu seinem Ideenkatalog gelangt.

Dieses zu zeigen, werde ich zunächst das, was F. Eberle *die Heuristik Schwills* nennt, untersuchen. Ein wesentlicher Ansatzpunkt für diese Untersuchung ist eine (leider) als Polemik verfasste Kritik von R. Baumann.⁶ In dieser Polemik sind wesentliche Defizite benannt, die weiter und ernsthafter diskutiert werden müssen als R. Baumann dies macht (4.1).

Um meine Bewertungen zu belegen und die Polemik von R. Baumann in Hinblick auf ihren sachlichen Gehalt prüfen zu können, werde ich dann die verschiedenen Ursprünge und die damit verbundenen unterschiedlichen Ansprüche einer Ideenorientierung untersuchen. Dabei werde ich mich insbesondere auf die Ansätze zur Ideenorientierung aus der Didaktik der Mathematik beziehen, auf die sich auch A. Schwill bezogen hat (4.2). Dieses bietet mir die Möglichkeit ein Verständnis *fundamentaler Ideen* zu formulieren, mit dem dann auch *fundamentale* bzw. *grundlegende* oder besser *zentrale Ideen* der »Kontextuellen Informatik« gefunden werden können (4.3). Ein Fazit schließt dieses Kapitel ab (4.4).

4.1 Die »Fundamentalen Ideen der Informatik« á la Schwill

Ausgangspunkt und wesentliches Motiv für A. Schwills Arbeiten zu *fundamentalen Ideen der Informatik* ist eine negative Bestandsaufnahme zur Situation der »Didaktik der Informatik« im Jahre 1991.

Es gibt keine fachdidaktische Forschung. ... Es fehlen Fachbücher, -zeitschriften und Standesvereinigungen. Es mangelt an empirischen Auswertungen von didaktischen Ansätzen. Während etwa die Zeitschrift LOG IN ... viele positive Beispiele von praktisch erprobten Unterrichtseinheiten präsentiert, fehlen Negativbeispiele. Zudem sind

4 Dies scheint mir (s. a. *Kapitel 6*) symptomatisch für die Didaktik der Informatik zu sein. Es gibt eine Vielzahl guter Ansätze, die allerdings alle für sich allein stehen. Jeder dieser Ansätze bietet eine ganze Reihe von Facetten, die weiter verfolgt und deren Verbindungen zu anderen Ansätzen untersucht werden sollten.

5 Baumann (1999) S. 92. Sein Kritikpunkt dabei ist, dass durch die *fundamentalen Ideen der Informatik* von A. Schwill ein reduziertes Verständnis von Informatik vermittelt wird. Dies ist bislang die einzige Darstellung, in der dieser Ansatz negativ beurteilt wird.

6 ebd.

die Beispiele ohne besonderen Zusammenhang. Es liegt ihnen kein allgemeines Prinzip zugrunde.⁷

So ist es das wesentliche Ziel von A. Schwills Untersuchungen, nach solchen allgemeinen Prinzipien und mit diesen nach länger gültigen Grundlagen des Faches zu suchen, die von wissenschaftlichen (und technologischen) Entwicklungen unberührt bleiben.⁸

Darüber hinaus erhebt er allerdings auch einen weiter reichenden Anspruch, der so nicht haltbar ist.

Ist Informatik eine Wissenschaft mit neuartigen fundamentalen Ideen? Nur dann besitzt sie eine Berechtigung als eigenständiges Schulfach.⁹

Zwar müssen die Ideen, die z. B. für die Informatik benannt werden, für die Informatik spezifisch sein. Allerdings ist die in diesem Anspruch enthaltene Annahme verfehlt, dass sich *allein* aus der Perspektive der Fachwissenschaft eine wissenschaftliche Disziplin als Schulfach rechtfertigen ließe. Dieser Anspruch kann auch von A. Schwill nicht unter Bezug auf andere Konzepte der Ideenorientierung belegt werden. Insbesondere ist es nicht möglich, den Beitrag eines Faches für die Allgemeinbildung mittels *fundamentaler Ideen* zu bewerten.¹⁰ Aus einer Sammlung *fundamentaler Ideen* – und sei diese noch so gut begründet – lässt sich noch nicht einmal ein Curriculum entwickeln.¹¹

Die Erörterung verschiedener Sichtweisen auf das Fach und vor allem eine Beschäftigung mit Ansätzen zur Allgemeinbildung sind dafür ebenso unerlässlich wie eine fundiertere lernpsychologische Analyse, die über das hinausreicht, was mit *fundamentalen Ideen* zusammenhängt.¹²

Diese hier nur stichwortartig angedeutete Kritik werde ich in (4.1.3) ausführlicher darstellen und dann auch belegen. Zuvor werde ich zeigen, dass A. Schwill nicht nur auf den algorithmenorientierten Zugang und den damit verbundenen Allgemeinbildungswerten aufsetzt, sondern die damit verbundene Sicht auf die Informatik das Ergebnis, den Schwillschen Ideenkatalog (s. Abb. 11, S. 105) ebenso bestimmt wie das sehr formalistische Verständnis fundamentaler Ideen. Dazu werde ich zunächst darlegen und zugleich bewerten, wie A. Schwill zu seinem Ideenkatalog gelangt ist (4.1.1 und 4.1.2).

4.1.1 »Definition« fundamentaler Ideen bei A. Schwill

A. Schwill sucht nach übergreifenden, von der technischen und wissenschaftlichen Entwicklung unabhängigen, allgemeinen Prinzipien. Von solchen verspricht er sich einen langfristigen Lerneffekt: Die gemeinsamen Grundprinzipien verschiedener Inhalte sollen erfasst werden. Inhalte stünden dann nicht vereinzelt bzw. in einem fachsystematischen

7 Schwill (1991) S. 13

8 Diese Ziele oder besser Ansprüche werden auch – wie ich in (4.2) noch zeigen werde – von anderen an das Konzept der *fundamentalen Ideen* gerichtet. In gewisser Hinsicht ist dieses erreichbar und daran werde ich in (4.3) anknüpfen.

9 Schwill (1991) S. 18

10 Vgl. hierzu Baumann (1999) S. 97

11 ebd.

12 Vgl. hierzu Abschnitt (4.2)

Zusammenhang, sondern wären »quer« zur Fachsystematik miteinander verbunden. Solcher *nicht-spezifischer Transfer* ist für effizientes Lernen von Bedeutung.

In der Tat tritt an die Stelle des *allen alles lehren* (Comenius) mehr und mehr ein exemplarisches Prinzip. A. Schwill schreibt hierzu: Man lerne stattdessen „grundlegende Begriffe, Prinzipien und Denkweisen (sog. **fundamentale Ideen**)“¹³ anhand von (einzelnen) exemplarischen Inhalten. Dieser Zusammenhang von exemplarischem Lernen und Ideenorientierung ist aber nicht durchgängig in den Konzepten auffindbar. A. Schwill verarbeitet in Form einer *Synopse*¹⁴ einzelne Aspekte der verschiedenen Konzepte insbesondere aus dem Bereich der Didaktik der Mathematik zu Kriterien und damit zu einer eigenen »Definition«:

Fundamentale Idee: (bezgl. einer Wissenschaft) ist ein Denk-, Handlungs-, Beschreibung- oder Erklärungsschema, das

- (1) in verschiedenen Bereichen (der Wissenschaft) vielfältig anwendbar oder erkennbar ist (Horizontalkriterium),
- (2) auf jedem intellektuellem Niveau aufgezeigt und vermittelt werden kann (Vertikalkriterium),
- (3) in der historischen Entwicklung (der Wissenschaft) beobachtet werden kann und längerfristig relevant bleibt (Zeitkriterium),
- (4) einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt besitzt (Sinnkriterium).¹⁵

Diese »Definition« ist keine Definition im Sinne der Mathematik oder der Informatik. Sie ist auch nicht konstruktiv, sondern nur analytisch anwendbar. Die Kriterien (1) – (4) der »Definition« sind allenfalls Gesichtspunkte, um Inhalte auf ihre Fundamentalität zu überprüfen.

Um diese »Definition« konstruktiv zu nutzen, gibt A. Schwill ein (schematisches) Verfahren an, mit dem er zu seinen *fundamentalen Ideen* gelangt ist. Dieses Verfahren hat vier Schritte und führt zu dem in der Abb. 11 dargestellten Ideenkatalog.

1. *Schritt:* Man analysiert konkrete Inhalte einer Wissenschaft und ermittelt Beziehungen und Analogien zwischen ihren Teilgebieten (wg. Horizontalkriterium) sowie zwischen unterschiedlichen intellektuellen Niveaus (wg. Vertikalkriterium). So erhält man eine erste Kollektion von fundamentalen Ideen.
2. *Schritt:* Diese Liste verbessert und modifiziert man, indem man nachprüft, ob jede der Ideen auch eine lebensweltliche Bedeutung besitzt und im Alltag nachweisbar ist (Sinnkriterium).
3. *Schritt:* Anschließend versucht man die historische Entwicklung jeder Idee nachzuzeichnen. So gewinnt man evtl. weitere Gesichtspunkte und stabilisiert die Ideenkollektion. ...

13 Schwill (1993) S. 20f. Hervorhebung durch A. Schwill im Originaltext.

14 Eberle (1996) S. 246

15 Schwill (1993) S. 23. Er interpretiert die Zugänge damit allgemein didaktisch. Dies ist insofern problematisch, da die Beschäftigung mit *fundamentalen Ideen* auch ein spezifisches Feld (s. u.) der Didaktik der Mathematik zu sein scheint, so dass sich das Konzept nur bedingt auf andere Disziplinen übertragen lässt.

4. *Schritt*: Schließlich stimmt man die Ideen aufeinander ab und analysiert Beziehungen zwischen ihnen. Besitzen die Ideen ein vergleichbares Abstraktionsniveau? Lassen sich die Ideen irgendwie strukturieren oder gruppieren? Bestehen hierarchische bzw. netzwerkartige Abhängigkeiten zwischen den Ideen? Sind die Ideen „linear unabhängig“?¹⁶

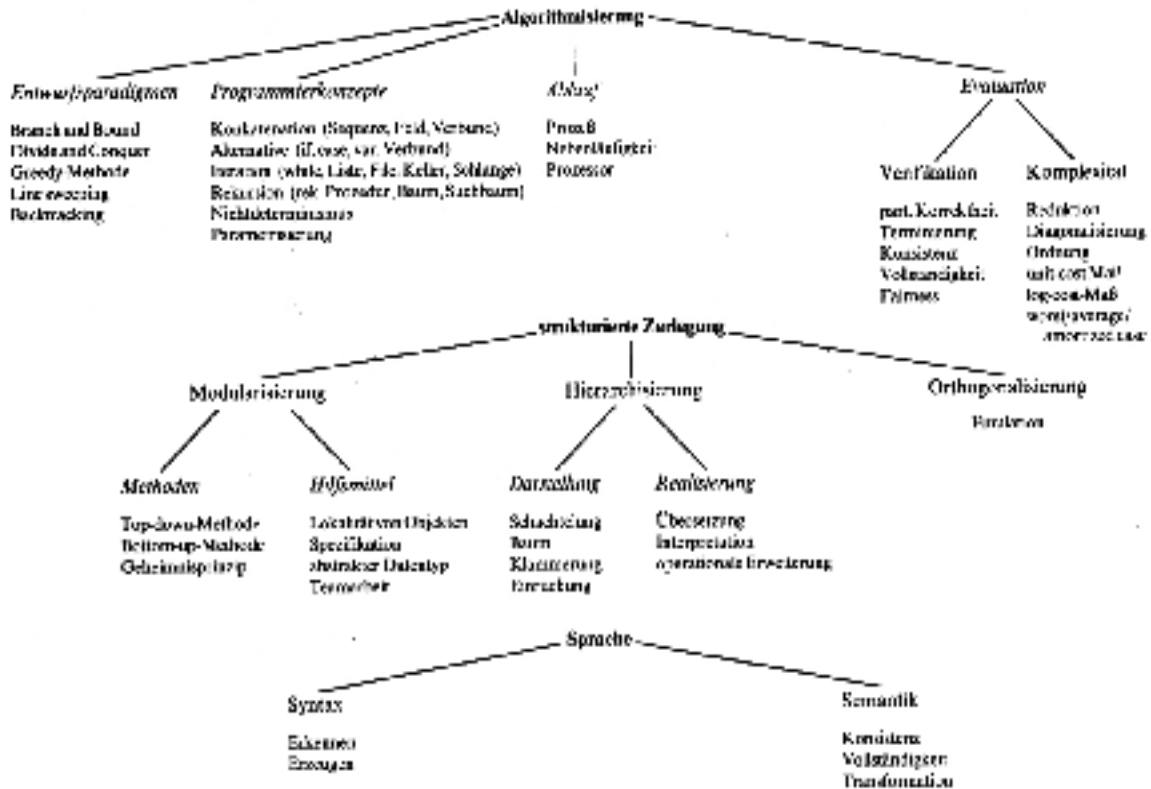


Abbildung 11: Darstellung der fundamentalen Ideen von A. Schwill im [Informatik-Duden (1993) S. 311]

Ausgangspunkt von A. Schwills Untersuchung ist der idealtypische Ablauf des *Software-Life-Cycle*, dem sog. Phasen- bzw. »Wasserfallmodell« der Software-Entwicklung. In diesem »Wasserfallmodell« bezieht er sich auf die Phasen der Problemanalyse, des Entwurfs und der Implementierung.¹⁷ In diesen Phasen entdeckt er die Ideen der *strukturierten Zerlegung* (Analyse und Entwurf), der *Algorithmisierung* (in der Implementierungsphase) sowie der *Sprache* (Entwurf und Implementierungsphase). Diese Begriffe bezeichnen seine sog. „Master-Ideen“,¹⁸ an denen er die übrigen fundamentalen Ideen hierarchisch aufreht.

Über sog. „Fundamentalitätsnachweise“, mit denen er schematisch Argumente in Bezug auf die vier Kriterien liefert, wird die *Fundamentalität* einer *Idee* belegt. Dies verleiht

16 Schwill (1993) S. 23f. Der aus diesem Verfahren resultierende Ideen katalog beinhaltet allerdings lediglich hierarchische und keine netzwerkartigen Abhängigkeiten, wobei die Bedeutung der hierarchischen Abhängigkeiten zudem unklar bleibt. Vgl. hierzu [Baumann (1999) S. 93]

17 Dies ist allerdings nur der idealtypische Ablauf. Tatsächlich wird in der Praxis – wie bereits in Abb. 3, S. 62 und Abb. 10, S. 99 gezeigt – zyklisch vorgegangen.

18 Schwill (1993) S. 25f

dem Verfahren einen transparenten und sogar objektiven Anschein; tatsächlich ist die Argumentation aber formal statt auslegend.

4.1.2 „Fundamentalitätsnachweise“

Diese „Fundamentalitätsnachweise“ gestaltet A. Schwill nach dem Schema, das in dem vierschrittigen Verfahren oben angedeutet wurde. Im ersten Schritt werden bezüglich eines gegebenen Inhalts das *Horizontal-* und *Vertikalkriterium* nachgewiesen. Zudem führt er noch eine weitere Schematisierung ein:

... beschränken wir uns zum Nachweis des Vertikalkriteriums darauf, jeweils Unterrichtsgegenstände für die Primarstufe (P), die Sekundarstufen I (S1) und II (S2) zu skizzieren, mit denen die entsprechenden Ideen auf den jeweiligen intellektuellen Niveaus vermittelt werden können.¹⁹

Um einen Eindruck von den Argumentationen zu vermitteln, dokumentiere ich an dieser Stelle zwei *Fundamentalitätsnachweise*:

Divide-and-Conquer-Methode

Horizontalkriterium: Anwendung bei Sortier- und Suchverfahren, bei allen Problemen im Zusammenhang mit der Datenstruktur "Baum", bei der Matrixmultiplikation, bei algorithmischer Geometrie, bei der Separation von planaren Graphen.

Vertikalkriterium:

(P) Ein Kind kann Pappkarten der Größe nach sortieren, indem es die Karten auf mehrere Mitschüler aufteilt und die zurückgelieferten sortierten Stapel mischt. Zahlen können nach der Methode des binären Suchens erraten werden.

(S1) Verfahren der algorithmischen Geometrie, z. B. zur Bestimmung der konvexen Hülle können zur Vertiefung herangezogen werden.

(S2) Komplexitätsbetrachtungen für allgemeine Divide-and-Conquer-Verfahren; Aufstellen einer Rekurrenz für die Laufzeit und das Ermitteln ihrer Lösung.

Sinnkriterium: Das Verfahren erscheint im Alltag z.B. bei allen Formen der hierarchisch organisierten Arbeitsteilung oder bei verschiedenen Suchverfahren: Ein Kind hat etwas verloren. Andere Kinder helfen ihm beim Suchen. Jedes Kind sucht in einem bestimmten Abschnitt.²⁰

Abstrakter Datentyp

Horizontalkriterium: Bei allen Formen der Spezifikation von Objekten, bei denen die Operationen und deren Eigenschaften im Vordergrund stehen und zunächst noch kein Bezug zur Implementierung besteht, findet man die Idee der abstrakten Datentypen.

¹⁹ ebd. S. 28

²⁰ ebd. S. 28f

Vertikalkriterium:

(P) Die natürlichen Zahlen kann man als abstrakten Datentyp mit der Konstanten 1 und den Operationen +1 und –1 darstellen. Analog für die sog. Klötzchenwelt: Auf einem Tisch liegen Bauklötze, die man aufeinander stapeln kann. Operationen sind das Aufeinanderlegen von Klötzen und die Abfragen, ob auf einem Klotz noch ein weiterer liegt bzw. ob ein Klotz direkt auf dem Tisch liegt. Kann man mit diesem Modell jede beliebige Konfiguration von Klötzchentürmen herstellen (Idee der Vollständigkeit)?

(S1) Die beiden unter (P) aufgeführten Beispiele können hier präzisiert werden. Fragen zur Konsistenz und Vollständigkeit eines abstrakten Datentyps können sich anschließen. Welche Gesetze gelten für die Operationen der Klötzchenwelt?

(S2) Auf diesem Niveau kann man eine formale Notation für abstrakte Datentypen einführen und umfangreichere Beispiele (Keller, Schlange, File) behandeln. Überlegungen zur Implementierung abstrakter Datentypen können folgen.

Sinnkriterium: Ein mit abstrakten Datentypen vergleichbares Vorgehen findet man bei jedweder Konstruktion von Maschinen, indem man spezifiziert, welches Verhalten die Maschine besitzen soll. Besonders markant ist dieses Prinzip bei öffentlichen Ausschreibungen, bei denen lediglich das „abstrakte“ Verhalten eines Objekts ohne Bezug zu herstellerspezifischen „Implementierungen“ genannt werden darf.²¹

In den den *Fundamentalitätsnachweisen* zugrundeliegenden Argumentationen kommt implizit ein auf Algorithmik und Programmierung begrenztes Verständnis von Informatik zum Ausdruck. Insbesondere die Rolle informatischer Inhalte in Bezug auf Problemlösekompetenz wird hier betont.²² Dieses Verständnis des Beitrags der Informatik zur Allgemeinbildung prägt das Ergebnis (den Ideenkatalog) ebenso stark wie die schematische Adaption des Konzepts.

4.1.3 Kritische Bestandsaufnahme

Die Diskussion um die Grundlagen der Informatik ist aber mit den *fundamentalen Ideen* nicht beendet. Leider ist A. Schwills Ideensammlung allerdings so (miss-)verstanden worden. Schließlich lässt sein Katalog – flapsig formuliert – keine Wünsche offen. In dem Katalog findet sich nahezu alles, was im Bereich der Kerninformatik für wichtig gehalten wird.

Der Versuch durch das Aufstellen *fundamentaler Ideen* einen curricularen Zugang zu erhalten und die Auswahl notwendiger Inhalte zu begründen – dies zeigen auch die Erfahrungen aus der Didaktik der Mathematik, die ich in (4.2) darlegen werde –, ist mindestens problematisch bzw. sogar – wie R. Baumann argumentiert – zum Scheitern verurteilt.²³

Der Nachweis des *Horizontalkriteriums* findet nur in Bezug auf das jeweilige Teilgebiet statt. Deren übergreifende Zusammenhänge sind nur im Sinne der Fachsystematik erkennbar. Sein Ideenkatalog spiegelt damit lediglich die Fachsystematik wider. An die

²¹ ebd. S. 30

²² Zur Bewertung dieses Ansatzes vgl. 5.1.2

²³ Baumann (1999) S. 96ff

Stelle von Ideen werden Fachinhalte gesetzt, deren lebensweltliche Anbindung auch nicht abgewogen, sondern nur behauptet wird.

Durch das »Sieb« der *Fundamentalitätsnachweise* fällt daher nicht viel, was im Bereich *Algorithmen und Datenstrukturen* von Bedeutung ist. Durch Unterrichtung einer beliebigen Programmiersprache (als Fortsetzung des üblichen Unterrichts) mit Anreicherung von Hochschulstoff werden die Ideen bereits abgedeckt. Fast scheint es, als habe A. Schwill den auf *Kerninformatik* bzw. Algorithmen (auf Programmiersprachen) und Datenstrukturen orientierten Zugang der Schulinformatik nachträglich gerechtfertigt.

Die *fundamentalen Ideen* vermitteln damit den Eindruck, dass die benutzungsorientierten Ansätze, die in Folge des Gesamtkonzeptes zur Informationstechnischen Bildung in die Diskussion um den Informatikunterricht entwickelt wurden, in die falsche Richtung gehen. So war die nachträgliche Rechtfertigung Anfang der 90er Jahre auch durchaus bildungspolitisch erwünscht.

Darüber hinaus – und auch dies trägt sicher zu deren Akzeptanz bei – ist die Argumentation von A. Schwill sehr einfach nachzuvollziehen.²⁴ Er gibt vier Kriterien an, mit denen ein Nachweis der Fundamentalität einer Idee (fast schon schematisch) möglich ist. Dies trägt zwar zur Transparenz bei und gibt dem Vorgehen einen objektiven Anschein.²⁵ Dies ist aber kein Qualitätsmerkmal für die Argumentation; sie ist tatsächlich nur formal bzw. schematisch statt inhaltlich bzw. verstehend. Sein Vorgehen erweckt den Anschein ideologiefrei zu sein, ist es aber nicht. Die ideologischen Prämissen werden nicht offen gelegt, bestimmen aber das Resultat der Untersuchung. A. Schwill übernimmt lediglich die ideologischen Setzungen des algorithmenorientierten Ansatzes.²⁶ Er legt diese seine Prämisse zwar nicht offen; sie lässt sich aber leicht aus der Argumentation der *Fundamentalitätsnachweise* erschließen.

Diese implizite Sichtweise auf die Informatik trägt aber vor allem mit dazu bei, dass A. Schwill nicht zwischen dem (lernpsychologischen) Nutzen *fundamentaler Ideen* und dem vermuteten Bildungswert von Inhalten der Informatik unterscheidet. So wird nahezu jeder Inhalt, der im Bereich Algorithmen und Datenstrukturen relevant ist, zur *fundamentalen Idee der Informatik*, da sich all diese Inhalte im Sinne eines nicht-spezifischen Transfers als Beitrag zur Problemlösekompetenz verstehen lassen bzw. eine Argumentation gefunden werden kann, die dies entsprechend darstellt. Da allerdings diese Nachweise vor der nicht offen gelegten Prämisse stattfinden, dass Informatik im Wesentlichen Kerninformatik ist, so kann es nicht weiter überraschen, dass der Ideenkatalog auf die Kerninformatik beschränkt ist und diese auch fast vollständig abdeckt.

Auffällig in den *Fundamentalitätsnachweisen* ist vor allem der Versuch in jedem Stückchen Informatik eine lebensweltliche Verankerung entdecken zu wollen. In einer Kritik ähnlicher Argumentationen aus dem Bereich der Didaktik der Mathematik kennzeichnet

24 Dies unterscheidet diesen Ansatz von vielen anderen Ansätzen zur »Didaktik der Informatik«, die auf Arbeiten der Bildungstheorie, der Techniksoziologie, auf allgemeine pädagogische und lernpsychologische Voraussetzungen aufsetzen, die nur schwer zu bewerten sind.

25 A. Schwill nutzt die Kriterien fast formal und sie werden auch entsprechend rezipiert. Vgl. z. B. Hartmann u. a. (1999) S. 4, die die Kriterien als „Checkliste“ bezeichnen.

26 Vgl. hierzu Baumann (1999) S. 101ff

A. Schreiber ein solches Vorgehen als *vulgärpragmatisch*.²⁷ Dies ist dem Anliegen, Grundlagen der Informatik zu bestimmen, aber abträglich, da man weitreichende Ansprüche formuliert, die einer eingehenderen Untersuchung nicht standhalten.

A. Schwill legt auf diesem Wege eine Vielzahl von *fundamentalen Ideen* vor, deren Detailanalyse sich erübrigt. A. N. Whitehead, aber auch andere Autoren fordern die Auswahl einiger weniger Ideen, die dafür aber eine weitreichendere Bedeutung besitzen sollen.²⁸ Die große Anzahl *fundamentaler Ideen* liegt m. E. darin begründet, dass A. Schwill nicht zwischen *fundamentalen Ideen* und deren Verkörperungen unterscheidet. Eine solche Unterscheidung ist aber – wie ich im Folgenden zeigen werde – von entscheidender Bedeutung. Es spricht viel dafür, dass die Unterscheidung *Master-Idee* und *fundamentale Idee* der Unterscheidung in *fundamentale Idee* und *Verkörperung* entspricht. Diese *Master-Ideen* bieten (s. Abb. 11, S. 105) als Wurzeln der baumartigen Darstellung des Ideenkataloges eine gewisse Strukturierung von zentralen Inhalten der Informatik.

Ich werde daher in den folgenden Abschnitten nachzeichnen, dass man durch die Unterscheidung in *universelle* und *zentrale Ideen* sowie deren *Verkörperungen* die auch von A. Schwill beabsichtigten allgemeinen, aber für das Fach spezifischen Prinzipien und Begriffe erhalten kann, ohne dass man sich so *fundamental* an den Strukturen des Faches orientiert.

4.2 Zum Wesen Fundamentaler Ideen

Die »Definition« *fundamentaler Ideen* sowie das vierschriftige Vorgehen sind das Ergebnis einer Untersuchung von Zugängen zur Ideenorientierung vor allem in der Mathematik-Didaktik. Sein Verständnis *fundamentaler Ideen* fußt aber vor allem auf einem Aufsatz von J. S. Bruner aus dem Jahr 1960. Unter Bezug auf die Ansätze einer Ideenorientierung, auf die sich auch A. Schwill im Wesentlichen bezieht,²⁹ werde ich im Folgenden diese kritische z. T. sehr negative Beurteilung des Ansatzes und des Ideenkatalogs von A. Schwill belegen.

Dazu werde ich mich zunächst der Frage widmen, ob es *fundamentale Ideen* überhaupt gibt. Dieser Zweifel ist methodisch zu verstehen und dient dem Versuch herauszufinden, was die Charakteristika *fundamentaler Ideen* sind (4.2.1). Danach werde ich aufzeigen, dass es mindestens zwei sehr unterschiedliche Ursprünge bzw. Wurzeln für die Forderung nach *fundamentalen Ideen* gibt (4.2.2). In Reaktion auf erste Adaptionen vor allem des Ansatzes von J. S. Bruner, mit denen durch Orientierung an *fundamentalen Ideen* Lehrpläne gestaltet werden sollten, sind weitere Zugänge entstanden, durch die das Verständnis *fundamentaler Ideen* präzisiert werden kann (4.2.3).

27 Schreiber (1983) S. 70

28 Whitehead (1962) S. 260

29 Damit sollte dann die Vergleichbarkeit gewahrt sein.

4.2.1 Existenz fundamentaler Ideen

Die Untersuchung *fundamentaler Ideen* ist eine »Spielwiese« der Mathematik-Didaktik. A. Schreiber kennzeichnet die Betrachtungen *universeller* Ideen im mathematischen Denken (so *seine* Lesart) als ein Forschungsgebiet der Mathematik-Didaktik.³⁰ Dies mag man auch so lesen – und wird auch von vielen so verstanden –, dass fundamentale Ideen ohne praktische Relevanz für die Unterrichtung eines Faches und lediglich ein Gebiet wortklauberischer Auseinandersetzungen der fachdidaktischen Forschung sind.

Ihre Existenz kann zwar weder naturwissenschaftlich noch mathematisch nachgewiesen werden; aber dennoch gibt es gute Gründe, die z. T. auch schon genannt sind, von *fundamentalen Ideen* zu sprechen. Sie sind ein gedankliches Konstrukt. D. h. man kann von *fundamentalen Ideen* nur als Ergebnis eines Verständnis- bzw. Verständigungsprozesses sprechen, der dann durch Beispiele belegt werden kann. Durch eine Erörterung (einen wissenschaftlichen Diskurs) kann dieses gedankliche Konstrukt gegen andere abgegrenzt werden.³¹ *Idee* steht in Differenz und Beziehung (Komplementarität) zum Realen, Handfesten und damit zu konkreten *Inhalten*. Im Folgenden werde ich vor allem auf die Differenz *Idee* und *Inhalt* bzw. *Verkörperung* verweisen. *Idee* ist in diesem Sinne eine Sammelbezeichnung (Überschrift) für eine Reihe von Inhalten.

Fundamentale Ideen lassen sich damit nur sehr schwer definieren. F. Schweiger stellt sogar fest, dass sich *fundamentale Ideen* von ihrer „Natur“ her offenbar einer systematischen Betrachtung entziehen.³² Wesentlich für das Verständnis dieses Konstruktes ist aber der Prozess ihrer »Konstruktion« und der Zweck, der mit dieser gedanklichen Konstruktion verbunden wird.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Motive, nach *fundamentalen Ideen* zu suchen und diese zu formulieren. Diese unterschiedlichen Motive werden allerdings oft nicht explizit genannt. Der jeweilige Ideen-Katalog *hängt* entsprechend *in der Luft*. Je nachdem, welches Motiv im Vordergrund steht, erhält man unterschiedliche Ideenkataloge, die bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck der Willkür bzw. Beliebigkeit hinterlassen. Dieser Eindruck wird verschärft durch die unterschiedlichen Bezeichnungen (Begrifflichkeiten), die anstelle von *fundamentalen Ideen* noch verwendet werden.³³

Fundamentale Ideen lassen sich zwar nicht definieren; sie können aber dennoch präziser gefasst werden. Eine solche Präzisierung kann über die unterschiedlichen Motive erfolgen, nach *fundamentalen Ideen* zu suchen. Diese verschiedenen Motive lassen sich verschiedenen Kategorien zuordnen. H. W. Heymann hat im Rahmen seiner Arbeiten zum Bildungswert der Mathematik eine solche Kategorisierung vorgelegt. Diese Motive kennzeichnet er wie folgt:

30 Schreiber (1979) in der Überschrift.

31 Ein »Begriff« in diesem Sinne macht eigentlich nur in Differenz zu einem anderen »Begriff« Sinn.

32 Schweiger (1992) S. 206

33 H. W. Heymann schreibt: „Der Gedanke, den Mathematikunterricht an einer überschaubaren Menge *zentraler Ideen* auszurichten, ist nicht neu (bisweilen ist von "fundamentalen", "grundlegenden", "universellen" oder "Leit-"Ideen die Rede).“ [Heymann (1996) S. 158]

- (1) Es soll dem so häufig beklagten Phänomen vorgebeugt werden, daß der Mathematikunterricht aus Sicht der Schüler in eine Ansammlung unzusammenhängender Einzelaktivitäten und Einzelstoffe zerfällt. Die Orientierung an zentralen Ideen soll den Schülern helfen, ihren Aktivitäten im Mathematikunterricht einen übergreifenden Sinn zuzumessen, der nicht erst am Ende eines langen Lernprozesses erkennbar wird, sondern diesen Prozeß begleitet und die Bemühungen der Schüler zu strukturieren vermag.
- (2) Anhand zentraler Ideen sollen die Schüler ein angemessenes Mathematikbild gewinnen, die "Struktur des Faches" erkennen können. Wie in Motiv (1) sollen die zentralen Ideen die häufig isoliert nebeneinander stehenden Einzelstoffe verbinden helfen; doch im Vordergrund steht nicht die Verständnishilfe für die Schüler, sondern der Gedanke, das Spezifische des Faches, die Besonderheiten mathematischen Denkens und mathematischer Begriffsbildung zu verdeutlichen.
- (3) Anhand zentraler Ideen soll für die Lernenden sichtbar werden, wie die unterrichtete Mathematik mit der übrigen, von den Schülern erfahrbaren Welt und mit ihrem eigenen Denken zusammenhängt. Gegenüber Motiv (2) liegt der Akzent nicht so sehr auf dem "Besonderen" der Mathematik, sondern auf ihrer Bedeutung und Funktion für die Gestaltung und Erkenntnis der Welt, auf der Ermöglichung der Erfahrung, daß und auf welche Weise Mathematik auch außerhalb mathematischer Spezialisierung relevant ist.³⁴

Durch diese drei Motive werden unterschiedliche Herangehensweisen an die Ideenfindung, aber auch unterschiedliche Abstraktionsebenen angesprochen. Im ersten Motiv wird nach einer verbindenden Sichtweise gesucht; im zweiten Motiv geht es um idealisierte Prinzipien des Faches und im dritten Motiv um den lebensweltlichen Bezug der in einem Fach (hier der Mathematik) verwendeten Begriffe und Prinzipien.

In diesen Motiven nach fundamentalen Ideen zu suchen, spiegelt sich damit auch das spezifische Problem wider, Mathematik zu vermitteln, wodurch die Übertragbarkeit auf andere Disziplinen erschwert wird. Diese besonderen Probleme bei der Vermittlung mathematischer Inhalte werden vor allem in (1) und (3) benannt. Da es sich auch bei der Informatik um eine Disziplin handelt, bei der vor allem im Bereich der Kerninformatik abstrakte Strukturen (und allgemein, d. h. vielfältig anwendbar sind) im Vordergrund stehen, also auch die Gefahr droht, dass zu sehr Einzelwissen vermittelt wird, lässt sich Motiv (1) auf die Informatik übertragen. Die lebensweltliche Anbindung vor allem kerninformatischer Inhalte ist problematisch, so dass auch Motiv (3) eine Rolle spielen kann. Für A. Schwill steht aber in Nachfolge des Ansatzes von J. S. Bruner, auf den ich im Folgenden u. a. ausführlicher eingehen werde, vor allem Motiv (2) im Vordergrund. Sein Ideenkatalog spiegelt die Struktur der Disziplin wider. Dies ist allerdings auf die Kerninformatik beschränkt.

4.2.2 Ursprung fundamentaler Ideen

In den von H. W. Heymann genannten Motiven spiegeln sich auch die beiden Ursprünge einer Orientierung an Ideen wider. Dies sind zum einen die Überlegungen von A. N.

³⁴ ebd. S. 168

Whitehead,³⁵ mit denen er 1913 (!) darauf abhebt, die Schulmathematik weniger lebensfern zu gestalten. In einer Rede³⁶ hat er eine Orientierung des Mathematikunterrichts an *hauptsächlichen und allgemeinen Ideen* gefordert. Denn dieser Mathematikunterricht – so sein Befund – sei nicht nur lebensfern, sondern gar *recondite* (was in der deutschen Ausgabe abwechselnd mit *abwegig*, *esoterisch* und *ausgefallen* übersetzt wird³⁷) und vermittele zu sehr Einzelheiten an Stelle von übergreifenden Zusammenhängen und mathematischen Denkweisen.

Diese Zusammenhänge nennt er *hauptsächliche* bzw. *allgemeine Ideen* der Mathematik. Als Beispiele für solche Ideen nennt er *Zahl*, *Quantität* und *Raum*.³⁸ Dies sind verallgemeinerte und zugleich grundlegende Begriffe der Mathematik, auf die man in verschiedenen inhaltlichen Zusammenhängen immer wieder Bezug nimmt. A. N. Whitehead will damit innermathematische Zusammenhänge verdeutlichen und mathematische Inhalte an die Lebenswelt anbinden.³⁹

Diese Überlegungen sind dann Anfang der 60er Jahre wieder aufgegriffen worden, als J. S. Bruners *The Process of Education*⁴⁰ erschienen war. Er fordert in diesem Aufsatz u. a., dass Unterricht an „fundamentalen Ideen, Strukturen, basalen Ideen, Grundbegriffen, allgemeinen Prinzipien oder grundlegenden Kategorien“⁴¹ auszurichten sei. Dabei ist es allerdings vor allem das Ziel J. S. Bruners mathematisches und naturwissenschaftliches Denken an den Schulen zu fördern. Insofern ist es nicht weiter verwunderlich, dass bei J. S. Bruner im Unterschied zu A. N. Whitehead die Struktur der Disziplin und damit Motiv (2) im Vordergrund steht.

J. S. Bruner hofft – etwas pathetisch – auf „weniger Abgrund zwischen fortgeschrittenem und elementarem Wissen“,⁴² einen länger wirksamen Lerneffekt sowie Möglichkeiten zum *nicht-spezifischen Transfer*, worauf auch A. Schwill Bezug nimmt. In diesem Zusammenhang wird vor allem der folgenden Hypothese J. S. Bruners besondere Bedeutung beigemessen und die A. Schwill zum sog. *Vertikalkriterium* verarbeitet hat.

Der Anfangsunterricht ... sollte so angelegt sein, daß diese Fächer mit unbedingter intellektueller Redlichkeit gelehrt werden, aber mit dem Nachdruck auf dem intuitiven Erfassen und Gebrauchen dieser grundlegenden Ideen. ... Man muß noch viel über die *Curriculum-Spirale* lernen, die auf höheren Ebenen immer auf sich selbst zurückkommt⁴³

35 Alfred North Whitehead, Mathematiker und Philosoph, verfasste zusammen mit Bertrand Russell die *Principia Mathematica*.

36 die er vor der Londoner Gruppe der *Mathematical Association* gehalten hat. Nachzulesen sind diese Überlegungen in Whitehead (1962).

37 Vgl. hierzu die Anmerkung des Übersetzers in ebd. S. 259, Fußnote 2

38 ebd. S. 263

39 Motiv (1) und (3)

40 Bruner (1973). Dieser Aufsatz erschien im Jahr 1960 als Abschlussbericht einer Tagung zu Förderung des mathematischen naturwissenschaftlichen Unterrichts in den USA. Diese Tagung wurde unter dem Eindruck des Sputnik-Schocks veranstaltet.

41 Schwill (1991) S. 22

42 Bruner (1973) S. 30ff

43 ebd. S. 26f

Die Erläuterung der Hypothese verweist auf ein wichtiges Prinzip eines ideenorientierten Unterrichts, auf das viele Autoren Bezug nehmen und das bis heute auch die Faszination von J. S. Bruners Ansatz begründet.

Mit diesem, oft auch als *spiralcurricular* attribuierten Zugang ist die Hoffnung verbunden, dass, wenn man erst einmal einen Kanon oder Katalog *fundamentaler Ideen* hätte, man durch weitere Forschungsarbeiten⁴⁴ Curricula entwickeln könne. Auf den verschiedensten Entwicklungsstufen der Schülerinnen und Schüler sollten die Ideen aufbereitet werden. Die Vorstellung, dass man ein Curriculum derart spiralförmig organisieren könne, entbehrt nicht einer gewissen Faszination. So richten sich Hoffnungen auf ideenorientiertes Lernen auch auf die Auswahl beispielhafter Inhalte. Diese Hoffnungen sind aber enttäuscht worden.

In Folge der Überlegungen J. S. Bruners kam es zur sog. »Strukturorientierung« im Mathematikunterricht. Die Mengenlehre wurde schon in der Primarstufe unterrichtet und der curriculare Aufbau der Mathematik folgte unter der Überschrift »Neue Mathematik« dem des *Bourbakismus*.⁴⁵ Diesen Versuch muss man als gescheitert ansehen.⁴⁶

Die Hypothesen J. S. Bruners sind nie belegt worden; es besteht lediglich ein Konsens, dass es solche *fundamentale Ideen* als gemeinsame und verbindende Prinzipien gibt, mit denen die Auswahl von Inhalten erfolgen kann. Allerdings ist eine solche Auswahl nur bedingt möglich. Selbst wenn man *fundamentale Ideen* genügend gut präzisiert hätte, d. h. ein Konsens bzgl. dieser Präzisierung bestünde, könnten *fundamentale Ideen* nicht *allein* einen Beitrag dazu leisten, Inhalte auszuwählen und zu strukturieren (m. a. W. einen Lehrplan zu erstellen); andere Überlegungen sind ebenso nötig.

Zwischen Ideen und Inhalten bestehen keine Eins-zu-eins-Beziehungen. Eine Idee steht für eine ganze Reihe von Inhalten und ein Inhalt kann einer Reihe von Ideen zugeordnet sein. Daher ist es schlichtweg unmöglich *fundamentale Ideen* als alleiniges Prinzip für die Lehrplangestaltung zu nutzen. Andere Auswahlkriterien sind ebenso notwendig.

4.2.3 Weitere Zugänge

In Folge dieser gescheiterten Versuche einer »Neuen Mathematik« haben Mathematik-Didaktiker nach anderen Zugängen gesucht, den (Fach-)Unterricht in Mathematik dennoch an *fundamentalen Ideen* zu orientieren. Hier ist vor allem A. Schreiber zu nennen, der in seinem Ansatz nach *universellen* und *zentralen Ideen* im mathematischen Denken forscht

44 ebd. S. 62

45 Vgl. hierzu die Richtlinien Mathematik NRW (1963)

46 Man machte es sich zu einfach, wollte man das Scheitern ausschließlich auf ungenügende Rahmenbedingungen (Lehrende und Eltern hätten dies lediglich nicht gewollt) schieben und diese Konzeption an sich für richtig und vernünftig halten. Peter Bender, der im Übrigen ein Mitsstreiter von Schreiber ist, kennzeichnet in seinen Vorlesungen die Autoren dieser Ansätze als Menschen, die *viel* von Mathematik, aber *wenig* von Didaktik verstehen. Auch in den Sprachwissenschaften sind ähnliche Versuche gescheitert, (Fremd-)Sprachen über deren formale Struktur der Grammatiken zu vermitteln. Eine zu strikte Orientierung an (formaler) Wissenschaft ist kontraproduktiv und führt letztlich zu *Brockenwissen*, [Bussmann, Heymann (1987) S. 10] nicht aber zu den gewünschten Kenntnissen der Zusammenhänge, die schon Whitehead gefordert hat. Ein Lernen vom Allgemeinen zum Besonderen ist in der Regel zum Scheitern verurteilt.

und damit nicht nur auf die Mathematik und ihren grundlegenden Strukturen rekurriert. A. Schreiber bemerkt dazu:

Mathematische Begriffe sind festgelegt durch *scharfe* Gebrauchsregeln. Das kann man von einer *Idee* nicht erwarten: ihr Kontext ist vortheoretisch und gehört zur Sphäre des Alltagsdenkens, der *Lebenswelt*.⁴⁷

Mit dieser Verankerung im Alltagsdenken – dem Aspekt *Sinn* (s. u.) – verweist A. Schreiber darauf, dass Ideen zum Alltagsdenken gehören müssen, und verhindert auf diese Weise, dass Ideenorientierung als reine Strukturorientierung verstanden werden kann. Er gibt der Hoffnung Ausdruck, dass die Tage des Fundamentalismus (= Bourbakismus im Mathematikunterricht) damit gezählt seien.⁴⁸

Dies ist auch der wesentliche Grund, warum A. Schreiber vorschlägt, von der Sprechweise »fundamentale Ideen« abzurücken und stattdessen von *universellen* und *zentralen Ideen* zu sprechen und diese zugleich zu unterscheiden. A. Schreiber schreibt *universellen* und *zentralen Ideen* folgende Funktionen zu:

1. Sie können das Lernen der Schüler *lokal strukturieren*. Vermutlich eignen sie sich nicht als Leitfaden für größere Unterrichtssequenzen oder ganze Kurse. An geeigneten Stellen leisten sie hingegen Übersicht und Bedeutungskonzentration.
2. Sie erscheinen mir als geeignete *Komponente im Metawissen* des Lehrers. Ihre Philosophie ist zugleich inhaltsbezogen (genetisierend) und inhaltsübersteigernd (synthetisierend), letzteres freilich nicht im Sinne einer feierlichen Überwölbung der Inhalte, sondern im Sinne einer Analyse und Einordnung in den allgemeinen Zusammenhang des Betreibens von Mathematik mit sozialen und kulturellen Leben.⁴⁹

A. Schreiber beklagt – wie schon bei der Kritik des Ansatzes von A. Schwill erwähnt – außerdem den *Vulgärpragmatismus*,⁵⁰ der bei der Rechtfertigung mathematischer Inhalte waltet. Er hat erkannt, dass Simplifizierungen derart, dass Mathematik schon deshalb in jeder seiner Ausprägungen z. B. logisches Denken oder Problemlösekompetenz schule, zu kurz greifen und damit langfristig dem Fach schaden. Diese negative Abgrenzung von *fundamentalen Ideen* ist notwendig, damit man zu einer präziseren Beschreibung gelangen kann. Dazu benennt A. Schreiber Aspekte (keine Kriterien), die einer Erörterung bedürfen und nicht einer bloßen Behauptung.

