



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte
FZKA 5556

**Technikgeneseforschung
als Technikfolgen-
abschätzung:
Nutzen und Grenzen**

M. Schlese

Abteilung für Angewandte Systemanalyse

Mai 1995

FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 5556

Technikgeneseforschung als Technikfolgenabschätzung:

Nutzen und Grenzen

Michael Schlese

Abteilung für Angewandte Systemanalyse

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

1995

Als Manuskript gedruckt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

ISSN 0947-8620

Zusammenfassung

Die Soziologie der Technik hat es mit sozialen Aspekten des theoretischen Entwurfs (Invention), der praktischen Entwicklung (Innovation) und der Diffusion von Techniken zu tun. Soziale Aspekte der technischen Entwicklung - als "Technikgenese" - sind dabei, mit den Augen des Soziologen gesehen, in die Definition technischer Funktionalität eingeschlossen. Die soziale Definition technischer Funktionalität verursacht auf der einen Seite eine Offenheit der Prozesse der technischen Entwicklung. Auf der anderen Seite versucht eine Soziologie der Technikgenese einige Aspekte der technischen Entwicklung vorherzusagen und zu gestalten. Es gibt einen Widerspruch zwischen der These der Offenheit der Entwicklung und dem Interesse der Techniksoziologie an Vorhersage und Gestaltung. Die Theorie der Techniksoziologie löst diesen Widerspruch mit Hilfe von Konstruktionen wie "Leitbild" und die diskursive Gestaltung von Techniken oder Kanälen des technischen Fortschritts. Doch die Konstruktionen sind gegenwärtig noch unbefriedigend: Die Kanäle hängen von einer zu großen Zahl von sozialen Faktoren ab, um eine konkrete Entwicklung erklären zu können; ein Leitbild hängt vom Glauben der Gestalter ab, der durch andere Akteure nicht gesteuert werden kann; die diskursive Technikgestaltung, die verschiedene soziale Gruppen einschließt, ist durch die Möglichkeiten von Kommunikationsprozessen beschränkt.

Research on the Genesis of Technology as Technology Assessment: Benefits and Limits

Abstract

The sociology of technology is concerned with social aspects of the theoretical design (invention), practical development (innovation) and diffusion of technologies. In the eyes of sociologists, the social aspects of technological development in the shape of "genesis of technology" are included in the definition of technological functionality. On the one hand, the social definition of technological functionality is responsible for openness of the processes of technological development. On the other hand, a sociology of technological genesis attempts to forecast and shape certain aspects of technological development. There is a contradiction between the thesis of openness of development and the interests of the sociology of technology in forecasting and shaping. The theory of sociology of technology solves this contradiction with the help of such constructions as "Leitbild" (guiding vision) and the discursive determination of technologies or channels of technological progress. However, these constructions are at present still unsatisfactory: the channels depend on too great a number of social factors to be able to explain a concrete development; a guiding vision depends on the beliefs of designers, which are beyond the control of other actors; the discursive shaping of technology involving various social groups is bounded by the possibilities of communication processes.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkungen	1
2. Das Forschungsfeld "Technikgenese": Historische und systematische Motive der Technikgeneseforschung	1
2.1 Die Selbstdarstellung der Technikgeneseforschung	1
2.2 Die Praxis der Forschung	3
2.3 Der Hintergrund der Forschung	6
3. Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung als Ausdruck einer Soziologisierung der Gesellschaft	7
3.1 Die Verflüssigung von Sprache und Realität	7
3.2 Die Soziologisierung von Wissenschaft und Technik	9
3.3 Die Soziologisierung und der Konstruktivismus	13
3.4 Die Technik als eigener Forschungsgegenstand neben der Wissenschaft	16
3.5 Technik aus systemtheoretischer Sicht	18
4. Theoretische und methodische Probleme der Technikgeneseforschung: Technikbegriff, Prognose und Folgen	20
4.1 Der soziologische Technikbegriff	20
4.2 Vorstellungen von technischer Evolution	22
4.3 Der Neo-Determinismus der Geneseforschung	23
4.4 Technik als funktionierende Simplifikation	27
4.5 Technikgenese und ihre Folgen: Erklärungen und Prognosen	29
5. Unabweisbare Paradoxien von Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung ?	40
5.1 Die Paradoxien	40
5.2 ... und ihre Auflösung	41
5.3 Leitbilder und Pfade der Entwicklung	44

6. Probleme der Steuerung und Anwendung: Der praktische Bezug von Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung	47
6.1 Die (unmögliche) Steuerung der technischen Entwicklung	47
6.2 Diskursive Einflußnahme statt leitbildförmige Steuerung	49
7. Zusammenfassung	51
7.1 Die Elemente der Technikgeneseforschung	51
7.2 Die Technikgeneseforschung und das re-entry-Problem der Sozialwissenschaften	53
Literaturverzeichnis	56

1. Vorbemerkungen

In dieser Studie geht es um die Technikgeneseforschung als ein Element einer Technikfolgenabschätzung. Den Schwerpunkt lege ich auf die systematische Darstellung von Grundannahmen der Technikgeneseforschung (vgl. Rammert 1991a-g, 1992a-e, 1993a-c, Dierkes 1989, 1990a-d, 1991, Dierkes/et al. 1992, Dierkes/Hoffmann 1992, Dierkes/Marz 1990). Dabei habe ich mich auf vergleichsweise wenige, mir einschlägig erscheinende deutschsprachige Quellen gestützt. Logischer Ausgangspunkt meiner Überlegungen ist ein soziologischer Technikbegriff, der mit den Differenzen "physikalischer / semiotischer Gegenstand" und "technologische Chance / regulative Semantik" arbeitet. Der Begriff impliziert ein Modell technischer Funktionalität, das man auf den Nenner bringen kann:

Wo die verschiedenen (physikalischen, sozialen, psychologischen etc.) Einsprüche der Realität' verstummen, hat eine technische Anwendung die Chance, sich zu stabilisieren; alles andere (die konkrete Gestalt der Technik) ist demgegenüber kontingent.

Das Modell selbst impliziert die Idee der "Technik als Prozeß". D.h., daß eine Technik nie eigentlich fertig ist und wie ein "offenes Kunstwerk" (Eco) immer wieder neu angeeignet werden muß. Technikgenese und Technikfolgen sind dadurch in der Zeitdimension relativ zueinander. Aus den Überlegungen kann die Annahme einer im Prinzip unbegrenzten Technikgenese als das Zusammenwirken von Übersetzungs- und Aushandlungsprozessen (vgl. Rammert 1993c) abgeleitet werden. Daraus kann außerdem die Idee abgeleitet werden, Technikfolgenforschung müsse sich auf die nicht-intendierten Wirkungen nicht-intendierter Ursachen, nämlich in Gestalt des technologischen Wandels in der gesellschaftlichen Anwendung einer Technik, beziehen. Beide Forschungsfelder - Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung - sind so auf der Modellebene nicht nur kompatibel, sondern partiell auch identisch. Freilich lassen sich pragmatische Komplementaritäten der Felder erkennen: einmal hinsichtlich des Zeithorizontes, zum zweiten der vorausgesetzten Schließung des technologischen Entwicklungsprozesses, zum dritten hinsichtlich der professionellen Grenzen der gegenseitigen Annäherung beider wissenschaftlicher Programme. An deren Stellungnahme zum Problem der Steuer- bzw. Beeinflußbarkeit der technischen Entwicklung wird das besonders deutlich.

2. Das Forschungsfeld "Technikgenese": Historische und systematische Motive der Technikgeneseforschung

2.1 Die Selbstdarstellung der Technikgeneseforschung

Man kann dieser Studie mangelnde Empiriehaltigkeit bzw. eine konzeptionelle "Überlast" vorhalten. Diese Kritik ist zutreffend. Und ihr kann ich nicht mit einer

Auflistung von Artikeln und Projektergebnissen begegnen. Dabei würde eine solche Liste zeigen, daß sich außerhalb des deutschen Sprachraumes viel mehr in Sachen Technikgeneseforschung tut als aus der Perspektive professioneller Kritiker auf Seiten der Technikfolgenabschätzung wahrgenommen wird. Für die systematische Durcharbeitung der Studien fehlt weitgehend ein konsensfähiges Konzept. Vgl. aber neben der im einzelnen genannten Literatur Alemann et al. 1987, Asdonk et al. 1990a, b und 1991, Bamme et al. 1988, Beck-Gernsheim 1992, Becker-Schmidt 1991, Bender/Grassl 1991, Berger 1991a, Bieber/Möll 1989, Biervert 1990, Braun 1993, Bugl 1992, Döhl 1989, Fleischmann/Esser 1989, Fuchs 1993, Grundmann 1992b, Hack 1987, Hellige 1990b, Herbold et al. 1991, Hochgerner 1989, Joerges 1991b, Kluge/Schmicke 1989b, Knie 1990, Mai 1993c, Manz 1989, Ortmann 1987, Ropohl 1991d, Schneider 1991, Strangmeier 1992b, Weyer 1993c, 1994a. Die Entwicklung des Forschungsfeldes der "Technikgenese" wird überlagert von Grundlagendebatten in der Soziologie, was für die frühe Phase eines Arbeitsgebietes nicht untypisch ist. Um aus dieser Lage mittels vorzeigbarer empirischer Ergebnisse heraus zu kommen, braucht die Technikgeneseforschung mehr Mittel. Um mehr Forschungsmittel zu erhalten, muß die Forschung um Verbündete werben. Solche potentielle Verbündete sind die Technikfolgenabschätzer (vgl. Dierkes/Marz 1990, Rammert 1991g, 1992d, Rammert/Schlese 1992). Die aber wehren sich - so scheint es mir - gegen die Einmischung der Geneseforscher (vgl. Bechmann/Gloede 1993).

Für die Selbstdarstellung der Technikgeneseforschung in Deutschland ist der Sammelband von Werner Rammert "Technik aus soziologischer Perspektive" (Rammert 1993c), darunter besonders die Aufsätze "Plädoyer für eine Technikgeneseforschung. Von den Folgen der Technik zur sozialen Dynamik technischer Entwicklungen", S. 47-64, und "Technikgenese. Stand und Perspektiven der Sozialforschung zum Entstehungszusammenhang neuer Technik", S. 29-46, wichtig. Eine im Anspruch ähnliche, im Detail jedoch abweichende und einflußreiche Position zur Technikgeneseforschung ist bei Meinolf Dierkes: "Technikgenese in organisatorischen Kontexten" (Dierkes 1989) dargestellt. Neue Entwicklungslinien sozialwissenschaftlicher Technikforschung zeichnen Meinolf Dierkes, Ute Hoffmann und Lutz Marz in "Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen" (1992). Rammert nehme ich für meine Ausführungen zur Grundlage. Auf Dierkes gehe ich im Zusammenhang der Untersuchung von "Leitbildern" der technischen Entwicklung näher ein. Eine Darstellung der Beziehung von Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung findet sich außerdem in der Studie von Thomas Manz: "Technikgenese - die sozialen Prozesse und Einflußgrößen der Entstehung moderner Produktionstechniken" (1989). Kritisches über den Anspruch der Technikgeneseforschung, Probleme der Technikfolgenabschätzung lösen zu wollen, kann man in einem Literaturbericht von Gotthard Bechmann und Fritz Gloede mit dem Titel "Technikfolgenabschätzung - Gegen ihre Liebhaber verteidigt - eine Sammelrezension" (1993) nachlesen. Hier sind Arbeiten erwähnt, auf die ich mich stütze. Übersichten zur Technikgeneseforschung i.w.S. enthalten die Studien von Reinhard L. F. Strangmeier (unter

Mitarbeit von Monika Setzwein und Hanno Petras, mit einem Beitrag von Martin Rost): "Technikgenese. Zu Stand und Perspektiven einer sozialwissenschaftlichen Technikforschung" (1992) und von Wolfhard Weber: "Naturwissenschafts- und Technikgeschichte in Deutschland, 1989 - 1992" (1993). Es gibt darüber hinaus verschiedene technikgenetische Studien, die eine breitere Aufmerksamkeit gefunden haben. Dazu gehören Studien zum Dieselmotor bzw. zur Schreibmaschine (Knie 1989a, 1989b, 1991, 1992a, 1992b, Knie/Buhr 1992), zur deutschen Raumfahrt (Weyer 1989, 1990, 1992a-c, 1993a-d, 1994a,b), zur Kerntechnologie (Radkau bzw. Kernenergiepolitik, vgl. Keck 1993), zum Telefon (Rammert 1993c) und zu ausgewählten Informationstechnologien (Bickenbach et al. 1985, Brödner 1992, Gerpen et al. 1991, Grupp/Schöring 1990, 1991, Heimer 1991, Hellige 1990a, 1990b, 1992, Hoffmann 1987, Klumpp/Rose 1991, Krämer 1988, 1991a-c, Kubicek/Rolf 1986, Petzold 1985, Rammert et al. 1993, Röske 1987, Schmidt/Werle 1992, Schneider/Werle 1991, Steinmüller 1986, Werle 1993), zum Maschinenbau (Kalkowski/Manske 1993) oder zum Rundfunk (Diller 1988).

2.2 Die Praxis der Forschung

Wir können von technikgenetischen Studien im engeren Sinne solche Studien unterscheiden, die neben einem technikgenetischen Aspekt einen eher innovationsökonomischen, technikgeschichtlichen, gestalterischen Aspekt oder Probleme der Technikfolgen in den Mittelpunkt stellen. Für die Technikgeneseforschung im engeren Sinne ist das Projekt: "Technikgenese in organisatorischen Kontexten. Zur Bedeutung von Organisationskulturen und Konstruktionstraditionen in der Entwicklung des Motorenbaus und der mechanischen Schreibtechniken" ein Beispiel, das von Andreas Knie, Lutz Marz, Regina Buhr, Janette Hofmann und Weerf Canzler bearbeitet wird. Dessen Leiter ist Meinolf Dierkes. Institutionell angebunden ist dieses Projekt am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung und an der Technische Universität Berlin, FB 02 Gesellschafts- und Planungswissenschaften, Institut für Soziologie. Es läuft von November 1990 bis voraussichtlich Oktober 1995 (vgl. Dierkes 1990a, 1990b, 1991, Dierkes et al. 1992). Ein zweites Beispiel ist das Projekt: "Technikgenese, Entwicklungsmuster und Gestaltungsprinzipien von Daten-, Rechner- und Informationsnetzen im Vergleich mit traditionellen Telekommunikationstechniken", das Hans Hellige an der Universität Bremen, Forschungszentrum Arbeit und Technik (artec) von Januar 1991 bis Dezember 1995 bearbeitet (vgl. auch Hellige 1990a, 1990b).

Zur technikgenetischen Forschung mit stark politikwissenschaftlichem Akzent gehört das Projekt: "Raumfahrt in der Bundesrepublik Deutschland (1969-1987): Geschichte, Strukturen, Innovationspotentiale", an dem Carsten Krück und Hendrik Wengeler unter Leitung von Johannes Weyer an der Universität Bielefeld, Fakultät für Soziologie, von März 1990 bis Februar 1992 arbeiteten. Es hatte einen Vorläufer unter dem Titel: "Soziale Innovation und Technikkonstruktion am Beispiel der Raumfahrt in der Bundesrepublik Deutschland (1945-1965)", bear-

beitet von Johannes Weyer von Februar 1989 bis Oktober 1990 (vgl. Weyer 1990, 1992a, 1992c, 1993a, 1993b). Ein nächstes Beispiel mit technikgestalterischem Aspekt ist das Projekt: "Konstruktion und Anwendung von Expertensystemen - Folgen für Wissen, Kommunikation und Organisation (WKO-Projekt)", an dem Michael Schlese und Josef Wehner unter Leitung von Werner Rammert und Rüdiger Weingarten an der Freien Universität Berlin, FB Philosophie und Sozialwissenschaften 01, Institut für Soziologie WE 02, und an der Universität Bielefeld, Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft, von Januar 1990 bis Dezember 1992 gearbeitet haben (vgl. Rammert 1991b, f, 1992a, 1992b, 1992c, 1992e, 1993b und Rammert/et al. 1993, Schlese 1992, 1993a, 1993b, Weingarten 1991). Ein anderes Projekt ist thematisch ähnlich gelagert. Es weist aber einen stärkeren Bezug zur Technikfolgenabschätzung auf. Sein Titel ist "Expertensysteme und konventionelle Datenverarbeitung zwischen Anwendung und Entwicklung. Ein Beitrag zur Technikgenese und -folgenabschätzung (Technikfolgenabschätzung) der Softwarekrise". Die Bearbeiter waren Reinhard Bachmann, Susanne Ziegler und der Leiter Thomas Malsch (vgl. Malsch 1991, Malsch/Ziegler 1991). Das Projekt lief an der Universität Dortmund, FB Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Lehrstuhl Technik und Gesellschaft, von April 1990 bis März 1993. Ein Beispiel, das allgemeine Aspekte der Technikforschung darstellt, ist das Projekt: "Die sozialen Orientierungsmuster der Technikgenese und -innovation. Eine theoretische und empirische Analyse", bearbeitet von Hans Grassl und Markus Luig. Die Leiterin war Christiane Bender an der Universität Augsburg, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Institut für Sozioökonomie, LS Soziologie und empirische Sozialforschung. Das Projekt lief von Juli 1991 bis Dezember 1992 (vgl. Bender/Grassl 1991). Ein weiteres Beispiel betrifft die Analyse der Technikgeneseforschung selbst. Das Projekt lief unter dem Titel "Technikgeneseforschung". Es wurde von Reinhard Strangmeier unter der Leitung von Lars Clausen und Hans-Werner Prahl an der Universität Kiel, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Institut für Soziologie, von September 1990 bis März 1992 bearbeitet.