Als Aspekte für *universelle* und *zentrale Ideen* nennt Schreiber die folgenden Attribute:

- (1) **Weite** (logische Allgemeinheit)
- (2) **Fülle** (vielfältige Anwendbarkeit und Relevanz in mathematischen Einzelgebieten)
- (3) **Sinn** (Verankerung im Alltagsdenken, lebensweltliche Bedeutung).⁵¹

47 Schreiber (1983) S. 68. Kursive Hervorhebungen im Originaltext.

48 ebd. S. 69f

49 ebd. S. 72

50 ebd. S. 70f

51 ebd. S. 69

Diese Aspekte helfen universelle Ideen zu begründen; sie sind aber in der Lesart A. Schreibers keine Kriterien. Mit dem Gesichtspunkt *Weite* verweist Schreiber auf logische Allgemeinheit bzw. weitreichende Bedeutung, also auf die Universalität einer Idee in verschiedenen Gebieten. A. Schreiber erläutert zudem:

Der zweite Aspekt *Fülle* läßt übrigens nur solche Ideen als universell zu, die in mehreren Gebieten eine tragende Rolle spielen, sozusagen als *zentrale Ideen* gebietspezifisch verkörpern.⁵²

Das sind solche Ideen, die in der gesamten Mathematik eine wichtige Rolle spielen, aber auch einen für ein Gebiet spezifischen Schwerpunkt bilden. Im Herausarbeiten *zentraler Ideen* sieht A. Schreiber „die unentbehrliche *stoffbezogene Komponente*“⁵³ des Konzepts. A. Schreiber und seine Mitstreiter⁵⁴ legen daher einen Katalog *zentraler Ideen* der Mathematik vor, die ich im Folgenden kurz betrachten werde, um weitere konstruktive Hinweise für das Auffinden *fundamentaler Ideen* zu erhalten. Als *zentrale Ideen* der »Linearen Algebra« benennen P. Bender (und A. Schreiber) z. B.:

Repräsentation, Charakterisierung, Abbildung, Invarianten, Raum, Unendlichkeit (und ihre Bändigung), Linearisierung, Reduktion und Optimierung⁵⁵

Als *zentrale Ideen* der »Stochastik« finden sich dort z. B.:

Repräsentation, Variabilität, Unabhängigkeit und stochastische Struktur⁵⁶

Zu den genannten Ideen gehören eine Reihe von *Verkörperungen* (Inhalte der Mathematik), an denen die Zentralität der Idee deutlich wird.⁵⁷

Z. B. zur Idee der „Repräsentation“

mit den Verkörperungen der *Linearen Algebra*:

„Geometrie durch Zahlen und Algebra“, „Algebra durch Geometrie“, „Inhaltliche Bedeutung durch räumliche Anordnung und Verknüpfung von Zeichen“, „Figuren durch Ungleichungen“, „Parameterdarstellungen“, „Lineare Abbildungen, Gleichungssysteme durch Matrizen“ u. a. m.⁵⁸

sowie den Verkörperungen in der *Stochastik*:

„Merkmale“, „Klassenbildung“, „Diagramme“, „Parameter“, „Rangfolgen“ im Bereich der *Beschreibenden Statistik*, „Stichprobe“, „Simulation“; im Bereich der *Schließenden Statistik* sowie „Standardmodelle“, „stochastische Strukturen“, „Simulation“; im Bereich der *Wahrscheinlichkeitstheorie*.⁵⁹

52 ebd.

53 ebd.

54 zu denen auch P. Bender gehört, auf dessen Vorlesungen ich im Folgenden zurückgreife.

55 P. Bender, Vorlesung „Didaktik der Linearen Algebra“ WS 89/90

56 P. Bender, Vorlesung „Didaktik der Stochastik“ WS 90/91

57 Eine *Eins-zu-eins* Zuordnung von Ideen und zugehörigen Inhalten ist nicht erkennbar.

58 P. Bender, Vorlesung „Didaktik der Linearen Algebra“ WS 89/90

59 P. Bender, Vorlesung „Didaktik der Stochastik“ WS 90/91

In den Ideensammlungen finden sich *allgemeine* (in vielerlei Gestalt verwendete) *Grundsätze* (*Prinzipien*) mathematischen Tuns und *verallgemeinerte* (*Grund-*)*Begriffe* der Mathematik. Die Verallgemeinerungen und die damit verbundenen Abstraktionen liegen aber »quer« zu Abstraktionen in der Mathematik, die auf Strukturbildung und Formalisierung („scharfe Gebrauchsregeln“⁶⁰) zielen und nicht notwendigerweise auf Verstehen, Einordnung oder eine Sichtweise. Solche *zentrale Ideen* unterstützen Lernprozesse, indem verschiedene Inhalte gebündelt und in der Lebenswelt angebunden werden. Auf diesem Wege entwickeln sie ihre längerfristige bzw. nachhaltige Wirkung auf das Lernen, die z. B. auch A. N. Whitehead im Auge hat.

4.3 Zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik«

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse sowie der Ergebnisse aus *Kapitel 3* werde ich nun dazu übergehen *zentrale Ideen* der »Kontextuellen Informatik« aufzuzeigen. Dazu werde ich zum einen die »Master-Ideen« von A. Schwill (4.3.1) und einen von R. Baumann (4.3.2) vorgeschlagenen alternativen Ideenkatalog der Informatik einbeziehen, um zu zeigen, dass die hier zu entwickelnde Sichtweise an den dort angestellten Überlegungen anknüpft (4.3.3).

4.3.1 Bewertung der »Master-Ideen« von A. Schwill

Die drei *Master-Ideen* und einige der als Zwischenüberschriften eingefügten Begriffe wie „Entwurfsparadigmen, Programmierkonzepte, Ablauf, Evaluation“ im »Baum« *Algorithmisierung* (in der Abb. 11, S. 105 kursiv gesetzt) sind mögliche Kandidaten für *universelle* bzw. *zentrale* Ideen der Informatik. Zwar betont A. Schwill, dass es sich bei diesen Begriffen nicht um Ideen handelt; tatsächlich werden durch diese Überschriften eine Reihe von Inhalten (auch sehr sinnvoll) geklammert, so dass auch diese zumindest Kandidaten für *zentrale Ideen* sind.

In Bezug auf die *Master-Ideen* muss dann allerdings berücksichtigt werden, worauf R. Baumann in seiner Kritik hinweist. Er kann begründen, dass die *Master-Ideen* kategorial Unterschiedliches bezeichnen; mithin ein Kategorienfehler vorliegt:

[*Algorithmisierung* und *strukturierte Zerlegung*, D. E.] sind Tätigkeiten, „»Sprache« ist etwas gänzlich anderes. ... Es ließe sich darüber spekulieren, ob »Versprachlichung« gemeint war: dann wäre zu untersuchen, ob nicht ein neuer Kategorienfehler bzw. eine Tautologie entsteht. Der Satz »... besteht in der Informatik eine generelle Tendenz zur Versprachlichung von Sachverhalten (S. 309)« [im Informatik-Duden; D. E.] ist leer, da Sachverhalte stets sprachlich mitgeteilt werden.⁶¹

So steht man bei der Idee *Sprache* – wie schon bei den Leitlinien im Umgang mit Information (s. 6.2.3, Seite 190) – vor dem Problem, dass der spezifische Beitrag der Informatik zur Versprachlichung nicht genügend deutlich wird. Natürlich haben Informatiker es mit

60 Schreiber (1983) S. 68

61 Baumann (1999) S. 93

Informationen oder mit Sprache zu tun; sie bearbeiten aber nur gewisse Teilaspekte dieser Phänomene. Diese spielen vor allem bei der Modellierung und Formalisierung eine Rolle. Dies werde ich in (4.3.2) noch weiter ausführen. Anstelle von »Sprache« gehe ich ebenso in Anlehnung an die Kritik R. Baumanns von *Versprachlichung* aus. Dazu muss dann aber noch genauer untersucht werden, welches der spezifische Beitrag der Informatik zur Versprachlichung ist.

In Bezug auf die Idee *strukturierte Zerlegung* kritisiert R. Baumann:

Die Darlegungen zur »strukturierten Zerlegung« ... sind in mehrfacher Hinsicht sachlogisch fehlerhaft. Zunächst dürfen »Modularisierung« und »Hierarchisierung« nicht nebengeordnet werden, da Modularisierung natürlich auch hierarchisch geschehen kann; letztere ist also der Oberbegriff. ...

Fazit: Am Beispiel »strukturierter Zerlegung« führt sich der Versuch, den Begriffskatalog hierarchisch anzulegen, besonders augenfällig ad absurdum. Der »Ideenkatalog« trägt nicht zur begrifflichen Klarheit, sondern zur Begriffverwirrung bei.⁶²

An die Stelle von *strukturierter Zerlegung* sollte man tatsächlich denn auch von *Modularisierung* als Kandidat einer *fundamentalen Idee* ausgehen. Wobei dies zu einer Umstrukturierung führt.

Für die ebenso kursiv gesetzten Begriffe *Methoden, Hilfsmittel, Darstellung und Realisierung* gilt zwar, dass sie auch einige Inhalte klammern, sie sind aber weniger zentral, wenn man unter Bezug auf die Kritik von R. Baumann von *Modularisierung* als Kandidat für eine *zentrale Idee* ausgeht. Die *Methoden, Hilfsmittel, Darstellungen und Realisierungen* der Modularisierung bieten dann tatsächlich nur eine weitere Strukturierung bzw. Verkörperungen der Idee *Modularisierung*. Um dieses genauer zu klären, werde ich einen alternativen Katalog zu »fundamentalen Ideen der Informatik« von R. Baumann einbeziehen.

4.3.2 Fundamentale Ideen der Informatik á la Baumann

Dieser alternative Vorschlag von R. Baumann ist in seiner Kritik an den *fundamentalen Ideen* von A. Schwill nur angedeutet, ohne dass allerdings auf deren ausführliche Darstellung und Begründung in seiner Didaktik der Informatik verwiesen wird.⁶³ Unter der Überschrift „Ursprünge der Informatik“⁶⁴ entwickelt er zunächst die „lebensweltlichen Wurzeln“, ⁶⁵ stellt dann die „fundamentalen Ideen der Informatik“ dar:

Jeder lebensweltlichen Praxis entspricht eine **fundamentale Idee** der Informatik: Dem Rechnen entspringt die *Idee der Formalisierung*, dem Führen die *Idee der Automatisierung* und dem Kommunizieren entspricht die *Idee der Vernetzung*.⁶⁶

62 ebd. S. 95f

63 ebd. S. 99ff. Umgekehrt ist es ebenso erstaunlich, dass dem eigenen Ansatz die Kritik am Ideen-Katalog von Schwill nicht vorangestellt wird. R. Baumanns Kritik ist zwar erst 1999 in einem Buch des LOGIN-Verlages erschienen, liegt mir aber im Wesentlichen schon seit 1995 als sog. Typoskript vor.

64 Baumann (1996) S. 50

65 ebd. Diese lebensweltlichen Wurzeln sind adaptiert aus [Janich (1993)].

66 ebd. S. 51

Die Begründung dieser drei *fundamentalen Ideen* erfolgt auch ohne Verweis auf die im vorangegangenen Abschnitt untersuchten Ansätze in der Didaktik der Mathematik, obwohl er sie implizit benutzt.⁶⁷ Für alle drei Ideen zeigt R. Baumann ihre lebensweltliche Verankerung, ihre Bedeutung in Teilen der Informatik und ihre historische Bedeutung auf.⁶⁸

Es ist an dieser Stelle nicht nötig, hier den gesamten Argumentationsfaden aufzugreifen und zu analysieren, der als historischer Abriss mit den folgenden Überschriften gegliedert ist. Mit dieser Darstellung zeigt R. Baumann nicht nur die historische Bedeutung seiner Ideen auf, sondern kann vor allem deren *Weite* darstellen.

Die Idee der Formalisierung

- a) Formalisierung des Rechnens
- b) Entwicklung des Dezimalsystems
- c) Formalisierung des logischen Schließens
- d) Raimundus Lullus: Logik als ars inveniendi
- e) Das Leibnizprogramm
- f) Der Logizismus
- g) Das formalistische Programm
- h) Gödels Satz
- i) Das Entscheidungsproblem und die Geburt der Informatik⁶⁹

Die Idee der Automatisierung

- a) Antike Automaten
- b) Stiftwalze und Lochkarte als Informationsspeicher
- c) Der Beitrag der Kybernetik
- d) Automatisierung in der modernen Welt⁷⁰

Die Idee der Vernetzung

- a) Das Babbage-Turing-Zuse-Paradigma
- b) Parallele und verteilte Systeme
- c) Aktoren und Agenten
- d) Computernetze und Medienverbund⁷¹

67 Dieser Mangel an wissenschaftlicher Transparenz ist leider typisch für seine Bücher zur »Didaktik der Informatik«, die aber zugleich eine Vielzahl praktischer Vorschläge, aber auch eine Vielzahl von Ideen zur Theoriebildung enthalten (vgl. hierzu auch 6.2.2).

68 ebd. S. 51-64. Lediglich dem Aspekt Fülle widmet er sich nicht explizit. Angesichts der Tatsache, dass er nicht glaubt, aus *fundamentalen Ideen* Hinweise für die Gestaltung eines Curriculums gewinnen zu können, ist dies nur konsequent.

69 ebd. S. 51-58

70 ebd. S. 58-62

71 ebd. S. 62-64

Diese Darstellung dient R. Baumann natürlich auch dem Ziel, seine Sicht auf die Informatik (6.2.2), die insbesondere auch an den Forschungen zur KI orientiert ist, zu rechtfertigen. Daher fällt der Schwerpunkt dieser Darstellung auch ein wenig anders aus als in anderen ähnlich gelagerten Darstellungen der (Vor-) Geschichte der Informatik,⁷² die weniger auf die Ersetzung denn auf die Unterstützung geistigen Tuns setzen.

Durch die Orientierung an der KI (als *eine* wesentliche, aber sicher *nicht die* zentrale Anwendung der Informatik) schlägt dieser Zugang anders als A. Schwill aber eine Brücke zur Angewandten Informatik. Um eine einseitige Ausrichtung zu vermeiden, werde ich im Folgenden für einen umfassenderen Bezug auf Anwendungen der Informatik mit der Argumentation aus den *Kapiteln 2 und 3 die Komplementarität von Produkt und Prozess* miteinbeziehen. Die von R. Baumann benannten Prinzipien der *Formalisierung, Automatisierung* und der *Vernetzung* tragen aber sicher auch über die KI hinaus.

Diese Ideen sind ausgehend von den *lebensweltlichen Wurzeln* der Informatik entwickelt worden und entsprechend allgemein. Im Sinne der Terminologie A. Schreibers handelt es sich wohl um *universelle Ideen*. Viele der Prinzipien, die ich im Folgenden nennen werde, sind Konkretisierungen dieser doch sehr allgemeinen Prinzipien.

Insbesondere können unter diesem Blickwinkel der drei von R. Baumann genannten Prinzipien (Formalisierung, Automatisierung und Vernetzung) die *Master-Ideen* von A. Schwill restrukturiert werden. Dies betrifft insbesondere die Idee der *Versprachlichung*. Diesbezüglich ist R. Baumanns Hinweis hilfreich, dass *Formalisierung* eine (universelle) Idee der Informatik sei.⁷³ Die Idee der *Formalisierung* nimmt damit Bezug auf *Sprache* und *Versprachlichungen*. Es wird aber deutlicher der Aspekt des Schriftlichen betont und damit die Herstellung strukturierter Texte in der Informatik. Dies wiederum schlägt dann eine Brücke zu den Überlegungen im Bereich der »Kontextuellen Informatik«.

4.3.3 Zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik«

Im Wesentlichen auf der Grundlage des Ansatzes von A. Schreiber, der nach *universellen* und *zentralen Ideen* sucht, werde ich nun anknüpfend an die Ideenkataloge der Informatik insgesamt und auf der Basis der Überlegungen aus (3.3) zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik« vorlegen. Dabei geht es mir zum einen darum, die Ideen, die A. Schwill und R. Baumann benannt haben, unter Berücksichtigung der zuvor geübten Kritik und der nachfolgenden Präzisierung als *universelle Ideen* der Informatik insgesamt zu verstehen. Zum anderen geht es mir darum, diese Ideen für die »Kontextuelle Informatik« zu präzisieren.

So werde ich anstelle von *Versprachlichungen* in Bezug auf die Informatik von *Verschriftlichungen* in Form von *Formalisierungen, Algorithmisierungen* oder allgemeiner von *Modellierungen* sprechen. Bei Modellierungen habe ich solche unterschieden, die in Algorithmen oder im Programm-Code umgesetzt werden (dynamisch), und solche, die als

72 Die Darstellung ist sehr darauf fixiert, die Geschichte der Informatik als eine Geschichte der Ersetzung und nicht der Unterstützung geistiger Tätigkeiten zu schreiben.

73 Denn Formalismen sind nach S. Krämer gekennzeichnet durch *Schriftlichkeit, Schematisierbarkeit* und *Interpretationsfreiheit* [Krämer (1988) S. 1].

Daten- bzw. Objektstrukturen (statisch) realisiert werden.⁷⁴ Für diesen Bereich Modellierungen habe ich in (3.3)⁷⁵ Digitalisierung und Interaktivität diesbezüglich als zentrale Prinzipien der »Kontextuellen Informatik« dargestellt, für die ich nunmehr untersuchen werde, ob diese mit den von A. Schreiber genannten Aspekten kompatibel sind.

Digitalisierung

Mit Digitalisierung greife ich zum einen den Aspekt der *Verschriftlichung* auf, der auch in *Formalismen* enthalten ist. *Formalismus* – wie bei R. Baumann – sowie *Verschriftlichung* sind aber zu wenig spezifisch auf die Informatik bezogen. Ich werde aber im Folgenden vor allem zeigen, dass es eine Vielzahl von Verkörperungen zu diesem Prinzip gibt. Dies betrifft über die digitale Repräsentation von Zahlen und Daten hinaus auch unterschiedliche Dokumenten- und Dateiformate und darüber hinaus auch Vereinbarungen zur Kommunikation (d. h. Übertragung) von Daten, die Protokolle genannt werden.

Dokumenten- und Dateiformate

Schon bei der Darstellung von Zahlen und bei der Codierung von Buchstaben und damit Texten hat man es mit diesem Prinzip zu tun. Darüber hinaus greift dieses Prinzip auch bei der Darstellung von Grafiken sowie von audiovisuellen Medien:

Zahlen: Verschiedene Zahlencodes; ganzzahlig und Fließkomma

Buchstaben und Texte: Von ASCII bis zum Rich-Text-Format, HTML, XML und Latex

Grafiken: Pixelgrafiken von Bitmap zu komprimierten Datenformaten

Audio: Die Audio-CD, das *.wav*-Format und auch *mp3*

Video: Verschiedene Codecs

Durch die Reihenfolge dieser Aufzählung ist in gewisser Hinsicht auch eine Reihenfolge der Thematisierung gegeben, mit der auf ein und dieselbe Idee *spiralcurricular* eingegangen werden kann.⁷⁶

Protokolle

Nicht nur für die Datenspeicherung, sondern auch für die Datenübertragung ist die *Digitalisierung* ein wesentliches und grundlegendes Prinzip. Steht bei der Speicherung von Daten vor allem deren Komprimierung im Vordergrund, so werden für die Übertragung durchaus Redundanzen eingebaut, so dass Aussetzer auf dem Übertragungsweg nicht

74 In den *Kapiteln* 2 und 3 habe ich auf diese *Dualität* des technischen Artefakts *Software als Text* hingewiesen. Texte sind sowohl Baustoff (das Material) der Informatik als auch *Verständnismittel* in Bezug auf Software. Außerdem wird damit *soziales Verhalten* bzw. allgemeiner der Einsatzkontext modelliert.

75 Dazu bin ich wie A. Schwill vom Software-Entwicklungsprozess ausgegangen. Anders als er beziehe ich mich allerdings nicht auf den idealtypischen Ablauf (dem »Wasserfall-Modell«), sondern auf den zyklischen Ablauf, den ich in Abb. 9, S. 96 bereits dargestellt habe.

76 Dies ist in der Adaption des Konzeptes von A. Schreiber keine notwendige Bedingung, um von einer *zentralen Idee* zu sprechen. Bei einer Einführung in die Informatik wird man in die Bereiche von Audio und Video nicht mehr tief eindringen, da das Prinzip der *Digitalisierung* anhand von Texten und Grafiken bereits deutlich geworden sein sollte.

notwendigerweise dazu führen, dass die Bedeutung der zu übertragenden Botschaft verloren geht. Die Protokolle *http*, *ftp* sowie *tcp/ip* scheinen mir im Zusammenhang mit der Vernetzung von Computern von grundlegender Bedeutung.

Für die Datenübertragung und die Datenspeicherung sind auch kryptographische Verfahren von Bedeutung. Darüber besteht die Möglichkeit z. B. durch sog. *steganographische* Verfahren in der *digitalen Repräsentation* eines Bildes Geheimbotschaften zu verstecken, die man dem Bild (ausgedruckt oder auf dem Bildschirm) nicht ansieht.⁷⁷ Daran schließen sich auch weitere *kontextuelle* Fragestellungen an, die vor allem die rechtlichen Regelungen für die Kryptographie betreffen, aber auch die Quasi-Standards, die sich diesbezüglich durchsetzen.

Interaktivität (statt Algorithmisierung)

Bereits in den *Kapiteln 2* und *3* habe ich unter Bezug auf P. Wegner darauf verwiesen, dass der Algorithmenbegriff nicht als alleinige Grundlage der Informatik ausreichend ist. Zwar kann P. Wegners Behauptung mit der *Interaction Machine* etwas gefunden zu haben, mit dem der Berechenbarkeitsbegriff erweitert werden müsste – und schon gar nicht in dieser Arbeit –, weder belegt noch widerlegt werden. Dennoch scheint mir diese Auseinandersetzung mit dem Phänomen der Interaktivität ein wesentlicher Hinweis darauf, dass es an Bedeutung gewonnen hat. Insbesondere kennzeichnet P. Wegners Hinweis darauf, dass interaktive Systeme inhärent unvollständig sind, einen wesentlichen Unterschied zum Algorithmenbegriff. Zumindest im Bereich der »Kontextuellen Informatik« muss man sich diesem Phänomen widmen. Anwendungssysteme sind i. d. R. interaktiv. Damit gibt es durch die sog. »Dialoge« in diesen Systemen eine Vielzahl von Verkörperungen der Interaktivität.

P. Wegner verweist außerdem darauf, dass das imperative Paradigma durch das objektorientierte abgelöst wird. Dies geht konform mit der Lehre in sehr vielen Bereichen der Informatik und hat ganz offensichtlich seinen Grund in der zunehmenden Orientierung in verschiedene Anwendungsbereiche, die sich nur ganz selten als mathematische Funktionen darstellen lassen.

Ordnungsmäßigkeit

Im Bereich der rechtlichen Rahmenbedingungen habe ich unter Hinweis auf die Arbeit von F. Holl darauf verwiesen, dass Ordnungsmäßigkeit ein wesentliches Prinzip der (kontextuellen) Informatik ist. Im Unterschied zu *Digitalisierung* und *Interaktivität* aber kann man diesbezüglich nicht davon sprechen, dass es sich auch um eine *zentrale Idee* handelt. Es lässt sich zwar nachweisen, dass die DIN-Kriterien zur Dialoggestaltung sowie auch den rechtlichen Regelungen des Datenschutzrechts beachtet werden; es ist aber lange nicht so zentral wie die beiden oben genannten Prinzipien.

77 Kuhn, M.: *Steganographie - die Hintertür zum Lauschangriff? Ein Informatikgrundkurs versteckt Nachrichten in Bilddateien*. In: Computer und Unterricht Heft 31 (1998), Seelze: Erhard Friedrich Verlag 1998

Darüber hinaus konnten mit dem Urheberrecht, dem Patentrecht und den TK-Gesetzen drei Bereiche genannt werden, die nicht nach dem Grundsatz organisiert werden. Der sog. »Netiquette«, die z. T. nach dem Prinzip der Ordnungsmäßigkeit gestaltet ist, wird nur noch wenig Beachtung geschenkt, seitdem die Internet-Dienste von vielen Menschen genutzt werden und nicht mehr nur von einer vergleichsweise kleinen Gemeinde von Internet-Nutzern.

Evaluation

Neben *Modellierung* und *Implementierung* ist *Evaluation* eine Phase im Zyklus der Software-Entwicklung. Bei A. Schwill taucht *Evaluation* als Zwischenüberschrift zur weiteren Strukturierung seiner »Ideen« auf. Mit Verifikation und Komplexität finden sich dort zwei Inhalte (Verifikation und Komplexität), zu denen – in der Sprechweise A. Schreibers – einige Verkörperungen angegeben werden. Allerdings gibt A. Schwill auch nur Verkörperungen aus dem Bereich formaler Bewertung an. Unter Bezug auf die in (3.3) dargelegte Sichtweise gibt es aber auch Formen der empirischen Bewertung in der (kontextuellen) Informatik.

Auf der Seite der formalen Bewertung geht es im Anschluss an die von A. Schwill genannten Begriffe zum einen um die Bewertung der Korrektheit eines Algorithmus und zum anderen – dies schließt auch an die Designalternativen und -konflikte an – um die Bewertung der *Komplexität*, die sowohl auf statische wie auch auf dynamische Modellierungen bezieht. Dies schließt auch an (s. S. 115) eine *zentrale Idee* der Mathematik an (Umgang mit Unendlichkeit), so dass zugleich ein wesentlicher Unterschied zur Mathematik markiert wird.

Ich hatte aber auch schon argumentiert, dass die Frage der Abschätzungen des Aufwandes (an Laufzeit oder Speicherplatz) zwar mathematisch beschreibbar und z. T. abschätzbar sind, aber auch diese sich letztlich nur kontextbezogen bewerten lassen. Hat man z. B. Restriktionen bzgl. des Speicherplatzes zu beachten, wird man die Algorithmen und Datenstrukturen entsprechend so gestalten, dass man eine längere Laufzeit in Kauf nimmt.

Der Kontextbezug wird aber umso deutlicher, wenn man den Bereich der Entwicklung von Algorithmen verlässt und sich auf die Gestaltung von interaktiven Systemen bezieht. Vor allem wenn man dann auch Fragen der Handhabbarkeit betrachtet, wird es eine größere Anzahl von Konflikten geben (es gibt keinen »one-best-way«), die mal die eine, mal die andere Lösung vorteilhaft erscheinen lassen. Besonders eklatant – und daher stammt das Konzept der Designkonflikte auch – ist es aber bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen. Diese Konflikte können nur vor dem Hintergrund des konkreten Handlungskontextes aufgelöst werden.⁷⁸ Hier ist dann ein empirischer Zugang nötig.

Darüber hinaus enthalten z. B. Methoden des Software-Engineering evaluative Momente. Auch ist die Bewertung der DIN-Kriterien daran gebunden, dass man die Nutzungssituationen z. B. im Umgang mit Benutzungsschnittstellen bewertet, da diese Krite-

78 Keil-Slawik (1990) S. 167f

rien kaum konstruktiv angewendet werden können. Daher werden gerade auch im Bereich der Software-Ergonomie empirische Verfahren genutzt.

Diese Bewertungen sind nach der Sichtweise der *Komplementarität von Produkt und Prozess* an Gegenständliches (Instrumente, Medien und Zeichen, kurz Artefakte) gebunden und der Rationalisierungseffekt lässt sich diesbezüglich auf der Ebene des handwerklichen Umgangs mit diesen Artefakten beschreiben. Es muss wesentliches Ziel der Gestaltung sein, diese handwerklichen Tätigkeiten zu minimieren. Das Kriterium hierzu lautet, das *Maß an erzwungener Sequenzialität zu reduzieren*. Damit wird ein Hinweis darauf gegeben, wie der Rationalisierungseffekt von Informatiksystemen zu bewerten ist.

Auch eine über die reine Korrektheit hinausreichende Bewertung der Sicherheit bzw. der Verlässlichkeit von Software ist an das systematische Testen von Programmen gebunden und damit empirisch. E. W. Dijkstras Hinweis darauf, dass nur die An- und Abwesenheit von Fehlern festgestellt werden kann, ist ein Indiz dafür, dass die Testeingaben und -szenarien auch kontextbezogen ausgewählt werden müssen.

Insgesamt fällt es aber schwer, für die Phase der Evaluation *zentrale Ideen* zu finden, da die dafür notwendige kohärente Fülle nicht vorhanden ist. Es gibt eine Vielzahl Strategien und Methoden zur Bewertung, die aber keinen großen Zusammenhang untereinander aufweisen. Es sind einzelne Ansätze der Bewertung, die situations- oder anwendungsspezifisch zum Tragen kommen.

4.3.4 Aspekt Sinn: Verankerung in der Lebenswelt

Auf eine Begründung der lebensweltlichen Verankerung der genannten Ideen habe ich bis hierhin verzichtet. Wie bei A. Schwill gesehen besteht hierbei die Gefahr der *vulgär-pragmatischen* Rechtfertigung, insbesondere wenn man versucht, Inhalten der Informatik z. B. das Potenzial zur Vermittlung von Problemlösekompetenzen zuzuweisen. In (5.1.2) werde ich darlegen, dass dieses bei nur ganz engen Rahmenbedingungen möglich ist. Daher werde ich hier pragmatischer davon ausgehen, die Informationstechnologien als Teil der Lebenswelt und die damit verbundenen Phänomene zum Ausgangspunkt der lebensweltlichen Verankerung machen.⁷⁹

Dabei gilt es allerdings einen Unterschied zur Mathematik zu berücksichtigen. Zwar bezieht sich die Mathematik auch auf Phänomene der Zivilisation/Kultur (vor allem Geometrie und Zahlen) und damit auf von Menschen geschaffen und nicht von Natur aus gegebenen Phänomenen,⁸⁰ diese werden dann aber strukturell gefasst und Beschäftigung mit den Strukturen, z. B. algebraische oder numerische, steht im Vordergrund. Der Bezug zu den Phänomenen kann in einfacher Weise hergestellt werden. Für die Informatik muss der Bezug aber anders hergestellt werden, da für die Informatik die maschinelle Umsetzung der durch Mathematisierung (Modellierung) gewonnenen Strukturen wesentlich ist. Hier spielen kontextuelle Einflüsse mit ein, die z. B. einem entdeckenden Ler-

79 A. N. Whitehead benennt *Zahl, Quantität* und *Raum* als allgemeine Ideen der Mathematik und verweist damit auf die Prinzipien des Zählens, des Rechnens, des Messens und der geometrischen Beschreibungen. Er verfolgt damit aber zugleich einen ähnlichen Ansatz.

80 Da es im Bereich der Zivilisation und Kultur weniger mathematisch-naturwissenschaftlich beschreibbare Gesetzmäßigkeiten gibt, ist – wie gesehen – eine kontextuelle Sichtweise notwendig.

nen sehr viel weniger zugänglich sind. Daher sollten die Maschinisierungen zum Ausgangspunkt genommen werden. *Digitalisierung* und *Interaktivität* lassen sich als Maschinisierungen denn auch in der Lebenswelt finden.

Interaktivität ist also über interaktive Systeme in der Lebenswelt verankert. Es ist eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Dabei muss aber (nach der Sichtweise der Komplementarität von Produkt und Prozess) eine Abgrenzung zum Prinzip der Interaktion gefunden werden, die z. B. unter Menschen stattfindet, die nach anderen weniger formalen Regeln stattfindet.

Digitalisierung ist bereits weniger in der Lebenswelt zu verankert. Das, wofür ich Digitalisierung als Überschrift (Sammel-Bezeichnung) verwende, ist von ursprünglichen und umgangssprachlichen Bedeutungen entfernt. Als statische Modellierung von Dokumenten- und Dateiformaten sowie Protokollen ist es weitergefasst, besitzt aber als solche eine festere Verankerung in der Lebenswelt.

Für alle weiteren Ideen hatte ich schon ausgeführt, dass sie von weniger zentraler Bedeutung sind. Sie sind kaum



Abbildung 12: Ideen der »Kontextuellen Informatik«

in der Lebenswelt verankert. Insbesondere Komplexität und Korrektheit haben in der Lebenswelt andere Bedeutungen. Daraus ergibt sich in Bezug auf die Ideen der »Kontextuellen Informatik« die die Abb. 10 modifizierende Abb. 12 zu den zentralen Ideen der »Kontextuellen Informatik«.

4.4 Fazit zu den fundamentalen Ideen

Algorithmisierung, *Modularisierung* und *Verschriftlichung* als Reinterpretationen der »Master-Ideen« von A. Schwill und die *fundamentalen Ideen*, die R. Baumann benennt, sind im Sinne des Verständnisses von A. Schreiber *universelle Ideen*, die der Konkretisierung durch *zentrale Ideen* bedürfen. *Digitalisierung* kann als Konkretisierung der Formalisierung verstanden werden und *Interaktivität* kann als Präzisierung von Automatisierung und Erweiterung von *Algorithmisierung* verstanden werden. Die universelle Idee der *Vernetzung* taucht nur in Bezug auf die Digitalisierung (Protokolle) wieder auf, findet sich ansonsten in der Fachsystematik der »Kontextuellen Informatik« als Kommunikation wieder. Daher bleiben beim Anlegen strenger Maßstäbe nur zwei *zentrale Ideen* der »Kontextuellen Informatik« übrig.

So ist das Ergebnis in diesem Kapitel nicht sehr weitreichend. Das Konzept der *fundamentalen Ideen* ist zu wenig handfest, als dass man z. B. einen Zugang zu den Inhalten eines Faches daraus ableiten könnte. Denn das Auffinden *fundamentaler Ideen* ist weit weniger zentral, um die Grundlagen eines Faches zu bestimmen und eine Auswahl von

grundlegenden Inhalten zu finden als dies allgemein angenommen wird. Eine eingehendere Beschäftigung mit Konzepten der Allgemeinbildung, der Lernpsychologie etc. ist unerlässlich, um Inhalte zu finden und zu strukturieren. Darüber hinaus ist eine Auseinandersetzung mit verschiedenen Sichtweisen auf das Fach unerlässlich; sie ist integraler Bestandteil fachdidaktischer Forschungen.

A. Schwill hat mit seinem Katalog *fundamentaler Ideen* – mit den in diesem Kapitel genannten Einschränkungen – einen wesentlichen Beitrag zur »Didaktik der Informatik« geliefert, indem er eine Fundierung für die algorithmenorientierten Ansätze gefunden hat. Anknüpfend an dieses Potenzial *fundamentaler Ideen* habe ich für den Ansatz der »Kontextuellen Informatik« eine gewisse Fundierung vorgeschlagen, die über die Fachsystematik (aus Abb. 7, S. 90) hinausgeht. Damit wird – wie A. Schreiber es ausdrückt – eine gewisse Bedeutungskonzentration erreicht.⁸¹

Insbesondere wird erkennbar – und dies habe ich in der Abb. 12 dargestellt –, dass *Digitalisierung* und *Interaktivität* zentrale Ideen der »Kontextuellen Informatik« sind. Dies gilt z. B. für *Ordnungsmäßigkeit* nicht; diese ist bislang weder im Fach zentral noch ist dieser aus der Buchführung entlehnte Begriff wirklich in der Lebenswelt angekommen. Er ist – wie gesehen – eigentlich (d. h. noch nicht in der Praxis) von zentraler Bedeutung für das, was die »Kontextuelle Informatik« ausmacht.

Auch in der »Phase« der Evaluation ist es m. E. schwierig von *zentralen Ideen* im Sinne A. Schreibers zu sprechen: Sowohl die formalen Betrachtungen zu *Korrektheit* und zur *Komplexität* sind nur schwach in der Lebenswelt angebunden. Es gibt Differenzen zur Bedeutung dieser Begriffe in der Lebenswelt. Für die Fragen zur Bewertung des *Rationalisierungseffektes* und der *Verlässlichkeit* gibt es über die für die Grundlagenbereiche der »Kontextuellen Informatik« angegebenen Perspektiven weitere, die ganz andere Bewertungen vornehmen.

Deshalb kann das Auffinden dieser *zentralen Ideen* der »Kontextuellen Informatik« nicht der Schlusspunkt dieser Arbeit sein. Um tatsächlich einen Zugang zu den Inhalten der Informatik zu finden, muss man tiefer an dem ansetzen, was bildungspolitisch unter »Informatischer Bildung« firmiert und wie die fachdidaktischen Ansätze hierzu aussehen. Dieses werde ich in den nächsten beiden Kapiteln studieren.

81 Vgl. hierzu das Zitat auf S. 114

Kapitel 5 »Informatische Bildung« zwischen Bildungspolitik und Praxis

Es ist das Ziel dieser Arbeit, anknüpfend an die Erfahrungen und Konzepte für die »Informatische Bildung« eine Auswahl von Inhalten für Einführungsveranstaltungen zur Informatik zu präsentieren. Da diese Einführungen auch ein Defizit allgemeiner Bildung kompensieren, sollten Erkenntnisse und Erfahrungen aus diesem Bereich übertragbar sein. Auch die »Informatische Bildung« versucht den für diese Veranstaltungen notwendigen Spagat in Bezug auf die Vielzahl informationstechnischer Anwendungen einerseits eine Orientierung zu bieten und andererseits in die kerninformatischen Grundlagen einzuführen.

Allerdings ist »Informatische Bildung« bislang bloß ein bildungspolitisches Konstrukt, das nur in seinen Bestandteilen (dem Fach Informatik und der ITG) umgesetzt ist und nicht als zusammenhängendes Konzept. Dies liegt vor allem darin begründet, dass hier zwei unterschiedliche Bildungskonzepte aufeinander prallen, die aus zwei unterschiedlichen Traditionen stammen, die ganz unterschiedliche Sichten auf die Informatik und Informationstechnologien bieten und damit kaum aufeinander bezogen werden können.

Dies liegt darin begründet, dass unabhängig vom bildungspolitischen und -theoretischen Standort der einzelnen Konzepte, durch die von E. W. Dijkstra proklamierte »Brandmauer« eine Grenze zwischen »Kerninformatik« und Angewandter Informatik besteht. Die von J. Pflüger intendierte „Informatik auf der Mauer“ konnte in die Überlegungen zur Informatischen Bildung bislang nicht einbezogen werden. Ich werde zeigen, dass die »Kontextuelle Informatik« und hier vor allem die *Informatik im Kontext* ein erster Ansatz ist, auf diese Mauer zu klettern.

Dazu werde ich in diesem Kapitel zunächst die konzeptionellen, d. h. didaktischen und pädagogischen, z. T. wissenschaftspolitischen Vorstellungen zu einer »Informatischen Bildung« studieren. Dieses dient dazu, einen inhaltlichen Rahmen für die »Informatische Bildung« abzustecken, auf dessen Grundlage die Bewertung der fachdidaktischen Ansätze (in *Kapitel 6*) erfolgen kann und dann anschließend (in *Kapitel 7*) eine Einführung in die Informatik gestaltet werden kann.

Dazu werde ich zunächst das Fach Informatik (5.1) untersuchen und daran anschließend die ITG (5.2). Das Ergebnis dieser Untersuchung sind Bereiche (Kategorien) von Inhalten und Zielen, auf die die »Informatische Bildung« insgesamt bezogen ist. Da ich mich diesbezüglich nicht nur auf die Ansprüche beschränken möchte, die mit den Zielsetzungen in den Konzepten verbunden sind, werde ich – so weit möglich – diese An-

sprüche jeweils an der Praxis spiegeln sowie den bildungstheoretischen Hintergrund miteinbeziehen. Auf diesem Weg ergibt sich ein begründeter Vorschlag, auf welche Teilmenge der Ziele und Inhalte »Informatische Bildung« und damit auch die Einführungen in die Informatik bezogen werden sollten (5.3).

5.1 Das Fach Informatik

Wenn man vom Fach Informatik spricht, ist i. d. R. die Informatik in der gymnasialen Oberstufe gemeint.¹ Mit der Reform der gymnasialen Oberstufe ist das Fach Informatik bereits im Jahr 1972 in den Kanon der im *mathematisch, naturwissenschaftlich, technischen Aufgabenfeld* wählbaren Fächer aufgenommen worden.² Damit ist eine gerade erst – mit viel politischem Druck³ – geschaffene Hochschuldisziplin zum Schulfach geworden. Allerdings sind keine weiteren Maßnahmen ergriffen worden, die das Fach langfristig gestützt hätten.⁴ Eine nachhaltige Entwicklung und Stabilisierung der Informatik in der Schule wurde durch die schnelle Einführung aber behindert, wenn nicht sogar verhindert.

Im Unterschied zu vielen anderen Fächern traf der Informatik-Unterricht allerdings zunächst auf großes Interesse bei den Schülerinnen und Schülern; die Lehrenden konnten ihre eigene Begeisterung weitergeben. Es setzte eine dynamische Entwicklung ein. Computerbegeisterte Lehrende unterrichteten computerbegeisterte Schüler. Diese allseitige Begeisterung war und ist aber kein Indiz für die Qualität des Informatikunterrichts. Sie ist Ausdruck einer besonderen Situation, in der Computer noch nicht allgegenwärtig waren und lässt sich z. B. auch in Arbeitsgemeinschaften (AG) beobachten, die z. T. außerhalb des eigentlichen Fächerkanons angeboten und von besonders interessierten Schülerinnen und Schülern genutzt werden. Die Qualität des Faches bzw. Unterrichts lässt sich abschließend erst dann bewerten, wenn im Regelbetrieb jeder Schüler und jede Schülerin das Fach belegen muss und der Unterricht damit nicht mehr den Status des Ungewöhnlichen hat.⁵

Die Informatik ist damit von Beginn an ein Fach gewesen, dem nicht nur der Ruf anhing ein Spezialfach zu sein, das nur besonders Interessierte und Begabte erreicht, son-

1 Nur in wenigen Bundesländern (Sachsen seit längerem, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern seit kurzem) gibt es Informatik im Pflichtbereich der Sek. I. Im Wahlpflichtbereich kann Informatik bereits in den Jahrgangsstufen 9 oder 10 gewählt werden, wenn man auf eine dritte Fremdsprache verzichtet.

2 Eigentlich waren im (1.) DV-Programm der Bundesregierung (1967), mit dem auch die Gründung der Informatik an den Hochschulen vorbereitet wurde, Mittel für den computerunterstützten Unterricht bereitgestellt worden.

3 Gründung der Informatik und der Gesellschaft für Informatik (GI) im Bundesinnenministerium sowie Änderung des Grundgesetzes zur Schaffung der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.

4 So wurde keine grundständige Lehramtsausbildung mit Studiengängen eingerichtet und es wurden auch kaum Arbeitsgruppen für eine Didaktik der Informatik eingerichtet, wie dies in anderen Fächern üblich ist. Die Lehrer waren zum großen Teil Mathematik- und Physiklehrer, die sich autodidaktisch oder in Fortbildungsmaßnahmen den Inhalten der Informatik näherten.

5 All dies spricht aber auch nicht gegen die Personen und gegen das Fach, ist allerdings insgesamt kritisch in Bezug auf die Festigung des Faches.

dem dies auch noch bis heute ist. Dies hat zur sog. »Krise des Informatikunterrichts« geführt (5.1.3). Bevor ich aber die Gründe hierfür untersuchen kann, werde ich zunächst die Inhalte bzw. den Wandel der Inhalte sowie Bildungsansprüche darstellen (5.1.1) und dann auch unter Bezug auf die Praxis bewerten (5.1.2).

5.1.1 Inhalte und Bildungsansprüche des Informatikunterrichts

Bezüglich der Inhalte handelte man schon immer pragmatisch. Die Inhalte des Informatikunterrichts waren immer schon am gerade aktuellen Stand der technologischen Entwicklung orientiert. Zu Beginn der Entwicklung stand so eine gewisse Hardwarekunde und vor allem das Programmieren im Vordergrund, ohne dass man die spezifischen Beiträge dieser Inhalte zur Allgemeinbildung expliziert hätte.