Die Beziehung von Technikfolgenabschätzung und Technikgeneseforschung akzentuieren andere Projekte stärker. Dazu gehört als erstes Beispiel das Projekt: "Neue Rationalisierungsstrategien und zwischenbetriebliche Vernetzung - gesellschaftliche Fragen 'rechnergestützter Logiksysteme'". Seine Bearbeiter waren Norbert Altmann, Manfred Deiss, Volker Döhl und Dieter Sauer am Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e. V. in München von November 1986 bis Oktober 1989. Ein weiteres Beispiel, das eher diskursanalytisch orientiert ist, stellt das Projekt: "Technikfolgen für die deutsche Sprache am Beispiel der sogenannten Reproduktionsmedizin" dar, das von Alexander Geh, Marion Grabka und Horst Dieter Schlosser an der Universität Frankfurt, FB 10 Neuere Philologien, Institut für Deutsche Sprache und Literatur, 02 Sprechwissenschaftlicher Arbeitsbereich, von Juli 1986 bis Dezember 1988 bearbeitet wurde. Das nächste Beispiel weist einen Bezug zur Familiensoziologie auf. Hier geht es um die "Möglichkeiten und Grenzen der Technisierung des Familienalltags". Die Bearbeiterinnen sind Sibyl-

le Meyer und Eva Schulze an der Technische Universität Berlin, FB 02 Gesellschafts- und Planungswissenschaften, Institut für Soziologie, zusammen mit dem Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS - (Paris). Es läuft von Juli 1992 bis Juni 1994. Ein viertes Beispiel ist alltagssoziologisch orientiert. Das Projekt trägt den Titel: "Technisierung des Alltags. Eine techniksoziologische Reflexion in handlungstheoretischer Perspektive". Der Bearbeiter war Leo Hennen unter der Betreuung von Karl Heinz Hörning im Rahmen der Programmgruppe "Mensch, Umwelt, Technik" des Forschungszentrums Jülich von Oktober 1986 bis Juni 1990. Als ein Beispiel für den Zusammenhang von Technikgestaltung und Technikgenese sei hier das Projekt "Technikgestaltung als Lernprozeß - Projektmanagement in der Automobilindustrie" genannt, an dem von Juli 1989 bis Juni 1992 Christoph Gillessen, Jürgen Schmidt-Dilcher und Ilse Schütte unter Leitung von Niels Beckenbach und Werner van Treeck an der Gesamthochschule-Universität Kassel, FB 06 Angewandte Sozialwissenschaften, Rechtswissenschaft, Arbeitsgruppe Rationalität des Ingenieurhandelns, gearbeitet haben.

Die Technikgeneseforschung ist darüber hinaus mit Fragen der Technikgeschichte verbunden. Das erste Beispiel dazu stellt wieder eine diskursanalytische Orientierung dar. Es geht dabei um "Bildung zwischen Rationalität und Moralität. Kritisch-systematische Untersuchungen zur Bildungstheorie in ihrer Relation zur Technik und zum technischen Handeln". Der Bearbeiter war Jürgen Rekus an der Universität Hildesheim, FB 01 Institut für Pädagogik, Lehrgebiet Schulpädagogik, von April 1986 bis April 1991. Ein zweites, ebenfalls diskursanalytisch orientiertes Beispiel sprengt die Perspektive der Soziologie. Hier geht es um die "Geschichte der Technikphilosophie in der DDR". Der Bearbeiter war W. Ch. Zimmerli an der Technische Universität Braunschweig, FB 09 Erziehungswissenschaften, Seminar B für Philosophie, von Januar 1985 bis Dezember 1987. Stärker auf soziologische Fragestellungen zur Technik (und nicht zu den gesellschaftlichen Bedingungen ihrer Reflexion) ist ein Projekt unter dem Titel: "Zur Sozialgeschichte der Haushaltstechnik im 20. Jahrhundert" bezogen. Die Bearbeiter waren Herrad-Ulrike Bussemer, Barbara Orland und Rolf Kreibich unter Leitung von Sibylle Meyer und Eva Schulze am Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung von Oktober 1984 bis Oktober 1987.

Neben den Bezügen zur Technikfolgenabschätzung, Technikgestaltung und zur Technikgeschichte gibt es auch solche zur ökonomisch orientierten Innovationsforschung. Ein erstes Beispiel dafür ist das Projekt: "Entwicklungslinien der Haushaltstechnologie: Unternehmerische Innovationen und Institutionalisierungsprozesse", das von Thomas Heimer und Martina Reichenwallner unter der Leitung von Gerd Fleischmann und Wolfgang Glatzer an der Universität Frankfurt, FB 03 Gesellschaftswissenschaften, WBE Produktion, Sozialstruktur, von Februar 1993 bis Februar 1997 bearbeitet wird (vgl. auch Glatzer/Hübinger 1987). Ein weiteres Beispiel ist das Projekt: "Gesellschaftliche Bedingungen der Produktinnovation. Ein internationaler Vergleich zur Technikgenese am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus in Japan und in der Bundesrepublik Deutschland".

Die Bearbeiter sind Otfried Mickler und Norbert Altmann an der Universität Hannover, FB Geschichte, Philosophie und Sozialwissenschaften, Institut für Soziologie, bzw. am Weiterbildungsstudium Arbeitswissenschaft. Ein drittes Beispiel stellt das Projekt "Die Interdependenz zwischen Wirtschaft und Technik - Eine sozialökonomische Analyse" dar, das von Gerhard Kobel unter Betreuung von Ruth Endress an der Universität Stuttgart, Fakultät 08 Geschichts-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Betriebswirtschaftliches Institut, Abteilung 03 Wirtschaftstheorie und Betriebssoziologie, von Januar 1985 bis Dezember 1990 durchgeführt wurde.

2.3 Der Hintergrund der Forschung

Die genannten Beispiele erheben keinen Anspruch auf Repräsentativität. Was eine Übersicht anbetrifft, so sei hier noch einmal auf Strangmeier et al. (1992) verwiesen. Ich wollte nur auf die Spannbreite der Fragestellungen hinweisen, die man mit dem Thema "Technikgenese" im weitesten Sinne verbinden kann. Im folgenden wird sich die Perspektive auf systematische Fragen der Technikgenese verengen. Zuvor aber eine kursorische Bemerkung zur Forschung in Deutschland. Das wichtige Standbein der Technikgeneseforschung am Wissenschaftszentrum in Berlin (vgl. u.a. Braun/Joerges 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, Braun 1988a, 1988b, 1989, 1991, 1992, 1993, Braun et al. 1990, Daehle 1993, Dierkes 1989, 1990a-d, 1991, Dierkes/Hoffmann 1992, Dierkes et al. 1992, Dierkes/Marz 1990, Ekardt 1993, Feuerstein 1990, Grothe 1993, Grundmann 1992a, 1992b, Helmers/Knie 1990, Hoffmann 1987, Joerges 1988, 1989b-c, 1990, 1992a, 1992b, 1993a, 1993a, 1993b, Knie 1989a, 1989b, 1990, 1991, 1992a, 1992b, Kornwachs 1993, Radkau 1991) ist das zunächst unbeabsichtigte Resultat des (gescheiterten) Versuchs der Institutionalisierung einer Dauerbeobachtung des technischen Wandels. Auf dem Umweg eines von Meinolf Dierkes initiierten Forschungsgedankens zur gesellschaftlichen Steuerung des technischen Fortschritts (Dierkes 1990d) entstand das Konzept zur Untersuchung dieses Wandels aus der Perspektive seines Entstehungskontextes.

Dieses setzt sich bewußt von der Folgenforschung ab, die - aus der Perspektive der Geneseforscher - die jeweilige Technik als gegeben und ihren eigenlogischen Entwicklungslinien folgend ansieht.

Darin liegt natürlich eine Stilisierung der "gegnerischen" Ansichten (siehe dazu Bechmann 1992). Dabei spielt ein akademisches Interesse eine entscheidende Rolle. Es geht um die Auseinandersetzung mit dem Technikdeterminismus, der eine zeitlang die gesellschaftstheoretischen Debatten mitgeprägt hat. Das rührt sicher von der zentralen Stellung marxistischer Theoreme in der jüngeren Vergangenheit her, deren Produktivkraftlogik technizistisch verengt gesehen wurde.

Die Auseinandersetzung mit dem Technikdeterminismus bezieht sich auf empirisches Material zur Geschichte einzelner Techniken. Das bringt unweigerlich Probleme mit den Historikern. Die Beziehung Soziologie-Geschichte ist hier zweischneidig zu interpretieren: Einerseits sind für die Historiker die Fakten der Geneseforscher zu sehr durch die der Forschung zugrunde gelegten Modelle vergrößert. Andererseits zeigen die empirischen Fallstudien, wie artifiziell die Dokumente sind, mit denen es Historiker in der Regel zu tun haben. Das betrifft besonders Berichte zu berühmten Erfindungen oder besonders innovativen Forscherpersönlichkeiten. Diese Lage ist durchaus allgemeiner Natur. Dabei wird man den Eindruck nicht los, daß dadurch oft verursachte Mißverständnisse zwischen Historikern und Soziologen durch die institutionalisierten Felder der Forschung vorprogrammiert sind. Das hat mit dem Interesse an Forschungsgeldern zu tun.

Sicher gilt das auch für die Auseinandersetzung um eine Technikgeneseforschung als Element der Technikfolgenabschätzung - hier sei besonders Rammert genannt. Einerseits bringt diese Orientierung einen Anpassungsprozeß an die vorgegebene Forschungslandschaft zum Ausdruck. Andererseits steckt dahinter der Versuch, sich von dem rein akademischen Interesse an Innovationsprozessen zu verabschieden und gesellschaftlich wirksam zu werden. Diesen Anspruch hat die Technikfolgenabschätzung auch. So sind hier Verteilungskonflikte um finanzielles und symbolisches Kapital nur zu wahrscheinlich.

3. Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung als Ausdruck einer Soziologisierung der Gesellschaft

3.1 Die Verflüssigung von Sprache und Realität

Die sozialwissenschaftliche Technikforschung im allgemeinen und die Geneseforschung im besonderen können als der Ausdruck einer "Soziologisierung der Gesellschaft" verstanden werden. Dahinter steckt die Verarbeitung der spezifisch modernen Erfahrung von Kontingenzen, die bspw. Gefahr zu Risiko (vgl. Bechmann 1991) umdefiniert, ohne daß eine transzendente Möglichkeit der Folgenkompensation zur Verfügung stünde. In diesem Klima gedeiht die Technikfolgenabschätzung. In diesem Klima haben es eine Technikfolgenabschätzung wie eine Technikgeneseforschung, die gesetzesartiges Wissen produzieren möchten, aber auch schwer. Beide haben mit einem Determinismusverdacht zu kämpfen. Die Technikgeneseforschung ist in ihren inneren Widersprüchen Ausdruck dieser Lage:

Als Produkt radikaler Soziologisierung und soziologisch informierter Kontingentsetzung trägt sie den Keim ihrer Infragestellung als Quelle verwertbaren Wissens (über die Art- und Weise, wie etwas Neues entsteht und sich durchsetzt) in sich.

Als Sozialwissenschaft weiß sie um die Kontingenz in den Wahlen ihrer Begriffe und um die systematische intentionale Folgenlosigkeit ihrer Ergebnisse. Sie muß diese Erfahrung in ihre Selbstbeschreibung integrieren - um nicht hinter das erreichte Niveau der Debatte ihres Fachgebietes zurückzufallen -, ohne daß sie dabei ihre sozial zugeschriebenen Eigenschaften als wissenschaftliches Forschungsfeld verlieren darf. Den geistesgeschichtlichen Hintergrund dieses Phänomens kann man - im Überflug - wie folgt charakterisieren: Ein vormodernes Konzept "gesellschaftsdeutenden" Wissens arbeitet mit einem Dualismus von nomos und logos. Dabei bedeutet "nomos" die von den Menschen im Angesicht einer göttlichen Ordnung gemachten Gesetze und "logos" die Gesetzeserkenntnis (: das Reden von Gott als von einer unveränderlichen Ordnung), die das Sein des Seienden widerspiegelt. Dieses Konzept ist der philosophische Reflex der theologischen (und rechtsdogmatisch vorbereiteten) Bestimmung des Menschen als Handelnder in Freiheit, der das göttliche Gesetz annehmen und verwirklichen kann oder nicht. Das moderne Konzept dagegen behauptet, in der hier gewählten Begrifflichkeit ausgedrückt, daß nomos zu logos hinführt: Gesellschaft kann als ein naturgesetzlicher Prozeß verstanden werden. Das nach-moderne Konzept, das wir hier im Auge haben, behauptet dann im Gegenzug: logos führt zu nomos hin. Die "Natur" selbst wird als ein gesellschaftliches Projekt verstanden. In einer - idealtypisch gemeinten - "ersten" Phase tritt die Technik an die Stelle von Naturerkenntnis im Sinne beschreibenden Wissens. Das findet im operationalistischen Konzept von Wissenschaft seinen Ausdruck (vgl. Krohn 1991). In einer "zweiten" Phase wird auch die Technik als sozial konstruiert angesehen.

Der feste Grund, den zunächst die beschreibende Erkenntnis, dann die Machbarkeit geliefert hatten, geht nun gänzlich verloren.

Dabei wird "Konstruktion" mit Hilfe der Untersuchung von Kommunikationsphänomenen gedeutet. Und die "Kommunikation" selbst findet ihre Deutung in einem "Differenzmodell". Diese Deutung kann am besten im Rahmen von Ergebnissen verstanden werden, die sich mit dem Begriffsapparat der analytischen Philosophie finden lassen. Die Erschließung der Bedeutung sprachlicher Ausdrücke, die eine Produktion derselben ist, ist demnach ein Prozeß der Explikation von "Hypothesen", die wir über das Ganze eines Textes bzw. einer Sprechsituation haben, und die mit Hilfe des so erschlossenen Textabschnittes bzw. der abgelaufenen Kommunikationssequenz korrigiert werden, um hernach abermals als Vorgriff auf die Bedeutung des Ganzen benutzt zu werden usw. (vgl. auch Eco 1985, S. 242). "Um einen bestimmten Text, welcher in der Sprache des Interpreten formuliert ist, deuten zu können, muß man von einer Annahme über die Intention des Autors ausgehen - ich will diese Annahme eine Oberhypothese nennen -, von der sich im Verlauf der Lektüre erweisen kann, daß sie falsch ist... Die korrekte Oberhypothese wäre allein über ein erfolgreiches Studium eben desjenigen Textes zu gewinnen, der selbst nur unter Zugrundelegung dieser noch nicht verfügbaren Oberhypothese verständnisvoll gelesen werden kann." (Stegmüller 1975, S. 70, Hervorhebungen von mir weggelassen) Um eine kommunikativ verwendete

sprachliche Äußerung zu verstehen, braucht man eine Hypothese über die Intention des Sprechers, die erst im Verlaufe des Gespräches überprüft werden kann; dabei nimmt der Verlauf des Gespräches eine Richtung, die - im Sinne einer Oberhypothese bei Stegmüller - von den Vorstellungen der Sprecher/Hörer (mit wechselnden Rollen) bestimmt ist. Sprecher/Hörer müssen außerdem, um sich verständigen zu können, auf Lebenswelten bzw. Kulturen Bezug nehmen, die selbst nur kommunikativ erschlossen werden können.

Jeder Kommunikant kann nie aus seiner je individuellen Beobachterrolle heraustreten. Das, was ich das "Identitätsmodell der Kommunikation" nennen möchte, geht nun davon aus, daß es subjektives Wissen geben muß, das die Kommunikanten - als die Beobachter anderer Beobachter - gemeinsam haben. Dieses bestimmt die intersubjektive Bedeutung, die Kommunikanten den sprachlichen Äußerungen bzw. Inschriften, die sie produzieren und interpretieren, zuordnen. Während das Identitätsmodell der Kommunikation intersubjektiv geteilte Bedeutungen voraussetzt und insofern verständigungsorientiert ist, soll sich ein "Differenzmodell der Kommunikation" dadurch auszeichnen, daß es das, wovon das Identitätsmodell ausgeht, als Resultat eines Prozesses betrachtet. Allerdings bleibt offen, wie (und ob!) die Differenz in den Bedeutungszuordnungen überwunden werden kann, wenn jede Kommunikation von Bedeutungszuordnungen Gebrauch machen muß, die korrekturbedürftig sind. Für den "Differenztheoretiker" (wie bspw. Luhmann einer ist) ist die Kommunikation ein rekursiver Beobachtungsprozeß (von Foerster). Dem im Lichte konstruktivistischen Denkens (s.u.) unaufgeklärten Realitätskontakt von Erkennen und Handeln entspricht das unaufgeklärte Phänomen der Verständigung. Es handelt sich um zwei Seiten einer Medaille: Semiose und Episteme. Dahinter stecken soziale Erfahrungen; zu diesen Erfahrungen gehört die zunehmende Rolle von wechselseitig schwer vermittelbaren Selbstbeschreibungen der Subsysteme einer Gesellschaft. Ich werde das weiter ausführen.

3.2 Die Soziologisierung von Wissenschaft und Technik

Nun darf man Technikfolgenabschätzung und Technikgeneseforschung nicht mit der Techniksoziologie identifizieren (vgl. Albach et al. 1991, Berger 1991b, Dang-Nguyen et al. 1993, Gloede 1992, Gloede/Paschen 1992, Grunwald et al. 1992, Kluge/Schmicke 1989a, Lutz 1989, Mai 1991c, Mai 1992a, Petermann 1992, Strangmeier 1992a). Obgleich es eine Tendenz seitens der Techniksoziologen gibt, Gebiete zu besetzen, die bisher eher als einer naturwissenschaftlichen Ingenieurwissenschaft bzw. konventionellen Technikgeschichte zugehörig gedacht wurden. Das hat mit der Konzentration techniksoziologischer Forschungen auf Informations- und Kommunikationstechnologien zu tun (vgl. etwa Berger 1991a, Bickenback et al. 1985, Dierkes/Hoffmann 1992, Floyd 1989a, Gerpen et al. 1991, Heimer 1991, Hellige 1992, Huber 1987, Klischewski 1989, Klumpp/Rose 1991, Krämer 1991a, Kubicek/Rolf 1986, Rammert 1993a, Rolf 1986, Schlese 1993a, 1993b). Gerade für diese Technologien bietet es sich an, bei der Untersuchung ihrer Einsatz-

bedingungen und gesellschaftlichen Folgen mit soziologischen Konzepten zu arbeiten. Das ist so, weil deren Einsatz in einer durchsichtigeren Art und Weise als bei anderen Techniken von den Kontexten der Organisation und dem Wissen der Nutzer abhängt (siehe bspw. Dudy 1990). Es wird sich erweisen müssen, ob die am Beispiel der Informations- und Kommunikationstechnologien i.w.S. entwickelten soziologischen Konzepte auch für "harte" Technologien taugen. Bei einer solchen "Soziologiesierung der Technik" spielt der linguistic turn innerhalb der Geistes- und Sozialwissenschaften die Rolle eines leitenden Konzeptes. Gesellschaftliche Erscheinungen werden als Kommunikationsphänomene wahrgenommen, und "Dinge" werden als Bedeutungsträger innerhalb gesellschaftlicher Kommunikation thematisiert. Dahinter stecken - wie gesagt - spezifisch moderne Erfahrungen in Gesellschaften, die funktional differenziert sind. Diese werfen das Problem der Koordination ihrer Teilbereiche auf.