Diese Ausrichtung war zunächst ohne wirkliche Alternative. In einer Zeit bevor mit dem *Apple 2e*, dem *C 64* oder den *IBM-kompatiblen PCs* Computer für die breite Öffentlichkeit zugänglich wurden, gab es lediglich die Möglichkeit sich mit der Hardware zu beschäftigen bzw. die vorhandenen Computer zu programmieren. Mit der Orientierung auf Hardware hatte man sich allerdings auf ein Spezialgebiet (abseits der sonstigen Inhalte im allgemein bildenden Schulwesen) begeben, das sich zudem auch noch sehr dynamisch entwickelte und die ständige Revidierung konkreter Inhalte bedeutete. Dies sprach zwar die Computer-Freaks an, aber lange nicht möglichst Viele. Für ein Fach, das *de facto* den Status einer AG hatte, war und ist dies unproblematisch. Für ein Fach, das einen weiter reichenden Anspruch hat, da es im Pflichtbereich verankert werden soll, muss aber darüber hinaus nach Inhalten gesucht werden, mit denen tatsächlich ein Beitrag zur Allgemeinbildung geleistet wird.

Die Orientierung auf die Hardware (die erste Phase wird hardwareorientierte Phase genannt)⁶ wurde daher mit der Zeit (in den Jahren 1976 – 1981) zugunsten einer Orientierung auf Algorithmen und Datenstrukturen zurückgedrängt. In einem grundlegenden Papier der GI⁷ wurde im Jahr 1976 daher eine Neuausrichtung festgeschrieben. Der Abkehr vom hardwareorientierten Ansatz wird aber nicht nur der algorithmenorientierte Ansatz gegenübergestellt, sondern es wird auf Anwendungen sowie auf Chancen und Risiken der mit der Entwicklung computergestützter Technologien einhergehenden gesellschaftlichen Veränderungen verwiesen, wodurch ein Bezug zum Kontext der Informatik hergestellt wird:

Gegenstand des Informatikunterrichts ist in erster Linie nicht die technische Funktion des Rechners. Vielmehr erscheint es wesentlich, Möglichkeiten der Anwendung des Rechners sowie Auswirkungen und Grenzen des Einsatzes von Rechenanlagen zu kennen und zu erkennen.⁸

Anschließend daran wird in den Richtlinien zum Informatikunterricht des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW) von 1981 erläutert, warum hierfür ein algorithmenorientierter bzw. auf Programmiersprachen orientierter Unterricht notwendig ist.

6 Vgl. hierzu Baumann (1996) und Eberle (1996)

7 Brauer u. a. (1976)

8 ebd.

Es gibt kaum noch Bereiche, in denen der einzelne nicht direkt oder indirekt betroffen ist. Einer kritiklosen Technologiegläubigkeit einerseits und einem Maschinenstürmertum andererseits gegenüber der technologischen Entwicklung und ihrer Konsequenzen muß entgegen gewirkt werden. Die sich durch die Datenverarbeitung verändernde moderne Gesellschaft benötigt gerade in diesem Bereich Bürger, die auf der Basis fundierter Kenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes informationsverarbeitender Systeme (vom Mikroprozessor bis zu Rechnernetzen) zu selbständigem Urteil und zu eigenverantwortlichem Handeln befähigt sind. So können die negativen Auswirkungen in Grenzen und die positiven Leistungen gefördert werden.⁹

Die von der Informatik (mit-)beeinflusste gesellschaftliche Entwicklung wird damit ins Visier genommen. Es soll nach einem *dritten Weg* zwischen *kritikloser Technikgläubigkeit* und *Maschinenstürmertum* gesucht werden. Dies geschieht allerdings nur um den Allgemeinbildungsanspruch nach außen zu dokumentieren. Fachsystematische Gründe gibt es dafür nicht.¹⁰ Diese Inhalte werden entsprechend nur am Rande behandelt.¹¹ Tatsächlich stehen inhaltlich trotz der zurückgedrängten Hardwarekunde und Programmierung ingenieurwissenschaftliche Inhalte im Vordergrund.

Diese ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung wird auch nicht geleugnet: Die Informatik wird in den Richtlinien als eine Disziplin dargestellt, die „Algorithmen zur Lösung komplexer und datenreicher Probleme“¹² konstruiert, realisiert, darstellt und deren Eigenschaften untersucht und ...

... durch seine besondere Methode, die logisch-dynamische Elemente mit analytischen und konstruktiven Verfahren verbindet, ... Die Informatik liefert dem Lernenden die Erfahrung, daß – ... anders als in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern – der für dieses Fach typische Lösungsweg über Abstraktion, Modellbildung und technische Realisierung zusätzlichen Bewertungskriterien unterliegt, die dem Charakter der Informatik als konstruktiv-synthetischer Wissenschaft entsprechen.¹³

Die der Informatik zur Verfügung stehenden Methoden werden zudem als universell gekennzeichnet, da sie neben ihrer Realisierung auf Datenverarbeitungsanlagen auch in nicht näher bezeichneten Bereichen eingesetzt werden können, ...

... in denen ein algorithmisches (konstruktiv-systematisches) Vorgehen bei der Problemlösung und der kritischen Analyse der Realisierungsmöglichkeiten angestrebt wird.¹⁴

Der curriculare Zugang zu den Inhalten ist entlang der Grundlagen ausgerichtet worden, die sich an den Hochschulen etabliert hatten. Neben der Programmierung im 1. Semester („Vom Problem zum Programm“) und einem Teil, der der Einführung in die Rechner-

9 Richtlinien NRW (1981) S. 27

10 Siehe auch *Kapitel 1*, da dieses Ziel sicher zum *Kontext der Informatik* zählt und damit außerhalb der Informatik in den Bereich der Techniksoziologie liegt.

11 Faulstich-Wieland (1986) S. 505

12 Richtlinien NRW (1981) S. 27

13 ebd.

14 ebd.

strukturen gewidmet ist im 2. Semester („Vom Programm zur Maschine“), wird im 3. Semester in grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen eingeführt.¹⁵ Die Inhalte in den Schulen sind dem entsprechend wie folgt gegliedert:

- I Algorithmik
- II Daten und Datenstrukturen
- III Hard- und Softwaresysteme
- IV Realisierung, Probleme und Auswirkungen der praktischen Datenverarbeitung

Die ersten drei Bereiche beschäftigen sich mit kerninformatischen Inhalten, der vierte Bereich mit einer Vielzahl weiterer Themen, für die keine kurze Überschrift gefunden werden kann. Es handelt sich um eine Zusammenstellung sonstiger Inhalte ohne wirklichen Zusammenhang.

In den ersten drei Bereichen wird ein Bottom-Up-Vorgehen von den grundlegenden Begriffen zu komplexeren Strukturen vorgeschlagen. Das Vorgehen an den Schulen unterscheidet sich von dem an den Hochschulen allerdings dadurch, dass man dabei im Wesentlichen der »Sachlogik« der Programmiersprache folgt, d. h. es wird Schritt für Schritt (vor allem in PASCAL) in die Sprachelemente eingeführt. Dies geschieht unabhängig davon, dass in den Richtlinien beteuert wird, dass der curriculare Aufbau unabhängig von der Programmiersprache sein solle. Insgesamt steht aber die (Programmier-)Praxis im Vordergrund.

Der Unterricht beschränkt sich gar in vielen Fällen auf die Einführung in eine Programmiersprache. Die Vermittlung der Grundlagen einer Programmiersprache wird weitgehend kontextfrei gestaltet und soll auch der Beschäftigung mit den darüber hinausgehenden Bildungszielen vorangehen. Dies ist insofern richtig, da ohne grundlegende Kenntnisse das Ziel einer rationalen Einschätzung von Technik sicherlich nicht zu erreichen ist.

Allerdings ist dieser Inhalt dem Bereich IV zugeordnet und fällt – auch wegen Zeitmangel – z. T. aus. Dass der Stellenwert des Bereichs IV als gering(er) eingeschätzt wird, wird auch dadurch dokumentiert, dass dieser Bereich nicht viel mehr ist als eine Zusammenstellung von verschiedenen Themen, von denen eines „Datenverarbeitung in Wirtschaft und Gesellschaft“ lautet, in dem „Veränderungen in Wirtschaft und Beruf“, „Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft“ und das „Datenschutzrecht“ besprochen werden sollen. Für diesen Lernbereich IV werden auch die Themen „Dateien und Datenorganisation“ als auch „Planung und Durchführung von DV-Projekten“ genannt, mit denen ein Einblick in weitere vor allem anwendungsbezogene Themen angestrebt wird.¹⁶ Diese anwendungsbezogenen Themen sind aber Anhängsel und bei weitem nicht so zentral wie es in der Legitimation zum Ausdruck kommt.

15 So zumindest an den Universitäten Paderborn und Dortmund, an denen ich studiert habe.

16 ebd. S. 88ff

5.1.2 Bewertung der Bildungsansprüche

Tatsächlich ist vieles von dem, was nicht nur in diesen, sondern in allen Richtlinien steht, bildungspolitische Rhetorik, mit denen man den Ansprüchen, die an Fächer von *außen* (in diesem Fall der Bildungspolitik, aber auch der allgemeinen Didaktik) herangetragen werden, gerecht zu werden versucht. Dies betrifft sowohl die auf Algorithmik und Programmiersprachen bezogenen Inhalte bzw. die damit verbundenen Ansprüche als auch die Thematisierung gesellschaftlicher Fragestellungen.

Ab Seite 135ff werde ich unter der Überschrift *Zur Bewertung kerninformatischer Inhalte* den algorithmenorientierten Ansatz und die damit verbundenen Zielsetzungen untersuchen. Dabei werde ich auch auf die Rolle technischer Inhalte im Rahmen der Allgemeinbildung eingehen, da auch die Inhalte des algorithmenorientierten Ansatzes im Wesentlichen ingenieurwissenschaftlich geprägt sind. Zunächst werde ich den Hintergrund gesellschaftlicher Fragestellungen untersuchen.

Zum Hintergrund und zur Bewertung gesellschaftlicher Fragestellungen

Die in den Richtlinien geforderte gesellschaftliche Einbettung der Informatik wird durch den Bezug auf algorithmisches Problemlösen, durch Bezug auf Hardware- und Betriebssystemkunde und das Programmieren kleiner Programme sicher nicht geleistet. Es stellt sich aber grundsätzlich die Frage, ob die Behandlung gesellschaftlicher Fragestellungen überhaupt im Rahmen von Allgemeinbildung notwendig ist, und wenn ja, ob diese Teil des Fachs Informatik sollte. Es kann durchaus sein – und vor allem R. Baumann weist in seinen Büchern zur »Didaktik der Informatik«¹⁷ darauf hin –, dass dieses über den »Tellerrand« des Faches Hinausschauen bloßer Ausdruck eines kurzfristig wirksamen Zeitgeistes ist. Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig den Hintergrund der gesellschaftlichen Fragestellungen zu erkunden.

Die Thematisierung gesellschaftlicher Fragestellungen im Rahmen des Fachunterrichts aller Fächer geht im Wesentlichen auf die Allgemeinbildungsdiskussion der 60er und 70er Jahre zurück, die durch die »Kritische Theorie« beeinflusst war. Im Zuge ihrer Rezeptionen für die Allgemeinbildung sind Inhalte politischer Bildung in die Lehrpläne der Fächer hineingetragen worden. Es sollte eine kritische Reflexion des fachlichen Handelns initiiert werden.¹⁸

Durch diese Einbeziehung des gesellschaftlichen Kontextes als Bestandteil des Fachunterrichts von jedem einzelnen Fach sollten (politisch) mündige und zugleich kritische Bürger gebildet werden.¹⁹ Ziele wie »Emanzipation« und »(politische) Mündigkeit« sollten bis dahin eine im Wesentlichen auf »Aufklärung« ausgerichtete Bildung ergänzen.²⁰

17 Baumann (1990), (1996)

18 Der Grund bzw. die Begründung hierfür ist auch – wie im Fall des Humanistischen Studiums – in dem Versagen einer auf Aufklärung ausgerichteten Bildung in der NS-Zeit und vor allem beim Holocaust zu suchen.

19 Vgl. hierzu z. B. Preuss-Lausitz, Schaeffer, Quitzow (1976)

20 H. W. Heymann beschäftigt sich mit diesen Begriffen [Heymann (1996) S. 90].

Spätestens mit der Entdeckung der Atomenergie und ihrer militärischen (Atombomben und -raketen) bzw. ihrer sog. »friedlichen« Nutzung (Atomkraftwerke) sind sowohl Fragen nach der Verantwortung als auch der Integration des gesellschaftlichen Kontextes als bedeutsam erkannt worden. Naturwissenschaftliche Entdeckungen und schon gar nicht ingenieurwissenschaftliche Erfindungen auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sind frei von Einflüssen der Umwelt, normativen Setzungen und gesetzlichen, finanziellen oder gesellschaftlichen Rahmenbedingungen. Es stellen sich nicht nur Fragen der Verantwortung sondern vor allem mit dem »Super-GAU« im Atomkraftwerk in Tschernobyl sind Fragen der gesellschaftlichen Wirkung der Atomenergie stärker in die didaktische Diskussion getragen worden.²¹

Darüber hinaus war es (s. *Kapitel 1*) Ausdruck des »Zeitgeistes« der 70er und 80er Jahre, dass man Technik kritischer beäugte. Vor allem die Erkenntnis, dass der Einsatz von Technik nicht in jedem Fall sozial- bzw. umweltverträglich ist, erschütterte den Glauben an einen Fortschritt durch Technik nachdrücklich. Die Rolle von Technik wurde nicht nur in Bezug auf Computer kontrovers diskutiert.

Dies gipfelte z. B. in der Frage, ob Computer *Job-Knüller* oder *Job-Killer* seien. Diese Gegenüberstellung ist nicht nur ein sehr eingängiges Wortspiel, sondern spiegelt auch die verhärteten polaren Positionen in der Einschätzung der Informationstechnik im Besonderen, aber auch von Technik im Allgemeinen wider. Technik ablehnenden Haltungen (»Maschinenstürmertum«) standen nicht minder naive Hoffnungen gegenüber, dass die weitere technische Entwicklung möglichst alle Probleme, die im menschlichen Zusammenleben existieren, lösen könne (»kritiklose Technikgläubigkeit«, Technikeuphorie). Eine Position zwischen diesen beiden Extremen war kaum zu finden. Insofern ist der Hinweis in den NRW-Richtlinien darauf, dass man zu rationalen Einschätzungen (einem »dritten Weg«) kommen solle, in dieser Zeit ideologischer Grabenkämpfe begründet. Diese polarisierten Standpunkte sind allerdings derart ideologiebehaftet, dass sie einer rationalen Diskussion eigentlich nicht zugänglich sind.

Sowohl die euphorischen als auch die kritischen Einschätzungen sind *nicht* Wirklichkeit geworden. Seit dem Ende des »Kalten Krieges« werden solche Fragen auch weniger ideologiebehaftet und weniger grundsätzlich diskutiert. Der Einfluss der »Kritischen Theorie« und damit zugleich auch die Politisierung aller Fach- und Lebensbereiche ist zurückgedrängt worden (s. a. »Neuorientierte Allgemeinbildung« 5.2.3).

Die oben genannten Polaritäten zwischen Technikfetischisten und -feinden existieren in dieser extremen Form kaum mehr. Eine Bewertung von Technik ist durch den Verlust der Polaritäten eher schwieriger geworden.²² Pragmatik bzw. Gleichgültigkeit kennzeichnen die Einschätzung von Technik. Diese Gleichgültigkeit – R. Capurro nennt diese Einstellung *eine Technik bagatellisierende Haltung*²³ – Technik wird als bloßes Instrument verstanden, ohne ihre gesellschaftlichen Implikationen der Technik sehen zu wollen, ist zu-

21 Beiträge zu Tagungen im Bereich der Didaktik der Chemie und der Physik aus dieser Zeit belegen das.

22 Dies zeigt sich auch allgemein: Man kann sich nicht mehr auf eine Differenzierung von Gut und Böse verlassen, die unter Maßgabe *cui bono* politische Entscheidungen beurteilt, damit einen Schuldigen identifiziert und Alles und Jedes, das mit diesem zusammenhängt, negativ oder positiv beurteilt.

23 Capurro (1991)

mindest *nicht* der in den Richtlinien geforderte »dritte Weg« einer rationalen Einschätzung von Technik.²⁴

Dazu kommt das Problem, dass auch die Themen, die in den Bereichen gesellschaftlicher Wirkungen sowie Chancen und Risiken behandelt werden sollen, ihre Aktualität verlieren, da sie an den Wandel der Informationstechnik gekoppelt sind. Neue Technologien haben andere gesellschaftliche Folgen. Anfang der 80er Jahre waren die Themen mögliche Arbeitsplatzverluste, Überwachungsstaat durch den Einsatz von Computern als auch die militärische Verwendung von Computern z. B. im Zusammenhang mit der sog. »NATO-Nachrüstung«. Heute sind dies vor allem Themen, bei denen es um die Kommerzialisierung des Internet und die Digitalisierung von Handel, Verwaltung und Dienstleistung geht.

Es ist nur schwer absehbar, was in ein paar Jahren gesellschaftlich diskutiert wird und damit dann als bildungsrelevant genannt würde. Es muss auch in diesem Bereich nach Exemplarischem sowie nach Prinzipien und Konzepten gesucht werden, die längerfristige Gültigkeit haben. Der Ansatz der »Kontextuellen Informatik« erscheint hierfür geeignet, da dieser sich auf invariante Strukturmerkmale des Kontextes bezieht.

Die in den Richtlinien genannten Ansprüche zielen – mit der Kategorisierung aus *Kapitel 3* – auf eine Beurteilung des *Kontextes der Informatik* ab. Diese Inhalte liegen aber außerhalb der Informatik und sind nicht Teil eines Unterrichtsfachs; zu unterschiedlich sind die Methoden, die Denkweisen und die Bewertungskriterien für die Leistungen der Schülerinnen und Schüler. Informatik-Lehrende sollten darüber hinaus nicht in den fremden Gefilden anderer Fächer wildern. Daher sollte man auf solche Inhalte im Rahmen des Informatikunterrichts verzichten.

Es wird zwar eine Kontextualisierung erreicht, indem man sich im Unterricht mit »veränderten Berufsbildern« – wie z. B. des Druckers – oder aber das »Spannungsfeld zwischen der Freiheit des Einzelnen« und den Möglichkeiten der »Speicherung und Auswertung persönlicher Daten mit Datenverarbeitungsanlagen« befasst. Aber dies mündet zu oft in eine allgemeine Gesellschaftskritik, die durch ein ausgewogenes *sowohl als auch* dann aufgefangen werden.

All diese Themen und die Veränderungen, die sie mit sich bringen, sind für sich zwar ein wichtiges Thema; für das Ziel einer rationalen Einschätzung der Technik werden diese Themen aber so lange keinen Beitrag liefern, wie man – ohne Bezug auf die Alternativen bei der Gestaltung von Technik – bei einem zweideutigen *sowohl als auch* stehen bleibt und in der Informatik wie gehabt fortfährt. Es fehlt eine inhaltliche Anbindung an die Informatik, indem man z. B. die Rückwirkungen diskutiert.

D. h. aber noch lange nicht, dass man die Inhalte der Informatik *kontextfrei* unterrichten sollte. Die Untersuchungen im *Kapitel 2* dieser Arbeit zeigen, dass bei aller notwendigen Ablehnung einer bloßen Beschäftigung mit dem *Kontext der Informatik* gerade die Informatik notwendigerweise in den Kontext nicht nur eingebettet ist, sondern diesen auch

24 Insgesamt sind mit den Informationstechnologien bislang nicht gekannte Gefährdungspotenziale verbunden, die sie von anderen Technologien unterscheiden und damit erklären, warum es von Anfang an eine solche enge Bindung zwischen Technikentwicklung und Technikkritik gegeben hat.

konstruktiv für die eigene Wissenschaft nutzen muss. Dieses muss – will man ein adäquates Bild der Disziplin vermitteln – auch in der Schule seinen Niederschlag finden.

Gesellschaftliche Fragestellungen waren noch nie zentraler Inhalt des Informatikunterrichts. Jeder Lehrende, der sich bislang gegen diese Themen gesperrt hat, wird der Überlegung diese auszulassen zustimmen. D. h. aber noch lange nicht, dass die übrigen Inhalte, die zudem bislang eine zentralere Rolle spielen, ohne weiteres bzw. in jedem Fall so wie sie bislang dargeboten wurden, wichtig und richtig sind. Dieses werde ich im Folgenden aufzeigen, indem ich die kerninformatischen Inhalte bewerte.

Zur Bewertung kerninformatischer Inhalte

Auch mit der Ausrichtung in der algorithmenorientierten Phase ist das Fach Informatik ein technisches Fach. Zu dieser Überzeugung waren Anfang der 70er Jahre auch schon die Vertreter der kybernetischen Pädagogik²⁵ gelangt. H. Frank und I. Meyer schreiben:

Der Gegenstand der Rechnerkunde ist nicht von Natur aus vorgegeben, sondern ein Erzeugnis, dessen Struktur aus einer *Zweckbestimmung* (nämlich das algorithmische Denken zu objektivieren) heraus zu entwickeln bzw. zu erklären (nachzuerfinden) ist.²⁶

Damit weisen H. Frank und I. Meyer schon 1972 darauf hin, dass das Algorithmieren und das Programmieren ein *Erfindungsprozess* ist, den es im Informatikunterricht vor allem zu rekonstruieren gilt.²⁷

Daran ist problematisch, dass technische Bildung nur bedingt als Teil allgemeiner Bildung verstanden wird. Dafür lassen sich im Wesentlichen vier Gründe benennen:

1. Bildung wird wohl nicht nur im Brockhaus,²⁸ sondern auch in dem viele zehntausend Mal verkauften Buch von D. Schwanitz²⁹ als eine Auseinandersetzung mit der Kultur verstanden. Naturwissenschaft und vor allem Technik kommen darin nicht vor. Dahinter steht eine Sichtweise, die Kultur und Zivilisation unterscheidet³⁰ und bei der die Technik der Zivilisation zugeschlagen wird. Inhalte aus Naturwissenschaften, Technik und den Sozialwissenschaften hatten z. B. im preußischen Fächerkanon von W. v. Humboldt noch keinen Platz. Diese Fächer sind erst später in die allgemein bildenden Schulen eingeführt worden, wobei die technische Bildung bis heute noch keinen Platz in den Gymnasien gefunden hat.³¹

25 Deren Ansatz erörtere ich in (6.2.1)

26 Frank, Meyer (1972) S. 17

27 Auch die Kybernetik wurde damals (s. 2.3) als Ingenieurwissenschaft verstanden.

28 „**Bildung** ... der Vorgang geistiger Formung, die innere Gestalt, zu der ein Mensch gelangt, wenn er seine Kräfte in Auseinandersetzung mit den Gehalten der Kultur entfaltet.“ [Brockhaus in fünf Bänden. (1973) Band 1 S. 298]

29 Schwanitz, D.: *Bildung. Alles, was man wissen muss*. Eichborn Lexikon. Frankfurt a. Main, 1999

30 Vgl. hierzu einen Artikel in der Brockhaus-Enzyklopädie, in der dieser Unterschied ausführlich erörtert wird. [Brockhaus Enzyklopädie von 1996 Band 12 S. 580]

31 Es werden Versuche unternommen via Informatischer Bildung Arbeitslehre und Technik im Gymnasium zu verankern (s. 5.2.4).

2. Technische Bildung ist – insbesondere wenn sie Elemente der Konstruktion technischer Gerätschaften enthält – sehr speziell und auf die Qualifizierung für einen Beruf ausgerichtet. Damit ist technische Bildung Teil einer Spezialbildung oder aber Teil berufsvorbereitender Bildung.³²

Dies wird auch in einer *Taxonomie von Lehrstoffen* deutlich, in der H. Frank und I. Meyer *Grundlehrstoffe, Speziallehrstoffe* und *Luxuslehrstoffe* unterscheiden.³³ Sie ordnen die Lehrstoffe der »Rechnerkunde« (s. u.) als Speziallehrstoffe ein.³⁴ Das sind solche Wissensinhalte, die

... die Gesellschaft verwerten können will. Da dies arbeitsteilig geschieht, wäre es sinnlos, die entsprechenden Kenntnisse anders als arbeitsteilig zu erwerben. Zu diesen nicht von jedem zu erwerbenden Lehrstoffen gehören die verschiedenen Fremdsprachen sowie die meisten Zweige der Mathematik, der Naturwissenschaften, der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften etc.³⁵

3. Technisches Wissen verliert schnell an Bedeutung. Was heute für ein Verständnis der Technik wichtig ist, kann morgen schon von der technologischen Entwicklung überholt sein. Im Rahmen der Allgemeinbildung wird eine gewisse Konstanz der Bildungsinhalte gefordert, die so nicht gewährleistet werden kann.

Mit der Bindung an die Programmiersprache und die Hardware werden in der Informatik allerdings Inhalte vermittelt, die technisch sind. Angesichts einer rasanten technologischen Entwicklung verlieren konkrete Inhalte schnell an Bedeutung. Es wäre nötig, sich auf Grundlegendes zu besinnen.

Aber auch wenn man bei den in den Richtlinien zum Informatikunterricht genannten Inhaltsbereichen I – III (Algorithmik, Daten und Datenstrukturen sowie Hard- und Softwaresysteme) einiges an Grundlegendem finden kann,³⁶ das unabhängig von der technologischen Entwicklung ist, ändert dies nichts an dem Maß an Spezialisierung, der mit der Vermittlung solcher Inhalte verbunden ist, die nicht unbedingt als Teil allgemeiner Bildung angesehen werden kann.

4. Technische Inhalte werden im Bereich allgemeiner Bildung im Rahmen der naturwissenschaftlichen Fächer unterrichtet. Zwar wäre es auch möglich, die mathematischen Grundlagen der Algorithmen und der Programmiersprachen in den Vordergrund zu rücken wie dies in der Theoretischen Informatik geschieht; dies wäre aber für die Schule zu abstrakt, so dass deren Verständnis ähnlich beschränkt sein würde wie bei einem axiomatischen Zugang zur Mathematik.³⁷

32 Siehe auch Vermittlung notwendiger Qualifikationen im Rahmen allgemeiner Bildung nach H. W. Heymann. (S. 158). Die zu vermittelnden Qualifikationen dürfen nicht auf die Ausübung bestimmter Berufe ausgerichtet sein.

33 Frank, Meyer (1972) S. 17f

34 ebd. S. 21

35 ebd. S. 18

36 Dazu gehören die (von der Technologieentwicklung unabhängigen) Verarbeitungsstrukturen der Rechner inkl. binärer Darstellungen für Zahlen, Daten und Programmen wie auch grundlegende und von Programmiersprachen unabhängige Algorithmen und Datenstrukturen. Auch im Bereich der Betriebssysteme und ihren Strukturen können solche Basisinhalte formuliert werden.

37 Vgl. hierzu meine Überlegungen in Engbring (1996)

Zur technischen Bildung

Bemühungen um technische Bildung in allgemein bildenden Schulen stand in der deutschen Bildungstradition stets im Zusammenhang mit ökonomischen Überlegungen, z. B. in gesellschaftlichen Krisensituationen. Dies lässt sich bis in das vergangene Jahrhundert zurückverfolgen.³⁸ Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erschlossen sich durch einen umfassenden technologischen und einen gesellschaftlichen Wandel neue bildungstheoretische Legitimationen.

Eine Neufassung des Bildungsbegriffs, eine Bildungstheorie der technischen Bildung wurde bereits in den 50er Jahren eingefordert. Technische, allgemeine Bildung wurde als Erschließung der durch Technik geprägten Welt und als unverzichtbarer Bestandteil von Allgemeinbildung der traditionellen Bildung entgegengestellt. In den Industriegesellschaften müsse jeder als ungebildet gelten, der es nicht gelernt habe, sich mit den realen technischen und ökonomischen Bedingungen seiner Existenz auseinanderzusetzen und darauf bezogene Interessen zu formulieren.³⁹

Die in dieser Zeit entwickelten technikdidaktischen Ansätze machten allerdings einen bildungspolitischen Konflikt deutlich, der bis heute nicht aufgelöst ist: Sollte sich der Bildungsauftrag

- a) auf die Akzeptanz der Technik beschränken,
- b) zum vernünftigen Umgang mit der Technik oder
- c) in einer kritischen Distanz zur Gestaltung der zukünftigen technischen Entwicklung befähigen?

Im Widerspruch dieser unterschiedlichen Ansprüche an technische Bildung ist auch die »Informatische Bildung« gefangen. Dies führt dann dazu, dass man, wenn man die Schülerinnen und Schüler zu einer kritischen Distanz befähigen möchte, auch eine Nutzungsschulung machen muss. Vielleicht wird man sogar damit beginnen müssen. Dies trägt dann allerdings auch dazu bei, dass man für eine gewisse Akzeptanz der Technik sorgt. Die Forderung zwischen *unkritischer Technikgläubigkeit* und *Maschinenstürmertum* abzuwägen entpuppt sich dann als der bildungspolitische Kompromiss der Ziele a) – c).

Zur Bewertung des algorithmischen Problemlösens

Die nicht zu verleugnende Ausrichtung auf technische Inhalte im Informatikunterricht und die sich zum Teil widersprechenden Zielsetzungen in Bezug auf technische Bildung haben sicher dazu beigetragen, dass für den *algorithmienorientierten Zugang* ein Überbau geschaffen wurde, der weniger technische als das mathematische bzw. grundlagenwissenschaftliche Aspekte betont.

Dieser Überbau schafft Analogien zur Mathematik, die für die Lehrenden, die i. d. R. in Mathematik und Naturwissenschaften sozialisiert sind, sehr hilfreich sind. Die Defizite im Bereich der fachdidaktischen Forschungen können mit dieser Analogie ein wenig kompensiert werden. Dies gilt für die fachdidaktische Fundierung, wie sie z. B. von A.

³⁸ Vgl. die Diskussion um die Entwicklung einer allgemeinen Technologie etwa bei Ropohl (1979) u. a.

³⁹ Schulz (1987)

Schwill (s. 4.1) verfolgt wird, aber auch für den Transfer von Untersuchungsergebnissen, den ich im Folgenden vornehmen werde. Dabei wird aber der Fehler gemacht, dass die zweifelsohne vorhandenen – und das Fach Informatik (s. 2.3) auch konstituierenden – Unterschiede verkannt werden.

In Anlehnung an die Mathematik solle Informatik über sog. »universell anwendbare Denkweisen« einen Beitrag zur Allgemeinbildung leisten. Im Kern dieses Anspruches liegt die Hoffnung, dass über algorithmisches Problemlösen ein Beitrag zu einer allgemeinen Problemlösefähigkeit entwickelt werden könnte. Im Folgenden werde ich daher erörtern, ob, wie weit und unter welchen Rahmenbedingungen diese mit dem Fach Informatik verbundenen Ansprüche überhaupt in die Praxis umgesetzt werden können. Denn in Bezug auf die Rolle der Denkweisen und die Vermittlung einer Problemlösekompetenz gibt es in der Mathematik-Didaktik Untersuchungsergebnisse.

Weder der weitreichende Anspruch der Vermittlung »universell anwendbarer Denkweisen« noch der Anspruch, dass Informatikunterricht Problemlösungskompetenzen vermittelt, sind bislang empirisch nachgewiesen. Es ist lediglich weithin Konsens in dem Sinne, dass die Ansprüche weder bestritten noch diskutiert werden.⁴⁰ Empirische Untersuchungen dazu gibt es offensichtlich nicht. Zur Bewertung dieses Überbaus kann man allerdings auf Untersuchungen aus dem Bereich der Mathematik-Didaktik⁴¹ zurückgreifen. Dies sind Erkenntnisse, die man aus Untersuchungen mathematischer Textaufgaben gewinnen kann und die aus Untersuchungen der Logo-Philosophie von S. Papert resultieren.

Wer logisch strukturell denken und modellieren kann, besitzt in Problemlöseprozessen sicher Vorteile. Insofern *fordern* Problemlöseprozesse logisches bzw. strukturelles Denken; sie *fördern* es aber nicht notwendigerweise. Auch Mathematik scheint solches Denken nicht zu fördern, sondern nur zu fordern. Unterschiedliche Begabungen diesbezüglich lassen sich an Mathematik-Leistungen fest machen.

H. W. Heymann schreibt dazu in einer Zwischenbilanz:

Die Sprechweise vom 'mathematischen Denken' ist oft mit der Vorstellung verbunden, es handle sich dabei um einen prinzipiell anderen Modus des Denkens als den, der in anderen Sachzusammenhängen üblich ist. Empirisch besser gestützt ist die Vorstellung, daß das, was man umgangssprachlich – und vielfach auch in der mathematischen Fachdidaktik – als Fähigkeit zum 'mathematischen Denken' bezeichnet, auf einer dichten Vernetzung mathematischer Wissenselemente untereinander sowie mit nicht-mathematischem Wissen beruht. Eine gewisse Disposition, solche Verknüpfungen leicht, schnell und flexibel herstellen zu können, scheint angeboren zu sein. Die Entfaltung der entsprechenden Fähigkeiten zum Denken ergibt sich beim einzelnen Lerner als Wechselwirkung dieser Disposition mit allgemeinen Denksozialisierungen, genauer: mit den Anlässen und Anreizen, die die schulische und außerschulische Umgebung zum Denken bietet, mit den Vorbildern, an denen man sich beim Denken orientieren kann, mit den Möglichkeiten, im eigenen Denken auf eine Weise aktiv zu

40 A. Schwill nimmt dieses implizit als gegeben hin (siehe 4.1.2) P. Hubwieser referiert die Überlegungen und fordert den Fokus auf komplexere Modellbildungsprozesse zu legen (siehe 6.2.3).

41 Auch die Mathematik beansprucht für ihre Inhalte ähnliche Bildungsziele. Die Vermittlung allgemeiner Problemlösefähigkeit durch logisches bzw. strukturelles Denken ist ein Ziel des Mathematikunterrichts.

werden, daß dabei Sinn erlebt werden kann. Will der Mathematikunterricht einen Beitrag zur Schulung des Denkens leisten, kann er das nur über eine entsprechende Denksozialisation. Er wird sich u. a. zu bemühen haben, mathematisches Wissen nicht vom Alltagswissen zu isolieren, sondern im Gegenteil immer wieder Anlässe zur Verknüpfung wahrzunehmen.⁴²

In Untersuchungen in Bezug auf das Lösen mathematischer Textaufgaben⁴³ haben H. Aebli u. a. herausgefunden, dass ganz spezifische Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, damit Problemlösefähigkeiten tatsächlich gefördert werden. Dazu muss die Problem- bzw. Aufgabenstellung allerdings so beschaffen sein, dass die Mathematisierung oder Algorithmisierung nicht schon auf der Hand liegt oder einfach abgelesen werden kann.⁴⁴

Bei einer großen Anzahl mathematischer Textaufgaben handelt es sich allerdings nur um *eingekleidete Rechenaufgaben*, in denen durch gewisse Schlüsselwörter (vierfache, ein Drittel etc.) eine einfache Rechenaufgabe bestimmt wird, die dann von den Lernenden ausgeführt werden soll (»Dreisatz«). Von einem Problemlösungsprozess kann aber nicht die Rede sein; dafür sind diese *eingekleideten Rechenaufgaben* zu wenig darauf ausgerichtet Probleme zu lösen.

Ein Beitrag zur Problemlösefähigkeit wird vor allem aber dann erzielt, wenn die Aufgabe auch irrelevante Größen enthält und komplexer gestaltet wird. Darüber hinaus muss die Aufgabenstellung einen gewissen Ernstcharakter haben, indem sie z. B. in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler verankert ist,⁴⁵ so dass tatsächlich eine Problemsituation und nicht nur eine (Rechen-)Aufgabe vorliegt.

Die Forderungen nach Ernstcharakter und lebensweltliche Verankerungen der Aufgaben sind auch konstruktives Ergebnis der kritischen Analysen der universellen Ansprüche, die S. Papert an seine LOGO-Philosophie⁴⁶ knüpft. In einer Rezension kritisieren H. Bussmann und H. W. Heymann vor allem die »Mikrowelten«, in denen die Schülerinnen und Schüler mit der Programmiersprache LOGO algorithmisch geometrische Aufgaben lösen sollen. Diese stellen – so ihre Kritik – einen *erbärmlich eingeschränkten Ausschnitt* der Welt dar.⁴⁷ Vor allem könne S. Paperts Ziel, entdeckendes, selbstbestimmtes Lernen, nicht erreicht werden. Die Mikrowelten würden als künstliche Welten erkannt. Ein Transfer auf andere Bereiche ist kaum möglich. Hinter allem stecke eigentlich nur die Absicht aus allen Schülern Mathematiker zu machen.

Allerdings konzedieren H. Bussmann und H. W. Heymann bei aller Kritik, dass der in der LOGO-Philosophie vorgetragene algorithmische Zugang zur Geometrie lernpsychologisch gewisse Vorzüge bietet, aber nicht die anderen Zugänge ersetzen könne. Bezogen auf algorithmisches Problemlösen und den Informatikunterricht kann anknüpfend an diese Untersuchungen Zweierlei gefolgert werden:

42 Heymann (1996) S. 228

43 Aebli u. a. (1991). Die Beschäftigung mit Textaufgaben soll im allgemein bildenden Bereich einen Beitrag dazu leisten, dass Schülerinnen und Schüler lernen, Probleme zu lösen.

44 ebd. S. 14-16

45 ebd.

46 Papert, S.: *Mindstorms: Kinder, Computer und neues Lernen*. Birkhäuser. Basel Boston Stuttgart. 1982

47 Bussmann, Heymann (1985) S. 81. Kursive Hervorhebung im Original.

1. Ein algorithmischer Zugang (zu Problemlöseprozessen) beinhaltet unter lernpsychologischen Gesichtspunkten Vorteile. Durch die praktische Arbeit am Rechner, die in gewisser Hinsicht eine direkte Rückkopplung über Erfolg bzw. Misserfolg ermöglicht, wird dieser Vorzug noch verstärkt. Es wird tatsächlich aktiver gelernt, wobei dies allerdings nur einen Aspekt handlungsorientierten Lernens erfüllt.⁴⁸
2. Es lässt sich aus den genannten Untersuchungen schließen, dass die Problemstellungen komplex gestaltet werden müssen. Sie sollten zudem Ernstcharakter aufweisen, d. h. die Aufgaben und Probleme sollten in der Lebens-, Alltags- und Erfahrungswelt der Schüler verankert sein. Darüber hinaus sollten in der Aufgabenstellung irrelevante Größen genannt werden; ggf. sollten sogar relevante Größen nicht explizit genannt sein und z. B. recherchiert werden müssen.

Für viele der Probleme, die bislang im Informatikunterricht behandelt werden, sind die unter 2. genannten Forderung nicht erfüllt. Die Programmieraufgaben sind oftmals so gestaltet, dass eine Programmiersprache in ihren verschiedenen Elementen vermittelt wird. Das Lernen ist auf die Reproduktion programmiersprachlicher Konstrukte reduziert.

Oftmals geht es bei den Aufgaben in der Informatik aber nur darum, eine geeignete und bereits vorhandene Formalisierung aus dem Bereich der Kombinatorik bzw. Graphentheorie zu finden. M. a. W. gibt es eigentlich nichts zu lösen, weil die Lösung bereits existiert. Das ändert sich auch dann kaum, wenn man die Komplexität der Aufgaben steigert. Z. B. sind die aus der Wochenzeitschrift *DIE ZEIT* bekannten »Logeleien von Zweistein« oder gar Aufgaben im Stile des Bundeswettbewerbs Informatik zwar geeignet, logisches Denken zu *fordern*, nicht aber notwendigerweise zu *fördern*. Sie sind vor allem eine Übung des Geistes an sich, die zwar auch *ein* Inhalt des Informatikunterrichts sein kann, aber weit weniger zentral sein sollte. Der Zugang zur Informatik muss dazu aber anders als über Programmieren im Kleinen und Algorithmieren gesucht werden.

So könnte man (konstruktiv) in Anwendung der Ergebnisse von H. Aebli u. a. fordern, dass komplexe Systeme mit Anwendungsrelevanz im Informatikunterricht programmiert werden sollen. Aber auch dies scheint wenig erfolgversprechend, da die Zeit, die dafür notwendig wäre, in der Schule nicht zur Verfügung steht. Außerdem kann es nicht Aufgabe eines Fachs im Rahmen von Allgemeinbildung sein, dass Schülerinnen und Schüler hoch komplexe Programmieraufgaben lösen, die ansonsten durch Software-Firmen von sehr viel besser ausgebildeten Personen durchgeführt werden. Dieses im großen Stil im Informatikunterricht zu imitieren, ist zu sehr auf die Vorbereitung eines Berufsfeldes (Programmierer, Informatiker) ausgerichtet und damit (s. 5.2.2 H. W. Heymann) keine Kompetenz, die im Rahmen allgemeiner Bildung zu vermitteln ist.

Die Hoffnung, dass eine vertiefte Beschäftigung mit dem Programmieren eine Problemlösekompetenz vermittele, ist damit insgesamt nur unzureichend begründet. Für dieses auf »Abstraktion« und »Transfer« angelegte Vorgehen scheint eine besondere Begabung notwendig, die aber nur unter ganz bestimmten Rahmenbedingungen das Ergebnis

48 Dazu gehört u. a. auch das selbst-entdeckende Lernen, das bei der Arbeit in den »Mikrowelten« außen vor bleibt.

der Beschäftigung mit solchen Aufgaben ist. Strukturelles Denken in dieser Art ist nicht eines jeden Sache.

Legt man Informatikunterricht verstärkt auf solche Ansätze an, reduziert man Informatik zu einer »zweiten Mathematik« und macht es zu einem anderen Spezialfach für besonders Begabte. Dies bevorzugt diejenigen, die bereits mit mathematischen Inhalten und Denken vertraut sind, schreckt aber viele ab, die vielleicht an anderen Inhalten oder Zugängen der Informatik interessiert wären. Das Programmieren selbst muss damit sehr viel deutlicher als »Werkzeug« (im Sinne von Mittel zum Zweck) denn als Selbstzweck verstanden werden. Darauf zielt u. a. die Kritik am Informatikunterricht, auf die ich mich im Folgenden beziehen werde.

5.1.3 Kritik an den Inhalten des Informatikunterrichts

Die Begeisterung der Anfangsjahre ist verschwunden, die Faszination, die von Computern ausging, ist einem Stück Normalität gewichen. Die Nutzung von Computern wurde immer mehr zum Alltag. Viele Schülerinnen und Schüler hatten aber Informatik gewählt, um sich ein wenig im Umgang mit dem damals nicht alltäglichen Objekt Computern zu üben. Hierfür gibt es seit einigen Jahren neben dem Informatikunterricht weitere Angebote – z. B. die Informationstechnische Grundbildung (ITG) oder Schulen ans Netz (SaN), in denen Computer genutzt und z. T. sogar zum Lerngegenstand werden. Die ausschließliche Orientierung auf das Programmieren bzw. die Hardware-Technik im Informatikunterricht war (und ist) dabei eher abschreckend.

Informatik hat auch (aber nicht nur) aufgrund seines exotischen Rufes bis heute nur die Rolle eines Wahlfaches.⁴⁹ Für ein solches Wahlfach sind die Spielräume enger geworden.⁵⁰ Man machte es sich aber zu einfach, wollte man darin den wesentlichen oder gar einzigen Grund für die Schwierigkeiten der Informatik sehen.

Auf der Tagung der »Informatik und Schule« im Jahr 1989 prognostizierte R. Peschke eine Krise des Informatikunterrichts in den 90er Jahren. Diese lässt sich nicht nur auf die schlechten Rahmenbedingungen für die Informatik zurückführen, sondern ist auch inhaltlich begründet.

R. Peschke ist aber nicht der einzige, der sich kritisch zu den Inhalten des Informatikunterrichts geäußert hat. Auch E. Modrow kritisiert den gängigen Informatikunterricht und verweist im ersten Teil seiner „Didaktik des Informatikunterrichts“⁵¹ darauf, dass eine Umorientierung dringend erforderlich ist. Mit „Selbstverständlichkeiten“ überschreibt er seine Kritik an den Inhalten des Informatikunterrichts.

...

49 Es ist auch weiterhin nicht möglich, mit der Belegung von Informatik-Kursen die sog. Pflichtbelegung im mathematisch, naturwissenschaftlich, technischen Aufgabenfeld abzudecken.

50 Die Wahlfreiheit wurde zu Gunsten einer erhöhten Pflichtbelegung in den Fächern Mathematik, Deutsch und Englisch eingeschränkt.

51 E. Modrows Didaktik-Buch ist eine Zusammenstellung aus Unterrichtsvorschlägen und kleineren Aufsätzen, in denen er für einen anwendungsorientierten Zugang eintritt. Modrow (1991) (s. a. 6.1).