Die soziologische Theorie hat auf das Problem der Koordination moderner Gesellschaften mit der Zentralisierung des Kommunikationsbegriffs als Beschreibungskategorie einerseits und mit einer Anpassung des Modells der Kommunikation (= "Differenzmodell") an das Fehlen vereinheitlichender gesellschaftlicher Kodes andererseits reagiert.

Dabei ist Kommunikation nicht mehr am Paradigma der Mündlichkeit orientiert. So ist es möglich, Kommunikations- und Zeichentheorie miteinander zu verbinden. Die dabei von der semiotischen Diskussion übernommene Zentralisierung der Rolle des Interpretieren einer Zeichenfunktion entspricht der Definition von Kommunikation als rekursive Beobachtung (s.o.). Die Techniksoziologie betont aus dieser Perspektive, daß der Sinn eines technischen Artefakts nicht diesem selbst anhaftet. Das Artefakt ist nur ein Interpretationsangebot. Die Interpretation ist darüber hinaus ein notwendiger Bestandteil der Funktionalität von Technik. Das sachtechnische Artefakt stellt ein Möglichkeitsfeld dar. Die darin eingeschriebenen Nutzungskonzepte der Entwickler determinieren nicht die Art und Weise, wie das Feld "ausgelesen" und die Möglichkeiten angeeignet werden.

So ist es naheliegend, technische Artefakte nicht nur als künstlich erzeugte physikalische Gegenstände, sondern auch als Bedeutungsträger in sozialen Zusammenhängen wahrzunehmen. Es beginnt sich damit ein originär soziologischer Begriff von Technik auszubilden. Dabei spielt auch der Risikodiskurs eine gewisse Rolle (vgl. Bechmann 1991, Bechmann/Rammert 1992): Wie vor allem Perrow gezeigt hat, sind die Funktionstüchtigkeit und die Störanfälligkeit großer technischer Aggregate nicht zu verstehen, ohne daß man das Stützungsverhältnis zwischen den vernetzten Gegenständen, die z.B. ein Kraftwerk als System darstellt, und den Bedienern versteht. Das trifft sich mit Ergebnissen jener Untersuchungen, die im Kontext der Humanisierungsdebatte auf der einen und der industriesoziologischen Erforschung einer "neuen Arbeitsteilung" auf der anderen Seite erfolgt sind. Diese haben die Bedeutung des Benutzerwissen (bzw. des Könnens als implizites Wissen) für die Funktionstüchtigkeit einer Technik offengelegt.

Technische Funktionalität wird also an das Wissen der Benutzer gebunden. Dabei wird die Sachtechnik zu einem semiotischen Gegenstand, wenn der Sinn der Funktion von den Nutzern erschlossen, interpretiert werden muß, um eine Funktion realisieren zu können. Aber auch das Wissen der Nutzer ist nicht einfach da und vorauszusetzen. Wissen wird in symbolischen Strukturen gespeichert, die ihren Sinn nur in einem Prozeß der ständigen Neuauslegung der symbolischen Form erhalten. Die Erzeugung und die Verwendung von Wissen sind soziale Prozesse, in denen die Interessen und die lebensweltlichen Horizonte sowie die durch die Kommunikation von Wissen bedingten Strukturierungen erscheinen, ohne im einzelnen immer oder auch nur oft problematisiert zu werden. Die Rechtfertigung von Wissen nimmt für sich bestimmte Rationalitätsstandards in Anspruch und bringt bestimmte Weltkonzepte zum Ausdruck, die gesellschaftlich gewachsen und in den Grenzen des physischen Überlebens einer Kultur kontingent sind. Die Verfertigung des Wissens erfolgt im Medium der Kommunikation.

Wir haben es mit einer doppelten Unschärfe bei der Erfassung des Gegenstandes "Technik" zu tun: Die erste Unschärfe ist Resultat der Tatsache, daß die technische Funktionalität vom Wissen der Benutzer abhängt, welches seinerseits eine Interpretationsleistung bezüglich der durch das Artefakt symbolisierten Funktion darstellt; die zweite Unschärfe resultiert aus der Tatsache, daß das Wissen der Benutzer kommunikativ re-produziert wird, und Kommunikation dabei ein rekursiver Beobachtungsprozeß ist, der dem kommunikativen Paradox unterliegt, daß die Annahmebedingungen für einen kommunikativen Akt nicht mitkommuniziert werden können.

Schließlich ist - neben der Zentralität von Kommunikation - noch eine Tendenz innerhalb der Soziologie zu beachten, die man mit "Historisierung" bezeichnen kann. Nicht mehr die Suche nach allgemeinen Gesetzen des gesellschaftlichen Seins steht im Mittelpunkt programmatischen Interesses, sondern verschiedene Forschergruppen konzentrieren sich auf oftmals lokale Geschichten gesellschaftlicher Phänomene und nähern sich so z.B. den Technikhistorikern an. Im englischen Sprachraum stehen dafür bspw. Pinch und Bijker, die Mitte der 80er Jahre das Programm einer konstruktivistischen Soziologie der Technik umreißen (vgl. Bijker 1987). Sie nehmen eine enge Beziehung zwischen dem empirischen Programm des Relativismus und der Idee der sozialen Konstruktion von Technik an. Nicht was ist, ist demnach Gegenstand soziologischer Analyse, sondern was die Menschen denken, was der Fall ist oder was (wie) funktioniert. Wenn man diesen Relativismus akzeptiert, fragt es sich natürlich, wie technologische Entwicklung zustande kommt. Darauf antwortet ein mit technikhistorischen Studien unterfüttertes Modell der evolutionistisch beschriebenen Entwicklung von Wissenschaft und Technik.

Technische Artefakte sind demnach solche, deren Funktionalität sozial definiert ist. Die soziale Definition schließt nur unter anderem einen Kern von naturwissenschaftlich beschreibbarer Faktizität ein.

Es ist nicht gesagt, daß diese Beschreibung bzw. Erklärung tatsächlich geleistet wird. Es sind aber auch "physikalische Ereignisfolgen" nicht etwas Naturgegebenes. Die Technik wird in verschiedenen Perspektiven verschieden interpretiert. Das technische Artefakt als Anwendungsfall naturwissenschaftlichen Wissens ist nur eine unter verschiedenen Interpretationen. Und die Funktionalität von Technik impliziert solche Interpretationen. Das ist in der Alltagswelt hinter der Vorstellung einer quasi-natürlich funktionierenden Technik versteckt. Pinch und Bijker betrachten Wissenschaft und Technik als Produkt sozialer Aushandlung (vgl. Pinch/Bijker 1984, S. 404). Das sei durch Laborstudien, die Analyse wissenschaftlicher Diskurse und des Verhaltens der "Wissenschaftlergemeinde" hinreichend empirisch belegt.

Mit der Untersuchung der Aushandlungsprozesse, die das Feld der Forschung bestimmen, zerfällt die Vorstellung von der "Evidenz" technischen Erfolges.

Technische Innovationen sind Verkettungen von Entscheidungsprozessen. Die Entscheidungen folgen dabei einer opportunistischen Logik und sind auf verschiedene Felder außerhalb der wissenschaftlichen und technologischen Forschung bezogen. Das technische Artefakt entsteht in der Re-Konstruktion der Macher und Nutzer in verschiedenen sozialen Feldern. Der Gegenstand der soziologischen Forschung ist das Kräfteverhältnis der verschiedenen Felder, die ein Artefakt oder ein technisches System durchläuft oder von denen es beeinflusst wird. Soziologische Technikgeschichte wird also durch die Identifizierung von Arenen und Akteuren der Entwicklung und Verbreitung einer bestimmten Lösung hindurch geschrieben. Technik wird somit in einer Folge von Variations-Selektions-Prozessen entwickelt. Dabei sind die Evolutionsprozesse geladen mit kulturellen Mustern, d.h. Erwartungen der Akteure an das, was "technisch" machbar und legitimierbar ist, und antizipierten Realisierungschancen vor dem Hintergrund der Erwartungen in anderen Feldern als des technologischen.

Die Hintereinanderschaltung von Evolutionsprozessen des technischen Entwurfs im wissenschaftlichen, technologischen oder im Feld eines Unternehmens verlangt eine immerwährende Aneignung der im Artefakt repräsentierten Möglichkeiten. Die Repräsentation der technischen Möglichkeiten als physikalische Eigenschaften reicht nicht aus, um von einer "zuhandenen" Technik zu sprechen, soweit das Wissen um das Symbol der Funktion, das eine Technik darstellt, nicht auch vorhanden ist. Das als sozial konstruiert erkannte Artefakt kann weiter dekonstruiert werden als eine (fragile) Einheit von physikalischem und semiotischem Gegenstand. Letzterer verweist auf die dem Artefakt "eingeschriebenen" oder der Benutzung "vorgeschriebenen" Normen technologischer Arbeit und technisch vermittelten Handelns. Diese verschwinden hinter einer scheinbaren Naturwüchsigkeit und (unser Vertrauen erheischenden) Selbst-Verständlichkeit der technischen Sache (Wagner 1992).

Die makrosoziologisch naheliegenden Annahmen einer "Logik" der technologischen Entwicklung als unabhängige Produktivkraft auf der einen oder die einer universellen Technisierung als Signum der kapitalistischen Moderne auf der anderen Seite lösen sich in einem facettenreichen Bild auf, das die Rolle verschiedener Akteure und ihrer lokalen Rationalitäten plastisch darstellt. Freilich immunisiert das nicht gegen makrosoziologische Spekulationen. Aber das Interesse daran nimmt doch merklich ab und wird ersetzt durch die Suche nach Mustern technischer Innovationen und nach Invarianten bei der "Schließung" (vgl. Knie 1990, 1991, Knie et al. 1992) oder "Verriegelung" (vgl. Ortmann 1987) technologischer Projekte, die keine Hypothese über eine "gesellschaftliche Natur" der Technik und ihre Entwicklungstendenz enthalten.

3.3 Die Soziologisierung und der Konstruktivismus

Das Interesse an lokalen Geschichten und Rationalitäten trifft sich mit einem momentan dominanten Stil, Gesellschaft zu problematisieren. Dieser Stil hat im Konstruktivismus seinen zugespitzten Ausdruck gefunden (vgl. Bardmann et al. 1992, Bijker 1987, Knorr-Cetina 1993, 1994). "Konstruktion" bezeichnet in diesem Zusammenhang zunächst den sozialen Prozeß der Erzeugung eines Artefakts von der ersten Vision bis zur marktförmigen Einführung. "Konstruktion" evoziert aber auch die Vorstellung, daß das technische Artefakt für sich nichts ist. Die Diskussion über das konstruktivistische Denken in der Technikwissenschaft pflegt eine enge Beziehung zu philosophischen Debatten und zu theoretischen und empirischen Untersuchungen in der Soziologie der Wissenschaft.

Konstruktivistisches Denken in der Soziologie steht in einer engen Beziehung zum evolutionsbiologischen Konstruktivismus. Diesen kann man sich als den Versuch einer Versöhnung von Skeptizismus und realistischem Evolutionismus vorstellen. Es existiert demnach eine an und für sich durch Beschreibungen in Aussagen unerkennbare Außenwelt. In dieser Außenwelt überleben wir als Organismen auf der Grundlage angemessenen Verhaltens. "Erkenntnis" bedeutet die Möglichkeit zu überleben. Erfolgreiches Handeln bedient sich konstruierter Bilder der Welt, die nicht die (wahren) Abbilder der an und für sich seienden Realität sind, sondern Instrumente unserer adäquaten Orientierung als Lebewesen. Und Verständigung ist nicht die wahrhaftige Übertragung kognitiver Bilder durch Sprache, sondern der Abgleich der kognitiven Systeme verschiedener Lebewesen, der erfolgreich ist, weil wir als Gattung ein Biotop teilen, ähnliche Geschichten der Formung unseres Nervensystems haben und beständig durch Schallwellen in einer geordneten Weise auf die plastischen Teile unseres Nervensystems einwirken. "Verständigung" bedeutet die strukturelle Kopplung der verschiedenen Nervensysteme. Die evolutionsbiologischen Vorstellungen von Erkenntnis und von Verständigung haben einen großen Einfluß auf eine systemtheoretische Diskussion in der soziologischen Theorie, die sich ebenfalls als eine Form des "Konstruktivismus" beschreiben läßt (vgl. Luhmann 1988, 1990). Von diesem systemtheoreti-

schen Konstruktivismus läßt sich eine Variante konstruktivistischen Denkens unterscheiden, die durch Laborstudien bekannt wurde (Knorr-Cetina 1991).

Die Grundlage der Studien von Knorr-Cetina war ein ethnomethodologischer Ansatz. Dieser Ansatz stilisiert die methodologische Verwunderung über solche Phänomene wie wissenschaftliche Forschung, die mit den Augen eines Fremden gesehen wird. Knorr-Cetina kritisiert ein Modell der Produktion von wissenschaftlichem Wissen, das sich an der Vorstellung orientiert, es handele sich dabei um einen Variations-Selektions-Prozeß, so wie ihn sich die populäre Kurzfassung der Evolutionstheorie vorstellt. Die Logik der Forschung widerspiegelt nach dem von Knorr-Cetina paradigmatisch durchgeführten Ansatz nicht die Praktik des Forschungsprozesses. Sondern die Forschungslogik ist eine Form der diskursiven Selbststeuerung und Selbstvergewisserung von Wissenschaft. Knorr-Cetina (1991, S. 175ff) beschreibt die literarischen Strategien der Selbstinszenierung von Wissenschaft und die handfesten Interessen, die sich darin zugleich verkörpern und verleugnen. Fakten sind aus dieser Perspektive Artefakte. In den Apparaten der Forschung sind Entscheidungen geronnen, die aus alternativen Möglichkeiten, etwas mit Dingen zu tun, ausgewählt haben. Mit der Übernahme einer Apparatur, an der sich das Laborhandeln (opportunistisch) orientiert, werden diese Entscheidungen weitgehend unthematisiert übernommen, als Möglichkeiten, Meßwerte zu gewinnen oder bestimmte Stoffe einzusetzen. Die Entscheidungen und die ihnen zugrunde liegenden Opportunitäten verschwinden aber in der Darstellung der Forschung. Die Verfügbarkeit über Techniken der Wirklichkeitskonstruktion im Labor ist eine Bedingung der Funktionsfähigkeit wissenschaftlicher Diskurse. Die Grenzen zur Technologie sind von vornherein durchlässig.

Der systemtheoretische Konstruktivismus namentlich von Luhmann (1990) variiert diesen Gedanken der Gemachtheit von Erkenntnis, indem er die sozialen Bedingungen der Möglichkeit wissenschaftlicher Forschung an eine Ausdifferenzierung von Funktionssystemen bindet. Das Funktionssystem Wissenschaft produziert und speichert Wissen mit Hilfe der selbsterzeugten Operationscodes von Wahrheit und Reputation. Die Wissenssoziologie operiert schon immer mit der "Grundbehauptung der Abhängigkeit allen menschlichen Bewußtseins von der sozialen Struktur" (Meja/Stehr 1982/2, S. 897). Von diesem Standpunkt aus ist die Wissenschaftsentwicklung offen, weil die Realität konstruiert ist und somit Problemstellungen, die Forschungsfelder begründen, immer revidiert und neu aufgebaut werden können. Eine "wissenschaftliche Evolution" hat dabei die Funktion, das Wissenschaftssystem funktionsfähig zu halten. Wissenschaft steht unter einem "betriebsinternen" Neuerungsdruck (vgl. Luhmann 1990, S. 298). Zugleich ergibt sich das Problem, Neuerungen zu kontrollieren und zu limitieren, wenn sie nicht versprechen, das, was sie in Frage stellen, auch hinreichend wieder ausfüllen zu können. Die Wissenschaft externalisiert Wissen in "Gegenständen", an deren konstruierter Realität sie aber wieder scheitern kann, was die Offenhaltung von Theoriealternativen und eine Kodifizierung von Methoden verlangt, die das Weiteroperieren bei partiellem Zusammenbruch eines "Programms" gestatten.

Sie externalisiert aber auch technologisches Wissen, an deren Funktionalität sie sich um den Preis interner Verunsicherung der Theorieprogramme legitimieren kann.

Für das Risiko des Scheiterns an der Praxis (der Technik, nicht der Forschung) und der Zersetzung der Programme sind "Formeln" wie die Trennung von Grundlagen- und angewandter Forschung vorgesehen. Damit können Wissensdefizite wechselseitig delegiert werden. Wissenschaftstheoretisch formulierte Normen haben die Funktion, kontrollierende Selbstbeschreibungen des Wissenschaftssystems zu sein, die seine Anschlußfähigkeit an andere Subsysteme des Gesellschaftssystems sichern helfen. Die Wissenschaft selbst bestimmt aber, was Wissenschaft ist, Theorien bestimmen, was für sie - möglicherweise falsifizierende - Realitätskontakte sind. Wissenschaftliche Forschung ist offen, da sie aus sich heraus zu immer neuen Differenzierungen treibt, die - um eine Wort Poppers zu benutzen - die Netze darstellen, in denen wir die Realität einfangen. Der Begriff von Realität kann dabei so angesetzt werden, daß wir nicht von dem Erfassen der Tatsachen mit der Sprache sprechen, sondern von der Konstruktion, dem Entwurf möglicher Tatsachen in der Sprache, wobei die Tatsache, daß etwas als Ausdruck von Tatsachen betrachtet wird, selbst ein soziales Phänomen ist (vgl. aber auch Boss-Bavnbeck/Bohle-Carbonell 1987, Grupp/Schmock 1992, Krohn 1991, Krohn/Küppers 1990a, 1990b, 1991a, 1991b, Krohe et al. 1990, Luft 1988, Weingart et al. 1991). Die Sprache der Wissenschaft ist ein Konstruktionsinstrument von "wissenschaftlicher" Wirklichkeit. Ein anderes Instrument sind sachtechnische Artefakte.