4. Die heute im Informatikunterricht behandelten Themen dürfen nicht schon nach wenigen Jahren bedeutungslos sein.
- ...
7. Schulinformatik ist keine Miniaturausgabe der Hochschulinformatik.
8. Ein Informatikkurs ist kein Programmierkurs.⁵²

Allerdings ist diese Kritik nicht konstruktiv, da nur gesagt wird, was Informatikunterricht nicht ist. Konstruktiver hingegen ist die Kritik von R. Peschke, da sie auch einen Gegenentwurf beinhaltet.⁵³ Er konstatierte eine *Krise* des Informatikunterrichts in den 90er Jahren und machte auch Vorschläge zu dessen Umorientierung, die wiederum Zielscheibe der Kritik anderer waren (s. 5.2.4). Er fasst seine Kritik in fünf Fazite:

1. Der Stellenwert und die Qualität des Faches Informatik geben Befürwortern keinen Anlaß zur Zufriedenheit. Informatik hat als Fach zwar Fuß fassen können, ist aber von einer Verankerung in der Mittelstufe weit entfernt. Anstelle von einer zu erwartenden wachsenden Bedeutung des Faches ist Stagnation getreten. Selbst in der gymnasialen Oberstufe zeigt sich nach 17 Entwicklungsjahren ein uneinheitliches Bild. Mit der Einführung eines Leistungskurses ist die Divergenz zwischen einzelnen Ländern sogar wieder größer geworden. Die Rahmenbedingungen für einen qualifizierten Informatikunterricht bessern sich nur langsam und behindern die positive Selbstdarstellung des Faches.⁵⁴
2. Der "Bildungskern" des Informatikfaches ist für Unterrichtende und für die Öffentlichkeit undeutlich geworden. Die Programmiersprache hat ihre zentrale Funktion eingebüßt. Zwar ist der Werkzeugcharakter des Rechners noch die zentrale Bearbeitungsperspektive, doch es mangelt an fachwissenschaftlicher Orientierung und parallelen Ausdifferenzierungen des algorithmenorientierten und anwendungsorientierten Zugangs in der Schulpraxis.⁵⁵
3. Eine interdisziplinäre Anbindung des Informatikunterrichts ist bislang zu wenig entwickelt. Deshalb lösen fachübergreifende inhaltliche Anforderungen noch Unsicherheiten aus. Über die zu behandelnden Themen der Informatik herrscht hinsichtlich der auszuwählenden Grundlagen und der Reichweite große Unsicherheit. Um gesellschaftliche Aspekte der Informations- und Kommunikationstechniken aus Sicht der Informatik behandeln zu können, sind neue Leitbegriffe und Grundkategorien erforderlich.⁵⁶
4. Eine Besinnung auf das Konstante, Fundamentale und Exemplarische im Informatikunterricht wird durch die mediale Bindung des Informatikunterrichts an Hard- und Software außerordentlich erschwert. Dieses Problem ist deshalb besonders schwerwiegend, weil der Informatikunterricht den interaktiven Dialog stark in den

52 ebd. S. 12f. Die übrigen „Selbstverständlichkeiten“ sind eher auf eine andere Methodik ausgerichtet.

53 Peschke (1989)

54 ebd. S. 91

55 ebd. S. 93

56 ebd. S. 94

Vordergrund des Lernens stellt und eine Trennung zwischen Inhalt und Medium aufhebt.⁵⁷

5. Das Fach Informatik wird es in der Mittelstufe auf lange Sicht nicht geben. Doch die in vielen Ländern nur sehr schmal ausgelegte informationstechnische Grundbildung wird die damit verbundenen inhaltlichen Defizite nicht ausgleichen können. Daher wird der Bedarf an fundierten informatischen Grundlagen im Unterricht sogar noch wachsen, um ein Verständnis zu den neuen Technologien und deren Auswirkungen wirklich fördern zu können.⁵⁸

Da sich 5. zu bewahrheiten scheint, wird aus der Situationsbeschreibung und der Kritik der Fazite 1. - 4. tatsächlich eine krisenhafte Situation. Wäre »informatische Bildung« prinzipiell verzichtbar, könnte Informatik als Wahl- bzw. Spezialfach bestehen bleiben und eine breite Diskussion über Informatische Bildung würde sich erübrigen.

Die in 2. vorgeschlagene Umorientierung hat zwei Richtungen. Zum einen verweist R. Peschke auf Methoden des Software-Engineering und bezieht damit die Entwicklung der Hochschuldisziplin Informatik mit ein, die sich längst von der Beschränkung auf Algorithmen und Datenstrukturen und damit auch auf ein Programmieren im Kleinen zu einem Programmieren im Großen weiterentwickelt hat. Zum anderen beinhaltet der Hinweis auf die Nutzung von »Standard-Software« den Versuch einer Adaption von ITG-Inhalten für die Informatik. Die Beschäftigung mit »Standard-Software« scheint aber Vielen, die aus der Kerninformatik kommen, fernab der Informatik und lediglich eine Frage der Nutzung von Computern in anderen Fächern.

Dieser Vorschlag einer Umorientierung würde außerdem den technischen Charakter der (Schul-)Informatik festigen. Es würde weiterhin eine Abhängigkeit von der technologischen Entwicklung bestehen, die der Konsolidierung des Faches entgegensteht, so lange nicht benannt werden kann, was z. B. das Typische an einer bestimmten Anwendung ist oder was typische Anwendungen der Informatik sind. Der im ersten Teil der Arbeit vorgestellte Ansatz der »Kontextuellen Informatik« und die zentralen Strukturen der Informatisierung sowie die zentralen Ideen der Informatik aus *Kapitel 4* können hierzu einen Beitrag leisten, auf den ich noch zurückkommen werde, wenn ich im folgenden Abschnitt (5.2.4) R. Peschkes Gegenentwurf diskutiere.

Ein weiteres Symptom dieser Krise ist, dass die Anzahl der Schülerinnen und Schüler in den Informatikkursen der Oberstufe in den vergangenen Jahren massiv zurückgegangen ist. Die Tendenz hat bis zum Ende der 90er Jahre angehalten. Vor allem die Zweifel am Inhalt »Programmierung« müssen ernst genommen werden, da diese Art Unterricht nur wenige, besonders Interessierte erreicht (und eben nicht jeden oder zumindest möglichst viele). Insbesondere Mädchen und junge Frauen blieben den Informatikkursen fern.⁵⁹

Die Krise des Informatikunterrichts und dessen mangelnde Nachhaltigkeit ist in der Pragmatik begründet, mit der die Inhalte des Informatikunterrichts ausgewählt wurden.

⁵⁷ ebd. S. 95

⁵⁸ ebd. S. 96

⁵⁹ Dies ist aber ein komplexes Problemfeld, das weniger mit den Inhalten als mit der Methodik des Unterrichts zu tun hat, so dass ich dieses in dieser Arbeit außen vor lasse.

Die anfängliche Begeisterung ist fälschlicherweise als Ausdruck für die Qualität des Unterrichts genommen worden.

5.1.4 Fazit zum Fach Informatik

Insgesamt lassen sich aber drei wesentliche Zielbereiche bestimmen, auf die das Fach Informatik auf drei Inhalts- und Zielbereiche bezogen ist (s. Abb. 13). Dieser Rahmen, der

- i) Programmieren, Algorithmik unter dem Aspekt universelle Denkweisen bzw. Problemlösungsfähigkeiten
- ii) ein Verstehen der Technik an sich in Form von Kenntnissen über Hardware und Betriebssysteme, die allerdings immer weiter in den Hintergrund gerückt wurde
- iii) die Thematisierung gesellschaftlicher Fragestellungen

Abbildung 13: Zielbereiche des Fachs Informatik

Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre für die Informatik in der Oberstufe abgesteckt wurde, ist allerdings wenig konsistent. Die Ziele und Ansprüche des Faches Informatik erweisen sich insgesamt als bildungspolitische Rhetorik. Sie sind Ausdruck einer Kompromissentscheidung, mit dem auf unterschiedliche Interessen Rücksicht genommen wurde, die nur kaum oder nur sehr schwer miteinander zu vereinbaren sind. Offensichtlich – zumindest zeigt dies die überwiegende Praxis – gibt es zu diesem Kompromiss keinen Konsens.

Die Frage nach einem konzeptionellen Zugang zur Einbeziehung gesellschaftlicher Fragestellungen bleibt bei der bildungspolitischen Rhetorik weitgehend unbeantwortet. Der intendierte »dritte Weg« zwischen *kritikloser Technologiegläubigkeit* einerseits und *Maschinenstürmertum* andererseits ist kaum vermittelbar, da es inhaltlich weder an das Programmieren noch an die Zielsetzungen im Bereich Hardware und Betriebssystemen angehängt ist. Auch im Bereich von »Informatik und Gesellschaft« hat man in der Abkehr von der reinen Wirkungsforschung nach einer Verbindung von Wirkungs- und Gestaltungsforschung gesucht (s. hierzu *Kapitel 1*). Eine wesentliche Folgerung, die ich hieraus ziehe, ist: So wichtig solche Betrachtungen im Rahmen von Allgemeinbildung sein mögen, Teil eines Faches Informatik sind sie nicht. Die Methodik ist zu unterschiedlich.⁶⁰

Bezüglich der Grundlagen hat sich die Informatik zu sehr an der Mathematik und deren tatsächlichen (oder vermeintlichen) Bildungswerten orientiert. Die Praxis des Informatikunterrichts geht immer noch kaum über einen Programmierkurs hinaus. Das Erlernen einer Programmiersprache sollte allerdings – glaubt man der bildungspolitischen Rhetorik – lediglich Mittel zum Zweck sein.

Die übergreifenden Ansprüche, seien es Problemlösefähigkeit oder gar universell anwendbare Denkweisen, werden aber nicht erreicht; diese Ansprüche müssen entschieden relativiert werden. Anstelle der selbst- bzw. fremdvorgegebenen Zielsetzungen wird im Informatikunterricht lediglich ein Spezialwissen mit sehr kurzer »Halbwertszeit« vermit-

⁶⁰ Eine Umorientierung kann und darf – auch dieses konnte ich aufzeigen – aber nicht dazu führen, dass man vorrangig nurmehr den *Kontext der Informatik* betrachtet.

telt. Dies betrifft sowohl die Programmiersprache als auch technische Funktionsprinzipien.⁶¹

Dennoch – und dies ist der Preis dafür, dass man sich mit einer hochinnovativen Technologie befasst, bei der man nicht warten kann, bis sie zur Ruhe gekommen ist – sind diese Themen immer wieder von Bedeutung und damit Inhalt des Unterrichts. So weit es geht, sollten aber auch hier zentrale Prinzipien im Vordergrund stehen und nicht zu sehr die Tiefe technischer Details unterrichtet werden.

Insgesamt ist deutlich geworden, dass die Informatik ein Fach ist, das in Bezug auf Allgemeinbildung zwar einen gewissen und auch berechtigten Anspruch stellen kann, diesen aber in seiner bisherigen Konzeption nicht erfüllen kann. Die inhaltliche Fixierung auf Programmierung und Hardwarekunde und die Ausblendung von Anwendungssystemen ist für den Informatikunterricht nicht länger tragbar. In diese Richtung geht auch die Kritik am Informatikunterricht von R. Peschke.

Diese Ergebnisse wirken umso schwerer, je mehr Anwendungssysteme der Informatik nicht nur in den Blick der Gesellschaft geraten, sondern auch massiv genutzt werden. Das Bildungssystem musste darauf reagieren und hat darauf mit der Informationstechnischen Grundbildung (ITG) reagiert, deren wesentlicher Anspruch ein Verständnis der Informationstechnologien im Kontext ist. Auch daher werde ich im folgenden Abschnitt die ITG als zweite Komponente der »Informatischen Bildung« untersuchen, obschon diese nicht unbedingt mit dem Fach Informatik in Verbindung gebracht wird.

Aber auch im Zusammenhang dieser Arbeit ist dies von Bedeutung, da den Studierenden der anderen Fächer über lange Jahre eine Informatik angeboten wurde, die wie das Fach Informatik auch auf die »Kerninformatik« orientiert oder gar fixiert ist. Die Untersuchungen in diesem Abschnitt zum Fach Informatik zeigen, wie wenig solche auf die »Kerninformatik« beschränkten Einführungen dafür geeignet sind, ein Verständnis der Informationstechnologien zu erreichen. Zu abstrakt und zu weit entfernt sind die Inhalte der »Kerninformatik« von den alltäglichen Erfahrungen im Umgang mit den Informationstechnologien. Eine Verbindung zu den Anwendungssystemen, mit denen die Studierenden z. T. umgehen, findet nicht statt. Ein grundlegendes Verständnis wird nicht erreicht. Daher werde ich im Folgenden ergründen, wie man mit der ITG versucht hat, ein solches grundlegendes Verständnis zu erreichen und warum dieses gescheitert ist.

5.2 Zum Konzept und zu den Hintergründen der ITG

Als sich Anfang der 80er Jahre die Informatik in der Sek. II (wie im Abschnitt zuvor dargelegt) gefestigt hatte, wurde von interessierten Kreisen (z. B. der GI) die Forderung nach einem eigenständigen Fach Informatik (wenn möglich Pflichtfach) in der Sekundarstufe I vorgetragen.⁶² Diese Forderungen mussten aber scheitern, da man zum einen aus der ohnehin vollen Stundentafel der Sek. I ein Fach hätte herausnehmen müssen bzw. mehrere Fächer hätte kürzen müssen.

61 Auch die Themen, die die politische Reflexion betreffen, sind von dieser Kurzfristigkeit betroffen.

62 Vgl. hierzu z. B. Claus (1984)

Zum anderen war vor allem für Nicht-Informatiker nur schwer erkennbar, was im Informatikunterricht über die Programmierung hinaus gemacht werden sollte. Die Bildungswerte der Informatik waren (s. 5.1.2) fragwürdig. Zudem haben Medienpädagogen und Technik-Didaktiker das Phänomen Computer für sich entdeckt, indem sie von der Anwendungsseite Computer als »Medien« bzw. »Werkzeuge« verstehen und unterrichtlich zu erfassen versuchen.

Neben diesen Forderungen gab es neuerliche Bestrebungen Computersysteme als Lernmittel im Unterricht aller Fächer einzusetzen. K. Haefners Buch „Die neue Bildungskrise“⁶³ steht stellvertretend für diese Bestrebungen und die Hoffnungen, die damit geweckt werden. Zudem ist im gleichen Jahr (1982) die deutsche Ausgabe von S. Paperts LOGO-Philosophie erschienen,⁶⁴ in der zumindest in Bezug auf die Mathematik eine stärkere Verwendung von Computern gefordert wurde.

Darüber hinaus wurde in dieser Zeit (bevorstehende Volkszählung, bevorstehendes Orwell-Jahr) die gegenwärtige und zukünftige Bedeutung der Computertechnologien in der Gesellschaft – wie schon an zwei Stellen im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigt – sehr kontrovers diskutiert. Es war zwar bereits absehbar, dass Computer eine wesentliche Rolle in der zukünftigen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklung spielen würden. Es bestand aber allgemeine Ratlosigkeit darüber, wie die Veränderungen, die damit verbunden sein werden, aussehen.⁶⁵

Das Bildungssystem musste auf diese gesellschaftlichen Veränderungen irgendwie reagieren. Wie aber die entsprechenden Reaktionen gestaltet werden sollten, war umstritten. Es stand lediglich fest, dass die z. B. von K. Haefner geforderte technologische Aufrüstung der Schulen die Schulträger über Gebühr belasten würde. Weder kurz- noch langfristig hätten den Ausgaben wirksame Einsparungseffekte gegenüber gestanden. Dies wog als Argument umso schwerer, da man schon Jahre zuvor mit den Sprachlaboren und ihrer aufwändigen Technik Ruinen geschaffen hatte und niemand einen solchen Fehler wiederholen wollte.

5.2.1 Aufgaben und Ziele der ITG

Die ITG ist ein bildungspolitischer Kompromiss als Ergebnis dieses Aufeinandertreffens unterschiedlicher Zugänge (und daraus resultierender Anforderungen) zum Phänomen Computer. Es wurden Lernbereiche entwickelt, die in andere Fächer integriert werden sollten. Computer sollten aus einer Anwendungs- bzw. Nutzungsperspektive thematisiert werden. Damit wurde die Forderung nach einem verstärkten Einsatz von Computern aufgegriffen, allerdings ohne dass Computer eine zentrale Rolle bekommen. Ein Fach Informatik wurde damit aber (bis heute) verhindert. Daher erkennen sich »Kernin-

63 Haefner, K.: *Die neue Bildungskrise. Herausforderung der Informationstechnik an Bildung und Ausbildung*. Birkhäuser. Basel. 1982

64 S. Papert: a. a. O. Dessen für diese Arbeit relevante Bewertung ich bereits vorgenommen habe.

65 Allein diese Situationsbeschreibung zeigt, wie schwer es für Lehrende sein muss, die Rolle der Technik rational einzuschätzen und sich nicht auf die Seite der Maschinenstürmer bzw. der unkritisch Technikgläubigen zu schlagen.

formatiker« im Konzept der ITG nicht wieder; es bildeten sich fast unversöhnliche Fronten. Eine Verständigung oder ein Brückenschlag sind bis heute nicht möglich.

In der Gemengelage dieser unterschiedlichen Interessen musste ein Kompromiss gefunden werden. Dieser wurde im Dezember 1984 mit dem Rahmenkonzept für eine „Informationstechnische Grundbildung“ (ITG) vorgelegt. In der Zusammenstellung der Aufgaben ist der Kompromisscharakter der ITG erkennbar. Dieses Rahmenkonzept wurde 1987 in ein Gesamtkonzept überführt; der Aufgabenkatalog wurde z. T. modifiziert und um einige Aufgaben erweitert. Dabei konnte bereits auf erste Erfahrungen aus den Modellversuchen zurückgegriffen werden.



Abbildung 14: Karikatur von Freimut Wössner

(Quelle unbekannt, auch der Autor konnte mir nicht weiterhelfen)

1. Aufarbeitung und Einordnung der Erfahrungen, die Schüler in ihrer Umwelt mit Informationstechnik machen
2. Vermittlung von Grundstrukturen, die den Informationstechniken zu Grunde liegen
3. Einführung in die Handhabung eines Computers und dessen Peripherie
4. Vermittlung von Kenntnissen über die Einsatzmöglichkeiten und der Kontrolle der Informationstechniken
5. Einführung in die Darstellungen von Problemlösungen in algorithmischer Form
6. Gewinnung eines Einblicks in die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung
7. Schaffung des Bewußtseins für die sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen, die mit der Verbreitung der Mikroelektronik verbunden sind
8. Darstellung der Chancen und Risiken der Informationstechniken sowie Aufbau eines rationalen Verhältnisses zu diesen
9. Einführung in Probleme des Persönlichkeits- und Datenschutzes⁶⁶

Dies ist eine wenig kohärente Zusammenstellung unterschiedlichster Ansprüche, die von den oben genannten unterschiedlichen Interessengruppen eingebracht wurden. Dies macht diesen Katalog sehr leicht angreifbar. Allerdings ist die Zusammenstellung nicht

⁶⁶ BLK (1987). Im Vergleich mit dem Rahmenkonzept sind die Aufgaben 5., 6. und 7. hinzugefügt worden; die Aufgabe 3. ist umbenannt worden.

vollständig willkürlich. Die für das Fach Informatik gefundenen Kategorien lassen sich auch hier wiederfinden. Allerdings ist der Schwerpunkt der Inhalte bei der Beschäftigung mit den Informationstechnologien deutlich verschoben.

An die Stelle kerninformatischer Inhalte rücken Fragen der Benutzung sowie der Einordnung in Kultur und Gesellschaft (s. Aufgabe 1.). Damit steht an erster Stelle der Anspruch, dass Computer als soziales und kulturelles Phänomen verstanden werden sollen. Dies ist vor allem der informationstechnischen Entwicklung geschuldet. Es gab bis zum Beginn der 80er Jahre und vor dem Siegeszug der PCs kaum Anwendungssysteme, die in der Öffentlichkeit erhältlich gewesen wären. Zuvor waren das Programmieren von und der Umgang mit Computern kaum voneinander zu trennen. Kann man Computer nutzen, ohne sie programmieren zu müssen, wiegt der Umstand des ungeklärten Allgemeinbildungsanspruchs des Programmierens noch schwerer.

Die Zielsetzungen der ITG-Konzeption lassen sich insgesamt vier Bereichen zuordnen.⁶⁷

- a) Beschäftigung mit algorithmischen Problemlösungen (Aufgabe 5.) i)
- b) gesellschaftliche Fragestellungen in Bezug auf verantwortungsvollen Umgang und Einschätzungen und Bewertungen zu Chancen und Risiken (Aufg. 7. – 9.) iii)
- c) Einschätzung der Informationstechnologien
 - (1) Vermittlung von Orientierungswissen in Bezug auf die Informationstechnologien (Aufg. 2. und 4.) ii)
 - (2) auch im Hinblick auf ihre gesellschaftliche und kulturelle Einbettung (Aufg. 1. und 6.)
- d) den Umgang mit Rechnern und Anwendungen schulen (Aufg. 3.)

Abbildung 15: Zielbereiche der ITG mit Verweis auf die entsprechenden Zielbereiche des Fachs Informatik (vgl. hierzu Abb. 13, S. 144)

zu a) Die für den Informatikunterricht gefundene Einbettung des Programmierens in problemlösende Zusammenhänge wird mit der Aufgabe 5. – die gegenüber dem Rahmenkonzept hinzugefügt worden ist – auch Bestandteil der ITG. Schließlich soll die ITG grundlegend für den Informatikunterricht in der Oberstufe und in den berufsbildenden Schulen sein. Diese wirkt im Rahmen des Zielkataloges aber ebenso rhetorisch aufgesetzt (bzw. wie ein Lippenbekenntnis) wie die *gesellschaftlichen Fragestellungen* im Bereich der Informatik in der Sek. II.

zu b) Die Aufgaben 7., 8. und 9. sind auf die Beschäftigung mit den »gesellschaftlichen Fragestellungen« ausgerichtet. Die Schülerinnen und Schüler sollen die neuen Informationstechnologien im gesellschaftlichen Kontext einschätzen. Die Aufgaben 7. und 8. zielen gar auf eine Art von Technikfolgenabschätzung ab. Mit Aufgabe 9. wird die Datenschutzproblematik angesprochen. Diese Inhalte und Ziele betreffen im Wesentlichen den *Kontext der Informatik*.⁶⁸

⁶⁷ Mit i) bis iii) verweise ich darauf, dass diese Ansprüche auch schon für das Fach Informatik vorgesehen sind. Wobei allerdings anzumerken ist, dass die Schwerpunktsetzungen unterschiedlich sind.

⁶⁸ Datenschutz wird nicht unter der Perspektive Ordnungsmäßigkeit und Systemgestaltung betrachtet, sondern als juristische Sicht auf die Datenverarbeitung.

- zu c) Die Aufgaben 1., 2., 4. und 6. stellen das Verstehen der sog. „Wirkprinzipien“⁶⁹ bzw. grundlegenden Wirkungs- und Konstruktionsprinzipien der Informationstechnologien in den Mittelpunkt. Zum einen geht es bei 2. und 4. um ein Verständnis der Technik an sich (kontextunabhängig), d. h. vor allem die Kerninformatik betreffend. Zum anderen wird in 1. und 6. der Bezug zum gesellschaftlichen Kontext angedeutet und damit bereits auf eine *Informatik im Kontext* verwiesen.
- zu d) Mit Aufgabe 3. wird umschrieben, was man auch unter die Schlagworte »Computerführerschein« oder »Bedienungsschulung« fassen kann. Damit ist die Aufgabe allgemeiner gefasst als die ursprüngliche Aufgabe 3 des Rahmenkonzeptes, die auf die Einführung in „einfache Anwendungen“⁷⁰ der Informationstechnologien abzielte. Damit wird die Vermittlung gewisser Fertigkeiten (Qualifikationen) im Umgang mit einigen Anwendungsprogrammen impliziert. Mit dem Gesamtkonzept verfolgt man damit das Ziel die ITG aus der »Ecke« der Bedienungs- oder noch schlimmer der Produktschulung herauszuholen.

Die Kategorien a), b) und c1) konnten schon im Zuge der Untersuchung des Faches Informatik mit Blick auf ihre Herkunft und ihre Bildungswerte erörtert werden. Die Ziele unter c2) und d) müssen einer solchen Untersuchung noch unterzogen werden. Dabei wird d) unter der Überschrift „Mit Informationstechniken umgehen (Kulturtechniken)“ (s. 5.2.2) untersucht. Mit dem Aufgabenbereich c2) beschäftige ich mich in den Abschnitten 5.2.3, 5.2.4 und 5.2.5 unter dem Gesichtspunkt einer »neuorientierten« Allgemeinbildung und möglichen Folgerungen daraus in Form der fachübergreifenden Lernbereiche der Arbeitslehre/Technik bzw. der Medienerziehung.

Bevor ich diese Untersuchung durchführe, werde ich zunächst *Umsetzungsmodelle* und *Inhalte* der ITG darstellen. Dadurch wird bereits angedeutet, worin die Probleme eines solchen nicht nur fachübergreifenden, sondern in andere Fächer hineinreichenden Zugangs bestehen und wie sehr die in b) und c2) angelegte Unterscheidung von Inhalten, die dem *Kontext der Informatik* bzw. der *Informatik im Kontext* zuzuordnen sind, damit zusammenhängt.

Umsetzung

Dieser bildungspolitische und konzeptionelle Rahmen wurde von den Bundesländern unterschiedlich interpretiert und umgesetzt; es wurden sogar unterschiedliche Bezeichnungen für die ITG gewählt.⁷¹ Um eine Vergleichbarkeit mit dem im vorangegangenen

69 Vgl. Friedrich (1995)

70 BLK (1984)

71 [ITG Sonderheft]. So zielt man in Hessen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen etwas allgemeiner nicht nur auf Informationstechniken, sondern auch auf Kommunikationstechnologien ab und bezieht damit Medien mit ein. In Hessen spricht man von „Informations- und kommunikationstechnischer Grundbildung“, in NRW und Niedersachsen verwendet man, um die gesellschaftliche Einbettung der Technik deutlicher zum Ausdruck zu bringen, den Ausdruck »Informations- und kommunikationstechnologische Grundbildung«. Man positioniert sich damit deutlicher als dieses in den Aufgaben 7. und 8. zum Ausdruck kommt auf den Zusammenhang technologischer und gesellschaftlicher Entwicklung und damit via Technikfolgenabschätzung letztlich auf Sozialkunde bzw. Arbeitslehre und Technik. Dies wird auch

Abschnitt zu erhalten, beschränke ich mich im Wesentlichen wiederum auf den Ansatz aus NRW.

In den „vorläufigen Richtlinien zur informations- und kommunikationstechnologischen Grundbildung in der Sekundarstufe I“⁷² wird gefordert, dass die ITG einen Umfang von ca. 60 Wochenstunden haben solle, die in den Schuljahren 7 bis 9 mit Schwerpunkt im 8. Schuljahr unterrichtet werden.

Als Aufgaben werden genannt:

- Anwendungen dieser [Informations- und Kommunikations-]Technologien kennenlernen,
- ihre Grundstrukturen und Funktionen untersuchen,
- ihre Auswirkungen reflektieren und beurteilen.⁷³

Der Unterricht soll in fächerübergreifender und gegebenenfalls projektorientierter Form durchgeführt werden. Grundsätzlich werden (nicht nur in NRW) folgende organisatorische Modelle vorgeschlagen:

Ein-Fach-Blockmodell: Die ITG wird innerhalb eines Leitfaches im Block unterrichtet.

Mehr-Fach-Modelle: Die Inhalte der ITG werden in mehreren Fächern eingegliedert und entweder in

- mehreren Blöcken (= Blockmodell) oder
- normalen Fachunterricht angesprochen, wenn sich Ansatzpunkte ergeben (= Verteilungsmodell).

Projektmodell: Vermittlung der Inhalte außerhalb des regulären Unterrichts unter Beteiligung mehrerer Lehrer.⁷⁴

Den geringsten organisatorischen Aufwand erfordert das Mehrfach-Verteilungsmodell. Daher ist es auch das am weitesten verbreitete Modell. Dieses beinhaltet allerdings auch die Gefahr, dass Inhalte außerhalb von d) (Benutzungsschulung) im Bestreben, die technischen Geräte zu nutzen, untergehen.⁷⁵

Um dieser Gefahr vorzubeugen, hat man z. B. in Berlin ein Modell entwickelt, das einen *Informationstechnischen Grundkurs* vorsieht, in dem man sich vor allem mit technischen Grundlagen befasst. B. Koerber benennt fünf Gründe, die für einen solchen Grundkurs sprechen:

- Unabhängigkeit von anderen Schulfächern,
- Möglichkeit des projektartigen Vorgehens,
- überschaubare Inhalte,
- curriculare Entwürfe sind kurzfristig zu erstellen und
- Fortbildung einfacher, da weniger Lehrer von der ITG betroffen sind.⁷⁶

durch die Inhalte und Themen deutlich, die für die ITG vorgeschlagen werden.

72 ITG-Richtlinien NRW

73 ebd. S. 8

74 Vgl. hierzu Baumann (1990) S. 113

75 Genau dieses ist u. a. eingetreten. Bereits in den Umsetzungsmodellen der ITG ist ihr Scheitern angelegt.

76 Koerber (1989) S. 8

Eine solche Mischorganisation erlaubt, den Anwendungskontext beizubehalten, die notwendigen technischen Grundlagen aber unabhängig von den Anwendungen zu unterrichten.⁷⁷

Diese Erfahrungen aus Berlin sind ein erstes Indiz dafür, dass nur ein Fach Informatik und auch eine Einführung in die Informatik dafür sorgen kann, dass notwendige Grundlagen zum Verständnis und zur Einordnung der Informationstechnologien gewonnen werden können. Ein grundlegendes Verständnis der Informationstechnologien kann durch die »mediale« bzw. »instrumentelle« Nutzung (und deren Reflexion) im Kontext anderer Fächer bzw. der Anwendungskontexte nicht gefunden werden. Dies zeigt sich vor allem mit Blick auf die für die ITG vorgeschlagenen Inhalte.

Themen und Inhalte

Anwendungen aus den Bereichen Textverarbeitung, Dateiverwaltung, Tabellenkalkulation, der Prozessdatenverarbeitung sowie der Modellbildung und Simulation sollen thematisiert werden. Hierfür werden z. B. durch das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (NRW) folgende Themenhefte inkl. Software angeboten:⁷⁸

- Warenhaus (Politik oder Arbeitslehre),
- Industrieroboter (Arbeitslehre, Physik oder Politik),
- Organische Systeme (Biologie),
- Firma Plüsch – Spielzeugfirma (Politik),
- Medien in der Freizeit (Deutsch oder Politik),
- Lärm (Physik, Biologie oder Politik) und
- Zeitung (Deutsch und Politik).

Weitere Themen und Inhalte reichen von Reisebüro, über Steuerung durch Computer, Datenbanken/Datenschutz, Computer Aided Design (CAD) bis zu Industrierobotern.⁷⁹ In einem der wenigen Schulbücher zur ITG⁸⁰ findet sich nach einer Einführung in Algorithmen (Alltagsalgorithmen: Wiegen, Telefonieren in der Telefonzelle) und dem Aufbau des Computers einige Anwendungen wie CAD, CNC, SPS (Speicherprogrammierte Steuerung), Büro- und Verwaltungsbereich sowie Datenfernübertragung. Am Schluss des Buches findet sich ein historischer Einblick in die Entwicklung der Zahlssysteme, der Mechanisierung des Rechnens, erster Rechenautomaten und ein Einblick in die Entwicklung von Rechenanlagen mit Ausblick in die Zukunft der Datenverarbeitung. Bereits diese kurze (und deshalb schon unvollständige) Aufstellung möglicher Inhalte der ITG macht die Positionierung der ITG vor allem in der Nähe von Arbeitslehre/Technik und der Sozi-alkunde sowie via Medienerziehung im Fach Deutsch plausibel.

77 Die Idee eines solchen Grundkurses sollte wieder aufgegriffen werden, um inhaltliche Vorstellungen der ITG eines phänomenologischen Ansatzes in Bezug auf Anwendungen und deren Nutzung mit den Inhalten des bisherigen Informatikunterrichts zu verbinden.

78 In Klammern sind die jeweils vorgesehenen Anwendungsfächer genannt.

79 ITG-Sonderheft

80 Rissberger (1986). Dieses Buch aus dem Jahr 1986 ist entlang der Aufgabenstellungen des *Rahmenkonzeptes* zur ITG konzipiert.

Insgesamt spiegelt sich in den Themen und Inhalten ein der Zeit der späten 80er Jahre gemäÙes Bild von Anwendungen der Informatik, mit denen Schülerinnen und Schüler in Zukunft oder in ihrer Lebenswelt in Berührung kommen. Die Behandlung gesellschaftlicher Fragestellungen wird auch in der ITG an die genannten Themen angehängt. So weist man beim Thema Zeitung z. B. darauf hin, dass die Texte nunmehr von den Redakteuren und Journalisten selbst geschrieben und gesetzt werden und nicht länger von Druckern oder Setzern. Dies ist eine Veränderung der Arbeitswelt, die man leicht beobachten kann und die auch Wirkungen in den Zeitungen zeigen: Die Anzahl der Tippfehler ist für jeden tagtäglich nachzuvollziehen gestiegen. Aber diese Erkenntnis ist noch lange nicht Ausdruck eines tieferliegenden Verständnisses der Informationstechnologien und lässt sich nur kaum auf andere Anwendungsbereiche übertragen.

Es ist zwar möglich, gewisse Veränderungen zu erkennen, die mit dem Einsatz der Informationstechnologien verbunden sind, diese lassen sich nicht notwendigerweise monokausal auf ihren Einsatz zurückführen. Der Ansatz der »Kontextuellen Informatik« zeigt zum einen, dass z. B. organisatorische Rahmenbedingungen beachtet werden müssen. Zum anderen wird aber auch deutlich, dass es sich um Betrachtungen zum *Kontext der Informatik* handelt, die die Frage der Rückwirkungen außen vor lassen und wo nicht gefragt wird, wie ggf. die Technik zu verändern ist, damit die negativen Auswirkungen nicht eintreten oder noch besser positive Auswirkungen hervorgerufen werden können.

Insgesamt ist durch die ITG statt Computer zu thematisieren ein Beitrag geleistet worden, Unterricht mithilfe von Computern zu unterstützen. Die Orientierung auf informatische Inhalte fällt eher schwach aus und nur selten sind Computer das eigentliche Thema. Sie sind allenfalls Anlass sich mit Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft zu befassen.

H. J. Forneck hat in seiner Analyse der fachdidaktischen Ansätze zur »Informatischen Bildung«, in der er unter der Überschrift *benutzungsorientierte Ansätze* auch Unterrichtseinheiten zur ITG bewertet, darauf verwiesen, dass die Themen zu weit von der Lebenswirklichkeit der Schüler entfernt sind, um damit beabsichtigte Handlungsorientierung zu erreichen.

Wir vertreten die Auffassung, dass eine solche Handlungsorientierung nur dann erreichbar ist, wenn das Eindringen der Mikroelektronik in die Schule und Unterrichtswirklichkeit und damit der tägliche Gebrauch der Mikroelektronik im Unterricht bzw. in der Schule zum Gegenstand einer solchen Reflexion gemacht werden. Denn hier existiert eine Wirklichkeit, die die Schüler selbst kennen, die sie selbst betrifft, die sie selbst übersehen (lernen) können und in der sie auch Wirklichkeit aktuell mitgestalten können. Erst in einer solchen Wirklichkeit dürfte handlungsorientiert etwas von dem vermittelbar sein, was als Zusammenhang von technischer Entwicklung und sozio-ökonomischer Auswirkung bezeichnet wird. Alle anderen Beispiele mögen zwar durchaus sinnvoll sein, können aber das Postulat der Handlungsorientierung nicht einlösen.⁸¹

81 Forneck (1992) S. 253

Es dominiert also die Fachperspektive des Anwendungsfaches. Eine Informatik-Perspektive ist angesichts der Inhalte, für die Materialien im Bereich der ITG zur Verfügung stehen, nur schwer herstellbar. Weiter führt er aus:

Das abendländische Bildungsverständnis beruht im wesentlichen darauf, dass die Objekte und die Zusammenhänge erkannt und durchschaut sein müssen, um sich eine selbstbestimmte Meinung bilden zu können. Inwiefern die aber ohne eine Einführung in die diese technische Entwicklung konstituierende wissenschaftliche Disziplin und damit in die Logik der Denkungsart möglich ist, bleibt in diesem Ansatz ein ungelöstes Problem.⁸²

Der Unterricht muss also – um die Ansprüche der ITG zu erfüllen – zwar über die Grenzen der Fächer hinaus gestaltet werden. Dabei kommt es durch inhaltliche und konzeptionelle Ausrichtung der ITG notwendigerweise zu Überschreitungen der Fachgrenzen, die aber – wie schon in *Kapitel 1* für den wissenschaftlichen Bereich aufgezeigt – eine fachübergreifende Zusammenarbeit erschwert oder gar behindert.

Es fehlt, vielleicht in allen Fächern, aber ganz bestimmt in der Informatik eine Vorbereitung auf die Beschäftigung mit fächerübergreifenden Inhalten. Das Wechselspiel zwischen dem *Kontext der Informatik* und einer *Informatik im Kontext*, das im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« thematisiert wird, ist hierfür von entscheidender Bedeutung.

Bevor ich aber dieses eingehend untersuche, werde ich mit der breit gestreuten Gemengelage von Interessen, Vorstellungen und Ansprüchen befassen, die zur ITG geführt hat. Die ITG ist zum einen Ausdruck eines ganz bestimmten Verständnisses von Allgemeinbildung („Neuorientierte Allgemeinbildung“ 5.2.3). Zum anderen spielen Überlegungen eine Rolle, die die Nutzung von Computern nicht nur als Kulturtechnik einordnen, sondern damit zugleich bildungspolitische Implikationen verbinden, mit denen ich mich zunächst befassen werde.

Nur so lässt sich dann insgesamt bewerten, welche Ziele mit Informatischer Bildung verfolgt werden sollten und wie dieses dann organisiert werden kann. Insbesondere kann dann durch den Bezug auf den Ansatz einer »neuorientierten Allgemeinbildung« der Ansatz eines fächerübergreifenden Lernbereichs ausführlich diskutiert werden.

Zunächst aber (5.2.2) werde ich mich mit der Frage befassen, welche Qualifikationen im Umgang mit Computern tatsächlich so grundlegend sind, dass im Rahmen allgemein bildender Schulen unterrichtet werden sollte und auf diesem Wege auch für Einführungen in die Informatik insofern relevant ist, dass darauf Bezug genommen werden sollte.

5.2.2 Mit Informationstechniken umgehen (Kulturtechniken)

Im Zusammenhang mit dem Umgang mit Medien, der sowohl bei der ITG als auch bei der Medienerziehung in den Fokus didaktischer Erörterungen und bildungspolitischer Forderungen geraten ist – der Ausdruck Medienkompetenz ist bezeichnend dafür –, stellt sich die Frage, welche Bedeutung dem Erlernen dieses Umgangs im Rahmen der allgemeinen Bildung zuzuschreiben ist. Dieses wird im Allgemeinen unter der Überschrift

82 ebd.

Computer-Literacy verdichtet oder durch die (bildungspolitische) Floskel vom *kulturtechnischen* Charakter der Nutzung von Informationstechniken zum Ausdruck gebracht.

Mit diesen Betrachtungen sind – wie ich im Folgenden zeigen werde – unzulässige Implikationen in Bezug auf Allgemeinbildung verbunden. Die Rolle dieser Kompetenzen bzw. Qualifikationen im Rahmen allgemeiner Bildung werden daher hier genauer untersucht. Hierfür werde ich mich auf das Allgemeinbildungskonzept von H. W. Heymann beziehen, das im Unterschied zum Konzept von W. Klafki, das in (5.2.3) vorgestellt wird, für eine fachbezogene Bildung formuliert ist.

Sind die Informationstechniken Teil der »Kulturtechniken«?

Von Anfang an war die Debatte um Schule und Computer durch das bildungspolitische Ziel bestimmt, dass Schülerinnen und Schüler im Umgang mit den »neuen Informationstechnologien« geschult werden sollten. Der tatsächlich vorhandene oder auch nur behauptete Vorsprung anderer Länder (z. B. USA oder Japan) in der Nutzung von Computern (genau messbar ist dies ohnehin nicht) sollte aufgeholt werden.⁸³

In diesem Zusammenhang wird auch – und dies ist sozialpolitisch motiviert – oft davor gewarnt, dass sich die »Schere« zwischen »Informationsreichen« und »Informationsarmen« weiter öffnen könne. Auch um dieses zu verhindern, sollen Computer in den allgemein bildenden Schulen genutzt werden. Ansonsten würde durch ein alleiniges Angebot von Computerkursen von privaten Computerschulen die Chancengleichheit verletzt werden.⁸⁴

Die Bedienung und Benutzung von Informationstechnologien, wie z. B. H. v. Hentig feststellt, sollte zumindest auf Sicht so einfach werden, dass Übungen in der Bedienung von Computern weder Lehrpläne füllen noch die Diskussion um Computer und Schule bestimmen dürfte.⁸⁵ Dennoch ist eine Auseinandersetzung mit diesen Forderungen gewinnbringend, da sich hieraus Hinweise für einen Zugang zu den Informationstechnologien ergeben, die insbesondere die Einschätzung H. J. Fornecks stützen, dass »Informatische Bildung« an den Erfahrungen im Umgang mit den Informationstechnologien anzuknüpfen hat.

Computer-Literacy

Im Zusammenhang mit einer möglichst früh einsetzenden »Computer-Schulung« wurde bereits Anfang der 80er Jahre die Bezeichnung »Computer-Literacy« aufgebracht. Die Bezeichnung »Computer-Literacy« ist daher zwar einerseits ein bildungspolitischer Kampfbegriff, mit dem die beabsichtigte Technikverwendung und -schulung in den Schulen

83 Dies lässt sich im Rahmen des (1.) DV-Programms nachweisen (Ende der 60er), wie auch zu Beginn der 80er Jahre, dann wieder bei Schulen ans Netz (1995) und schließlich im Jahr 2000 in der Debatte um Green Cards und anschließend in der Diskussion um die Ergebnisse der PISA-Studie. Dies ist aber auch wirtschaftspolitisch motiviert. Die mit der Aufstellung und Nutzung von Computern verbundene frühe Akzeptanz von Computern hat für die Wirtschaft aber einen interessanten (Neben-)Effekt. Die Schulen sind u. a. ein wirksamer Multiplikator für den Verkauf von Rechnern und Software.

84 Abschlusserklärung (1984)

85 von Hentig (1993)

durchgesetzt werden soll. Andererseits verweist dieser Begriff aber zugleich darauf, dass Computer und ihr Anwendungsbereich Besonderheiten haben, die sie von anderer Technik unterscheiden, z. B. durch den Bezug auf Informations- bzw. Zeichenverarbeitungsprozesse eine direktere Wirkung auf die Kultur als Maschinenbau, Elektrotechnik oder das Bauingenieurwesen (vgl. hierzu *Kapitel 2*).

Abgeleitet von »Literacy«, der englischen Bezeichnung für die Fähigkeit Lesen und Schreiben zu können, wird der Umgang mit Computern als ebenso wichtig eingeordnet.⁸⁶ Man stellt den Umgang mit Computern als eine neue *Kulturtechnik* dar. Dahinter steht die Vermutung bzw. der Glaube, dass der Umgang mit Computern (so unbestimmt dies immer noch ist) auf eine Stufe mit dem Umgang mit Schrifterzeugnissen zu stellen ist. Daraus würde, so geht die Argumentation dann weiter, u. a. folgen, dass auf die Nutzung von Computern beziehende Kompetenzen und Fähigkeiten als Basis- bzw. Schlüsselqualifikation in der Schule vermittelt werden sollten.

In einer solchen Argumentation übersieht man allerdings, dass die Kategorie »Kulturtechniken«⁸⁷ im Bereich der Erziehungswissenschaften und vor allem der Bildungstheorie *nicht* benutzt wird. Die Bezeichnung Kulturtechniken, die auch nur im Plural verwendet werden sollte, ist nur eine unstrukturierte Sammlung einer Reihe von Tätigkeiten, die zwar in den Schulen unterrichtet werden, aber mit der Kategorie Bildung und dem, was man inhaltlich unter Bildung fasst, nur am Rande zu tun hat.

P. Rechenberg weist in einer in der LOG IN 1999 erschienenen Polemik darauf hin, dass in früheren Ausgaben des Brockhaus bzw. in anderen Werken, in denen Sprache und Verwendung von Begriffen definiert werden, entsprechende Erläuterungen fehlen. Dies wertet er als Indiz dafür, dass die Verwendung der Bezeichnung *Kulturtechniken* jüngeren Datums ist.⁸⁸ Zudem werde *Kulturtechniken* oftmals sehr marktschreierisch in die Auseinandersetzung geworfen und fordert deshalb Mäßigung:

Lassen wir uns nicht weismachen, daß die Nutzung von Computern eine Kulturtechnik ist, die jeder wie das Schreiben und Lesen beherrschen könne und müsse!⁸⁹

Angesichts der bedenkenlosen Benutzung, die er in seinem Beitrag anprangert, ist Skepsis sicher angebracht; eine solche Polemik jedoch nicht. P. Rechenberg räumt selbst ein, „daß der Computer tatsächlich einige Alltagsarbeiten erleichtern kann.“⁹⁰ Er nennt in diesem Zusammenhang Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, deren Einsatz in den Schulen er sogar fordert.