Die Wissenschaft konstruiert (erkannte oder zu erkennende) Realität (vor dem Hintergrund kulturell verankerter Plausibilitätsannahmen) gemäß den technischen Mitteln, die ihr zur Verfügung stehen.

"Nicht die Technik wird isomorph zur Natur konstruiert, sondern die Natur in dem jeweils relevanten Kombinationsraum isomorph zu dem, was man technisch ausprobieren kann." (Luhmann 1990, S. 263) Technik wird unter der Leitdifferenz der Machbarkeit konstruiert, unabhängig davon, ob wissenschaftliches Wissen, das diese Konstruktion anleitet, inspiriert und legitimiert wahr oder falsch ist. Zwar erwartet man im Prinzip Funktionalität von wissenschaftlichem Wissen. Und wir gehen davon aus, daß der wissenschaftliche Kontext von wachsender Bedeutung für die technologische Forschung ist. Technik beruht aber auf Wissen, das Wirkzusammenhänge auf der Ebene funktionierender Systeme in technischen Normen festschreibt.

3.4 Die Technik als eigener Forschungsgegenstand neben der Wissenschaft

Die Annahme der wissenschaftsexternen Funktionstüchtigkeit von Technik bzw. Technologien (also der systematischen Wissensform, in der Technik dargestellt werden kann) ist zu differenzieren. "Technologien funktionieren auch in einer unbekannt bleibenden Welt, sei diese nun monokontextural oder polykontextural beschrieben." (Luhmann 1990, S. 632) Eine soziologische Dekonstruktion von Technik betont dabei das eigensinnig konstruktive Moment im Funktionszusammenhang technischer Artefakte (vgl. Rammert 1991): "Von der Technikgeschichte unterscheidet sich die Technikgeneseforschung durch zwei Eigenheiten: eine Erweiterung der Perspektive auf den sozialen Kontext der Konstruktion und eine Verknüpfung von Anwendungsproblemen mit konstruktiven Entscheidungen aus der Entstehungsphase." (Rammert 1991a, S. 29f) Die Geneseforschung kann versuchen, "Logiken" zu identifizieren, die die Konstruktion von Techniken und die anschließenden Diffusionsprozesse bestimmen. Dazu gehört an erster Stelle die ökonomische Logik. Die technische Entwicklung wird als black box (Rosenberg) betrachtet, Schwerpunkt der Untersuchung sind Verwertungsinteressen. Dann ist die Logik der Rationalisierung und der Herrschaftsinteressen zu nennen. Technischer Fortschritt wird entweder als Ausdruck selektiver Verwertung betrachtet, oder die Wurzeln werden als Interesse der Weltbeherrschung tiefgelegt. Damit gewinnt eine Logik kultureller Leitorientierungen an Bedeutung. Der Geist wissenschaftlicher Rationalität, die Beziehung der Episteme der Wissenschaft (und Verwaltung) zur Technik können so betrachtet werden.

Neuere Ansätze entfalten die Untersuchung von Konstruktions- und Diffusions"logiken" technischer Artefakte empirisch. "Statt Kapitallogik und ökonomischem Allokationskalkül gewinnen sozioökonomische institutionelle Rahmenbedingungen und Forschungs- und Entwicklungsstrategien auf dem theoretischen Terrain an Boden." (Rammert 1991a, S. 30) Im Rahmen eines integrierten Ansatzes bzw. soziokultureller Betrachtungen (die dazu gehören, auch wenn sie nur einen Aspekt markieren) werden Leitbilder (Dierkes) wie "Informationsgesellschaft" und "Künstliche Intelligenz" untersucht. Technik wird nicht als gegebener Gegenstand behandelt. Es wird versucht, nachzuweisen, inwieweit in der Funktionalität technischer Artefakte soziale Voraussetzungen erscheinen, die zusammen mit naturwissenschaftlich zu untersuchenden Bedingungen notwendig sind, damit man sagen kann, eine Technik funktioniere. Die Technik hat zwar ein vernetztes materiell-gegenständliches Substrat, das die Handlungsregeln repräsentiert. Sie ist aber auf eine lebensweltliche "Stütze" angewiesen und verändert gleichzeitig die Lebenswelt als Erfahrungshorizont und Kommunikationshintergrund. Sie kann den lebensweltlichen Systemzusammenhängen ihren Stempel als formales Handeln aufprägen, soweit Technik materiell-gegenständlich repräsentierte und realisierte Handlungsregeln darstellt. In dem Sinne kann sie Handlungen vollziehen, und wir können mit ihr eine Lebenswelt teilen.

Der Zusammenhang von Technik und sozialer Welt reicht von der Art und Weise der Verwendung von Technik bis zu den sozialen Bedingungen ihres Funktionierens, an die die Verwendungsweisen wie an natürliche Bedingungen anknüpfen

können. Die Bedeutung der Technik bei der Erklärung sozialer Phänomene reicht tief. Aber erst relativ spät in der Geschichte der Gesellschaftstheorie ist daraus ein eigener Gegenstand geworden. Marx schwankt noch zwischen der Betonung des "inneren" Zusammenhangs zwischen Maschinerie und gesellschaftlichen Verhältnissen (bis hin zu technikdeterministischen Äußerungen, vgl. Wagner 1991, S. 11) und der Betonung des Eigenwertes technischer Lösungen unabhängig von der sonstigen gesellschaftlichen Struktur (Produktionsverhältnisse). Die Produktivkräfte umfassen einen humanen (qualifikatorischen und motivatorischen), einen technisch-technologischen und einen organisatorischen Aspekt (in heutiger Sprache gehören dazu die Produktionskonzepte). Darin tritt die in Techniken vergegenständlichte Technologie als Limitation der Freiheitsgrade der Handlungen der Arbeitenden und als Begrenzung des gesellschaftlich Möglichen an "Humanität" der Arbeit auf.

In der Sprache der Systemtheorie würde man sagen, gesellschaftliche Verhältnisse und der technisch-technologische Kern der Produktivkräfte stehen in einem Verhältnis der gegenseitigen Selektion.

Max Weber entwirft das Soziale als vorgegebene Struktur in der Form der Ideen, an denen sich subjektive Sinnorientierungen ausrichten können (vgl. Wagner mit Bezug auf Budes 1991, S. 19). Soweit man darauf besteht, daß diese Trägerfunktion nur realisiert werden kann durch die intersubjektive Reproduktion der Bedeutung, die ein technisches Artefakt verkörpert, sieht man unmittelbar ein, daß Technik nicht außerhalb der Lebenswelt der Akteure liegt und von dieser (in verschiedenen Graden freilich) abhängig ist. Natürlich gibt es Wirkungen technischer Artefakte (bzw. Systeme) in der Umwelt sozialer Systeme, die von diesen als extern und nichtintendiert beobachtet und kalkuliert werden müssen.

Auf der Grundlage der Idee, daß technische Artefakte auf der Delegation von Handlungsordnung an maschinelle Strukturen beruhen (Wagner 1991, S. 21), und der Annahme, Handlungen werden von Akteuren interpretiert, kann aber ein Technikbegriff entworfen werden, der einer ontologischen Verselbständigung von Technik und einer objektivistischen Betrachtung von Technologie entgegenwirkt.

Technik ist demnach als vorfindlicher materieller Gegenstand und als Repräsentant von Handlungsregeln konstruiert. Der Umgang mit Technik ist selbst nicht auf das Wissen um die Technologie gestützt (so wie dieses Wissen nur bedingt dem wissenschaftlichen Wissen entspricht). Im Umgang mit Technik bedienen sich die Nutzer ihrer eigenen "Alltagstheorien", die die vorgefundenen Artefakte für sie so deuten, daß sie damit erfolgreich umgehen können. Allerdings liegt in den Alltagstheorien der Nutzer (in den Erfahrungen und Fertigkeiten, die man sich in pragmatischen Zusammenhängen erworben hat) auch zugleich eine Quelle der Verdunkelung konstruktiver Zusammenhänge. Technische Artefakte sind "eine Form der »lebensweltlichen Benutzung 'unverstandenen Wissens'«..." (Wagner

nach Luhmann 1991, S. 83) Diese Verdunkelung kann - wie bei Heidegger - zum "Wesen" von Technik erklärt werden.