Daher sollte man P. Rechenbergs Polemik als einen wichtigen und notwendigen Hinweis darauf verstehen, dass Informatiker nicht mit zu hohen oder gar falschen Ansprüchen an die Etablierung ihres Faches, ihrer Inhalte oder ihrer Produkte in die Schule gehen sollten. Um zu verstehen, was mit *Computer-Literacy* über eine Marketing-Strategie

86 Vgl. van Dyke (1987) S. 366

87 Vgl. hierzu die Fußnote auf Seite 66

88 Rechenberg (1999)

89 ebd. S. 29

90 ebd. S. 29

hinaus sein könnte, werde ich im Folgenden auf die Wurzeln dieses Ausdrucks zurückgehen.

Geprägt wurde die Bezeichnung *Computer-Literacy* auf der „World Conference on Computers in Education“ im Jahr 1980. Dort wurde auf die Gefahr eines drohenden »Computeranalphabetismus« hingewiesen:

Angesichts der Bedeutung des Computers auf allen Gebieten müßte ein gebildeter Mensch zwar nicht Informatiker sein, als unverzichtbare Grundkenntnisse sollte er aber über Fähigkeiten verfügen, z. B.: Computerprogramme benutzen, gängige Computerbegriffe verwenden, einfache Programme schreiben, Probleme umgangssprachlich analysieren und Programme interpretieren.⁹¹

Hierin kommt die Prognose zum Ausdruck, dass zukünftig mehr und mehr Computer genutzt werden. Dies betrifft vor allem die Erwerbstätigkeit, aber auch den Bereich der zwischenmenschlichen Kommunikation. Wie die letzten Jahre gezeigt haben, war die Prognose in dieser allgemeinen Form richtig.⁹² Die Schulen – so die damit verbundene Forderung – sollen die Schülerinnen und Schüler auf die Nutzung von Computern vorbereiten. Auch Chancengleichheit (s. Informationsarme und -reiche, Zugang und Zugangsmöglichkeiten) soll durch die Unterrichtung computerbezogener Fähigkeiten ebenso gewährleistet werden wie die Gewährleistung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

Es stellt sich damit die Frage, ob diese Ansprüche mit dem Auftrag allgemein bildender Schulen verträglich sind und wie dieser inhaltlich ausgestaltet werden muss. Zu diesem Zweck hat C. v. Dyke in einem Essay, das sie 1987 in den *Communications of the ACM* veröffentlicht hat, die Bezeichnung „Computer-Literacy“ wörtlich genommen. Sie vertritt sinngemäß zusammengefasst die folgenden zwei Thesen:

1. Das, was als Kulturtechnik definiert wird, verändert sich auch mit der technologischen Entwicklung. Dadurch scheint es geboten, auch computerbezogene Fähigkeiten als Teil der allgemeinen Bildung zu unterrichten. Man sollte aber stets miteinbeziehen, dass die technologischen Einflüsse nicht die einzigen Einflussfaktoren sind, die bestimmen, was im Rahmen der allgemeinen Schulbildung unterrichtet wird. Diese Inhalte reflektieren auch immer die Strukturen und die sozialen Werte der Gesellschaft.⁹³
2. In den Schulen werden nicht nur die Kulturtechniken im engeren Sinne als handwerkliche Fähigkeiten eines technischen Könnens, sondern auch elaborierter Formen unterrichtet. In Bezug auf das Schreiben geht es z. B. nicht nur um das handwerkliche Schreiben, eine korrekte Orthographie und lesbare Schrift, sondern auch um die verschiedenen Formen, in denen Texte verfasst sind. [Dies gilt so-

91 Hauf-Tulodziecki (1992) S. 103 unter Bezug auf Lewis, R., Tagg, E. D. (Hrsg.): *Computers in Education of the IFIP TC-3. 3rd World Conference on Computers in Education - WCCE81. Reprints, Part 1, 2.* Amsterdam, North Holland, 1981.

92 Im Übrigen findet sich diese Entwicklung in den »horizontalen« wieder, die ich für die »Kontextuelle Informatik« benannt habe (vgl. hierzu Abb. 7, S. 90).

93 van Dyke (1987) S. 367

wohl phänomenologisch, indem man sich verschiedenste Textformen anschaut, als auch für die »Herstellung« von eigenen Aufsätzen, Gedichten etc., D. E.] Eine Übertragung auf »Computer-Literacy« bedeutet, dass über handwerkliche Bedienfertigkeiten hinausgegangen werden muss.⁹⁴

Daraus leitet sie etwas für die Inhalte eines Computerunterrichts ab. 2. wird in der von C. van Dyke genutzten Analogie zwischen auslegendem (interpretierendem) Schreiben und dem Programmieren (nicht der Nutzung von Computern!) sehr weit – vielleicht sogar zu weit – getrieben. Sie begründet auf diesem Wege das Programmieren in vielfältigen Ausprägungen. Hierauf werde ich in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

An dieser Stelle werde ich vielmehr untersuchen, ob nicht weniger das Programmieren als die effektive Nutzung von Computern im Anwendungskontext der entscheidende Maßstab (im Rahmen einer allgemeinen Bildung) sein muss. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang das Destillat verschiedener Interpretationen des Ausdrucks »Computer-Literacy«, das sie dieser Erörterung um das Programmieren und das Schreiben voranstellt. Sie bezieht sich auf folgenden Katalog von möglichen Zielsetzungen:

- (1) *Functional competence*. Students should be able to use computers for practical tasks, especially for vocational advancement.
- (2) *Collective prosperity*. The labor force should become more productive and more competitive in the world wide „information economy.“
- (3) *Academic development*. Students should be able to use computers as tools in other fields of study.
- (4) *Cultural and intellectual empowerment*. Students should be able to make use of the ideas from the cultures surrounding computer programming and computer applications as part of [their] collection of strategies for information retrieval, communication, and problem solving.
- (5) *Civic and moral responsibility*. Students should be able to and willing to promote the just and ethical use of information-processing technology.⁹⁵

Herauszuheben ist die sehr pragmatische Ausrichtung auf Anwendungen und lebensweltliche Kompetenzen, die in (1) zum Ausdruck kommt, aber auch (2), mit dem deutlichen Hinweis auf den gesamtgesellschaftlichen Nutzen (Wohlstand), der mit der Schulung in Fragen der Computer-Nutzung verbunden sein soll. Diese Zielsetzung findet sich in Katalogen aus dem deutschen Sprachraum nicht explizit, hat aber (s. o.) immer in den Rechtfertigungen und Begründungszusammenhängen eine Rolle gespielt.

(1) und (3) heben auf den Gebrauchswert der Computertechnologien ab, wohingegen in (4) ähnlich wie in den Lehrplänen zur Informatik in der Oberstufe auf universelle oder problemlösende Denkweisen der Informatik verwiesen wird, die aber zugleich in einem »Atemzug« mit Anwendungen genannt wird. In (5) wird ein Bezug zu ethischen bzw. moralischen Fragestellungen hergestellt; Fragen der politischen Bildung bzw. der Technikfolgenabschätzung werden nicht genannt.

94 ebd. S. 369ff

95 ebd. S. 368

Damit ist dieser Katalog zur »Computer-Literacy« ähnlich weitreichend wie der Aufgabenkatalog der ITG. Auch andere Erläuterungen, wie z. B. die im Informatik-Duden⁹⁶, umfassen diese Aufgaben bzw. die Kategorien von Lernzielen, die ich (s. Abb. 15, S. 148) bereits herausgearbeitet habe. So ist die Aneinanderreihung solcher verschiedener Kataloge nicht ausreichend, um zu einem konsistenten Verständnis von »Computer-Literacy« zu gelangen. Dazu muss man sich insbesondere damit befassen, was didaktisch hinter Begriffen wie »Computer-Literacy« oder auch »Medienkompetenz« steht. Es handelt sich um Qualifizierungsmaßnahmen in Bezug auf den handwerklich-technischen Umgang mit Computern in den Schulen.

Qualifikation

»Computer-Literacy« oder »Kulturtechniken« sind sehr allgemeine Terme. Damit verbundene Forderungen nach einer Qualifizierung der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Computern müssen präziser bewertet werden. Kriterien für solche Qualifikationen hat z. B. H. W. Heymann in seinem Allgemeinbildungskonzept⁹⁷ integriert. Diese Kriterien bieten einen Maßstab zur Bewertung des Nutzens computerbezogener Kompetenzen im Rahmen allgemeiner Bildung. Dabei wird insbesondere deutlich, dass nicht jede irgendwem aus irgendwelchen Gründen irgendwie wichtig erscheinende Qualifikation gleich zum Inhalt von Allgemeinbildung gemacht werden sollte.

H. W. Heymann führt dazu aus, dass es zwar Aufgabe allgemein bildender Schulen ist Qualifikationen zu vermitteln, diese sollten aber insofern notwendig sein,

- (1) daß bei Nichtverfügen über sie eine 'normale' Lebensführung merklich eingeschränkt wäre;
- (2) sie sollten in der Regel nicht beiläufig und ohne systematischen Unterricht von jedem Heranwachsenden erworben werden, etwa durch Vermittlung von Familienangehörigen oder Gleichaltrigen;
- (3) sie sollten sich nicht ohne weiteres im Rahmen zeitlich begrenzter Spezialkurse erwerben lassen;
- (4) sie sollten von ihrer Struktur her für eine Vermittlung über systematischen öffentlichen Unterricht geeignet sein.⁹⁸

Vor allem die Anforderungen (2) und (3) machen deutlich, warum gewisse Qualifikationen wie z. B. der KFZ-Führerschein in Fahrschulen, d. h. in Spezialschulen, erworben werden. Ebenso wird deutlich, warum andere Qualifikationen an den Volkshochschulen erworben werden können und dort auch zu Recht positioniert sind.⁹⁹

⁹⁶ Informatik-Duden S. 146

⁹⁷ Heymanns Konzept ist in weiten Teilen identisch mit dem bereits 1987 von H. Bussmann, H. W. Heymann in ihrem Artikel über „Computer und Allgemeinbildung“ veröffentlichten Konzept [Bussmann, Heymann (1987)]. Die Arbeiten hieran mündeten für Heymann in einer Habilitationsschrift zu Mathematik und Allgemeinbildung von 1996 [Heymann (1996)].

⁹⁸ Heymann (1996) S. 62. Heymann verweist insbesondere mit Kriterium (4) darauf, dass sich nicht alles pädagogisieren lässt, so z. B. der liebevolle Umgang miteinander.

⁹⁹ Vgl. hierzu die Arbeit von Tully (1994)

In Bezug auf Computer sieht Heymann den Umgang mit Textverarbeitung (nicht aber das Programmieren) als von den allgemein bildenden Schulen zu vermittelnde Qualifikation an.¹⁰⁰ Darüber hinaus gehend mag man einerseits unter Bezug auf (1), (2) und (4) das »10-Finger-Schreiben« als handwerklichen Anteil der Nutzung von *Textverarbeitung* oder *email* als Inhalt für die Schule fordern. Andererseits mag man aber auch einwenden, dass diese Kompetenz auch außerhalb der allgemein bildenden Schulen erworben werden kann. Es lässt sich aber auch nur schwer abschätzen, ob und wie schnell diese handwerkliche Technik durch andere, dann hoffentlich ebenso alltagstaugliche Eingabetechniken (z. B. Stifteingabe) und auch Übertragungstechniken (z. B. Voice-Mail) abgelöst wird.

Diese kurze Überlegung zeigt noch einmal die Ambivalenz und das Dilemma bei der Formulierung konkreter grundlegender Fähigkeiten in Bezug auf Computer. Vieles muss vorläufig bleiben. Auch die Festsetzung grundlegender Qualifikationen ist stark vom Stand der Technik abhängig und Zukunftsprognosen fallen schwer. Dies ist auch der wesentliche Grund, warum alle Kataloge zur *Computer-Literacy* vage und allgemein sind.¹⁰¹

Insgesamt tauchen einigermaßen konstant seit Jahren folgende computerbezogene Qualifikationen auf: Der Bereich Textverarbeitung wird fast immer genannt; hier und da tauchen Forderungen nach Beschäftigung mit Tabellenkalkulationssystemen auf. Neuerdings wird die Nutzung von Internet-Diensten wie *email* und *WWW* gefordert. Darüber hinaus fällt es schwer, konkrete Inhalte und Fähigkeiten zu benennen, die unbedingt für eine, wie H. W. Heymann es ausdrückt, *normale* Lebensführung wirklich notwendig sind.

Allerdings scheint zur Vermittlung dieser Qualifikationen, wenn sie über ein konkretes Produkt hinausgehen soll – dies zeigen die Erfahrungen mit der ITG und im Bereich Schulen ans Netz – eine Fachperspektive unerlässlich, da die Anwendung von Computern im Unterricht außerhalb der Informatik zu oft auf einer handwerklich-technischen Ebene beschränkt bleibt oder gar auf ein Produkt reduziert (Word, Netscape, Corel Draw, Excel ...) wird, so dass die allgemeinen Strukturen nicht erkennbar sind.

Denn zum einen kann und darf es im Unterricht allgemein bildender Schulen nicht darum gehen, Produktschulungen durchzuführen. Schon aus Gründen des Wettbewerbs darf die Unterrichtung nicht auf das Erlernen einzelner kommerzieller Produkte beschränkt werden. Quasi-Monopolstellungen dürfen – dies ist ein politisches und weniger ein inhaltliches Gebot – nicht verfestigt werden; Schülerinnen und Schüler dürfen nicht in Abhängigkeiten von kommerzieller Software geraten. Es muss vielmehr darum gehen – und das ist ein Gebiet, dem man sich in der Didaktik der Informatik erst seit kurzem zuwendet (s. a. die Kritik R. Peschkes) – Anwendungssysteme didaktisch zu analysieren. Wesentliche Bereiche hierfür sind Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Grafikbearbeitung, *WWW*-Browser und Mail-Programme.¹⁰²

Zum anderen hängt der Wunsch nach Nutzungsschulung eng damit zusammen, dass viele Produkte bezüglich ihrer Alltagsstauglichkeit Mängel aufweisen, die einen großen

100 Heymann (1996) S. 63

101 Vgl. hierzu z. B., was V. Claus und A. Schwill unter dem Stichwort *Computer-Literacy* im Informatik-Duden (1993) schreiben.

102 Ich werde im folgenden Kapitel zeigen, dass neuere didaktische Ansätze bei der Erkundung solcher Systeme ansetzen.

Aufwand beim Erlernen der Software verursachen. Dieser große Aufwand lässt das technische Produkt *nolens volens* in den Vordergrund rücken und die eigentlichen fachlichen Inhalte geraten ebenso ungewollt in den Hintergrund.¹⁰³

Eine nur rein handwerklich-technisch verstandene »Medienkompetenz« müsste ähnlich wie z. B. auch ein KFZ-Führerschein außerhalb der allgemein bildenden Schulen nebenher oder in Spezialkursen erworben werden. Nutzungsschulungen, wie z. B. ein »Internet-« oder ein »Computer-Führerschein«, sind für sich allein keine wichtige Aufgabe der allgemein bildenden Schulen. Im handwerklich-technischen Umgang mit den Computern sind Schülerinnen und Schüler ihren Lehrerinnen und Lehrern vielleicht sogar voraus.

Hieran wird sich mittel- bzw. langfristig vielleicht einiges ändern, da jüngere Lehrerinnen und Lehrer und Studierende zumindest die Hürde des handwerklichen, technischen Zugangs zu Computern bereits übersprungen haben und Computer in ihrem Alltag nutzen. Im Rahmen der Lehramtsausbildung muss eine Informatische Bildung für alle zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer gefunden werden, die weder eine reine Nutzungsschulung ist noch eine klassische Einführung in die Informatik bietet.

Damit lässt sich zusammenfassend feststellen, dass *Computer-Literacy* oder besser die Vermittlung computerbezogener Kompetenzen über das rein handwerklich-technische Können hinausgehen muss und u. a. Orientierungswissen über Computer und ihre Nutzung vermittelt werden muss. Da dies nur bezogen auf einzelne Anwendungen geschehen kann, müssen die vielen verschiedenen Einsatzkontexte unter einer gemeinsamen Perspektive betrachtet werden.

Die Forderung nach einer anwendungsübergreifenden Perspektive, mit der das Exemplarische herausgearbeitet werden kann, zieht sich wie ein »roter Faden« durch die verschiedenen Kataloge zur *Computer-Literacy*.¹⁰⁴ Mit dem Ansatz der »Kontextuellen Informatik« habe ich dies versucht und mit der *Informatik im Kontext* eine Informatik-Perspektive hierfür entwickelt.

Eine Einführung in die Informatik muss sich offenbar auch zum Ziel einer *Computer-Literacy* eine *Informatik im Kontext* beinhalten, da hierin die Erfahrungen im Umgang mit speziellen Anwendungsprogrammen verallgemeinert werden können. Dies wird noch viel deutlicher, wenn ich jetzt im Folgenden aufzeigen werde, welches Verständnis von Allgemeinbildung hinter dem Ansatz fächerübergreifender Lernbereiche steht und dass diese sich darum bemühen, an die Stelle von Betrachtungen zum *Kontext der Informatik*, die mithin eine Außenposition zum Fach darstellen, eine fächerübergreifende Perspektive zu finden.

103 Dies war lange Zeit vor allem ein Problem der Lehrenden (und weniger Schülerinnen und Schüler), für die neben der mangelhaften Alltagstauglichkeit der Produkte auch der Umgang mit Computern aufgrund ihrer eigenen Entwicklung, ihrer Sozialisation und ihres Alters nicht zum Alltag gehört.

104 auch wenn nicht klar zu erkennen ist, ob es sich lediglich um Lippenbekenntnisse handelt.

5.2.3 »Neuorientierte Allgemeinbildung«

Betrachtungen zum *Kontext der Informatik* habe ich bereits als den Versuch erkannt, eine politische Perspektive auf die Informatik zu entwickeln. Solche Betrachtungen sind – ähnlich wie das »Humanistische Studium« oder auch die Thematisierung einer Reihe gesellschaftsbezogener Themen in Veranstaltungen zu »Informatik und Gesellschaft« – vielleicht dazu geeignet, ein gewisses Problembewusstsein zu erzeugen. Dieses bleibt dann aber losgelöst von den übrigen Kenntnissen und *hängt in der Luft*.

Der Einfluss der »Kritischen Theorie« auf Konzepte zur Allgemeinbildung, die u. a. politische Bildung zum Bestandteil des Unterrichts gemacht hat, ist im Laufe der vergangenen 15 bis 20 Jahre zurückgedrängt worden. Ab Anfang der 80er Jahre hat man sich – auch wegen der Kritik an dem durch die »Kritische Theorie« propagierten Verständnis der Allgemeinbildung – darum bemüht, Allgemeinbildung neu zu »definieren«. Im Zusammenhang mit der ITG ist vor allem das Allgemeinbildungskonzept W. Klafkis von Bedeutung, mit dem er versucht gegen konservative (fachbezogene) Ansätze (z. B. Heymann) fachübergreifende Bezüge herzustellen, ohne in jedem Fach gleich politische Bildung zu betreiben. W. Klafkis Allgemeinbildungskonzept setzt sich damit auch von den durch die »Kritische Theorie« beeinflussten Ansätzen ab.

Er fordert z. B. eine Orientierung von Inhalten an gesellschaftlichen Problemfeldern. Angesichts der Unbestimmtheit bzw. Offenheit zukünftiger gesellschaftlicher und individueller Entwicklungen stehen gesellschaftlich relevante Probleme im Zentrum seiner Überlegungen (und nicht etwa fachwissenschaftliche Konzepte).¹⁰⁵ Dies ist eine neue Sichtweise auf Allgemeinbildung. Sie wird damit nicht ausschließlich über Fächer, sondern auch über fachübergreifende Lernbereiche definiert.

W. Klafki kennzeichnet diesen Aspekt als *Bildung im Medium des Allgemeinen*, die die üblichen Kennzeichnungen einer *Bildung für alle* bzw. *allseitige Bildung* (als Ausdruck der Fächergliederung) ergänzt.¹⁰⁶ Durch diese Ergänzung macht Klafki deutlich, dass Gegenstand von Bildung auch die die Menschen gemeinsam angehenden Probleme sein müssen, die Klafki als *epochaltypische Schlüsselprobleme* bezeichnet. Dabei handelt es sich um solche Probleme, von deren Lösung die Zukunft gesellschaftlicher Entwicklung (soweit voraussehbar) entscheidend abhängen wird.¹⁰⁷

Hiermit ist zugleich der Anspruch eines Allgemeinbildungskonzepts formuliert, in dessen Zentrum die Entfaltung von (gesellschaftlicher) Mitbestimmungsfähigkeit steht; eine umfassende technische Bildung ist hierin implizit enthalten. Technische Bildung ist für W. Klafki notwendig als Teil einer allgemeinen (im Sinne einer nicht konkret auf ei-

105 Vgl. z. B. Klafki (1985), Ternothe (1990)

106 Klafki (1985), (1991)

107 ebd. Um Missverständnissen vorzubeugen, es soll nicht versucht werden Lösungen für diese Probleme zu suchen. Es geht lediglich darum, eine Verständigung darüber herzustellen, welches die epochaltypischen Schlüsselprobleme sind. Daran anschließend sollen fachübergreifende Lernbereiche gefunden werden, die die Kernfächer ergänzen. Dadurch soll zum einen fachübergreifendes Denken gefördert werden und zum anderen besteht die Möglichkeit durch die Definition neuer fachübergreifender Lernbereiche auf gesellschaftliche Veränderungen einzugehen.

nen Ausbildungsberuf ausgerichteten) Berufsvorbereitung, die im Rahmen des Fächerkanons der Schulen bislang zu kurz kommt.

Die Ziele, die im Konzept der ITG genannt werden, sind für W. Klafki gar ein wesentlicher Bestandteil seines Allgemeinbildungskonzepts. Diese Ziele beziehen sich auf ein von ihm identifiziertes *epochaltypisches Schlüsselproblem*:

... es sind die Gefahren und die Möglichkeiten der neuen technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Produktionssystems, der Arbeitsteilung oder aber ihrer schrittweisen Zurücknahme, der möglichen Vernichtung von Arbeitsplätzen durch eine ausschließlich ökonomisch-technisch verstandene »Rationalisierung«, der Folgen für veränderte Anforderungen an Basis- und Schlüsselqualifikationen, für die Veränderung des Freizeitbereichs und der zwischenmenschlichen Kommunikationsbeziehungen.¹⁰⁸

Damit soll die ITG Keimzelle eines die Bildung reformierenden Ansatzes sein. Die Erfahrungen bei der Umsetzung der ITG geben aber zugleich einen entscheidenden Hinweis darauf, worin die praktischen Probleme eines solchen Ansatzes bestehen. Zu sehr ist das Schulsystem allerdings auf Fächer und Fachlehrer orientiert. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist zu sehr Feiertagsdidaktik, die nicht zum Alltag werden kann. Insbesondere gilt dies für das *fachübergreifende Projektmodell*.

Die *Mehr-Fach-Modelle*, bei denen die Inhalte auf mehrere Fächer aufgeteilt werden und die *Ein-Fach-Blockmodelle*¹⁰⁹ führen letztlich dazu – dies zeigen die Erfahrungen der ITG –, dass Computer weniger Gegenstand des Unterrichts sind, sondern als Mittel zur Unterrichtsgestaltung dienen. Die Fachperspektive dominiert. Die ITG ist mit ihrem fachübergreifenden Anspruch auch daran gescheitert, dass die Inhalte aus diesen Bereichen nicht genügend didaktisch aufbereitet waren und sind. Viele politisch interessierte Informatik-Lehrende fühlen sich zwar kompetent, Inhalte aus dem *Kontext der Informatik* zu behandeln, sind es aber nicht wirklich. Sie politisieren lediglich. Umgekehrt fühlen sich auch viele Lehrer aus dem Bereich Sozialkunde kompetent, wenn sie Erfahrungen in der Nutzung von Computern haben, die Rolle von Computern für die Gesellschaft zu analysieren.

Beide Gruppen von Lehrern wildern letztlich in fremden Gefilden. Auch in den Schulen muss man wohl der Tatsache ins Auge sehen, dass es nur wenige Universalgelehrte geben kann und dass Fachlehrer vor allem Fachkompetenzen und keine fachübergreifenden Kompetenzen haben. Deswegen ist es auch eine Frage der Pragmatik, allgemeine Bildung an Fächern auszurichten.

Daraus resultiert die Forderung nach einem Fach Informatik, das sich aber nicht auf die Unterrichtung von Programmierung und ein wenig Hardwarekunde beschränkt sondern zumindest eine *Informatik im Kontext* miteinbezieht. Dies ist auch das Ergebnis der Untersuchungen und Überlegungen im ersten Teil dieser Arbeit. Die Informationstech-

108 Klafki (1991) S. 59-60. Hervorhebungen im Originaltext. Die übrigen *epochaltypischen Schlüsselprobleme* lauten die *Friedensfrage, die Umweltfrage, die gesellschaftlich produzierte Ungleichheit und die Ich-Du-Beziehung*.

109 Vgl. hierzu ebenso die Umsetzungsmodelle der ITG auf Seite 150

nologien sind über die Veränderung der Arbeitsprozesse, aber auch Kommunikationsmedien beschreibbar.

Diese Überlegungen sind auch bereits Ansatzpunkte für die Gestaltung der Inhalte und Zugänge zur ITG (und der »Informatischen Bildung« insgesamt). Zum einen wird ein Bezug zum Fach/Lernbereich Arbeitslehre/Technik (5.2.4) hergestellt und zum anderen wird – nicht nur neuerdings¹¹⁰ – ein Bezug zur Medienerziehung (5.2.5) hergestellt. Diesen beiden Bezugspunkten werde ich mich im Folgenden widmen, um zu zeigen, dass die im Rahmen der »Kontextuellen Informatik« gefundene Kategorisierung der Anwendungsbereiche/-techniken bereits in der Informatischen Bildung aufgegriffen sind; m. a. W. die *Informatik im Kontext* auch unter diesem Blickwinkel Teil Informatischer Bildung ist.

5.2.4 Zur Arbeitslehre/Technik

Aufgrund des Fehlens eines eigenständigen Faches und den nach wie vor gültigen und bereits geschilderten Problemen ein solches Fach zu etablieren, schlägt R. Peschke, der zusammen mit seinen Mitstreitern in Hessen die dortige ITG konzipiert hat, folgenden Ansatz vor:

Die Methoden und Denkweisen der Informatik [sollen; D. E.] in die einzelnen Fächer und Lernbereiche einbezogen werden und deren fachdidaktische Entwicklung zeitgemäß befruchten. In diesem Sinne wird der Beitrag eines Faches Informatik zur Allgemeinbildung deutlich.¹¹¹

Für R. Peschke besteht die Notwendigkeit, „nicht die fachimmanenten, sondern fächerübergreifenden Grundlagen und Wissenszusammenhänge“ in den Fokus zu rücken. Er plädiert in diesem Zusammenhang für eine menschen- statt eine maschinenorientierte Sichtweise auf die Informatik.¹¹² Der hierin enthaltene integrative Anspruch wird aber schwer umzusetzen sein. Dies zeigen alle Erfahrungen mit fachübergreifenden Lernbereichen.

Die über die ITG hinausreichenden Aufgaben und Ziele eines Faches Informatik formuliert er in Anlehnung an W. Coys Sichtweise der Informatik:¹¹³

Informatik als technische Wissenschaft macht gesellschaftliche Prozesse, wie die Gestaltung und Organisation von Arbeit zu ihrem zentralen Gegenstand.¹¹⁴

Damit wählt er ein Verständnis der Informatik als technische, vor allem Arbeitsprozesse verändernde Wissenschaft.

Informatiker gestalten zwar Hilfsmittel für Arbeitsprozesse, angefangen bei CNC-Geräten, über CAD-Werkzeuge bis zu Desktop-Publishing-Programmen. Dabei müssen sie

110 Dies spielte schon beim Rahmenkonzept BLK (1984) zur ITG eine Rolle [SC] (1986) S. 233].

111 Peschke (1990) S. 32f

112 ebd. S. 30

113 Coy (1992a) S. 162: „Informatik ist eine Wissenschaft und eine Technik, die sich vor allem anderen mit der (Re-)Organisation von Arbeitsprozessen und Arbeitsplätzen befaßt“.

114 Peschke (1989) S. 97

aber mehr und mehr auf Vorschriften des Arbeitsschutzes und Persönlichkeitsschutzes Rücksicht nehmen, als dass sie diese bewusst oder unbewusst gestalten. Die Organisation der Arbeitsprozesse wird zwar sehr häufig an die Software angepasst; aber dies ist für die Unterstützung der Arbeitsprozesse eher unangemessen. Vielmehr werden durch die Organisation der Arbeit Vorschriften gemacht, die in den Informatiksystemen umgesetzt werden.

Es ist zwar notwendig zu erkennen und einfließen zu lassen, dass Informatiker nicht nur Informatiksysteme als technisches Artefakt gestalten. Damit muss der Einsatzkontext und die Wirkung auf diesen miteinbezogen werden. Informatiker sollten sich allerdings nicht anmaßen, diese soziotechnischen Systeme *allein* gestalten zu wollen. Hier spielen weitere Faktoren eine Rolle, auf die Informatiker nur bedingt Einfluss haben, da sie z. B. von außen vorgegeben sind bzw. von anderen (mit-)gestaltet werden. Der Ansatz die Technikgenese im Kontext von Artefakten, Soziefakten und Kognifakten zu betrachten und diesbezüglich gewonnene Erkenntnisse auf die Gestaltung zu beziehen (*Informatik im Kontext*), würde dann sehr viel deutlicher eine Informatikperspektive bieten.

So ist ein solches Verständnis, das darauf angelegt ist, einen wesentlichen Teil der Anwendungen der Informatik einzubeziehen, zwar geeignet, der Informatik eine Rolle in der Allgemeinbildung zuzuweisen. Durch die Betonung des (Erwerbs-)Arbeit gestaltenden Charakters der Informatik wird eine besondere *Sichtweise der Informatik* erkennbar, die einen sehr weitreichenden Anspruch formuliert, der allerdings auf den *Kontext der Informatik* zielt, da dieser Ansatz R. Peschkes zu sehr darauf ausgerichtet ist, die Wirkungen in den Blick zu nehmen und zu wenig konstruktiv auf die Gestaltung von Informatiksystemen ausgerichtet ist. Damit fehlt die Informatikperspektive.

R. Peschke selbst räumt ein, dass der „phänomenologische Ansatz der ITG“,¹¹⁵ der Anwendungen der Informationstechnik für die Schule vereinfacht und veranschaulicht, „nicht überzeugend die Ziele und Aufgaben eines Faches Informatik vertreten kann.“¹¹⁶ Zentrale Inhalte der Informatik kämen nicht deutlich genug zum Ausdruck. R. Baumann merkt an, dass dieser Ansatz dazu führt, dass unter der Prämisse „Informatik ist kein Teilgebiet der Arbeitslehre“ die Diskussion um den Bildungswert erneut aufgenommen werden muss.¹¹⁷

Stattdessen rückt R. Peschke die Informatik als Schulfach in die Nähe der Fächer Arbeitslehre und Technik. Dies lässt sich aus den folgenden drei Betrachtungen erschließen:

- Neue Anforderungen, die sich aus der sozialorientierten Sichtweise der Informatik ergeben. Dazu gehören z. B. Benutzerschnittstellen, Rolle des Programmierers, Sprachkonzepte, wissensbasierte und vernetzte Systeme, neue Medien, unterschiedliche Hard- und Software-Architekturen, Verantwortlichkeit und Fehlerhaftigkeit, nicht algorithmische Strategien, Maschinen- und Menschenbilder der KI, Sozialverträglichkeit, Gestaltbarkeit und Interessenbezug sowie Beteiligung und Demokratisierung.

115 Peschke (1990) S. 31

116 ebd. S. 32

117 Baumann (1990) S. 120

- Die arbeitsorientierte Sichtweise der Informatik impliziert als Grundbegriffe und Objekte: „Wissen, Kommunikation und Prozeß, sowie die Prinzipien der Abstraktion (sozialer) Objekte durch Wissensrepräsentation oder Datenkapselung, durch (sozialorientierte) Modellbildung, Organisation von Arbeit, technische Vernetzung (Schnittstellen und Kopplung), Transparenz medialer Strukturen und Macht, Partizipation [im Original steht Patrizipation; D. E.] und demokratische Gestaltung“.
- Die Rollen im Umgang mit (Informations-)Technik sind Bediener, Benutzer, Betroffener oder Gestalter.¹¹⁸

Diese in den Betrachtungen genannten Themen sind so – wie sie hier aufgezählt sind – ohne einen echten Zusammenhang. Die Themen stammen aus unterschiedlichen Bereichen der Informatik. Die genannten Grundbegriffe und Objekte sind z. T. gar nicht und z. T. nur wenig prominent in der Informatik verankert. Sie verweisen zum großen Teil auf randständige Bereiche der Informatik, denen man keine große Bedeutung im Rahmen der Allgemeinbildung beimisst.

Dies betrifft insbesondere die Rückkopplung. Für diese begibt man sich – und dies ist im Kontext schulischer Bildung besonders kritisch – auf ein Feld der Informatik, das »sozialorientierte Systemgestaltung« genannt wird, die auch dem Bereich der *Informatik im Kontext* zugeordnet sind, ohne dass er – wie ich für den Bereich der »Kontextuellen Informatik« getan habe – hierfür einen Zugang bzw. eine Kategorisierung angibt. Daher bleiben eine Reihe von Zweifeln, ob der steigende Bedarf an »Informatischer Bildung« durch einen letztlich an der Arbeitslehre ausgerichteten Lernbereich abgedeckt werden kann. Auf einen solchen Ansatz würde erheblicher Druck ausgeübt werden.

Wie groß dieser Druck sein wird, lässt sich aus der obigen Kritik R. Baumanns ableiten aber auch aus der Einschätzung, die W. Ambros im Vergleich der Ansätze von R. Baumann und R. Peschke in der LOG IN veröffentlicht hat. Er versieht den Baumannschen Ansatz mit dem Etikett „Didaktik“ und R. Peschkes Ansatz mit „Anti-Didaktik“.¹¹⁹ Wie bei der ITG wird hier allzu sehr das Fehlen (kern-)informatischer Inhalte und Methoden kritisiert.

Die im folgenden Abschnitt darzustellende Sichtweise auf Computer als Medien und der Bezug auf Medienbildung verweist wie auch schon die Auseinandersetzung mit der Bezeichnung „Kulturtechniken“ auf solche Besonderheiten, die in dem Zugang über die Arbeitslehre/Technik fehlen und die – siehe auch die Überlegungen im *Kapitel 2* – auch notwendig sind, aber wie auch schon gezeigt, keinen Alleinvertretungsanspruch haben.

118 Sinngemäß nach Peschke (1990) S. 30ff

119 Ambros (1991)

5.2.5 Zur Medienbildung

Die ITG gilt inzwischen als gescheitert und soll mit dem BLK-Konzept zur Medienbildung¹²⁰ aus dem Jahr 1995 durch diese abgelöst werden.¹²¹ Ein fachübergreifender Lernbereich soll durch einen anderen aufgesogen werden. Es ist jetzt bereits abschätzbar, dass auch die Medienbildung an den selben Problemen wie die ITG scheitern wird.

Denn auch die für die Medienerziehung benannten Aufgaben sind fachübergreifend formuliert. Diese referiert A. Hauf-Tulodziecki wie folgt:

- a) *Nutzung von Medien und nicht-medialen Möglichkeiten für unterschiedliche Aufgaben* mit dem Ziel, unterschiedliche Möglichkeiten zu kennen und bewußt auszuwählen und zu bewerten, z.B. in den Bereichen Unterhaltung und Vergnügen, Information, Kommunikation, Problemlösung und Bildung.
- b) *Einblick in die Wirkungsweise und Produktionsbedingungen von Medien*, um eine kritische Aufmerksamkeit gegenüber der Beeinflussung von Wahrnehmen; Denken und Handeln zu entwickeln. Hierzu gehören das Aufarbeiten von Medienerlebnissen, das Verstehen und Unterscheiden von Medienangeboten in ihrer Machart sowie in ihren Ausdrucksmöglichkeiten und die Analyse und Bewertung von Medien aufgrund von Einsichten in die institutionellen Bedingungen der Medienproduktion und -distribution.
- c) *Praktisch-gestalterische Medienarbeit* mit dem Ziel, die persönlichen Ausdrucks- und Gestaltungsmöglichkeiten zu erweitern und die Fähigkeit zu genauer Wahrnehmung und zu sozialverantwortlichem Medienverhalten auszubilden. Dazu zählt z.B. die eigene Gestaltung einer Zeitung, eines Videomagazins, einer Fotoausstellung ebenso wie das Erstellen eines Computerspiels.¹²²

Das mit einer Medienbildung verbundene Ziel einer Medienkompetenz als wesentliches bildungspolitisches Ziel der schulischen Beschäftigung mit Medien umfasst damit sehr viel mehr als den handwerklich-technischen Umgang mit den technischen Artefakten.¹²³ Der Bereich b) liefert z. B. eine zusätzliche reflexive Komponente, die aber – auch nach den Überlegungen in *Kapitel 3* – vor allem eine Perspektive für einen sozialwissenschaftlichen Zugang darstellt und damit den Kontext der Informations- und Kommunikationstechnologien betrachtet. Damit muss dieser die gesellschaftliche Medienverwendung reflektierende Aspekt auch im Wesentlichen als Aufgabe von Politik oder Sozialkunde verstanden werden.

Die beiden anderen Aufgabenbereiche stellen das aktive Arbeiten mit Medien in das Zentrum der Medienerziehung, wobei bei a) noch eine bewertende Komponente zum Ausdruck kommt, die den Kontext der individuellen Mediennutzung betrifft. Vor allem die *praktisch-gestalterische Medienarbeit* ist dazu angetan, in die Informatik integriert zu werden. Das Gestalten (Programmieren) eines Web-Angebotes oder das Programmieren

120 Mit dieser Bezeichnung *Medienbildung* statt *Medienerziehung* ist eine konstruktivistische Lern- und Bildungsperspektive verbunden, von der man aber noch nicht absehen kann, wie sie sich auf Inhalte und Zielvorstellungen auswirkt. Vielmehr als die Bezeichnung hat sich bisher nicht geändert.

121 BLK (1995)

122 Hauf-Tulodziecki (1995) S. 81

123 Vgl. hierzu auch die Überlegungen in 5.2.2

(Entwickeln) eines Computerspiels scheinen mir Herausforderungen zu sein, die in einem Fach Informatik angegangen werden können und dann auf weitere Bereich der Informatik ausgedehnt werden können.

Im Rahmen von GI-Empfehlungen haben Vertreter der Informatik zwar zugesichert, einen Beitrag zur Medienbildung leisten zu wollen.¹²⁴ Ob dies bloß eine weitere (bildungs-)politische Absichtserklärung ist, deren Stellenwert genauso hoch bzw. gering zu bewerten ist wie die über lange Jahre wiederholten Zusicherungen die gesellschaftlichen Fragestellungen behandeln zu wollen, kann noch nicht bewertet werden.

In dieser GI-Empfehlung werden in Bezug auf Medien (und damit auch im Zusammenhang mit der Medienerziehung und Medienbildung) drei Aspekte unterschieden (technisch-apparativ, inhaltlich und funktional),¹²⁵ von denen der *technisch-apparative* und die *funktionalen* Aspekte in den Bereich »Informatische Bildung« fallen; die *inhaltlichen* wohl weniger. Ausgehend von diesen Aspekten lässt sich der Beitrag der »Informatischen Bildung« zur Medienbildung entwickeln. Dabei werden *computerbasierten Medien* drei Merkmale zugeschrieben: automatische Datenverarbeitung, Interaktion und Vernetzung.¹²⁶

Dies ist im Übrigen kompatibel zu den Überlegungen zu den zentralen Ideen der Informatik im vorangegangenen Kapitel und damit zu den im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« benannten zentralen Prinzipien. Auch die Strukturmerkmale werden ähnlich beschrieben (s. a. folgendes Zitat):

Im Hinblick auf die Verbreitung von online-Medien sind Grundkenntnisse der Vernetzung erforderlich. Diese beinhalten sowohl technische Zusammenhänge (z.B. die verschiedenen Netze des Internet, Maßnahmen für die Datensicherheit) als auch institutionelle bzw. organisatorische Strukturen (Infrastruktur des Internet, Rolle der Provider, Serviceangebote), ökonomische Bezüge (Kommerzialisierung des WWW), rechtliche Fragen (Datenschutz und IuK-Dienste-Gesetz), politische und ethische Aspekte (externe Kontrolle, Eigenverantwortlichkeit der Nutzer).¹²⁷

Daraus werden in Bezug auf die Medienerziehung für die Informatische Bildung Aufgaben und Fragen entwickelt, die analytisch bedingt und auf das Zusammenspiel der Merkmale und Aspekte abzielen. Dieses alles zu bearbeiten – so ist die Medienbildung zumindest positioniert – ist eine Vielzahl von Fächern zuständig. Der Beitrag der Informatischen Bildung wird sich auf den technisch-apparativen Aspekt zur Analyse des Gesamtphänomens *computerbasierte Medien* beziehen. Dazu formuliert A. Hauf-Tulodziecki programmatisch:

Informatiksysteme werden in der Informatischen Bildung stets im sozialen Kontext und im Anwendungsbezug gesehen. Strukturen, die für bestimmte Abläufe erforderlich sind, oder Arbeitsweisen des Systems, die bestimmte Funktionalitäten ermöglichen, werden analysiert und auf verallgemeinerbare Prinzipien zurückgeführt. Die in-

124 Hauf-Tulodziecki (1999)

125 ebd. S. 122

126 ebd. S. 123

127 ebd. S. 125

formationstechnologischen Zusammenhänge werden auf diese Weise durchschaubar und für eigene Gestaltungsaufgaben verfügbar gemacht.¹²⁸

Verallgemeinerbare Prinzipien des Anwendungskontextes, die über die Metaphorik (Medien und Werkzeug) hinaus gehen, gibt es bislang kaum. Zwar hat die mediale Nutzung von Computern mit der Erfindung des WWW an Bedeutung gewonnen und die instrumentellen (bzw. werkzeugartigen) Nutzungsformen sind in den Hintergrund gedrängt worden. Aus den Beispielen, die A. Hauf-Tulodziecki diesbezüglich nennt, lässt sich dies erschließen:

- Modellierung von Wirklichkeitsausschnitten, z. B. in multimedialen Lernsystemen
- Methoden zur Digitalisierung, Komprimierung bzw. Verschlüsselung von Daten
- Softwarewerkzeuge, Autorensysteme sowie
- Datenbanken und Suchmaschinen,
- email-Systeme und kooperative Arbeitsumgebungen.¹²⁹

Damit wird hier auch erkennbar, dass mit der Perspektive der Medienbildung nicht länger eine Einengung auf (Massen- bzw. Konsum-)Medien verbunden ist.

Computer sind aber weder nur Medien¹³⁰ noch nur Werkzeuge¹³¹ oder gar Denkmachines.¹³² All diese Metaphern sind allenfalls Ausgangspunkt einer Auseinandersetzung mit Computern als Thema des Unterrichts, aber in keinem Fall deren Ergebnis.¹³³ Erst in der spezifischen Verbindung medialer und instrumenteller Funktionen liegt aber das Besondere des technischen Artefakts Computer und seiner Nutzung.¹³⁴

Dies verweist dann auf die Sichtweise von F. Nake, der Computer als *instrumentelle Medien*¹³⁵ versteht, mit der ich mich in *Kapitel 2* bereits ausführlich befasst habe. Aus dessen Umfeld kommen auch zwei Vorschläge (zwei Dissertationen)¹³⁶ wie dieses umzusetzen ist. Dies sind die Arbeiten von U. Wilkens und von H. Schelhowe, deren Ergebnisse auch in die Konzeption der GI-Empfehlung zum Verhältnis Informatischer Bildung und Medienbildung eingeflossen sind.

U. Wilkens vertritt in ihrer Arbeit die These vom Verschwinden der ITG in dreifacher Hinsicht.

1. ITG verschwindet, weil sie nicht oder kaum unterrichtet wird.
2. Die (jetzigen) Inhalte der ITG verschwinden, da sie von der technischen Entwicklung überholt werden. Und:

128 ebd. S. 126

129 ebd. S. 128

130 Engbring (1997)

131 Wingert, Riehm (1985), Kay (1984), wie bereits in 2.4 zitiert.

132 Keil-Slawik (1993)

133 Vgl. hierzu die Abb. 7 auf Seite 90.

134 Vgl. hierzu Schelhowe, Nake (1994)

135 Für die Verbindung medialer und instrumenteller Funktionen hat F. Nake entscheidende Beiträge geliefert, auf die ich in 2.4 bereits eingegangen bin. Informatik betreibe „Maschinisierung von Kopfarbeit“ und sei „Technische Semiotik“ vgl. z. B. [Nake (1992)].

136 Wilkens (2000) und Schelhowe (1997a)

3. Computergestützte Systeme werden derartig alltäglich und zugleich allgegenwärtig, das ihnen niemand mehr allgemein bildende Relevanz zubilligt.¹³⁷

Alle drei Thesen sind unabhängig voneinander eingetreten.

- zu 1.: Die Medienerziehung hat die ITG aufgesogen.
 zu 2.: Von der Notwendigkeit des Wandels der Inhalte aufgrund technologischer und wissenschaftlicher Entwicklung ist schon ausführlich die Rede gewesen.
 zu 3.: Aus der Entwicklung der vergangenen Jahre lässt sich die Tendenz ablesen, dass Computer immer alltäglicher werden und ihre Nutzung insbesondere in ihrer medialen Form gesellschaftlich akzeptiert ist und *selbstverständlicher* wird, so dass keine besondere Schulung nötig wäre.

Diese Entwicklung kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass auf der Ebene des gesellschaftlichen Verständnisses weiterhin Defizite bestehen. Auch aus diesem Grund versucht U. Wilkens über die Sichtweise F. Nakes Inhalte für die Informatische Bildung zu begründen, die längerfristig einen Platz im Rahmen allgemeiner Schulbildung erlangen können.

Ausgehend von Computern und ihren „ästhetischen Zeichen“ als Lern-Mittel sollen als Lerngegenstand ästhetisches, informatisches und didaktisches Wissen im Rahmen der allgemeinen Lehrerausbildung vermittelt werden. Hierfür kann U. Wilkens auf Erfahrungen aus dem Bereich der Hochschullehre zurückgreifen.¹³⁸ Diese sind allerdings nur sehr knapp beschrieben und im Wesentlichen auf die Anwendungsgebiete Kunst und Gestaltung bezogen. Für diesen Bereich lassen sich allerdings die spezifischen Verbindungen von medialem und instrumentalem Charakter besonders deutlich hervorheben. Auch sie plädiert – wie auch H. J. Forneck in seiner Kritik benutzungsorientierter Ansätze – dafür, dass an der Erfahrungswelt anzuknüpfen sei.

Während U. Wilkens wohl eher von der Verteilung informatischer Inhalte auf verschiedene Fächer ausgeht, widmet sich H. Schelhowe in ihrem Beitrag für die Informatik und Schule 1997 unter der Überschrift „Medienerziehung und informatische Bildung“¹³⁹ einer aus der Informatik selbst stammenden (Medien-)Perspektive. Sie schlägt in Anlehnung an C. A. Petri vor, Algorithmen (eigentlich die *Turing-Maschine*) als einen Spezialfall einer allgemeinen Kommunikationstheorie zu sehen.¹⁴⁰ Darüber hinaus bezieht sie sich auf P. Wegners bereits in (2.3.2) zitierten Artikel, der an die Stelle der algorithmenzentrierten Sichtweise auf eine Sichtweise setzt, in deren Mittelpunkt „Interaktion“ steht. Auch diese Erkenntnis stützt ihrer Ansicht nach die Annahme, Computer seien Medien.¹⁴¹

Die Annahme, dass Computer im Wesentlichen als Medien (und nicht als Maschine) genutzt werden, werde aber vor allem durch den Wandel der Benutzung (vom Lochfilm bzw. der Steuerung mit Lochkarten bis zur »Direkten Manipulation« graphischer Benut-

137 sinngemäß zitiert nach [Wilkens (2000)]

138 ebd., aber auch bereits in Wilkens, Nake (1995)

139 Schelhowe (1997b)

140 Schelhowe (1997a) S. 137ff

141 Schelhowe (1997b) S. 70

zungsoberflächen oder zur »Virtuellen Realität«) deutlich. Anstelle von algorithmischen Aspekten treten die Phänomene der Manipulation graphischer Objekte und deren Eigenschaften in den Vordergrund. Die Prinzipien der Digitalisierung und der Interaktion klammern damit eine Vielzahl verschiedener Anwendungen.¹⁴²

Diese Annahmen sollen zum Ausgangspunkt der Beschäftigung mit Computern und Algorithmen gemacht werden und eine spezifische Verbindung von Medienerziehung und Informatischer Bildung herstellen.¹⁴³ Eine didaktische Umsetzung dieser Sichtweise fehlt allerdings.

Damit beziehen sich auch U. Wilkens und H. Schelhowe auf Arbeits- und Kulturtechniken zur Analyse des Anwendungskontextes. Dies stützt zudem die Richtigkeit der im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« gewählten Kategorien. Dort hatte ich mich auch bereits mit den hinter diesen Arbeiten stehenden Perspektiven F. Nakes ausführlich befasst und habe dieser Sichtweise den Ansatz der *Komplementarität von Produkt und Prozess* gegenübergestellt, um neben dem analytischen Moment auch Hinweise für eine Systemgestaltung zu erhalten.¹⁴⁴

Auch die Unterscheidung in individuelle und gesellschaftliche Nutzungsaspekte, die A. Hauf-Tulodziecki vornimmt, verweist auf die in *Kapitel 3* vorgelegte Unterscheidung in *Kognifakte* bzw. *Soziefakte*, so dass auch hier ein Bezug zum Ansatz der »Kontextuellen Informatik« hergestellt wird, ohne dass allerdings die Gestaltungsperspektive der Informatik so stark in den Vordergrund gestellt wird. Vieles verbleibt aber auch hier im analytischen Bereich und wird nicht auf den Gestaltungsprozess bezogen.

5.2.6 Fazit zur ITG

Mit der ITG sind zwei weitere Zielbereiche eingebracht worden, mit denen die Zielbereiche des Informatikunterrichts entscheidend erweitert werden. Dies sind nach der Kategorisierung in Abb. 15 auf Seite 148 die Bereiche c2) (*Informationstechniken im Kontext verstehen*) und d) (*Schulungen im Umgang mit Computern*). Diesen beiden Bereichen habe ich mich in diesem Abschnitt vor allem gewidmet.

Dabei bin ich zu dem Ergebnis gekommen, dass eine Schulung im Umgang mit Computern zwar eine notwendige Voraussetzung ist, dass dieser aber weder Lehrpläne füllt noch ein eigenständiges Fach rechtfertigt. Vieles spricht dafür, dass der Umgang mit Computern *en passant* z. B. bei der Nutzung von Computern als Medien oder Werkzeuge in anderen Fächern erlernt wird.

Die Untersuchungen H. J. Fornecks weisen darauf hin, dass man auf diese Erfahrungen (und nicht auf die doch sehr weit der Wirklichkeit der Schülerinnen und Schüler entfernten Beispiele) zurückkommen sollte, will man Computer zum Thema des Unterrichts machen. Damit dies aber geschehen kann, dies zeigen die Bezugspunkte der ITG (Arbeitslehre/Technik auf der einen Seite und Medienbildung auf der anderen Seite) benö-

142 Schelhowe (1997a) S. 162ff

143 Schelhowe (1997b) S. 73f

144 Vgl. hierzu Abschnitt 3.2

tigt man so etwas wie eine *Informatik im (Nutzungs-)Kontext*. Damit ist *Informatik im Kontext* nicht nur ein weiterer Zielbereich, sondern zentraler Bereich für eine ITG.¹⁴⁵

Damit ist dann aber zugleich eine Verbindung zum Ansatz der »Kontextuellen Informatik« hergestellt, die Inhalte einer *Informatik im Kontext* beinhaltet und sich dabei auch auf die Metaphorik Medien, Werkzeuge und Instrumente abstützt. Es lohnt sich mithin nicht darüber zu streiten, ob Computer eher als Medien oder eher als Werkzeuge benutzt werden; beide Aspekte müssen in jedem Fall berücksichtigt werden. Diese Metaphern sind dann aber nur Ausgangspunkt einer genaueren Charakterisierung des Einsatzkontextes; sie sind in keinem Fall deren Ergebnis. Aus dieser Metaphorik ergeben sich weder Implikationen für die Systemgestaltung noch die Gestaltung eines kontextbezogenen Informatikunterrichts.

Damit eine präzisere Charakterisierung der Anwendungen aber vermittelt werden kann, muss für die Beschäftigung mit Computern und ihrer Nutzung in den Schulen ein Fach geschaffen werden, das in der Sek. I einsetzt und im Wahlpflichtbereich der Sek. II ohne die bisherigen Abstriche wählbar ist und in dem die vielfältigen Perspektiven auf Computer und ihre Nutzung entschlüsselt werden können. Dies ist in der Betrachtung der Probleme bei der Umsetzung der ITG nur zu deutlich geworden. Fachübergreifende Lernbereiche sind weder flächendeckend zu realisieren noch *auf Erlass hin* zu unterrichten. Diese müssen langsam und allmählich in der »Kultur« der Schulen etabliert werden.

Allerdings muss dieses Fach Informatik dann mit einer fächerübergreifenden Perspektive positioniert werden, was in der Bewertung des Fachs Informatik deutlich geworden ist. Auch die Beschäftigung mit der Technik an sich und vor allem das Programmieren benötigen eine *Informatik im Kontext*, damit der Informatik ihr allzu spezieller und wenig allgemein bildender Charakter genommen wird. Diese Forderung ist dann – wie ich im folgenden Zwischenfazit zeigen werde – auch für die Einführungen in die Informatik anzuwenden.

5.3 Zwischenfazit zur »Informatischen Bildung«

Den bis hierhin genannten Anforderungen an Inhalte im Rahmen einer Allgemeinbildung, die sich nicht auf das Gute, das Wahre und das Schöne (also Kultur im engeren Sinne) beschränkt, sondern die technologische Entwicklung zur Informationsgesellschaft miteinbezieht, wird weder das Fach Informatik, wie es bislang konzipiert ist, noch die ITG gerecht. Ein Verständnis der Technologie wird kaum erreicht. Das gilt auch für die die ITG ablösende Medienbildung. Einer Verankerung der Informatik als Fach in der Sekundarstufe I stehen nicht nur bildungspolitische Hürden entgegen, sondern auch die kaum einlösbaren Bildungsansprüche in Bezug auf gesellschaftliche Einbettung und Problemlösekompetenz.

145 Es kann sein, dass dies von den Autoren der ITG nicht beabsichtigt war. Auf der anderen Seite verweist die Tatsache, dass sie die Aufgabe einer Einordnung der Informationstechnologien in den gesellschaftlichen und kulturellen Kontext an die erste Stelle des Katalogs gesetzt haben, schon darauf, dass sie diese Aufgabe als sehr vordringlich angesehen haben.

Insgesamt lassen sich aus den Bereichen a)-d) (siehe Abb. 15, S. 148) als Inhalts- und Lernzielbereiche, auf die »Informatische Bildung« bezogen ist, systematischer fassen. Durch die folgende Kategorisierung I – V wird zudem eine gewisse Hierarchie aufgebaut, durch die Abhängigkeiten für das Verstehen dargestellt werden, aber in keinem Fall curricularer Aufbau definiert wird (s. Abb. 16).

Computer zu nutzen und im Umgang (I) schulen geschieht nebenher und bedarf nicht eines gesonderten Lernbereiches. Dies ist eine Querschnittsaufgabe vieler Fächer,

die auch beim Einsatz und der Verwendung von Computern z. B. als Medien des Unterrichts geleistet wird. Dieser Zielbereich, auf den »Informatische Bildung« zwar bezogen ist, liegt m. E. außerhalb eines Faches Informatik.

Ebenso außerhalb eines Faches Informatik liegen m. E. die Inhalte und Ziele, mit denen man den gesellschaftlichen *Kontext der Informatik* betrachtet (V). Dies sind Aspekte, die über das Fach Informatik hinausreichen als Aspekte politischer Bildung, die dann auch im Rahmen sozialkundlichen Unterrichts stattfinden sollte bzw. als philosophische oder ethische Aspekte in den Philosophieunterricht integriert werden sollten. Dies gilt auch und gerade mit Blick auf die Überlegungen im ersten Teil dieser Arbeit den *Kontext der Informatik* (Technik) von einer *Informatik* (Technik) *im Kontext* zu unterscheiden.

Damit bleiben für ein Fach Informatik die Bereiche II-IV übrig. Im Zentrum steht der Bereich III als notwendige Ergänzung der beiden anderen Aufgabenbereiche. Sowohl mit dem Verstehen der Technik an sich als auch das Programmieren, Algorithmieren bzw. Modellieren werden Inhalte vermittelt und Kompetenzen entwickelt, die unter dem Blickwinkel Allgemeinbildung kritisch zu beurteilen sind. Sie sind zu speziell auf diesen Kontext zugeschnitten und kaum auf andere Tätigkeiten übertragbar. Es sind z. T. spezielle Inhalte, die nur kurzfristig von Bedeutung sind. Auch schon in technikdidaktischen Ansätzen wurde die Einbettung in den Kontext angestrebt und das Programmieren, Algorithmieren wurden in den Kontext des Problemlösens gestellt. Das eine wie das andere habe ich aber als nicht ausreichend erkannt.

Daher werde ich nun vorschlagen, dass in dem einem wie dem anderen Fall eine Kontextualisierung angestrebt werden soll, um insbesondere auch die länger gültigen Grundlagen zu bestimmen. Auf diesen Bereich III ist bislang – und dies gilt es im Folgenden zu zeigen – in der didaktischen Diskussion hingewiesen worden. Für eine didaktische Analyse fehlte die fachliche Grundlage.

Ich werde im folgenden Kapitel zeigen, dass einige Ansätze aus dem Bereich der »Didaktik der Informatik« sich zwar auf die Suche nach einer solchen kontextuellen Einbet-

Bereiche und Ziele informatischer Bildung

I	Computer nutzen, Umgang mit Computern schulen	d)
II	Informationstechnik an sich verstehen	c1)
III	Informationstechnik im gesellschaftlichen Kontext verstehen	c2)
IV	Programmieren, Algorithmieren, Modellieren	a)
V	Gesellschaftlicher Kontext der Informationstechnologien	b)

Abbildung 16: Systematisierung der Bereiche und Ziele »Informatischer Bildung« (in der letzten Spalte die entsprechenden Kategorien aus Abb. 15, S. 148)

tung begeben haben; dass sie diese aber entweder abbrechen (so P. Hubwieser¹⁴⁶) oder aber dabei überziehen (wie z. B. die Vertreter der kybernetischen Pädagogik¹⁴⁷ und R. Baumann¹⁴⁸), indem sie zu sehr von einem mechanistischen Bild des Kontextes ausgehen. Auch J. Magenheim,¹⁴⁹ der wie andere, die einen anwendungsorientierten Ansatz verfolgen, zu sehr darauf abzielt, auch noch politische Bildung im Informatikunterricht zu betreiben, stellt einen Ansatz ohne eine *Informatik im Kontext* vor. Allerdings besitzen vor allem die Ansätze von P. Hubwieser und J. Magenheim Querbezüge, die noch genauer untersucht werden müssen. Der in *Kapitel 3* vorgestellte Ansatz der »Kontextuellen Informatik« dient dabei als Grundlage diese Kontextualisierungsversuche zu bewerten.

Die Analyse von Informatiksystemen im Einsatz- und Herstellungskontext wird mit dieser Analyse zum Ankerpunkt, der zwischen den Zielbereichen II-IV eine Verbindung herstellt und auch Anknüpfungspunkte nach I und V und damit auch in andere Fächer liefert. Die allgegenwärtige Nutzung von Internet-Technologien und -Diensten bietet hierfür einen guten Einstieg, der z. T. auch durch andere Fächer propagiert wird.

146 Hubwieser (2000) Vgl. hierzu 6.2.3

147 Z. B.: Frank (1973) Vgl. hierzu 6.2.1

148 Baumann (1990), (1996) Vgl. hierzu 6.2.2

149 Magenheim (2001) Vgl. hierzu 6.1.3

Kapitel 6

Ansätze für ein Fach Informatik

In diesem Kapitel werde ich untersuchen, welche Ansätze für einen Zugang zur Informatik bislang in der »Didaktik der Informatik« vorgeschlagen wurden. In vielen¹ dieser Ansätze ist eine Kontextualisierung (auch in der Art einer *Informatik im Kontext*) angelegt; diese wird aber nicht konsequent für die Gestaltung eines Zugangs zur Informatik genutzt, sondern dient eher der (bildungspolitischen) Legitimation der jeweiligen Inhalte. Dieses Defizit ist insofern fachsystematisch begründet, da es in der Hochschuldisziplin selbst (s. *Teil Eins*) kaum Anknüpfungspunkte für eine *Informatik im Kontext* gibt. Es gibt vor allem eine ganze Reihe von Anknüpfungspunkten für eine Beschäftigung mit dem *Kontext der Informatik*.

Um einen Zugang zur Informatik zu finden, lassen sich die Ansätze für ein Fach Informatik m. E. zwei Kategorien² bzw. Traditionen zuordnen.

1. Ein Großteil der Ansätze ist auf *kerninformatische* Inhalte bezogen. Dazu gehören die algorithmenorientierten Ansätze, auf die ich in diesem Kapitel nicht weiter eingehen werde, da sie konsequent jegliche Fragen einer Kontextualisierung ausklammern. Zu den *kerninformatischen Ansätzen* gehört aber der Ansatz der Vertreter der kybernetischen Pädagogik (H. Frank u. a.), die zu Beginn der 70er Jahre in Konkurrenz zum algorithmenorientierten Ansatz standen, sich aber aufgrund der engen Bindung an das Weltbild der Kybernetik nicht durchsetzen konnten. Ebenso muss der Ansatz, den R. Baumann in seinen Büchern dargelegt hat, zu dieser Kategorie gezählt werden, da R. Baumann ähnliche Argumentationsmuster verwendet. Darüber hinaus lässt sich P. Hubwiesers Ansatz dieser Kategorie zuordnen. All diesen Ansätzen ist gemein, dass sie sich zwar mit *Information* als grundlegenden Begriff dem Kontext zu öffnen scheinen, dieses aber nur wenig konsequent betreiben (6.2).
2. In Konkurrenz zu den algorithmenorientierten Ansätzen standen am Ende der 70er und zu Beginn der 80er Jahre die sog. *anwendungsorientierten* Ansätze, die die Fixierung auf die Algorithmik kritisierten und darüber hinaus sich auf dem Boden eines Fachs Informatik den *Kontext der Informatik* einbeziehen wollen. Zu den Protagonis-

1 Mit Ausnahme des algorithmenorientierten Ansatzes, den ich bereits im vorangegangenen Kapitel schon im Wesentlichen als zu kurz greifend bewertet habe.

2 In [Forneck (1992)] und in seiner Nachfolge in [Eberle (1996)] wird diese Unterscheidung etwas anders gefasst. Das, was ich kerninformatische Ansätze nenne, wird noch weiter ausdifferenziert. Ansonsten kommen sie auch zu dieser Kategorisierung. H. J. Forneck schreibt noch von benutzungsorientierten Ansätzen, meint damit aber Ansätze zur ITG und nicht zu einem Fach Informatik.

ten dieses Ansatzes gehören u. a. B. Koerber und R. Schulz-Zander. Hierzu gehört auch E. Modrow und neuerdings J. Magenheim, der kürzlich einen Ansatz zur *De-konstruktion von Informatiksystemen* vorgelegt hat (6.1).

6.1 Anwendungsorientierung

B. Koerber beschreibt für die *anwendungsorientiert* genannten³ Ansätze folgenden Anspruch: Es solle nicht um die Erfassung der Strukturen, sondern um eine Praxisorientierung gehen.⁴ Damit werden vor allem die gesellschaftlichen Veränderungen, die mit der Entwicklung der Informatik einhergehen, zum Inhalt des Informatik-Unterrichts. Dazu soll zwar von Anwendungen ausgegangen werden. Ziel ist allerdings weiterhin via Modellbildung – eine Modellkritik wird einbezogen – letztlich die Programmierung einer *Problemlösung*. Der anwendungsorientierte Ansatz zielt damit ebenso wie der algorithmenorientierte Ansatz letztlich auf das Programmieren (komplexer) Anwendungszusammenhänge ab.

Zentraler Anspruch und Ziel der anwendungsorientierten Ansätze ist es also, gesellschaftliche und algorithmische Aspekte nicht länger nebeneinander zu thematisieren, sondern in einem gemeinsamen Modellbildungsprozess miteinander zu verbinden. Dabei wird Modellbildung als ein Prozess verstanden, der der „Konstruktion eines zweckmässigen, d. h. eines spezifischen formalen Systems, das der Darstellung und Lösung einer Problemsituation dient.“⁵ Im anwendungsorientierten Ansatz sollen neben der formalen technischen Dimension auch soziologische, historische, kulturelle und sogar psychologische Aspekte enthalten sein.

Die Informatik wird damit von den Protagonisten dieser Ansätze als konstruktive und nicht länger als analytische Disziplin (wie etwa Mathematik und Naturwissenschaften) in den Schulen positioniert. Diese Positionierung soll es ermöglichen auch *gesellschaftliche Fragestellungen* so behandeln zu können, dass dies nicht additiv geschieht:

Es geht im anwendungsorientierten Informatikunterricht um ein spezifisches Zusammenspiel beider Perspektiven.⁶

Damit werden die Anwendungen der Informatik in einen *Zweck-Mittel-Zusammenhang* gestellt, in dem man eine wie auch immer geartete Problemsituation lösen möchte. Unter den umfangreicheren Werken zur Didaktik der Informatik gibt es eines, das sich dem anwendungsorientierten Ansatz verpflichtet hat: „Zur Didaktik des Informatikunterrichts“ von E. Modrow ist in den Jahren 1991 und 92 erschienen.

3 Die Bezeichnung »Anwendungsorientierung« wurde hierfür erst im Nachhinein gefunden und kennzeichnet nicht etwa den Zugang (über Anwendungen), sondern lediglich eine Abgrenzung zu den algorithmenorientierten Ansätzen. [Forneck (1992) S. 180 in Anlehnung an R. Schulz-Zander]

4 Koerber, B.; Reker, J; Schulz, R.: 'Informationsverarbeitung' als Lehr- und Lerninhalt. Arbeitspapier zum Workshop 24. und 31. Januar 1975. Pädagogische Hochschule Berlin. Institut für Datenverarbeitung in den Unterrichtswissenschaften. Rechenzentrum, mss, Berlin 1975 S. 7. Zitiert nach [Forneck (1992)].

5 Riedel, D.: *Grundsätze eines anwendungsorientierten Informatikunterrichts*. In: Koordinationsausschuss für Informatik an Berliner Schulen INFO 9/10, mss, Berlin, Oktober 1979, S. 17. Zitiert nach [Forneck (1992)].

6 Forneck (1992) S. 185

6.1.1 E. Modrows anwendungsorientierter Ansatz

Die Beschäftigung mit den gesellschaftsbezogenen Fragestellungen ist für E. Modrow von entscheidender Bedeutung für den allgemein bildenden Wert der Informatik.⁷ Der unterrichtlichen Behandlung der gesellschaftlichen Auswirkungen widmet er konsequenterweise auch ein ganzes Kapitel und betont auch in diesem Inhaltsbereich überprüfbare Lernziele formulieren zu wollen, um dieses Gebiet für die Lehrerinnen und Lehrer leichter zugänglich zu machen. Hierbei dienen ihm die Orwellsche Visionen eines totalitären Überwachungsstaates, m. a. W. die Probleme des Daten- bzw. Persönlichkeitsschutzes als Ausgangspunkt, um zunächst in Form von den folgenden vier Thesen das Gebiet einzugrenzen.

1. Es gibt berechtigte Interessenkonflikte bei der Speicherung von Daten, die der politischen Regelung bedürfen.
2. Es entstehen (ungewollte) Nebeneffekte beim Einsatz von Systemen.
3. Eine kritische Begleitung der Zukunftsszenarien ist notwendig.
4. Einzelentscheidungen können fundamentale und unvorhersagbare Entwicklungen auslösen.⁸

Bezüglich dieser Probleme ein kritisches Bewusstsein zu wecken, bildet den Ausgangspunkt seiner Überlegungen. Dabei bezieht er sich im Wesentlichen auf technische Gestaltungsmöglichkeiten und versucht deren Auswirkungen aus der alltäglichen Erfahrung zu antizipieren.

Über die folgenden acht Erscheinungsformen „des“⁹ Computers versucht E. Modrow die Anwendungen der Informatik kategorial zu fassen:

1. Rechner
2. Datenverarbeitungssystem (Firma, Adressenhandel etc.)
3. Roboter
4. symbolverarbeitendes System (Computeralgebra, Sprachverarbeitung)
5. Kommunikationsmittel
6. Planungsinstrument
7. Entscheidungsmaschine
8. künstliche Intelligenz¹⁰

Zusammen mit einer Anzahl von Hinweisen zur Methodik¹¹ gibt E. Modrow einen guten Überblick über die Probleme bei der Unterrichtung *gesellschaftlicher Fragestellungen*. So sollte die Thematisierung deutlich über „Betroffensein“ bzw. „Problembewusstsein“ hi-

7 Modrow (1991) S. 31

8 Modrow (1992) S. 190-193. Die dritte und vierte These sind durch die *Chaostheorie* beeinflusst, der er sich in seinem ersten Beispiel auch widmet.

9 Der bestimmte Artikel erscheint mir angesichts der Vielfalt fehl am Platz.

10 ebd. S. 196-222. Diese Zusammenstellung bietet neben den Beispielen, die im Rahmen der Unterrichtsthemen zur ITG genannt werden, weitere Anknüpfungspunkte nach anwendungsübergreifenden Zugängen zum Kontext zu suchen.

11 Modrow (1991) S. 194f

nausgehen und in die Modellierung der Problemlösung eingehen. Verschiedene Modelle sollen miteinander verglichen werden.¹²

Über dieses Kapitel hinaus hat E. Modrow seine Sammlung zur Didaktik der Informatik mit einer Vielzahl von Programmen in der Programmiersprache PASCAL gespielt und dringt durchaus tief in einzelne Aspekte ein, die (s. Algorithmen und Datenstrukturen oder endliche Automaten) im Grundstudium Informatik vermittelt werden. Damit bleibt auch E. Modrow – ganz anwendungsorientierter Ansatz – dem Paradigma *vom Problem zum Programm* treu, bei der aber eine Modellierungsphase (inklusive kritischer Bewertung des Modells) integriert wird.

6.1.2 Bewertung anwendungsorientierter Ansätze

H. J. Forneck resümiert in seiner ausführlichen Analyse fachdidaktischer Ansätze zur Informatik bezüglich der anwendungsorientierten Ansätze. Es ...

... wurde aufgewiesen, dass es in den untersuchten Unterrichtsreihen nicht gelingt, nach einer Algorithmisierung und Programmierung diese Tätigkeiten auf gesellschaftliche Fragestellungen zurückzubeziehen. Dies liegt auch an der Komplexität und Voraussetzungshaftigkeit der Algorithmisierung und Programmierung. Hier wird eine Inkonsistenz in der Begründung des Ansatzes deutlich. In der praktischen Implementation von Computern und Software wird ein Team von Spezialisten (Programmierern, Betriebswirtschaftlern, Medizinern, Psychologen, Juristen etc.) eingesetzt. Sie alle tragen im Prozess ihrer Zusammenarbeit zur Lösung eines vielschichtigen Problems bei. Dieser Prozess der Anwendung soll im anwendungsorientierten Ansatz in seiner Komplexität den Schülern vermittelt werden. Pragmatisch ergibt sich aber das Problem, was in der Praxis eine Reihe von Spezialisten durch Teamarbeit zustande bringen, in einem Fach und von einem Lehrer verantwortlich geleistet werden soll.¹³

Für H. J. Forneck schließt sich hierin die Forderung an im Team zu unterrichten. Diese Forderung ist aber mindestens so schwer zu realisieren wie eine stärkere Kooperation mit anderen Fächern.

Dies scheint mir allerdings nicht das entscheidende Defizit dieser Ansätze zu sein. Die Schülerinnen und Schüler werden anders als die mit der Software-Entwicklung betrauten Spezialisten noch mit anderen Fächern konfrontiert, so dass sie Software nicht mit der gleichen Intensität entwickeln können.

Die gesellschaftlichen und kontextuellen Zusammenhänge sind zudem so komplex, als dass sie auf die Schule übertragen werden könnten; zumal es auch Informatikern an der Universität oder in der beruflichen Praxis schwer fällt diese Kontextzusammenhänge zu erkennen. H. J. Forneck schreibt hierzu:

Die Problemanalyse kann also noch so umfassend Weltbezüge thematisieren, sie muss im Verlaufe des Unterrichtsablaufs reduziert werden. Die Anwendung muss durch das

12 Ob – wie E. Modrow ausführt – die computergestützte Simulation hierfür hilfreich ist oder ob nicht gerade dadurch Technikgläubigkeit bzw. -feindschaft initiiert werden, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden.

13 Forneck (1992) S. 229

teleologische Nadelöhr der Algorithmik. Nur in seiner eigenen Suspendierung vermag der Ansatz seiner Reduktion zu entgehen.¹⁴

Damit hat H. J. Forneck das große Problem der anwendungsorientierten Ansätze genannt: „Anwendung heisst also hier die Anwendung der Grundlagenwissenschaft Informatik auf praktische Fragestellungen“¹⁵ und eben nicht den »Bezug auf Anwendungssysteme«, die eigentlich zwar Ausgangspunkt des Unterrichts sind, aber nicht im Vordergrund stehen.¹⁶ R. Schulz-Zander notiert hierzu:

Aufbauend auf einer Analyse der durch die Informationstechnologien mitbeeinflussten Veränderungen vor allem der Arbeitswelt, wird ein Verständnis von ebensolchen Anwendungen gefordert, die „beispielhaft für die gesellschaftliche Bedeutung der Informatik sind.“¹⁷

Damit kann der anwendungsorientierte Ansatz die in ihn gesetzten Ansprüche allerdings nicht erfüllen. H. J. Forneck stellt denn auch fest:

Die anwendungsorientierte Konzeption des Informatikunterrichts zeichnet sich durch eine ungenügende inhaltliche Bestimmung des Anwendungsbegriffes aus.¹⁸

Eine solche inhaltliche Bestimmung sollte an solcher Software ansetzen, mit der heute fast jeder Heranwachsende konfrontiert wird: Textverarbeitung, WWW und eMailclients sowie Computerspiele. Außerdem sollte ausgehend von den *Erscheinungsformen des Computers*, die E. Modrow benannt hat¹⁹, der Anwendungen, für den Unterrichtseinheiten zur ITG gestaltet wurden,²⁰ und über die metaphorische Einordnungen des Einsatzkontextes (Medien und Werkzeuge) nach Prinzipien und Begriffen gesucht werden, mit denen Anwendungsübergreifend gearbeitet werden kann.

Eine solche Untersuchung dieser Anwendungsfelder beinhaltet mindestens eine soziologische Dimension zum *Kontext der Informatik*, die dann allerdings nach den Untersuchungen des vorangegangenen Kapitels nicht Teil des Unterrichts, sondern lediglich Teil der fachdidaktischen Grundlagenforschung sein sollte. Auf dem Weg der techniksoziologischen Analyse von Entwicklungen der Informatik und den Inhalten der Informatik selbst muss zwischen Wissenschaftspropädeutik und lebensweltlicher Auffassung eine Verbindung hergestellt werden, die in den anderen, etablierten Fächern besteht.²¹

Auch für die Analyse der technischen Entwicklung benennt H. J. Forneck drei Aspekte, die auch mit dem Ansatz der »Kontextuellen Informatik« in Einklang zu bringen sind, da diese sich auf *Artefakte*, *Sozifakte* und *Kognifakte* beziehen:

14 Forneck (1992) S. 195

15 ebd. S. 191

16 Vgl. hierzu Arlt, Koerber (1981) S. 19

17 Schulz-Zander (1978) S. 47

18 Forneck (1992) S. 192

19 Diese sind auf S. 177 meiner Arbeit genannt.

20 Diese sind auf S. 151 meiner Arbeit genannt.

21 ebd. S. 272

Jeder technische Gegenstand ist immer das Resultat teleologischer, normenorientierter und subjektiver Handlungen, an denen wiederum unterschiedliche Diskurse beteiligt sind.²²

Diese Ausrichtung ist ein Beleg für die Hypothese dieser Arbeit, dass das, was ich im ersten Teil dieser Arbeit *Informatik im Kontext* genannt habe, für die »Informatische Bildung« von entscheidender Bedeutung ist. Gerade für eine »Informatische Bildung«, die nicht nur einen Beitrag zur Medienerziehung leisten will, sondern auch noch einen eigenständigen Kern haben soll, muss über die Herstellung und Nutzung von Software ein Zugang gesucht werden.

Gemessen an den eigenen Ansprüchen sind die anwendungsorientierten Ansätze zwar gescheitert, da sie nicht wirklich mehr leisten als algorithmenorientierte Zugänge. Es lässt sich allerdings letztlich nicht klären, ob es prinzipielle Gründe sind, die diese Ansätze haben scheitern lassen, da diesen „zwei unterschiedliche Bildungskonzeptionen“²³ zugrunde liegen, oder ob dies in dem soeben dargestellten Mangel an fachdidaktischer Grundlagenforschung begründet ist, die sich insbesondere kaum mit Anwendungen und Anwendungsklassen befasst hat und die Sichtweisen auf Computer und Informatik und ihre Produkte nicht konstruktiv einbezogen hat. Eine solche Klassifikation (sowie über die Metaphern *Medien* und *Werkzeug*) ist erst mit der Umsetzung der ITG und den benutzungsorientierten Ansätzen erfolgt.

Mit der ITG ist aber ein anderer Fokus gesetzt worden. Statt letztlich auf Informatik hinzuarbeiten, geht es nur um die Analyse von Technik. Eine solche dann technische Bildung muss aber anders gestaltet werden als die naturwissenschaftlichen Fächern. Darauf weist auch H. J. Forneck hin:

Konzipiert man nun den Informatikunterricht nach dem Modell der klassischen naturwissenschaftlichen Fächer, so verfehlt man den eigentümlichen Charakter technischer Objektivität. ... **Dieser nicht analytische sondern konstruktive Charakter ist die eigentliche fachdidaktische Herausforderung, die mit der unterrichtlichen Behandlung von Technik verbunden ist.**²⁴

Dieses ergänzend schreibt H. J. Forneck in seiner Schlussbetrachtung zu seinen Untersuchungen der Ansätze zu einer Didaktik der Informatik:

Hier muss eine Rekonstruktion des 'technischen Gegenstandes' erfolgen, in deren Verlauf der Sachverhalt immer weiter erkannt wird. Didaktisch ist dieser konstruktive Sachverhalt, in dem der Bildungsgehalt des Faches liegt, nicht einmal in Ansätzen aufgearbeitet.²⁵

Einen solchen rekonstruierenden Zugang versucht auch J. Magenheim in einem neuen, allerdings bislang erst in Ansätzen bestehenden Konzept, dessen Bewertung daher schwierig ist, die ich aber im Folgenden versuchen werde. Denn dieses Konzept ist in

22 ebd.

23 ebd. S. 229

24 ebd. S. 272f. Fettdruck im Original.

25 ebd. S. 273

Anlehnung an die anwendungsorientierten Ansätze gestaltet und damit auch ein Versuch auch einen Spagat zwischen zwei verschiedenen Bildungskonzeptionen zu vollziehen. Zugleich setzt dieses Konzept an der durch R. Peschke vorgegebenen Sichtweise an, Informatiksysteme als technische Systeme im Kontext zu verstehen. J. Magenheim knüpft damit auch an die benutzungsorientierten Ansätze an, so dass insgesamt einige Ansatzpunkte zur Bewertung bestehen. Dieses Konzept ist mit „Dekonstruktion von Informatiksystemen“²⁶ überschrieben.

6.1.3 Dekonstruktion von Informatiksystemen (J. Magenheim)

Die Methode der Dekonstruktion geht auf J. Derrida zurück und ist eigentlich eine Methode zur Beurteilung von Texten. Im Unterschied zu strukturalistischen Konzepten wird nicht ein externes Normensystem genutzt, ...

... sondern durch intensiven Nachvollzug des argumentativen Aufbaus des Textes wird versucht, Widersprüchlichkeiten des im Text etablierten Begriffssystems zu entdecken. Dekonstruktion bedeutet Auflösung und Entstrukturalisierung des Textes. Vor allem Ungesagtes, Angedeutetes kann von zentraler Bedeutung sein. Dies gilt auch für die Software, deren Modellierungsprämissen und Entwurfsentscheidungen, wenn überhaupt, nur implizit oder gar nicht mehr erkennbar sind und quasi archäologisch in Schichten freigelegt werden müssen.²⁷

Eine solche Textanalyse schließt an die Bildungstraditionen und an die Inhalte andere Fächer an. So ist in den Fächern Deutsch und Englisch nicht nur – wie von C. van Dyke (s. Seite 156) ausgeführt – das Schreiben von Texten, sondern vielmehr deren Analyse Inhalt des Unterrichts. Bei der Dekonstruktion von Informatiksystemen geht es dann darum, über eine Analyse von Informatiksystemen im Anwendungskontext, die in diesem verwendeten Methoden und Modelle, aber auch die kontextuellen Einflüsse auf das System zu analysieren. J. Magenheim schreibt dazu:

Dekonstruktion ist ... mehr als Lesen von Quellcode einer Software, zum Zwecke des Erlernens der Syntax einer Programmiersprache anhand eines Beispiels. Modellannahmen und Entwurfs- und Designentscheidungen können hypothetisch extrahiert, nicht aber eindeutig belegt werden. Damit werden aber Spielräume für Gestaltungsalternativen offengelegt. Softwareentwicklung wird als interessen geleiteter Entscheidungsprozess identifiziert, der von Rahmenbedingungen abhängt, unter denen das Entwicklerteam arbeitet, insbesondere von den Interessen der Auftraggeber und der unterschiedliche soziale und gesellschaftliche Folgen hervorrufen kann.²⁸

Damit wird auf die Dekonstruktion der Modellbildungsprozesse abgehoben. Im Ansatz der *Dekonstruktion von Informatiksystemen* wird darüber hinaus die Modellierung um eine Modellkritik ergänzt. Informatiksysteme werden im Anwendungskontext zumindest ein

26 Hampel, Magenheim, Schulte (1999), Magenheim (2001)

27 Magenheim (2001) S. 5

28 ebd. S. 6

bisschen evaluiert, in dem sie (im Gebrauch und als Code) analysiert werden. Ziel ist aber die Herstellung neuer Software.

Informatiksysteme werden im Dekonstruktionsansatz unter einer Perspektive *sozio-technischer* Systeme betrachtet. Damit liefert J. Magenheim einen Bezugspunkt für die (s.o.) notwendige techniksoziologische Analyse, die für eine Kontextualisierung zumindest im Rahmen der fachdidaktischen Forschung notwendig ist. Im Rahmen des Unterrichts ist dieses weit weniger wichtig, da in der Informatik keine soziologische oder technikgenetische Analyse stattfinden sollte, sondern die Schülerinnen und Schüler lernen sollen, die »richtigen« Fragen zu stellen.

J. Magenheim bezieht sich dabei allerdings auf den Ansatz von G. Ropohl, der zwar einen systemischen Technikbegriff vorgelegt hat, der sich aber von dem im Rahmen des Ansatzes zur »Kontextuellen Informatik« vorgelegten unterscheidet. Bei G. Ropohl stehen soziale bzw. individuelle Akteure im Vordergrund und nicht nur strukturelle Merkmale des Kontextes.²⁹

Unter Bezug auf G. Ropohl kennzeichnet J. Magenheim Akteure als „soziale und personale Funktionsträger sind mit Sachsystemen aggregiert“.³⁰ Damit gehen Nutzer und Informatiksystem eine Verbindung ein, in der etwas Neues entsteht, das übersummenhaft ist. Insbesondere werden die Wechselwirkungen zwischen Menschen und Maschinen eingefangen. Allerdings benennt er diesbezüglich eine kaum überschaubare Vielzahl von Aspekten, die zusammen spielen. Dennoch soll vor diesem Hintergrund sowohl die Analyse und Umgestaltung von technischen Systemen stattfinden.

Denn nicht nur die (gesellschaftliche) Analyse im Kontext soziotechnischer Systeme ist das Ziel J. Magenheims, sondern vor allem die Gestaltung neuer Funktionalitäten und vor allem das Redesign eines bestehenden Produktes, womit er dann an die anwendungsorientierten Traditionen des Fachs Informatik anknüpft. Dieses Ziel wird allerdings überlagert durch die techniksoziologische Analyse der sozialen Akteure, die dazu führt, dass der Ansatz falsch verstanden wird. P. Hubwieser erkennt im Ansatz der Dekonstruktion gerade mal einen Zugang zu Office-Systemen.³¹ Er ist offenbar irritiert durch die Einbettung dieses Ansatzes in die sozialwissenschaftliche Theorie *soziotechnischer Systeme*, die er für seinen Ansatz außen vor lässt (s. 6.2.3).

Eine Realisierung seiner Ziele hält J. Magenheim nur dann für möglich, wenn „entsprechend gestaltete didaktische Software ... vorliegt.“³² Ausführlicher schreibt er:

Anhand einer in Java codierten Software, mit hinreichender doch didaktisch reduzierter Komplexität, werden Systemfunktionen erkundet und der Software implizite Modell eines Realitätsausschnittes so weit als möglich expliziert und mit einem realen System verglichen. Verfahren des objektorientierten Modellierens können erprobt, Entwurfsentscheidungen in ihrer Konsequenz für die Gestaltung des Informatiksystems partiell nachvollzogen werden. Später werden einzelne Klassen und Objekte des Produktes analysiert, Datenstrukturen, Methoden und Ereignisse in ihrer Wechselwir-

29 Auf diesen Unterschied werde ich im Fazit (6.3) zu den Zugängen noch näher eingehen.

30 Magenheim (2001) S. 3

31 Hubwieser (2000) S. 73

32 Magenheim (2001) S. 9

kung offengelegt. Auf diese Weise sollen am Beispiel der didaktischen Software sukzessive objektorientierte Sichtweisen und Prinzipien sowie ihre programmiertechnische Codierung in Java erschlossen werden.³³

Diese didaktische Software muss dazu folgenden Kriterien genügen:

1. Hinreichende Komplexität,
2. Quellcode gut strukturiert und dokumentiert,
3. zugrunde liegende Entwurfs- und Designkonzepte widerspiegeln wesentliche Konzepte des Softwareengineerings (z.B. Objektorientierung, Ereignisorientierung, model-view-control Konzept ...),
4. Benutzungsoberflächengestaltung entspricht den zentralen Anforderungen der Softwareergonomie,
5. zentrale Ideen und Methoden über Software zugänglich,
6. Nutzungskontext der Software für Schüler erschließbar, exemplarische 'didaktische Fenster' auf tieferliegenden Schichten des Informatiksystems möglich (Symbolverarbeitung),
7. mediale Funktionen des Softwaresystems beispielhaft analysierbar,
8. ergänzende Dokumentationen über Modellierungsprozess verfügbar,
9. Visualisierung von impliziten Konzepten (z.B. Klassenhierarchien, Sequenzdiagramme etc.) mit geeigneten Entwicklungsumgebungen möglich etc.³⁴

Das *etc.* am Schluss der Aufzählung weist darauf hin, dass der Kriterienkatalog (noch) nicht vollständig ist. M. a. W. handelt es sich um einen Vorschlag, der nicht nur der unterrichtspraktischen Erforschung bedarf.

Die Realisierbarkeit einer solchen, den Kriterien genügenden didaktischen Software ist aber problematisch. Dies sei, wie J. Magenheim schreibt, nur als *Open Source Projekt* realisierbar.³⁵ Ein solches Projekt müsste initiiert werden und dabei wird sich erweisen, dass diese Vielzahl an Kriterien nicht alle im gleichen Maße verwirklicht werden können.

Eine Vielzahl der Kriterien dient dazu, den Unzulänglichkeiten realexistierender Systeme aus dem Weg zu gehen, die möglicherweise *nicht* durchgängig gut strukturiert und dokumentiert sind, in denen die »reine Lehre« des Software-Engineerings *nicht* durchgängig verwendet wird, in denen die Benutzungsoberflächen bzw. -schnittstellen und die Dialoge *nicht* dem Stand der Software-Ergonomie entsprechen usw. Damit ist dieser Ansatz allerdings schon weit weniger lebensweltlich und doch eindeutig auf Wissenschaftspropädeutik ausgerichtet.

Zwar sind andere, zumal kommerzielle Produkte nur schwer zu *dekonstruieren*, da man weder an den Quelltext (Primärmaterial) noch an die Dokumentationen (Sekundärmaterial) herankommt. Andererseits werden – auf den Bereich der Textanalyse bzw. -exegese zurückgehend – auch z. B. im Fach Deutsch darum, Hypothesen zu den Absichten und den Botschaften der Autoren aus dem Text (und Kontext) heraus abzuleiten.

33 Hampel, Magenheim, Schulte (1999) S. 150

34 Magenheim (2001) S. 9. Im Originaltext ist die Aufzählung ohne Nummerierung geschrieben. Der Übersichtlichkeit halber habe ich diese eingefügt [D. E.].

35 ebd.

Hier wird auch nur selten auf Sekundärmaterial zurückgegriffen. Zwar ist die Analyse dadurch spekulativer und z. T. auch uneinheitlich, aber dieses kann durchaus reizvoll sein, da auf diesem Wege den Schülerinnen und Schülern auch klar wird, dass Informatiker sich auch nur bedingt an die »reine Lehre« halten, sondern dass die effektive und effiziente Herstellung im Vordergrund steht. Design-Alternativen und Design-Konflikte können dargelegt werden.

Eine solche »didaktische Software« existiert allenfalls in Ansätzen.³⁶ Damit und insgesamt kann der Ansatz der Dekonstruktion noch nicht abschließend gewürdigt werden, da zu viele Fragen offen sind. M. E. muss auch kommerzielle Software, die nicht den oben genannten weitreichenden Kriterien genügt, in Prozesse der Dekonstruktion einbezogen werden können.

Dieser Ansatz weist aber in seinem Vorgehen den Weg, der für ein Fach Informatik gegangen werden muss: Über die Analyse, die Re- bzw. Dekonstruktion von vorhandenen Produkten, müssen die Konzepte der Informatik (und dazu zählen dann auch die im Kern der Informatik liegenden Konzepte) vermittelt werden. Um dieses zu zeigen, werde ich jetzt noch die kerninformatischen Ansätze untersuchen. Dabei wird deutlich, dass man auch in dieser anderen Tradition didaktischer Ansätze zu ähnlichen Überlegungen kommt.

6.2 Kerninformatische Zugänge

Wie schon in *Kapitel 2* ausführlich diskutiert, ist *Information* eine wichtige Bezugskategorie für die Informatik, zugleich aber auch eine problematische. Die Gleichsetzung von maschineller Datenverarbeitung und menschlicher Informationsverarbeitung ist in Bezug auf die Gestaltung von Informatiksystemen wenig hilfreich. Darüber hinaus konnte dargelegt werden, dass es für den Anwendungskontext der Informatik und damit auch und vor allem für die Kategorie »Information« (im Unterschied zu »Energie« und »Materie«) keine ausreichende naturwissenschaftliche Grundlage gibt. Zwar lässt sich – wie bereits in 2.3.2 gezeigt – der Shannonsche Informationsbegriff mathematisch fassen; dieser stellt aber keine genügend gute Basis dar, um die Bedeutungskomponente und vor allem das Entstehen von Bedeutung zu erfassen.

Dennoch ist im Rahmen der fachdidaktischen Diskussion zur Informatik immer wieder auf »Information« Bezug genommen worden. I. O. Kerner begründete 1991 in einem längeren, aber singulären Artikel einen solchen Zugang zur Informatik. In Anlehnung an die Physik und die Chemie, die für ihn die Wissenschaften der Energie bzw. Stoff umwandelnden Maschinen sind, sei die Informatik die Disziplin der Information umwandelnden Maschinen.³⁷

Physik und Chemie beschäftigen sich als Grundlagen- und Naturwissenschaften zwar mit Energie bzw. Materie und deren Naturgesetzmäßigkeiten, aber kaum mit den maschinellen Aspekten; diese sind in den zugehörigen Ingenieurdisziplinen Elektrotechnik, Maschinenbau oder Chemietechnik beheimatet. Insofern ist die Analogie mit den Fächern

³⁶ Vgl. hierzu Hampel, Magenheimer, Schulte (1999). Dort wird ein Schulkiosk-Programm vorgestellt.

³⁷ Kerner (1989), Teil I, S. 12.

Physik/Chemie problematisch. Immerhin kommt in I. O. Kerners Sicht schon zum Ausdruck, dass Informatik als technische Disziplin zu werten ist, indem er den maschinellen Aspekt in den Vordergrund rückt.

Schon weit vor I. O. Kerner haben R. Baumann (6.2.2) und noch früher einige Vertreter der kybernetischen Pädagogik (H. Frank u. a., 6.2.1), diese Analogie zu den Naturwissenschaften und deren Rolle im Rahmen des allgemein bildenden Schulsystems gezogen. Auch bei P. Hubwieser ist der Begriff »Information« zentral; es wird aber keine Analogie zu den Naturwissenschaften gezogen. Es handelt sich eher um eine Weiterentwicklung des algorithmenorientierten Ansatzes, bei dem statt auf algorithmisches Problemlösen auf Modellbildungsprozesse abgehoben wird (6.2.3).

6.2.1 Der Ansatz der kybernetischen Rechnerkunde

Die Verankerung der Informatik in der gymnasialen Oberstufe 1972 bot die einmalige Gelegenheit kybernetische Inhalte als „Rechnerkunde“³⁸ in die Schulen zu bringen. Über die damals im Zentrum stehende Hardwarekunde hinaus sollten Methoden und Prinzipien der Kybernetik vermittelt werden. Damit wandten sich die Vertreter dieses Ansatzes (H. Frank u. a.) von Beginn an gegen Algorithmik und Programmieren als zentrale Inhalte des Unterrichts.

*Didaktisch falsch ist die Einführung in die Datenverarbeitung anhand von problemorientierten Programmiersprachen (Algol, Fortran, Cobol u.a.), da diese den Blick auf die durch den Rechner vollzogene Objektivierung trüben, wenn nicht überhaupt verbauen.*³⁹

Um diesen Zugang zu erreichen, führt H. Frank fünf „Betrachtungsstufen des Rechners“ ein:

1. Philosophische Stufe (Datenstrukturen und Objektivierungsbedingungen)
2. Algorithmentheoretische Stufe (Algorithmen und DVA-Strukturen)
3. Ingenieurkybernetische Stufe (Technologie des Rechners)
4. Metawissenschaftliche Stufe (Veränderung der geistigen Arbeit)
 - a) Forschungsorganisation
 - b) Wissenschaftsgeschichte
5. Gesellschaftswissenschaftliche Stufe (Veränderungen der gesellschaftlichen Bedingungen)
 - a) Wirtschaftswissenschaften
 - b) Soziologie⁴⁰

In der unterrichtlichen Praxis solle die zweite, algorithmentheoretische Stufe den größten Anteil an der Rechnerkunde haben.⁴¹ Danach folgen die philosophische Stufe mit einem

³⁸ Frank (1973). Die Bezeichnung *Rechnerkunde* verweist auch darauf, dass der Ansatz zum Zeitpunkt der Orientierung an Hardware entstanden ist.

³⁹ Frank, Meyer (1972)

⁴⁰ Frank (1973) S. 17

⁴¹ Abseits der Begründung ist der Unterschied zum algorithmenorientierten Ansatz damit geringer.

bedeutenden Anteil und die „Rückwirkung“⁴² genannten Stufen 4 und 5 mit geringem und dann Stufe 3 mit sehr geringem Anteil.

Dieser weitgehende Versuch einer Kontextualisierung in den Stufen 1., 4. und 5. ist erst sehr viel später von der Informatik wieder aufgegriffen worden. Es wird sogar auf die im ersten Teil der Arbeit benannten Strukturmerkmale (*Kognifakte* und *Soziefakte* aus 3.1.2) Bezug genommen. Allerdings werden hier nur die *Produkte* (Bedingungsfaktoren und Auswirkungen) und nicht die dazugehörigen komplementären *Prozesse* (der Nutzung und der Herstellung) betrachtet.

Objektivierung ist im Zusammenhang mit dieser struktur- bzw. produktbezogenen Sichtweise der zentrale Begriff, mit dem auch ein gesellschaftlicher Wandel verbunden ist: Nach der körperlichen Arbeit würden nun auch Prozesse geistiger Arbeit objektiviert, d. h. von einer Maschine übernommen bzw. ersetzt. Die Kybernetik soll hierfür durch Mathematisierung geisteswissenschaftlicher Gegenstände wissenschaftliche Grundlage bieten. Objektivierung ist m. a. W. die *Erfindung* eines Strukturmodells.

»Information« und »Informationsverarbeitungsprozesse« sind im Zugang H. Franks die zentralen Kategorien, an denen sich die Inhalte orientieren sollen. Man erweckt zwar nicht den Eindruck, dass »Information« wie Energie und Materie auch ein Phänomen der Natur wäre, aber versucht dem Phänomen »Information« mit naturwissenschaftlich-mathematischen Methoden beizukommen. Wie Chemie und Physik würde die Kybernetik als Grundlagenwissenschaft zu etablieren sein; die damit im Zusammenhang technische Bildung würde nur insofern vermittelt, wie dies die Naturwissenschaften auch machen.

Damit werde – so H. Frank weiter – ein Umbruch im wissenschaftlichen Denken insgesamt deutlich. Es sei ein determinierter geschichtlicher Prozess, dass sich auch die Sozial- und Geisteswissenschaften von den grundlegenden Ideologien lösen und zu – im naturwissenschaftlichen Sinne – beweisbaren Aussagen gelangen. Das ideologische (und damit von den Kybernetikern so bezeichnete un- bzw. vorwissenschaftliche) Denken der Geisteswissenschaften werde mit der Kybernetik überwunden.⁴³

Die Kybernetik und andere *formaltheoretische* Wissenschaften sind in der Tat eine neue Klasse von Wissenschaften, die ich bereits in (2.2) als »Strukturwissenschaften« identifiziert sowie ihre Beziehung zur Informatik bewertet hatte. Diesen Wissenschaften wurde in den 70er Jahren eine große Bedeutung beigemessen. Diese sind (bis auf die Mathematik) allerdings nicht in den Schulen verankert.

Mit dieser wissenschaftstheoretischen Einordnung ist auch implizit eine Einordnung von computergestützten Systemen in die gesellschaftliche Entwicklung verbunden, bei dem insgesamt ein kaum zu erschütternder Glaube in den Fortschritt durch Wissenschaft und Technik zum Ausdruck kommt.

Dieser historische Determinismus ist allerdings aber nur oberflächlich richtig. So rechtfertigt das Ehepaar U. und W. Brauer die Abgrenzung des algorithmenorientierten Ansatzes von der Kybernetik wie folgt:

42 Frank (1973) S. 17

43 Vgl. hierzu Frank (1973) S. 10

Denn Kybernetik – jedenfalls in der Form, in der sie etwas zu lautstark als neue Superwissenschaft, die beinahe alle Probleme des Lebens zu lösen vermag, propagiert wird, d. h. die allgemeine Kybernetik ... ist zu allgemein, unverbindlich, theoretisierend und zu sehr vom naiven Glauben an die allumfassende Anwendbarkeit und Gültigkeit einfacher technischer oder mathematischer Prinzipien beherrscht. Der harte Kern der Kybernetik besteht im wesentlichen aus Teilen der Informatik, der Regelungstechnik und der Mathematik.⁴⁴

Diese Argumentation hat insofern überzeugt, dass 1976 in den GI-Empfehlungen – wie bereits im vorangegangenen Kapitel gezeigt – eine andere Schwerpunktsetzung vorgenommen wurde, die allerdings algorithmenorientiert und im Wesentlichen kontextfrei ist. R. Baumann hat in seinen Büchern zur Didaktik der Informatik die Argumentation der Kybernetiker aufnehmend und auf die Forschungen zur KI zielend eine Kontextualisierung vorgenommen.

6.2.2 Der Ansatz von R. Baumann

Auch R. Baumann wählt die Analogie zu den Naturwissenschaften und hier vor allem zur zentralen Rolle der Physik im allgemein bildenden Bereich der Schulen. Er fordert ein Pflichtfach Informatik von der 7. bis zur 10. Jahrgangsstufe und damit die Abkehr von der ITG – deren Scheitern er bereits 1990 vorausgesagt hatte. Er schreibt sehr illustrativ im Vorwort seines Buches:

Wie Physik, Chemie, Biologie im Gefolge des Aufstiegs der Naturwissenschaften und der ersten industriellen Revolution in die Schule gelangten, wird die Informatik im Zuge des Aufstiegs der Informationswissenschaften und der zweiten industriellen Revolution zum regulären Schulfach, d. h. insbesondere zum Pflichtfach in der Sekundarstufe I werden. Dies ist ein objektiver geschichtlicher Prozeß; ... Informatik legitimiert sich einerseits von ihren Anwendungen, andererseits von ihren theoretischen Konzepten und Einsichten her. Mit der Erarbeitung unterschiedlicher Modelle von Kognition und Kommunikation erheben die Informationswissenschaften den Anspruch, eine *Theorie des (menschlichen) Geistes* zu sein, welche die von der abendländischen Philosophie tradierten Theorien erneuert und weiterführt. Dies scheint mir der einem ernstzunehmenden Bildungsanspruch einzig angemessene Ansatz zu sein. Wesentliche Voraussetzungen für die Einlösung jenes Anspruches ist, ... daß die Bezugswissenschaft nicht nur die gleichnamige Hochschuldisziplin sein darf, sondern dies die Informationswissenschaften allgemein, nämlich Informationstheorie, Linguistik, Kognitionswissenschaft, Kybernetik, Systemtheorie – und nicht zuletzt die Logik und Mathematik sind.⁴⁵

R. Baumann unternimmt damit den Versuch, die Informatik (auch mit über das Fach hinausreichenden Bezügen) ins System der Wissenschaften einzuordnen und der Informatik eine Rolle (in Bezug auf Allgemeinbildung) zuzuweisen. Er kann darlegen, dass andere Fächer die Bildungsaufgaben nicht ausfüllen bzw. nicht ausfüllen können.

44 Brauer, Brauer (1972) S. 35

45 Baumann (1990) S. 3f. Sogar der Pathos entspricht dem der Kybernetiker.

Dafür bezieht er sich auf das Allgemeinbildungskonzept von H. W. Heymann,⁴⁶ das (s. 5.2.2) im Unterschied zum Konzept W. Klafkis auf ein fächergegliedertes Schulsystem setzt. Neue Inhalte werden damit nur über eine inhaltliche Neuorientierung von Fächern und neue Fächer in den Kanon der Allgemeinbildung und nicht über *epochaltypische* Schlüsselprobleme definiert, deren Ergebnis letztlich fachübergreifende Lernbereiche wie z. B. die ITG oder die Medienbildung sind. Dieses ist zwar eine sehr »konservative« Haltung zur Integration von neuen Inhalten in den allgemein bildenden Schulen; sie ist aber angesichts der Erfahrungen mit der ITG vielleicht der einzig gangbare Weg.⁴⁷

Die Kritik an der ITG ist ebenso berechtigt wie die Ansprüche und Zielsetzungen, die er für eine Didaktik der Informatik formuliert. Diese bieten eine wesentliche Orientierungshilfe für weitere Forschungen. Ich werde aber im Folgenden zeigen, dass die von R. Baumann vorgeschlagene inhaltliche Ausrichtung sowie der von ihm gesetzte Überbau allerdings nicht zwingend sind. Er stimmt einerseits R. Peschkes Kritik (s. 5.1.3) am Informatikunterricht zu,⁴⁸ folgert aber andererseits einen ganz anderen Zugang als R. Peschke (s. 5.2.4).

So wird z. B. die Orientierung R. Baumanns auf die „Informationswissenschaften“ dem technischen Charakter der Informatik nicht genügend gerecht. Aus dem Bereich der Anwendungen der Informatik greift R. Baumann vor allem solche auf, die mit den Forschungen zu einer »Künstlichen Intelligenz« in Verbindung stehen. Die Einordnung der Informatik als „exakte Naturwissenschaft des Geistes“⁴⁹ und der *Informationswissenschaften*, denen er eine „Brückenfunktion zwischen Geistes- und Naturwissenschaften“⁵⁰ zubilligt, ist gar beredtes Beispiel für die damit verbundene Überschätzung sowohl der *Strukturwissenschaften* als auch der Informatik.

Die Forschungen zur Künstlichen Intelligenz (KI) rücken damit zu sehr ins Zentrum einer »Didaktik der Informatik«. Diese sind zwar in populärwissenschaftlichen Darstellungen zentraler Bestandteil der Informatik, in der alltäglichen Praxis ist die KI allerdings lediglich ein Teilgebiet im Rahmen der Praktischen Informatik. Nicht die *Ersetzung* geistiger Tätigkeiten, sondern deren *Unterstützung* ist bei der Entwicklung von Softwaresystemen wesentlicher Bezugspunkt.⁵¹ Komplexe Anwendungssysteme (z. B. Text- und Grafikverarbeitung), mit denen die Schülerinnen und Schüler konfrontiert sind bzw. später im Beruf konfrontiert werden, in denen diese unterstützenden Funktionen offensichtlich werden, bleiben offenbar wegen der Ablehnung der ITG außen vor.

Stattdessen wird zwar ein Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer gleichermaßen faszinierendes Thema aufgegriffen und vielleicht ein gewisses Problembewusstsein hierzu geweckt. Dies geschieht angesichts der thematischen Orientierung mehr auf der Grundlage von Spekulationen und von unklaren Begriffen (lernen, denken, etc.). Es werden Vermutungen gebildet, die mit der geforderten rationalen Technikein-

46 Genauer auf den Aufsatz »Computer und Allgemeinbildung« [Bussmann, Heymann (1987)]

47 Vgl. hierzu die Ergebnisse aus *Kapitel 5*.

48 Baumann (1990) S. 120

49 ebd. S. 12 u. S. 98

50 ebd. S. 13

51 Vgl. hierzu die Argumentation in 3.1.1

schätzung nicht viel gemein haben, sondern lediglich ein »sowohl als auch« formulieren lassen; man verbleibt auf dem Feld der philosophischen Spekulation, ohne den Zwang daraus z. B. Konsequenzen für die Systemgestaltung ziehen zu müssen. Man verbleibt im *Kontext der Informatik*.

Statt über das Fach Informatik hinaus auf den Kontext zu schauen, stülpt er anderen Fächern das strukturelle Denken der Strukturwissenschaften über. Die anderen Fächer würden dann aber von den Strukturen beherrscht. Die notwendige und auch von C. F. v. Weizsäcker geforderte Komplementarität von *Struktur* und *Wirklichkeit* bzw. *Produkt* und *Prozess* bleibt dabei außen vor.

Die Inhalte des Informatikunterrichts sollen an vier zentralen Kategorien orientiert werden. Diese benennt er mit Information, System, Modell und Programm.⁵² Zur Kategorie „Information“ schlägt er folgende Richtziele vor:

- (1) Methoden des Problemlösens mit dem Computer und des Umgangs mit Information
- (2) Struktur und Funktion informationsverarbeitender Systeme im bio- und soziotechnischen Kontext
- (3) Theoretische Grundlagen sowie prinzipielle Möglichkeiten und Grenzen technischer Informationsverarbeitung⁵³

Die Formulierung *Umgang mit Information* ist aber so allgemein gewählt, dass sie alles und jedes beinhalten kann und in den unterrichtspraktischen Beispielen auch unterschiedliches i. d. R. aber das Strukturieren bzw. Modellieren von *Daten* beinhaltet. Dies reicht von der Programmierung über Algorithmen und Datenstrukturen bis zu Verschlüsselungsverfahren. Seine Unterrichtsbeispiele weisen einen eindeutigen Schwerpunkt im Bereich des ersten Richtzieles auf.

Mit den Richtzielen (2) und (3) schlägt er zwar eine Kontextualisierung vor, die auf der KI-orientierten Sichtweise aufbaut. Die Wendung *bio- und soziotechnischer Kontext* unterstreicht diese Ausrichtung zusätzlich. In Bezug auf die Möglichkeiten und Grenzen geht es aber nur um das Prinzip und *nicht* um Praxis. Bezöge sich R. Baumann auf die Praxis, wäre eine Orientierung an der KI schon schwieriger.

Über »Information« hinaus gibt R. Baumann noch drei weitere Grundkategorien der Informatik an. Dieses ist erstens »System« auch im Sinne der Systemtheorie. Allerdings kommt die Differenz/Komplementarität von System und Umwelt nicht zum Tragen.⁵⁴ So bleibt R. Baumann bei einem rein Artefakt orientierten Systembegriff stehen und argumentiert aber auch hier rein strukturell; *soziefaktische* und *kognifaktische* Aspekte bleiben außen vor. Ähnliches gilt zweitens für die Kategorie »Programm«, dessen Bewertung nur in Bezug auf die Korrektheit stattfindet. Aspekte der Verlässlichkeit, Zuverlässigkeit und der Sicherheit bleiben außen vor, obschon gerade diese Fragen in Bezug auf die KI spannend sind. Drittens werden in Bezug auf die Kategorie »Modell« zwar verschiedene Modellierungstechniken genannt, es wird aber weder thematisiert, wie man zu Modellen

52 Baumann (1996) S. 153

53 Baumann (1990) S. 194f

54 Für N. Luhmann ist diese (Leit-)Differenz aber von entscheidender Bedeutung [Luhmann (1996) S. 35].

kommt noch wie man mit Alternativen bei der Modellierung umgeht. Auch hier findet keine Bewertung vor dem Hintergrund des Kontextes statt.

Dieser Fundierungs- und Kontextualisierungsversuch der Informatik schlägt nur sehr einseitig, weil strukturell eine »Brücke« zum Kontext und zu anderen Fächern. Ausgehend von einer Überschätzung der Informatik, die in den Forschungen zur KI besonders eklatant ist, bzw. der *Informationswissenschaften* und ihrer Methoden und Denkweisen wird eine Sicht auf den zukünftigen technischen Fortschritt vermittelt, die weder technikeuphorische noch technikablehnende Haltungen erschüttern kann, sondern beide Haltungen noch verstärken wird.

Im Unterschied zu diesen sehr strukturellen Sichtweisen zeigt P. Hubwieser ein wesentlich pragmatischeres Verhältnis zum Begriff Information. Er setzt im Wesentlichen auf den algorithmenorientierten Ansatz auf und hat diesen weiterentwickelt.

6.2.3 P. Hubwiesers Ansatz

Eine der Vorarbeiten, auf die sich P. Hubwieser (neben den fundamentalen Ideen) bezieht stammt von N. Breier. Dieser sieht in »Information« eine grundlegende Kategorie der Informatik.

In einem zeitgemäßen Informatikunterricht steht meines Erachtens nicht der Algorithmus, sondern die Information als Erscheinungsform der realen Welt im Mittelpunkt.⁵⁵

P. Hubwieser (und mit ihm M. Broy) schließen sich dieser Einschätzung an.⁵⁶ Im Rahmen der fachdidaktischen Gespräche an der TU Dresden sind von S. Friedrich u. a. Leitlinien für die Informatische Bildung im Umgang mit *Informationen* begründet worden, die durch die Vorarbeiten N. Breiers mitbeeinflusst sind und auf die P. Hubwieser auch Bezug nimmt.

S. Friedrich fasst die Ergebnisse wie folgt zusammen:

Die Schülerinnen und Schüler sollen:

- Verständnis für informationelle Prozesse entwickeln und wesentliche Merkmale von Informationen erkennen,
- Codierung als Prinzip der Informationsverarbeitung erkennen,
- Methoden zur Strukturierung und Darbietung von Informationen kennen und anwenden,
- einen Einblick in die Organisation von Wissen erhalten,
- Methoden der Beschaffung von Informationen kennen und nutzen,
- Kommunikationssysteme als Bestandteil soziotechnischer Systeme erkennen und nutzen,
- Datenschutz und informationelle Selbstbestimmung als Grundrecht verstehen und zum verantwortungsvollen Umgang mit Informationen bereit sein.⁵⁷

55 Breier (1994)

56 Die notwendige Erörterung findet nicht statt. Damit ist aber schon erkennbar, dass dieser Begriff für diesen Ansatz nicht grundlegend ist, sondern nur der bildungspolitische Schlüssel ist, Informatik als Schulfach durchzusetzen.

57 Friedrich (1995) S. 31

Allerdings sind all diese als Lernziele formulierten Aufgaben einer Informatischen Bildung nicht spezifisch auf die Informatik zugeschnitten, sie können z. T. auch von anderen Fächern und Lernbereichen (Deutsch, Medienerziehung und Sozialwissenschaften) vermittelt werden. Den Anteil, den die Informatik bzw. eine »Informatische Bildung« zur Erreichung dieser Ziele leisten kann, muss erheblich präzisiert werden. Dies wurde jedoch nicht geleistet und wird auch von P. Hubwieser lediglich angedeutet.

Das Verständnis von *Information*, das sowohl in diesem Aufgabenkatalog als auch bei P. Hubwieser zum Ausdruck kommt, schließt am umgangssprachlichen Verständnis an. P. Hubwieser verweist darauf – und das unterscheidet ihn von R. Baumann und den Vertretern der kybernetischen Pädagogik –, dass vor allem der Shannonsche Informationsbegriff zwar von Bedeutung für die Theorie der Nachrichtenverarbeitung ist, aber fernab des allgemeinen Verständnisses von Information liegt.⁵⁸

Im Unterschied dazu könnte man, so P. Hubwieser weiter, die „Definition“ von Information aus dem Duden Fremdwörterbuch als beispielhaft für das Alltagsverständnis nehmen, dieses würde sich dann aber nur auf die *Darstellung von Informationen* beziehen, nicht aber auf deren Verarbeitung bzw. deren Interpretation, die er ebenso in der Domäne der Informatik beheimatet sieht.⁵⁹

P. Hubwieser definiert: „Information umfasst Nachricht und ihre Bedeutung.“⁶⁰ Er unterscheidet Bedeutung und Repräsentation von Informationen und betont deren wechselseitige Ergänzung. Diese für die Informatik zugänglich zu machen bezieht er sich auf das »EVA-Prinzip«.⁶¹

1. Informationen müssen repräsentiert werden, damit sie eingegeben werden können.
2. Auf der Repräsentation operieren Verarbeitungs- und Transportprozesse.
3. Durch Interpretation der Ausgabe werden neue Informationen gewonnen.⁶²

Setzte man an die Stelle von *Repräsentation von Information* den Begriff »Daten«, der als technischer Begriff seit jeher in der Informatik verankert ist und unter dem Gesichtspunkt Datenstrukturen einen wesentlichen Bereich der Praktischen Informatik erschließbar macht, ginge nichts Wesentliches verloren. Man wäre damit auch sehr viel mehr und näher an der Informatik und der Arbeit von Informatikern und der in *Kapitel 3* aufgezeigten Komplementarität von Daten und Information.

Mit dem allgemeiner und weiter gefassten Bezug auf Informationsverarbeitung wird die universelle Bedeutung der Informatik unterstrichen. Der Anteil, den spezifisches informatisches Wissen in diesem Zusammenhang hat, bleibt aber (bewusst)⁶³ unklar. Daher fällt es schwer, »Information« als Grundbegriff bzw. als zentralen Begriff der Informatik zu akzeptieren, auch wenn dieser Begriff nur dazu dient, den Bezug auf den Kontext her-

58 Hubwieser (2000) S. 78

59 ebd. S. 79ff

60 ebd. S. 79

61 Eingabe, Verarbeitung Ausgabe.

62 Vgl. hierzu Hubwieser (2000) S. 79f

63 Siehe bildungspolitische Zielsetzung P. Hubwiesers

zustellen. Die Komplementarität von Produkt und Prozess wird hier zwar angedeutet, aber nicht systematisch genutzt.

Man muss also deutlicher über diese Sichtweise auf »Information« hinausgehen, um zu beschreiben, was Informatik mit »Information« zu tun hat. Dies gilt für die Strukturierungs- bzw. Modellierungsprozesse (1.), mit denen Informationen repräsentiert werden, und die technischen Prozesse, die auf diesen Repräsentationen arbeiten (2.). Bei den Interpretationsprozessen zu (3.) muss berücksichtigt werden, dass die Ausgaben nicht nur numerisch oder alphanumerisch sind. Damit gilt es z. B. auch auf wahrnehmungspsychologische Gesetzmäßigkeiten einzugehen und Konventionen im Umgang mit Zeichen einzubeziehen. Die Prozesse zu (1.) und (3.) sind dann aber kontextuell werden in keinem Fall durch die fachliche Systematik der Informatik (technische Sachzwänge) oder durch Rückgriff auf mathematische Grundlagen determiniert.

All diese Überlegungen zum Begriff »Information« sind nur der bildungspolitischer Schlüssel, das Fach in den Schulen zu etablieren. Tatsächlich ist die *informatische Modellierung* der inhaltliche Kern seines Ansatzes. Aufgrund der Entwicklung neuer Werkzeuge und Methoden der Softwaretechnik zur Modellierung (und Simulation) kann nunmehr im Informatikunterricht anstelle der Implementierung (Kodierung), die bislang im Zentrum stand, die Modellierung zum zentralen Inhalt werden.

Er greift damit einen Ansatzpunkt R. Peschkes (Nutzung von Werkzeugen des Software-Engineering) auf und schafft eine »Hilfebene« zwischen Aufgaben- bzw. Problem-analyse und der reinen Programmierung (Kodierung), die auch sehr viel leichter zu bewältigen ist als die Programmierung selbst, die zudem – wie P. Hubwieser im Rahmen eines Exkurses auch selbst aufzeigt – i. d. R. zu speziell ist, als dass sie von allgemein bildendem Wert wäre.⁶⁴

Dazu geht er im *Anfangsunterricht* auf Datenstrukturen, die objektorientiert beschrieben werden, sowie *Dateien und Ordner, Versand von Dokumenten, Hypertext* sowie *Verarbeitung von Information* ein.⁶⁵ Bei dem an den (1.) Anfangsunterricht anschließenden curricularen Aufbau geht es um die folgenden Themen:

2. Repräsentation von Information
3. Datenmodellierung und Datenbanken
4. Zustandsorientierte Modellierung
5. Funktionale Modellierung
6. Objektorientierte Modellierung⁶⁶

Damit behandelt P. Hubwieser in seinem Curriculum verschiedene alternative Möglichkeiten der Modellbildung. All diese Modellierungen sind mathematisch äquivalent. Sie belegen die Erkenntnis, dass es eine Vielzahl von Design-Alternativen, z. T. sogar Design-Konflikten gibt. Ihre Güte, d. h. vor allem ihre Brauchbarkeit ist aber nur jeweils vor

64 Hubwieser (2000) S. 79

65 ebd. S. 111ff

66 ebd. S. 147–215. Zitiert sind jeweils die Kapitelüberschriften im Beispiel Teil C seiner Didaktik der Informatik. In den Abschnitten 1. und 2. dieses Teils geht es im Übrigen um Datenstrukturen und Repräsentation von Informationen., die ich über Digitalisierung erschlossen habe.

dem Hintergrund des Kontextes bewertbar. Dieses lässt P. Hubwieser unberücksichtigt. Seine beispielhaften Zugänge zur Modellierung sind darauf ausgerichtet, die *reine Lehre* der verschiedenen Modellierungen zu vermitteln. Der Unterricht muss so stark gesteuert werden, dass die von ihm vorgeschlagenen Modellierungen erzeugt werden.

Zur Einbeziehung des Kontextes schreibt er bei der Modellierung eines Bibliothekensystems:

Sehr hilfreich wäre wegen der hohen Anschaulichkeit von originalen Begegnungen ... der Besuch einer (möglichst großen) Bibliothek. Anlässlich eines solchen Unterrichtsgangs könnte man mit Interviews mit Angestellten detaillierte Informationen über die Anforderungen an unser System einholen. Falls die besuchte Bibliothek über elektronische Unterstützung verfügt, müssen wir allerdings darauf achten, uns nicht allzu sehr von der Struktur dieses speziellen Systems beeinflussen zu lassen. Schließlich wollen wir eine „reale“ Bibliothek modellieren und nicht ein vorgegebenes Informatiksystem.⁶⁷

Die Schülerinnen und Schüler sollen also einerseits eine komplexe Modellierungsaufgabe lösen, aber ohne dass sie auf eine bekannte Lösung zurückgreifen, andererseits wird aber auf eine Lösung hingearbeitet, die in dem Kontext optimal ist.

Mit der Orientierung auf Modellierung (anstatt auf Programmierung bzw. algorithmisches Problemlösen) hat P. Hubwieser eine neue, allerdings auch komplexere Bezugsebene gefunden, die die ursprünglichen Vorstellungen der Vermittlung von Denkweisen beibehält, aber die Möglichkeit beinhaltet, nicht unbedingt programmieren bzw. kodieren zu müssen. P. Hubwieser stellt hierfür eine Reihe von Modellierungstechniken dar, die typisch für die Informatik sind und die man auch jeweils mit Programmiersprachen oder Werkzeugen zur Modellierung in Verbindung bringen kann.

So wird die Notwendigkeit zur Kontextualisierung informatischer Inhalte in P. Hubwiesers Ansatz abermals angedeutet. Dies geschieht nicht nur durch den Bezug auf den Begriff »Information«, sondern auch durch den Bezug auf Modellierungsprozesse. Dieses wird aber nicht genutzt, da eine Einbettung in einen z. B. soziotechnischen Kontext nicht gewollt ist.⁶⁸ Der Ansatz einer Dekonstruktion (siehe 6.1.2) der Datenmodellierung einer dann aber nicht didaktischen Software scheint mir sinnvoller als diese Vermittlung der *reinen Lehre*.

Der bildungspolitische Erfolg P. Hubwiesers, zusammen mit M. Broy in Bayern ein Schulfach Informatik in der Sek. I durchgesetzt zu haben, macht wohl einen wesentlichen Reiz dieses Ansatzes aus. Sein Bezug auf Modellierungsprozesse und auf aktuelle Tendenzen, insbesondere auf die Vorzüge der »objektorientierten« Modellierung und Entwicklung von Programmen, tut wie die kontextfreie Behandlung der Modellierungsprozesse ein Übriges.

Allerdings muss nach den Untersuchungen und Überlegungen in dieser Arbeit die Modellierung als sozialer und kontextabhängiger Prozess explizit gemacht werden. Da-

67 ebd. S. 147

68 Weitere Randbemerkung P. Hubwiesers im Rahmen der fachdidaktischen Gespräche zum Dekonstruktions-Ansatz von J. Magenheimer

mit ist es offenbar zwingend erforderlich, z. B. nach Verbindungen zwischen dem Ansatz P. Hubwiesers (Modellbildung) und dem der J. Magenheims (Dekonstruktion) zu suchen. Diese sind zwar mit Händen zu greifen, scheinen aber aufgrund von Missverständnissen nicht aufgegriffen worden zu sein (s. Einschätzungen von P. Hubwieser zu J. Magenheims Ansatz S. 182).

6.3 Fazit zu den fachdidaktischen Ansätzen

Ausgangspunkt für die »Informatische Bildung«, die nach den Überlegungen in dieser Arbeit als technisches Fach konzipiert sein sollte, sind technische Artefakte und ihre Nutzung. Dies beinhaltet einen (re-)konstruktiven Zugang.

Inhaltlicher Ansatzpunkt werden in der Schule die Systeme sein, die in Fächern außerhalb der Informatik genutzt werden: Textverarbeitung, WWW-Browser und email-Programme, wie dies z. B. von P. Hubwieser⁶⁹ vorgeschlagen wird. Für die Einführungen an den Hochschulen werden dies eher konkrete Softwareprodukte sein. Insbesondere scheint ein Zugang über die Gestaltung von dann *interaktiven* Medien erfolgversprechend zu sein. Eine Auseinandersetzung mit der Herstellung und Funktionsweise von Benutzungsoberflächen ist zumindest auf einer phänomenologischen, wenn nicht gar auf einer gestaltenden Ebene notwendig.

Hier ist aber zu beachten, dass im Fach Informatik bislang eine Kluft zwischen wissenschaftspropädeutischen und lebenspraktisch orientierten Konzeptionen existiert.⁷⁰ Diese Kluft muss überwunden werden. H. J. Forneck stellt fest:

In den etablierten Schulfächern sind wissenschaftspropädeutische und lebenspraktische Auffassungen aufeinander beziehbar. Die klassischen Naturwissenschaften und der Mathematikunterricht können sich deshalb auf ihre Mutterdisziplinen beziehen, weil diese die Wirklichkeit *analysieren*. Die Einführung in diese spezifische Form der Analyse erhellt automatisch die Lebenswelt von Menschen. Insofern kann Baumann richtigerweise auch seinen Beitrag bei der informatikspezifischen Ausrichtung des Unterrichts behaupten. Die Frage ist, ob diese Analogie zum Mathematikunterricht und den naturwissenschaftlichen Fächern stimmig ist.⁷¹

Diese Kluft liegt in den Besonderheiten der Informatik als technische Wissenschaft begründet und damit ist denn auch die Frage beantwortet, die H. J. Forneck stellt. Die Analogie zur Mathematik und den Naturwissenschaften ist nur z. T. richtig. Die Modellierung, die P. Hubwieser, aber auch J. Magenheim anstelle der Implementation in den Vordergrund stellen, ist ein kontextbezogener Prozess.

Allerdings lässt P. Hubwieser den Kontext weitestgehend außen vor und J. Magenheim betont diesen so sehr, dass dieser z. B. bei P. Hubwieser auf Unverständnis trifft. Eine weniger normative und auf die sozialen Akteure abgestellte Analyse, wie ich dieses im Ansatz der »Kontextuellen Informatik« vorgeschlagen habe, trägt zur Kontextualisie-

69 Hubwieser (2000)

70 Die Zuordnung entspricht im Wesentlichen der in diesem Kapitel vorgenommen Unterteilung in kerninformatische und anwendungs- bzw. benutzungsorientierte Ansätze.

71 Forneck (1992) S. 272

rung ebenso bei, ohne dass man aber zu sehr in Gefahr gerät, politische Bildung zu betreiben oder die Informatik in unangemessener Weise sozialwissenschaftlich zu gestalten. Man muss deutlicher, als J. Magenheimer dies tut, zwischen technischer und nicht-technischer Ebene unterscheiden. Eine solche Unterscheidung ist aber gerade für eine über die Fächer hinausreichende Zusammenarbeit von entscheidender Bedeutung.

Auch für den in dieser Arbeit zu suchenden Zugang für eine Informatik an den Hochschulen bietet ein rekonstruktiver Ansatz in seiner spezifischen Verschmelzung von Analyse und Konstruktion einen wesentlichen Anknüpfungspunkt. Die Analyse von (real existierender) Software auf der Basis der Rekonstruktion der wesentlichen Strukturelemente des Kontextes ist ein wesentliches Mittel Erkenntnisse über die Wirkungsweisen die Herstellungs- und Nutzungsprozesse von Software zu erhalten.

Dazu wird man allerdings noch eine ganze Reihe von Produkten sog. »Standard-Software« untersuchen und praktische Erfahrungen bei der Vermittlung sammeln und auswerten müssen. Eine *objektorientierte Analyse* der Objekte eines Textverarbeitungs- oder eines Grafikbearbeitungsprogramm, die P. Hubwieser für den Anfangsunterricht vorschlägt, scheint ein erster Schritt zu sein. Dieser Analyseprozess basiert dann auf Hypothesenbildung und scheint aufgrund seiner hermeneutischen Ausrichtung nahe an der Modellierung zum Zwecke der Software-Entwicklung.

Kapitel 7

Ein Zugang zur fachübergreifenden Lehre, Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit habe ich mich mit zwei Problemen fachübergreifender Lehre befasst. Im ersten Teil dieser Arbeit (*Kapitel 3*) habe ich auf der Grundlage der im Projekt »Kontextuelle Informatik« gemachten Erfahrungen und der daraus gewonnenen Erkenntnisse einen Ansatz vorgestellt, wie man die fachübergreifende Lehre für Studierende der Informatik gestalten sollte. Insbesondere habe ich einen Vorschlag unterbreitet, wie man den Grundlagenbereich strukturieren kann. Von zentraler Bedeutung ist dabei die »Informatik im Kontext«, mit der die gestaltungsrelevanten gesellschaftlichen und individuellen Rahmenbedingungen eingefangen werden.

Eine solche »Informatik im Kontext« ist in der Informatik sehr viel notwendiger als für andere Ingenieurwissenschaften, da es – wie in *Kapitel 2* gezeigt – Defizite in Bezug auf die mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen gibt, die durch eine (hermeneutische) Analyse des Kontextes ausgeglichen werden müssen. D. h.: Eine auf den Kontext bezogene Analyse ist unverzichtbarer Bestandteil des Modellierungsprozesses.

In *Kapitel 5* konnte ich dann zeigen, dass auch »Informatische Bildung« nicht nur wie jede andere Technische Bildung auf ein Verstehen der Technik an sich abzielt sondern auf Herstellungsprozesse und auf ein Verstehen der »Informatik im Kontext« abzielt (Zielbereiche II – IV aus Abb. 16, S. 172). Um diesen Besonderheiten »Informatischer Bildung« Rechnung zu tragen, beziehen sich Ansätze für ein Fach Informatik sowohl auf eine Analyse als auch auf die Modellierung von Systemen.

In *Kapitel 6* konnte ich dann zeigen, dass mit den Inhalten der »Informatik im Kontext«, den damit verbundenen Strukturmerkmalen des Kontextes und den dahinter stehenden Sichtweisen, eine Analyse des Kontextes sehr viel besser möglich ist als dort (z. B. von den Kybernetikern, von R. Baumann oder auch von J. Magenheim) vorgeschlagen. Ich konnte zudem zeigen, dass auch P. Hubwiesers Ansatz, der eigentlich keinen Kontextbezug aufweist, aufgrund seiner Orientierung auf den Prozess der Modellierung diesen Kontextbezug erfordert, da ansonsten nur die Prinzipien, die reine Lehre der Informatik vermittelt wird, nicht aber ein grundlegendes Verständnis der Informatik.

7.1 Ein Zugang zur fachübergreifenden Lehre

Denn Ausgangspunkt der »Informatischen Bildung« sind die Phänomene der Anwendungen der Informatik, nicht aber deren formalen Modelle. Ähnliches gilt für Einführun-

gen in die Informatik. Zumindest für solche Einführungen, die für Studierende anderer Fächer gestaltet werden, sollte auch an Phänomenen von Anwendungssystemen angesetzt werden. Denn diese Einführungen kompensieren nicht nur ein Defizit in Bezug auf die Allgemeinbildung; auch lernpsychologisch ist ein solcher Zugang geboten, den man auch rekonstruktiv nennen kann und der vom Besonderen (dem speziellen »Informatiksystem«) zum Allgemeinen führt.

Bei dem im Folgenden darzustellenden Zugang werde ich für eine solche Einführung in die Informatik thematische Bausteine vorschlagen, die ich den genannten Ziel- bzw. Inhaltsbereichen II – IV (Abb. 13, S. 144) zugeordnet habe, je nachdem, ob eher Modellieren (die Konstruktion) oder die Analyse (die Rekonstruktion) im Vordergrund stehen. Für den Bereich III der »Informatik im Kontext« habe ich Bausteine (Module) übernommen, die für das Projekt »Kontextuelle Informatik« hergestellt wurden und deren inhaltliche Ausrichtung ich bereits (S. 90ff) dargelegt habe.

Für jeden der drei Bereiche habe ich einen Baustein herausgehoben, mit der – didaktisch gesprochen – der Anfangsunterricht gestaltet wird (s. Zeile 1 der Tabelle in Abb. 17). Dies ist für den Bereich der »Informatik im Kontext« der Bereich des Arbeitsschutzes und hier insbesondere die DIN-Kriterien. Dies sind Inhalte, die sich auch in den Veranstaltungen an der Universität Paderborn ohne besondere Vorkenntnisse als zugänglich erwiesen haben.

II Informationstechnik an sich verstehen	III Informationstechnik im gesellschaftlichen Kontext verstehen	IV Programmieren, Algorithmieren, Modellieren
Textbeschreibungssprachen HTML, RTF, Latex, XML	DIN-Kriterien/ Arbeitsschutz	Objekte, Eigenschaften und Methoden
Protokolle	Gestaltung interaktiver Medien (Software-Ergonomie)	JavaScript und PHP
Verschlüsselung	Datenschutz und Datensicherheit	Entity-Relationship Datenmodellierung
Datenkompression	Sozialorientierte Software-Entwicklung	Algorithmen und Datenstrukturen
Medien- und Dokumentenformate (z. B. Grafiken)	Zuverlässige Systementwicklung (Gestaltungstheorie)	Automaten, Turing-Maschine, Grammatiken und Sprachen
...

Abbildung 17: Bausteine zur Einführung in die Informatik

Im Bereich II (Technik an sich verstehen) soll es im Anfangsunterricht darum gehen, verschiedene Methoden (Sprachen oder besser formale Typographien) zur Beschreibung des Aussehens von Texten zu untersuchen. Dazu gehören vor allem HTML und XML, aber auch RTF sowie Latex. Für den Bereich IV soll es (im »Anfangsunterricht«) darum gehen, die Sprechweisen der Objektorientierung anhand realexistierender Systeme einzuüben, wie dies auch von P. Hubwieser in seinem Kapitel zum Anfangsunterricht vorgeschlagen wird. Dafür bieten sich auch Grafik- und Textverarbeitungssysteme an, auf deren Kenntnis im Allgemeinen aufgesetzt werden kann und die dadurch auch vertieft werden kann, so dass das Erlernen einer neuen Version oder einer anderen Textverarbeitung erleichtert wird.

Die übrigen Inhalte setzen auf diesen Bausteinen zum Einstieg auf. Hierfür werde ich keine Reihenfolge angeben. Diese ist zwar nicht beliebig, da die Bausteine in den tiefer stehenden Zeilen an den darüber liegenden anschließen, ist aber frei gestaltbar. Je nach dem Kreis der Studierenden, für die die Veranstaltung »angeboten« wird, kann man die Schwerpunktsetzungen verändern.

Es lässt sich z. B. nicht absehen, wie »tief« man tatsächlich in den Bereich der »Informatik im Kontext« einsteigen sollte. Die beiden zuerst genannten Themen halte ich auch nach den Erfahrungen mit der Veranstaltung »Praxis der Systemgestaltung« für notwendig, da dann nicht nur Regulationsprozesse, sondern Erschließungsprozesse miteinbezogen werden. Der Bereich Datenschutz und Datensicherheit wird i. d. R. wohl auch einbezogen.

Obschon solche Veranstaltungen zur Einführung in die Informatik i. d. R. als Vorlesungen mit begleitenden Übungen konzipiert sind und sich daran auch nur wenig ändern wird, sollte man darüber nachdenken, ob man bei solchen Veranstaltungen nicht die Studierenden aktiver einbeziehen sollte, wie dies in Seminaren oder Projektgruppen geschieht. Auf der Grundlage von Materialien-Sammlungen zu den genannten thematischen Bereichen sollte entdeckendes und erforschendes Lernen sehr viel besser organisiert werden können. Insbesondere mit der »Informatik im Kontext« ist auch ein empirischer Zugang zur Erforschung der Systeme verbunden.

7.2 Fazit

Diese Fragen nach der Umsetzbarkeit und der Wirksamkeit solcher organisatorischer und methodischer Veränderungen lässt sich in dieser Arbeit aber nur als Hypothese formulieren; deren Erforschung stellt eine neue Arbeit dar. Darauf habe ich aber verzichtet, so dass man klagen mag, dass hier nur ein weiteres Konzept dargestellt wird. Ich möchte daher im Folgenden begründen, warum der von mir in dieser Arbeit unterbreitete Vorschlag weiter reicht als andere Ansätze, die es sowohl im Bereich »Informatik und Gesellschaft« als auch der »Didaktik der Informatik« gibt.

7.2.1 »Informatik und Gesellschaft«

Mit der Unterscheidung der Bereiche »Informatik im Kontext« sowie »Kontext der Informatik« und der darüber hinaus reichenden Strukturierung des Grundlagenbereichs durch die Anwendungstechniken habe ich Inhalte benannt, die m. E. grundlegend dafür sind, den Kontextbezug der Informatik zu verstehen. Damit gibt es erstmals einen Kanon, der der aufzählenden Darstellung (in der Lehre zu »Informatik und Gesellschaft«) gegenübergestellt werden kann. Aufbauend auf diesen Kanon sollte es zudem möglich sein, auch Forschungsarbeiten in »Informatik und Gesellschaft« zu verorten.

Die Verbindung von Gestaltungs- und Wirkungsforschung, die dort bislang in den Teilgebieten verschiedener Anwendungen der Informatik stattfindet, könnte mit diesem Zugang einen einheitlichen Blickwinkel erhalten, mit dem die Ergebnisse der verschiedenen Forschungsarbeiten zumindest aufeinander bezogen werden könnten. Eine allgemeine Theorie der informationstechnologischen Entwicklung oder vereinheitlichte Gestaltungskriterien finden zu wollen, erscheint mir hingegen kaum möglich, müssten aber – wenn es sie doch geben sollten – auch auf einem solchen Kanon aufsetzen.

Allerdings muss an dieser Stelle auch festgehalten werden, dass die Zielsetzung »Vermittlung von Informatik-Kompetenzen« nicht allgemein geteilt wird. Es steht sogar zu befürchten, dass eine solche Ausrichtung jetzt, da allorts Bachelor/Master-Studiengänge eingerichtet werden, die einen gewissen Anteil fachübergreifender Inhalte und sog. »soft skills« enthalten sollen, nicht mehr durchsetzbar ist, da man damit mit den Inhalten anderer Informatik-Fachgebiete konkurrieren muss.

Es kann aber auch sein, dass die Vermittlung der fachübergreifenden Inhalte bzw. der »soft skills« gar dem Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft« zugeschrieben wird. Es kann sogar sein, dass diese Zuordnung von einigen Protagonisten des Faches gerne aufgegriffen wird. Die Ausrichtung auf die Vermittlung von Informatik-Kompetenzen wird schließlich nicht im Allgemeinen geteilt.

Mit dem in dieser Arbeit dargestellten Begründungszusammenhang sollte allerdings klar sein, dass dieses eine Arbeitsteilung wäre, die an der von E. W. Dijkstra geforderten »Brandmauer« weiterbauen würde. Ziel muss es m. E. aber sein, diese Mauer einzureißen oder zumindest eine *Informatik auf der Mauer* (J. Pflüger) zu konstituieren. Die *Informatik im Kontext* erscheint mir hierzu ein erster Schritt. Darüber hinaus erscheinen mir auch nach den in dieser Arbeit zitierten Erfahrungen mit dem »Humanistischen Studium« die Vermittlung von fachübergreifenden Inhalten bzw. sog. »soft skills« losgelöst von der Praxis und den Inhalten des Faches zumindest fragwürdig. Diese Arbeit ist insofern auch ein ausführliches Plädoyer dafür, »Informatik und Gesellschaft« als »Kontextuelle Informatik« in der Informatik zu verankern.

Diese ist vor allem auch ein Zugang dazu, den Anwendungskontext in seinen Strukturelementen zu analysieren. Die Analyse der *Sozio-* und *Kognifakte* dient dazu, die Defizite im Bereich der mathematischen und naturwissenschaftliche Grundlagen zu kompensieren, ohne dass wie die Kybernetik oder die KI-Forschung die strukturelle, formale Sichtweise den anderen Fächern bzw. den Anwendungen überstülpt.

Dies gilt vielleicht umso mehr wie ich zeigen konnte, dass die »Kontextuelle Informatik« und hier vor allem die »Informatik im Kontext« ein *missing link* ist, mit dem der Anteil der Informatik einer über das Fach hinausreichenden Lehre (und Forschung) bestimmt werden konnte, ohne dass man als Informatiker imperial auf das Gebiet des anderen Faches zugreift. Auch wenn es auf den ersten Blick paradox erscheint, so müssen für eine fächerübergreifende Zusammenarbeit zunächst Grenzen gezogen und bestimmt werden.

7.2.2 »Didaktik der Informatik«

Die Probleme mit der Grenzziehung zwischen den Fächern ist auch ein Problem, an dem die ITG gescheitert ist. Die in den Schulen aktiven Lehrer sind Fachlehrer; die verschiedenen Inhalte der Schulen sind für gewöhnlich in Fächern aufgeteilt. Auch fachübergreifende Lerninhalte (wie z. B. die Entwicklungshilfe und die Sexualkunde)¹ werden in der Regel auf die verschiedenen Fächer verteilt und dann unter die Perspektive der Fächer gestellt.

So sind Medienbildung oder Arbeitslehre/Technik zwar auch Perspektiven, unter denen man die Herstellung und Nutzung von Computern betrachten kann. Dieses sind aber Perspektiven, mit denen man von *außen* auf die Informatik blickt. Sie betreffen mit der Terminologie dieser Arbeit vor allem den »Kontext der Informatik«. Die Thematisierung solcher Inhalte benötigt nach den Ergebnissen dieser Arbeit auch eine Informatikperspektive, die ich mit »Informatik im Kontext« bezeichnet habe. Ich konnte unter Bezug auf die bildungspolitischen sowie bildungstheoretischen Überlegungen allerdings zeigen, dass Inhalte einer solchen »Informatik im Kontext« auch in der »Informatischen Bildung« der *missing link* sind, mit dem man sich *nicht* außerhalb der Informatik begibt, aber auf die fachübergreifende Zusammenarbeit vorbereitet.

Dies ist bislang nur eine konzeptionelle Überlegung. Es ist aber eine konzeptionelle Überlegung, die ich in Bezug zu anderen konzeptionellen Überlegungen setzen konnte. Ich konnte zeigen, wie spezifische Probleme anderer Überlegungen damit vermieden werden. Die Modellierung wird damit in den Kontext eingebettet; es kann erkannt werden, dass nicht nur auf das Artefakt bezogene Überlegungen in den Modellierungsprozess einbezogen werden. Ich konnte ebenso zeigen, dass Alternativen bei der Gestaltung nur unter Bezug auf den Kontext ausgewählt werden können.

Ich konnte aber auch zeigen, dass man mit der Ausrichtung auf die Inhalte einer »Informatik im Kontext« weit weniger Gefahr läuft eine politische Bildung zu betreiben. Man beschäftigt sich nur mit solchen Rahmenbedingungen, die einen direkten Einfluss auf die Gestaltung eines Informatiksystems haben. Man beschäftigt sich mit den gesellschaftlichen Einflüssen auf das Fach, vermittelt aber zugleich (s. DIN-Kriterien und Datenschutzgesetzgebung), wie sich diese gewandelt haben und welchen Einfluss diese Regelungen auf die *Praxis* der Systemgestaltung haben.

Mit der Perspektive einer »Informatik im Kontext« wird Informatik zwar technisches Fach; es werden aber zugleich die Besonderheiten der Informatik im Vergleich mit ande-

1 die auch von W. Klafki als »epochaltypische Schlüsselprobleme« genannt werden (s. 5.2.3)

ren technischen Disziplinen erkennbar. Außerdem werden die Berührungspunkte der Medienerziehung aufgegriffen, aber über die zentralen Prinzipien der Interaktivität sowie der Digitalisierung auch die Besonderheiten computergestützter Medien aufgezeigt. Die Perspektive der *Medienfunktionen*, die das technische Potenzial der Medien (und nicht deren Wirkung auf die Gesellschaft) zum Ausdruck bringt, ist hier von entscheidender Bedeutung.

Darüber hinaus kann über die Perspektive der *Komplementarität von Produkt und Prozess* zum einen ein Bezug zu den mechanistischen Weltbildern der Kybernetik und der KI hergestellt werden. Zum anderen kann dazu aber auch Abstand gewonnen werden, indem die Diskussion über diese Weltbilder aus dem ethischen oder philosophischen Bereich genommen und auf eine technische und zugleich praxisorientierte Grundlage gestellt wird.

7.3 Ausblick

So mögen diese Überlegungen *nur* ein Konzept sein. Aber ich denke, es gibt gute Gründe, aufbauend auf diesen konzeptionellen Überlegungen Bausteine bzw. Unterrichtseinheiten zu entwickeln, die dann in der Praxis der (Hoch-)Schulen eingesetzt und erprobt werden. Dabei wird es vor allem darum gehen diese Sichtweise nicht zu dozieren, sondern in die praktische Arbeit einfließen zu lassen. Dazu werde ich in den nächsten Jahren in der Schule hoffentlich Gelegenheit haben. Vor allem deswegen beschränke ich diesen meinen Ausblick auch auf den Aspekt des Informatikunterrichts.

Im Mittelpunkt des Informatikunterrichts wird dann auch weiterhin das Modellieren und Programmieren stehen. Es muss aber der Kontext einbezogen werden und dies muss – soweit es geht – experimentell geschehen. D. h. insbesondere, dass man Zeit und Mittel investieren muss realexistierende Systeme zu analysieren. Dies betrifft in gleicher Weise Produkte aus dem Bereich des *Open Source* wie auch kommerzielle Produkte. Hierfür konnte ich in dieser Arbeit bislang allenfalls ein Schema zur Analyse angeben, das aber sicher im Prozess der Anwendung dieses Schemas noch weiterentwickelt wird. Dies ist dann Teil dessen, was man didaktische Aufbereitung nennt.

Dabei wird insbesondere darauf zu achten sein, dass die Inhalte bezogen auf die betreffenden Jahrgangsstufen aufbereitet werden können. Ob dieses möglich ist, kann erst dann beantwortet werden, wenn man mit einem solchen Zugang in die Schulen gegangen ist. Von entscheidender Bedeutung bei der Erprobung dieses Zugangs ist dann aber vor allem der mittel- bzw. langfristige Lernerfolg, der hiermit verbunden ist.

Denn die in dieser Arbeit vorgeschlagene kontextuelle Einbettung zielt auch darauf, nicht nur kurzfristig Inhalte zu vermitteln. Es scheint mir jederzeit möglich, kurzfristig jeden beliebigen Inhalt, auch die schwierigsten und abstraktesten Inhalte so zu vermitteln, dass sich auch ein überprüfbarer Lerneffekt einstellt. Wie lange das Gelernte aber im Gedächtnis bleibt, ist bei solchen Inhalten fraglich. Dies wird insbesondere in den Überlegungen der Mathematik-Didaktik zu den *fundamentalen Ideen* deutlich. Herauszufinden, ob diese Kontextualisierung mittel- und langfristig zu besseren Lerneffekten führt, wird – auch für mich selbst – in der Folge dieser Arbeit ein wesentliches Ziel sein,

dem dann auch die didaktische Aufbereitung dieses hochschuldidaktischen Zugangs dienen wird.

Eine weitere Fragestellung in diesem Zusammenhang ist – und auch dies schließt wenn auch nur mittelbar an meine Arbeit an – inwieweit multimediale Bausteine geeignet sind, zum einen andere Lernformen zu unterstützen und dann zum anderen dazu beitragen, dass sich ein mittel- oder langfristiger Lernerfolg einstellt. Dieses zu erforschen erscheint mir aber nach den Erfahrungen der vergangenen Jahre ein schwieriges und von einer Vielzahl von Einflüssen abhängiges Problem zu sein. Mit den im technologischen Dreieck genannten Strukturaspekten (Artefakte, Kognifakte und Soziefakte) sind neben dem technischen Gerät zwei weitere und sehr bestimmende Faktoren genannt, die bislang zu wenig in die Gestaltung multimedialer Lernumgebungen eingeflossen sind und die auch die Nutzung solcher Technologien letztlich behindern. Dies betrifft insbesondere die Qualifikation der Lehrenden, aber auch die durch die Routine einer nicht-multimedialen Lehre gesetzten Standards.

So ist nicht nur die vor ca. 10 Jahren lauthals angekündigte Revolution des Lehrens ausgeblieben. Die tatsächlichen Veränderungen sind im Wechselspiel von technischen Unzulänglichkeiten bei der Integration verschiedener technischer Komponenten und der gleichzeitigen rasanten technologischen Weiterentwicklung der Artefakte (allerdings für andere Kontexte) bescheiden ausgefallen. Zu sehr waren die Entwicklungen auf einzelne Artefakte (Hard- und Software) ausgerichtet, ohne dass z. B. der notwendige Aufbau einer Infrastruktur angegangen wird.

Da aber im Informatikunterricht die Nutzung von Computern selbstverständlich ist, kann auch hier ein wesentlicher Beitrag geleistet werden, Forschungen zur multimedia-gestützten Lehre voranzutreiben. Gerade für den in meiner Arbeit vorgeschlagenen experimentellen rekonstruktiven Umgang mit Software bieten sich solche Lernumgebungen an.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Exemplarische tabellarische Darstellung von Anwendungsfeldern und Fragestellungen	22
Abbildung 2:	Techniknutzungspfad als Metapher für die Verbindung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft	30
Abbildung 3:	Zusammenspiel von Modellierung, Implementierung und Evaluation von Software nach R. Keil-Slawik	62
Abbildung 4:	Begriffliche Unterscheidungen zur Komplementarität von Produkt und Prozess	75
Abbildung 5:	Das technologische Dreieck	84
Abbildung 6:	Erweiterte Darstellung des technologischen Dreiecks mit den zu den Produkten komplementären Prozessen	88
Abbildung 7:	Grundlagen der Kontextuellen Informatik (schematisch)	90
Abbildung 8:	Kriterien zur Reduzierung erzwungener Sequenzialität	94
Abbildung 9:	Modifizierter Zyklus der Software-Entwicklung	96
Abbildung 10:	Eine Übersicht über zentrale Prinzipien der Informatisierung	99
Abbildung 11:	Darstellung der fundamentalen Ideen von A. Schwill	105
Abbildung 12:	Ideen der »Kontextuellen Informatik«	124
Abbildung 13:	Zielbereiche des Fachs Informatik	144
Abbildung 14:	Karikatur von Freimut Wössner	147
Abbildung 15:	Zielbereiche der ITG mit Verweis auf die entsprechenden Zielbereiche des Fachs Informatik	148
Abbildung 16:	Systematisierung der Bereiche und Ziele »Informatischer Bildung«	172
Abbildung 17:	Bausteine zur Einführung in die Informatik	198

Literaturverzeichnis

- Abschlussklärung (1984):** Grundsatzklärung des Kongresses "Neue Medien und Lernen" in Dortmund (Vom September 1984). In: [SCJ (1986)] S. 223-232
- Aebli u. a. (1991):** Aebli, H.; Staub, F.; Ruthemann, U.: *Textrechnungen im Mathematikunterricht: Wie und wozu?* In: mathematiklehren, Heft 44, 1991, S. 12-17
- Ambros (1991):** Ambros, W.: *Didaktik und Anti-Didaktik*. In: LOG IN 11 (1991) Heft 4, S. 20-23
- Arlt, Koerber (1981):** Arlt, W.; Koerber, B.: *Ziele und Inhalte des Informatikunterrichts*. In: Arlt, W. (Hrsg.): *Informatik als Schulfach. Didaktische Handreichungen für das Schulfach Informatik. Datenverarbeitung/Informatik im Bildungswesen*. Oldenbourg, München, Band 4, S. 18-27.
- Balzert (1996):** Balzert, H.: *Lehrbuch der Software-Technik*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg u. a. 1996
- Baumann (1990):** Baumann, R.: *Didaktik der Informatik*. Klett-Schulbuchverlag, Stuttgart, 1990
- Baumann (1996):** Baumann, R.: *Didaktik der Informatik*. Klett-Schulbuchverlag, Stuttgart; München; Düsseldorf; Leipzig 1996. 2., vollst. neu bearb. Auflage
- Baumann (1999):** Baumann, R.: *Fundamentale Ideen der Informatik – gibt es das?* In: Koerber B.; Peters, I. R. (Hrsg.): *Informatische Bildung in Deutschland. Perspektiven für das 21. Jahrhundert*. LOG IN Verlag, Berlin. 1999, S. 89-107
- Blankertz (1991):** Blankertz, H.: *Theorien und Modelle der Didaktik*. Juventa-Verlag. Weinheim; München. 1991. 13. Aufl. (unveränd. Nachdruck d. Neubearb. u. erw. 9. Aufl. 1975)
- BLK (1984):** Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): *Rahmenkonzept für informationstechnische Bildung in Schule und Ausbildung einschließlich Mindestanforderungen an schulgeeignete Rechner* verabschiedet am 7.12.1984. Dokumentiert in: [SCJ (1986)] S. 233-238
- BLK (1987):** Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): *Gesamtkonzept für informationstechnische Bildung*. Materialien zur Bildungsplanung. Heft 16, Bonn, 1987
- BLK (1995):** Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): *Medienerziehung in der Schule – Orientierungsrahmen – Materialien zur Bildungsplanung*. Heft 44, Bonn, 1995

- Brauer u. a. (1976):** Brauer, W. u. a.: *Zielsetzungen des Informatikunterrichts*. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 8 (1976) S. 35-43
- Brauer, Brauer (1972):** Brauer, W.; Brauer U.: *Informatik an der Schule – weshalb und wie?* In: [FEoLL (1972)] S. 34-45
- Brauer, Münch (1996):** Brauer, W.; Münch, S.: *Studien- und Forschungsführer Informatik: wissenschaftliche Hochschulen und Forschungseinrichtungen*. Springer. Berlin Heidelberg New York. 1996, 3., völlig überarb. Aufl.
- Brauer, Stetter (1989):** Brauer, W.; Stetter, F. (Hrsg.): *Informatik und Schule 1989: Zukunftsperspektiven der Informatik für Schule und Ausbildung*
- Breier (1994):** Breier, N.: *Informatische Bildung als Teil der Allgemeinbildung*. In: LOG IN 13 Heft 5/6 (1994) S. 90-93
- Bruner (1973):** Bruner, J. S.: *Der Prozeß der Erziehung*. Berlin Verlag, Berlin Schwann, Düsseldorf, 1973, 3. Auflage
- Bussmann, Heymann (1985):** Bussmann, H.; Heymann, H. W.: *Papert, S.: Mindstorms; Kinder, Computer und Neues Lernen*. Rezension. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 17 (1985), S. 76-83
- Bussmann, Heymann (1987):** Bussmann, H.; Heymann, H. W.: *Computer und Allgemeinbildung*. In: Neue Sammlung 27 (1987) Heft 1, S. 2-39
- Capurro (1991):** Capurro, R.: *Informationstechnik in der Lebenswelt*. In: Gorny, P.: *Informatik und Schule 1991. Informatik: Wege zur Vielfalt beim Lehren und Lernen*. GI-Fachtagung, Oldenburg, Proceedings, Springer-Verlag, Berlin, 1991, S. 16-26
- Claus (1984):** Claus, V.: *Informatik als eigenständiges Fach in der Sekundarstufe I?* In: Mathematiklehren 7, Dezember 1984
- Claus (1998):** Claus, V. (Hrsg.): *Informatik und Ausbildung*. Springer, Berlin Heidelberg u. a., 1998
- Coy (1992a):** Coy, W.: *Informatik – Eine Disziplin im Umbruch?* In: [Coy et al. (1992)], S. 1-9
- Coy (2001):** Coy, W.: *Weder vollständig noch widerspruchsfrei*. In: In: FIF-Kommunikation 4/2001. S. 45-48
- Coy et al. (1992):** Coy, W. et al. (Hrsg.): *Sichtweisen der Informatik*. Vieweg, Braunschweig Wiesbaden, 1992
- Dijkstra (1989):** Dijkstra, E. W.: *On the Cruelty of Really Teaching Computing Science*. In: Denning, P. J. (ed.): *A Debate on Teaching Computer Science*. CACM 32 (1989), S. 1397-1414
- van Dyke (1987):** van Dyke, C.: *Taking "Computer-Literacy" literally*. In: CACM, 30, 5, S. 366-374

- Eberle (1996):** Eberle, F.: *Didaktik der Informatik bzw. einer informations- und kommunikationstechnischen Bildung auf der Sekundarstufe II*. Verl. für Berufsbildung Sauerländer. Aarau. 1996
- Elias (1969):** Elias, N.: *Über den Prozeß der Zivilisation. Band 2. Wandlungen der Gesellschaft. Entwurf zu einer Theorie der Zivilisation*. A. Francke. Bern, 1969
- Engbring (1996):** Engbring, D.: *Allgemeinbildende Informatik. Annäherung an ein Paradoxon*. In: FIF-Kommunikation 2/1996, S. 18-24
- Engbring (1997):** Engbring, D.: *Ein Computer ist ein Computer ist ein Computer*. In: [Hoppe, Luther (1997)] S. 51-62
- Engbring, Keil-Slawik, Selke (1995):** Engbring, D.; Keil-Slawik, R.; Selke, H.: *Neue Qualitäten in der Hochschulausbildung. Lehren und Lernen mit interaktiven Medien*. Technischer Bericht Nr. 45 des Heinz Nixdorf Institut, Dezember 1995.
- FEoLL (1973):** FEoLL -Institut für Kybernetik, Institut für Bildungsinformatik (Hrsg.): *Paderborner Werkstattgespräche: Rechnerkunde – Algorithmen und DVA-Strukturen im Schulunterricht 4. Paderborner Werkstattgespräch 5. - 7.10.1972*, Schoeningh, Paderborn, Schroedel, Hannover, 1973
- Faulstich-Wieland (1986):** Faulstich-Wieland, H.: *"Computerbildung" als Allgemeinbildung für das 21. Jahrhundert?* In: Zeitschrift für Pädagogik, 32. Jg. 1986, Nr. 4, Beltz-Verlag, Weinheim, S. 503-514
- Floyd, Klaeren (1999):** Floyd, C.; Klaeren, H. (Hrsg.): *Tübinger Studienbriefe Informatik und Gesellschaft (TüSInG)*:
- Krause, D., Klaeren, H. (Hrsg.): Klischewski, R.: *Informatik und Gesellschaft: Eine Einführung*
 - Busse, J. (Hrsg.): Floyd, C.; Klaeren, H. (Hrsg.): *Informatik als Praxis und Wissenschaft*
 - Klaeren, H. (Hrsg.): Ott, K; Busse, J.: *Ethik in der Informatik*
 - Krause, D.; Klaeren, H. (Hrsg.): Schelhowe, H.: *Technikentwicklung als sozialer Gestaltungsprozeß*
 - Diestelmeier, F.; Klaeren, H. (Hrsg.): Reisin, F.-M.; Renn, O.: *Über Informatik reden*
 - Rizvi, S.; Klaeren, H. (Hrsg.): Schinzel, B.; Parpart, N.; Westermayer, T.: *Informatik und Geschlechterdifferenz*
 - Rizvi, S.; Klaeren, H. (Hrsg.): Brödner, P.: *Informatik in der Arbeitswelt*
 - Krause, D., Klaeren, H. (Hrsg.): Wetzstein, T. A.; Dahm, H.; Eckert, R.: *Informatik im persönlichen Leben*
 - Rizvi, S.; Klaeren, H. (Hrsg.): Kubicek, H.: *Möglichkeiten und Gefahren der Informationsgesellschaft*
 - Klaeren, H. (Hrsg.): Busse, J.: *Dozentenhandbuch*
- Foucault (1993):** Foucault, M.: *Technologien des Selbst*. In: Martin, Luther H. u. a. (Hrsg.): *Technologien des Selbst*. S. Fischer, Frankfurt a. M., 1993, S. 24-62

- Forneck (1992):** Forneck, H. J.: *Bildung im informationstechnischen Zeitalter. Untersuchung der fachdidaktischen Entwicklung der informationstechnischen Bildung.* Sauerländer, Aarau Frankfurt a. M. Salzburg, 1992
- Frank (1973):** Frank, H.: *Rechnerkunde.* In: [FEoLL (1973)] S. 8-22
- Frank, Meyer (1972):** Frank, H.; Meyer, I.: „Rechnerkunde“. *Elemente der digitalen Nachrichtenverarbeitung und ihrer Fachdidaktik.* Verlag W. Kohlhammer. Stuttgart. 1972
- Friedrich (1995):** Friedrich, S.: *Grundpositionen eines Schulfaches. Ergebnisse des 2. fachdidaktischen Gesprächs an der Technischen Universität Dresden.* In: LOG IN 15 (1995) Heft 5/6. S. 30-34
- Friedrich (2001):** Friedrich, J.: *Informatik und Gesellschaft. Aufstieg, Stagnation und Zukunft einer Disziplin.* In: FIF-Kommunikation 4/2001. S. 59-61
- Friedrich, Herrmann, Peschek, Rolf (1995):** Friedrich, J.; Herrmann, T.; Peschek, M.; Rolf, A. (Hrsg.): *Informatik und Gesellschaft.* Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin Oxford. 1995
- Hampel (2002):** Hampel, T.: *Virtuelle Wissensräume. Ein Ansatz für die kooperative Wissensorganisation.* Universität Paderborn, Fachbereich 17 Informatik, Dissertation, März 2002
- Hampel, Magenheimer, Schulte (1999):** Hampel, T.; Magenheimer, J.; Schulte, C.: *Dekonstruktion von Informatiksystemen als Unterrichtsmethode – Zugang zu objektorientierten Sichtweisen im Informatikunterricht.* In: [Schwill (1999)] S. 149 -164
- Hartmann u. a. (1999):** Hartmann, W.; Näf, M.; Schäuble, P.: *Effiziente und effektive Informationsbeschaffung im Internet – wie soll man das unterrichten?* In: [Schwill (1999)] S. 1-15
- Hauf-Tulodziecki (1992):** Hauf-Tulodziecki, A.: *Die informationstechnische Grundbildung.* In: Schulcomputer-Jahrbuch 93/94. Metzler Schulbuch, Hannover, B. G. Teubner, Stuttgart, 1992 , S. 99-128
- Hauf-Tulodziecki (1995):** Hauf-Tulodziecki, A.: *Informationstechnische Bildung und Medienerziehung.* In: [Schubert (1995)] S. 78-87
- Hauf-Tulodziecki (1999):** Hauf-Tulodziecki, A.: *Informationstechnische Bildung und Medienerziehung.* In: [Schwill (1999)] S. 121-129
- von Hentig (1993):** von Hentig, H.: *Die Schule neu denken.* Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1993
- Herrmann (2001):** Herrmann, T.: *Informatik und Gesellschaft an der Universität Dortmund.* In: FIF-Kommunikation 4/2001, S. 35-39
- Herrmann u. a. (1998):** Herrmann, T.; Hoffmann, M.; Misch, A: *Wissensvermittlung durch Studierende für Studierende. Stärken und Schwächen einer spezifischen Lehrveranstaltungsform im Fachgebiet Informatik und Gesellschaft.* In: [Claus (1998)] S. 82-91

- Heymann (1996):** Heymann, H. W.: *Allgemeinbildung und Mathematik*. Beltz Verlag, Weinheim Basel, 1996
- Holl (1997):** Holl, F.-L.: *Das Konzept der Ordnungsmäßigkeit von Informations- und Kommunikationssystemen. Ein Beitrag zur konstruktiven Erschließung gesellschaftlicher Anforderungen in der Informatik*. HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 12, Paderborn, 1997
- Hoppe, Luther (1997):** Hoppe, H. U.; Luther, W. (Hrsg.): *Informatik und Lernen in der Informationsgesellschaft*. Springer, Berlin Heidelberg New York u. a., 1997
- Hubwieser (2000):** Hubwieser, P.: *Didaktik der Informatik. Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Springer. Berlin Heidelberg New York u. a., 2000
- Informatik-Duden (1993):** Engässer, H. (Hrsg.): *Duden »Informatik«*. Dudenverlag, Mannheim, Leipzig Wien Zürich. 1993 2. vollständig überarb. und erw. Aufl.
- ITG-Richtlinien NRW:** Der Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Vorläufige Richtlinien zur informations- und kommunikationstechnologischen Grundbildung in der Sekundarstufe I*. Ritterbach. Frechen. 1990
- ITG-Sonderheft:** *Sonderheft "Informationstechnische Grundbildung"*. LOG IN. Oldenbourg-Verlag, München, 1989
- Janich (1993):** Janich, P.: *Zur Konstitution der Informatik als Wissenschaft*. In: Schefe, P. u. a. (Hrsg.): *Informatik und Philosophie*. BI-Wissenschaftsverlag. Mannheim Leipzig Wien Zürich, 1993, S. 53-68
- Kay (1984):** Kay, A.: *Software*. In: *Spektrum der Wissenschaften*, November 1984, S. 34-43
- Keil-Slawik (1990):** Keil-Slawik, R.: *Konstruktives Design. Ein ökologischer Ansatz zur Gestaltung interaktiver Systeme*. Habilitationsschrift, Forschungsbericht des Fachbereichs Informatik, Bericht Nr. 90-14, TU Berlin, 1990
- Keil-Slawik (1992):** Keil-Slawik, R.: *Gestaltung interaktiver Systeme. Ein ökologischer Ansatz*. In: LOG IN 12 (1992) Heft 5/6, S. 18-27
- Keil-Slawik (1994):** Keil-Slawik, R.: *Das Gedächtnis lernt laufen – Vom Kerbholz zur virtuellen Realität*. In: Faßler, M; Halbach, W. R. (Hrsg.): *Cyberspace. Gemeinschaften, Virtuelle Kolonien, Öffentlichkeiten*. Wilhelm Fink Verlag, München, 1994, S. 207-228
- Keil-Slawik (2000):** Keil-Slawik, R.: *Zwischen Vision und Alltagspraxis: Anmerkungen zur Konstruktion und Nutzung typographischer Maschinen*. In: Voß, G. G.; Holly, W.; Boehnke, K. (Hrsg.): *Neue Medien im Alltag: Begriffsbestimmungen eines interdisziplinären Forschungsfeldes*. Leske & Budrich. Opladen. 2000, S. 199-220
- Keil-Slawik (2001):** Keil-Slawik, R.: *Von Informatik und Gesellschaft zum Kontext der Informatik*. In: FIF-Kommunikation 4/2001. S. 39-45
- Keil-Slawik (2002):** Keil-Slawik, R.: *Denkmedien – Mediendenken: Zum Verhältnis von Technik und Didaktik*. In: it + ti – Informationstechnik und Technische Informatik 44 (2002) 4, S. 181-186

- Kerner (1989): Kerner, I. O.:** *Was jedermann über Informatik wissen sollte.* Teil 1. In: LOG IN 9 Heft 6 (1989), S. 12-14
- Klafki (1985):** Klafki, W.: *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik.* Beltz-Verlag, Weinheim Basel, 1985
- Klafki (1991):** Klafki, W.: *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik.* Beltz-Verlag, Weinheim Basel, 1991, 2. und erw. Aufl.
- Klischewski (1999)** in [Floyd, Klaeren (1999)]
- Koerber (1989):** Koerber, B.: *ITG in Berlin.* In: [ITG-Sonderheft] S. 8-9
- Krämer (1988):** Krämer, S.: *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung im geschichtlichen Abriss.* Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1988
- Krohn (1989):** Krohn, W.: *Die Verschiedenheit der Technik und die Einheit der Techniksoziologie.* In: Weingart, P.: (Hrsg.): *Technik als sozialer Prozeß.* Suhrkamp, Frankfurt a. M., 1989, S. 15-43
- Krohn (1992):** Krohn, W.: *Zum historischen Verständnis der Technik.* In: Hurrle, G. (Hrsg.): *Technik – Kultur – Arbeit.* Schüren. Marburg. 1992. S. 27-34
- Küppers (2000):** Küppers, B.-O.: *Die Strukturwissenschaften als Bindeglied zwischen Natur- und Geisteswissenschaften.* In: ders. (Hrsg.): *Die Einheit der Wirklichkeit. Zum Wissenschaftsverständnis der Gegenwart.* Wilhelm Fink Verlag, München, 2000, S. 89-105
- Leroi-Gourhan (1988):** Leroi-Gourhan, A.: *Hand und Wort - Evolution von Technik, Sprache und Kunst.,* Suhrkamp, Frankfurt a. M., 1988
- Luhmann (1996):** Luhmann, N.: *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie.* Suhrkamp TB, Frankfurt a. M., 1996, 6. Aufl.
- Lutterbeck u. a. (2001):** Gehring, R.; Ishii, K.; Lutterbeck, B.: *Kooperation und Konflikt. Gesellschaftswissenschaftliches Studium im Bachelorstudium Informatik an der TU Berlin.* In: FIF-Kommunikation 4/2001, S. 48-54
- Magenheim (2001):** Magenheim, J.: *Informatiksystem und Dekonstruktion als didaktische Kategorien – Theoretische Aspekte und unterrichtspraktische Implikationen einer systemorientierten Didaktik der Informatik. Manuskript.* Erscheint in: *informatica didacta*
- Modrow (1991):** Modrow, E.: *Zur Didaktik des Informatikunterrichts. Band 1: Ziele und Inhalte, Anfangsunterricht, Beispiele und Anwendungen.* Dümmler, Bonn, 1991
- Modrow (1992):** Modrow, E.: *Zur Didaktik des Informatikunterrichts. Band 2: Gesellschaftliche Auswirkungen, Fachunterricht, Abitur.* Dümmler, Bonn, 1992
- Müller (2001):** Müller, G.: *Informatik und Gesellschaft – nützlich und wichtig, aber auch akademisch?* In: FIF-Kommunikation 4/2001, S. 29-35
- Nake (1984):** Nake, F.: *Schnittstelle Mensch-Maschine.* In: Kursbuch 75, Rotbuch-Verlag, 1984, S. 109-118

- Nake (1992a):** Nake, F.: *Der Anteil der Arbeit an der Theoriebildung der Informatik*. In: [Coy et. al. (1992)] S. 119-124
- Nake (1992b):** Nake, F.: *Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit*. In: [Coy et. al. (1992)] S. 181-201
- von Neumann (1967):** Neumann, J. v.: *Allgemeine und logische Theorie der Automaten*. In: Kursbuch 8 (1967) S. 139-175
- Ottmann, Widmayer (1992):** *Algorithmen und Datenstrukturen*. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim Wien Zürich, 1990, Unveränderter Nachdruck 1992
- Peschke (1985):** Peschke, R.: *Informatik in der Schule - ein Beitrag zur Schulreform*. In: Die Deutsche Schule (77) 1985, S. 342-355
- Peschke (1989):** Peschke, R.: *Die Krise des Informatikunterrichts in den neunziger Jahren*. In: [Brauer, Stetter (1989)], S. 89-98
- Peschke (1990):** Peschke, R.: *Grundideen des Informatikunterrichts. Erfahrungen und Perspektiven aus den "alten" Ländern der Bundesrepublik Deutschland*. In: LOG IN 10 (1990) Heft 6, S. 25-33
- Pflüger (1992):** Pflüger, J.: *Computer und Kultur*. In: [Coy et al. (1992)] S. 205-207
- Pflüger (1994):** Pflüger, J.: *Informatik auf der Mauer*. In: Informatik-Spektrum 17 (1994) S. 251-257
- Pflüger (2001):** Pflüger, J.: *Was machen wir, wenn wir gewonnen haben sollten?* In: FIF-Kommunikation 4/2001, S. 16-18
- Prasse, Rittgen (1998):** Prasse, M.; Rittgen, P.: *Bemerkungen zu Peter Wegners Ausführungen über Interaktion und Berechenbarkeit*. In: Informatik-Spektrum 21 (1998) S. 141-146
- Preuss-Lausitz, Schaeffer, Quitzow (1976):** Preuss-Lausitz, U.; Schaeffer, B.; Quitzow, W. (Hrsg.): *Fachunterricht und politisches Lernen. Beiträge zur erfahrungsorientierten politischen Bildung an Gesamtschulen*. Beltz Verlag, Weinheim Basel, 1976
- Rammert (1993):** Rammert, W.: *Technik aus soziologischer Perspektive: Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele. Ein Überblick*. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1993
- Rechenberg (1999):** Rechenberg, P.: *Mythen und Fetische des Computerzeitalters. Ein Plädoyer für selbständiges Denken*. In: LOG IN 19 Heft 2 (1999) S. 28-33
- Richtlinien Mathematik NRW (1963):** Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Richtlinien für den Unterricht in der höheren Schule. Mathematik*. Henn, Ratingen, 1963
- Richtlinien NRW (1981):** Der Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Richtlinien Informatik. Gymnasiale Oberstufe*. Verlagsgesellschaft Ritterbach, Frechen, 1981
- Rissberger (1986):** Rissberger, A. u. a. (Hrsg.): *Informationstechnische Grundbildung*. Klett, Stuttgart, 1986

- Rolf (2001):** Rolf, A.: „Auf der Suche nach dem Kitt der I&G-Community“. In: In: FIfF-Kommunikation 4/2001, S. 55-58
- Ropohl (1979):** Ropohl, G.: *Eine Systemtheorie der Technik - Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*. München Wien, 1979
- Schelhowe (1997a):** Schelhowe, H.: *Das Medium aus der Maschine: zur Metamorphose des Computers*. Campus Verlag, Frankfurt a. M. New York, 1997
- Schelhowe (1997b):** Schelhowe, H.: *Verstehen, um zu gestalten: Informatikunterricht und Medienerziehung*. In: [Hoppe, Luther (1997)] S. 63-76
- Schelhowe, Nake (1994):** Schelhowe, H.; Nake, F.: *Der Computer als instrumentelles Medium*. In: Nake, F. (Hrsg.): *Zeichen und Gebrauchswert. Beiträge zur Maschinisierung von Kopfarbeit*. Bericht Nr. 6 des Fachbereichs Mathematik/Informatik der Universität Bremen, Juli 1994, S. 15-28
- Schinzel (2001):** Schinzel, B.: *Informatik im Kontext der Genderforschung in Technik und Naturwissenschaft*. In: FIfF-Kommunikation 4/2001. S. 19-28
- Schubert (1995):** Schubert, S. (Hrsg.): *Innovative Konzepte für die Ausbildung*. Springer, Berlin Heidelberg New York u. a., 1995
- Schreiber (1979):** Schreiber, A.: *Universelle Ideen im mathematischen Denken – ein Forschungsgegenstand der Fachdidaktik*. In: *Mathematica didactica* 2 (1979), S. 165-171
- Schreiber (1983):** Schreiber, A.: *Bemerkung zur Rolle universeller Ideen im mathematischen Denken*. In: *Mathematica didactica* 6 (1983), S. 65-76
- Schulte (2003):** Schulte, C.: *Lehr-Lernprozesse im Informatik-Anfangsunterricht. Theoriegeleitete Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zur Objektorientierung in der Sekundarstufe II*. Dissertation. Paderborn 2003
- Schulz (1987):** Schulz, W.: *Ohne Arbeitslehre – ungebildet? Die polytechnisch-ökonomisch-ökologische Dimension der Allgemeinbildung in der demokratischen Industriegesellschaft*. In: Oberliesen, R. (Hrsg.): *Allgemeinbildung und Arbeit, Technik, Wirtschaft im Unterricht – Innovationen in Curriculum und Schulpraxis*. Oldenburg. München. 1987
- Schulz-Zander (1978):** Schulz-Zander, R.: *Analyse curriculärer Ansätze für das Schulfach Informatik*. In: Arlt, W.: *EDV-Einstz in Schule und Ausbildung. Modelle und Erfahrungen. Datenverarbeitung i Bildungswesen. Band 1, München, 1978, S. 40-49*
- Schweiger (1992):** Schweiger, F.: *Fundamentale Ideen. Eine geistesgeschichtliche Studie zur Mathematikdidaktik*. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* (1992) S. 199-214
- Schwill (1991):** Schwill, A.: *Didaktik der Informatik. Skriptum zur gleichnamigen Vorlesung im Hauptstudium an der U/GH Paderborn, SS 91*
- Schwill (1993):** Schwill, A.: *Fundamentale Ideen der Informatik*. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 25 Heft 1 (1993) S. 20-31.

- Schwill (1999):** Schwill, A. (Hrsg.): *Informatik und Schule. Fachspezifische und fachübergreifende didaktische Konzepte*. Springer, Berlin Heidelberg New York u. a., 1999
- SCJ (1986):** Schulcomputer-Jahrbuch 1986. Informationstechnologien in der Schule. Zusammengestellt von StD Rüdiger Baumann. J. B. Metzler, Stuttgart, B. G. Teubner, Stuttgart.
- Ternoth (1990):** Ternorth, H.-E.: *Neue Konzepte der Allgemeinbildung*. In: Heymann, H.-W.; van Lück, W. (Hrsg.): *Allgemeinbildung und öffentliche Schule: Klärungsversuche*. IDM, Bielefeld, 1990
- Tully (1994):** Tully, C. J.: *Lernen in der Informationsgesellschaft. Informelle Bildung durch Computer und Medien*. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1994
- Weber (1988):** Weber, M.: *Gesammelte Aufsätze zur Soziologie und Sozialpolitik*. Hrsg. von Marianne Weber. J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen, Uni-Taschenbuch 1494
- Wegner (1997):** Wegner, P.: *Why Interaction is more powerful than algorithms*. In: CACM 40 (1997), S. 81-91
- Weizenbaum (1994):** Weizenbaum, J.: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Suhrkamp TB, Frankfurt a. M., 1994, 9. Aufl.
- von Weizsäcker (1979):** von Weizsäcker, C. F.: *Die Einheit der Natur: Studien*. Hanser, München, 1979, 5. Aufl.
- Whitehead (1962):** Whitehead, A. N.: *Die Gegenstände des mathematischen Unterrichts*. In: Neue Sammlung 2 (1962) S. 257-266
- Wilkens (2000):** Wilkens, U.: *Das allmähliche Verschwinden der informationstechnischen Grundbildung. Zum Verhältnis von Informatik und Allgemeinbildung*. Shaker, Aachen, 2000
- Wilkens, Nake (1995):** Wilkens, U; Nake, F.: *Das ästhetische Labor – ein Beitrag zur informationstechnischen Lehrerbildung*. In: [Schubert (1995)] S. 327-336
- Wingert, Riehm (1985):** Wingert, B.; Riehm, U.: *Computer als Werkzeug. Anmerkungen zu einem verbreiteten Mißverständnis*. In: Rammert, W.: *Technik und Gesellschaft Jahrbuch 3*. Campus Verlag, Frankfurt a. M., 1985, S. 107-131