Das Wissenschaftssystem bedient sich - wie gesagt - funktionierender technischer Mittel bei der Konstruktion seiner Empirie. "Die Technik ist also nicht angewandte Naturwissenschaft, sondern umgekehrt: die Naturwissenschaft ist selbst technisch." (Wagner 1991, S. 36) Technik ist als physikalisches System eine Textur, an der wir seine Funktion und die in ihr repräsentierten Handlungsregeln ablesen. Maschinen führen Handlungen aus, sie handeln im übertragenen Sinne. Sie sind - aus dieser Perspektive betrachtet - Externalisierungen sozialer Normen. Maschinen repräsentieren "Handlungen als Realisierungen von Intentionen (abwesender) menschlicher Akteure durch (anwesende) nichtmenschliche" (Wagner 1991, S. 56). Das hat Konsequenzen für die soziologische Aufschlüsselung technischer Gegenstände. Die Kontingenz der sachlichen Sinndimension eröffnet vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten, die nicht am Artefakt selbst, sondern nur an der Notwendigkeit gemeinsamer Welten der beteiligten Akteure ihre Grenzen finden (vgl. Wagner 1991, S. 69). Wagner stellt mit Bezug auf Latour weiter fest: "Jeder Ingenieur, der ein technisches Gerät zu entwerfen hat, konstruiert nicht bloß ein Gerät, sondern auch einen »idealen Nutzer« der natürlich meistens alles andere als ideal ausfällt... Um hier aber einem naheliegenden Mißverständnis vorzubeugen: Jeder Teilnehmer eines Szenarios konstruiert solche Beschreibungen der anderen Teilnehmer, seien sie »humans, nonhumans or superhumans«". (Wagner 1991, S. 71)

3.5 Technik aus systemtheoretischer Sicht

Eine Seite des Zusammenhang von Wissenschaft und Technik macht die Tatsache aus, daß Technik eine Form der Externalisierung wissenschaftlichen Wissens ist. Eine andere Seite ist die Tatsache, daß das wissenschaftliche Wissen gemäß den technischen Instrumenten konstruiert wird, die einer Disziplin zur Verfügung stehen. Für Luhmann nun bildet die Technik noch allgemeiner eine Umwelt sozialer Systeme als Externalisierung von Funktionalitätserwartungen, die Kausalzusammenhänge reduktiv beschreiben und gegen wissenschaftliche Irritationen abdichten. Technologien stellen dabei spezifische Übersetzungen und Anreicherungen wissenschaftlicher Kontexte in die Konstruktions- und Benutzungsanweisungen technischer Artefakte dar. Die nichtintendierten Wirkungen der physikalischen Systeme in Techniken (als "angewandte", sprich trivialisierte Naturgesetze) können zum Gegenstand eigener Diskurse (wie dem ökologischen oder einem anderen Risikodiskurs) werden. "Sachtechnik wäre dann zu bestimmen als Vergegenständlichung von unter Experten kommunikativ erzielter Verständigung, als intersubjektiv übertragene Selektionsleistung. Erfolgreich ist diese Kommunikation, wenn in ihr die Interaktion des technischen Systems mit dem Technikverwender so antizipiert und in die Sachtechnik eingeschrieben worden

ist, daß die Verwendung dieser Technik durch ihren Benutzer möglichst konfliktfrei und die Sachtechnik vertrauenswürdig bleibt." (Wagner 1991, S. 86)

Technik gehört aber aus unserer Perspektive nicht nur oder gar nicht zur nicht-sozialen Umwelt sozialer Systeme. Als Gegenstand der "Semiose", die ein sozialer Prozeß und eine Bedingung des Funktionierens von Technik ist, ist sie Bestandteil der Sinnsysteme, die unsere Gesellschaft darstellt. Die Semiose bezieht sich sowohl auf die Wahrnehmung der technologischen Chancen als auch auf die semantische Rahmung von Projekten. Es müssen die sprachlichen Rahmen da sein, die es in der Form irritationsfähiger Diskurse gestatten, Erfindungen überhaupt als solche wahrzunehmen. Das gilt analog den Entdeckungen in den Naturwissenschaften.

Aus der Tatsache nun, daß Technik - je nach Kontext - als Externalisierungsform wissenschaftlichen Wissens, als faktisch funktionierendes Artefakt mit und ohne wissenschaftliche Legitimation oder als (in der Selbstinszenierung der Forschung oftmals ausgeblendetes) Konstruktionsinstrument wissenschaftlichen Wissens fungieren kann, folgt, daß der objektsprachliche Gebrauch von Begriffen wie "Technik", "Technologie" und "Wissenschaft" von dem metasprachlichen Gebrauch bei der soziologischen Beschreibung zu unterscheiden ist.

"Technik" und "Wissenschaft" bzw. "Technologie" sind Namen von Klassen von sozialen Sachverhalten, die sich stark überschneiden. Wenn wir soziologisch von "Technik" sprechen, so tun wir das, indem wir an ein Vorverständnis appellieren, das wir zwar alle zu haben glauben, das sich aber verflüchtigt, wenn wir gefragt würden, was wir alles "technisch" nennen würden. Funktionierende Techniken sind mit verschiedenen theoretischen Legitimationen verträglich. Streng genommen ist alles Forschen das Konstruieren und in Anspruch nehmen von Techniken. Es ist so gesehen eine Frage der Interpretation, wann man welche Resultate in welchem Zusammenhang als theoretisch oder praktisch relevant einstuft und nutzt. Was dabei als Argument akzeptiert wird (technische Funktionalität und Stabilität einer Lösung, wissenschaftliche Wahrheit und Überprüfbarkeit), ist in bezug auf die hergestellten Effekte variabel. In bezug auf die gesellschaftlichen Kontexte (wissenschaftliches Labor an einer Hochschule, Labor der Industrieforschung in einem Konzern) weist die argumentative Verarbeitung der technologischen Chancen weniger Freiheitsgrade auf.

4. Theoretische und methodische Probleme der Technikgeneseforschung: Technikbegriff, Prognose und Folgen

4.1 Der soziologische Technikbegriff

Auf der Sachebene empirischer Arbeit müssen sich Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung viel weniger unterscheiden, als es - nimmt man die Selbstdarstellung der Forschungsfelder wörtlich - auf den ersten Blick den Anschein hat. Der Unterschied schmilzt auf die Frage nach dem angemessenen Anteil der Soziologie bei der Technikforschung und auf die Suche nach dem rechten Zeitpunkt der Erhebung zusammen. Das sind pragmatische und keine prinzipiellen Fragen. Der pragmatische Anspruch der Technikgeneseforschung ist zudem nicht einheitlich. Auf der einen Seite trägt sie durch das Aufdecken von Kontingenzen und Unwägbarkeiten zur gesellschaftlichen Kommunikation von Nicht-Wissen bei. Das steht im Zusammenhang mit dem ökologischen Diskurs und dem gelegentlichen Wiederaufscheinen einer Debatte zur politischen Steuerung gesellschaftlicher Prozesse. Auf der anderen Seite formuliert sie den Anspruch, im Rahmen eines Technik-Diskurses Wissen über die technologischen Bedingungen der modernen Welt kommunizieren zu wollen. Mit diesem Anspruch tritt sie in Konkurrenz zur Technikfolgenabschätzung. Erst mit diesem Konkurrenzverhältnis wird eine methodologische Beziehung zwischen Technikfolgenabschätzung und Technikgeneseforschung prekär. Die Technikgeneseforschung betont dabei einerseits, eine Technik sei in ihrem Entwurf nie abgeschlossen (was die Einsicht in das konkrete Nicht-Wissen um deren Zukunft stützt, ich möchte das die "Offenheitsannahme" nennen), andererseits behauptet die Technikgeneseforschung, daß schon in der frühen Phase des technischen Entwurfs Kanäle geschaffen werden, in denen sich der weitere Lebensweg eines Artefaktes bewegt (was die Voraussetzung dafür ist, zu behaupten, man wisse etwas über die Zukunft eines technologischen Projektes, ich nenne das die "Kanaliserungsannahme").

Wie können beide Aussagen zugleich wahr sein? Im Prinzip macht die Technikgeneseforschung für die Auflösung dieses Paradoxes zwei zusammengehörende Angebote. Das erste theoretische Angebot verweist auf die im technischen Artefakt repräsentierten Chancen, es in unterschiedlichen Kontexten unterschiedlich aber nicht willkürlich zu benutzen (vgl. zum Problem der Aneignung der Technik durch ihre Nutzer: Klischewski 1989). Diese technologischen Chancen stellen einerseits einen Überschuß an Möglichkeiten dar, auf den sich kritische Stimmen zur Technikgestaltung mit Recht berufen. Andererseits sind die Möglichkeiten begrenzt durch die Eigenschaften des Artefakts, zu denen die Fähigkeit gehört, dem funktionsnotwendigen Nutzerwissen ein angemessener Anknüpfungspunkt zu sein.

Das Einschleifen dieser semiotischen Perspektive in die Betrachtung des Artefaktes als die Verkörperung einer "technologischen Chance" unterscheidet das Technik-

Bild der soziologischen Technikgeneseforschung grundsätzlich von einem Verständnis der Technikentwicklung als nur angewandte Naturwissenschaft.

Das zweite theoretische Angebot hinsichtlich der Vermittlung von Offenheitsannahme und Kanalisierungsannahme bezieht sich auf die eine technische Entwicklung begleitenden Semantiken. Im Lichte bspw. der Leitbilddiskussion wird betont, daß die Annahme eines Überschusses technologischer Chancen, die durch frei flottierendes Nutzerverhalten selektiv realisiert werden, den tatsächlichen Entwicklungsvorgang nicht erklären kann. Es erscheint aus dieser Perspektive wichtig, sich zu überlegen, mit welchen Vorstellungen die Nutzer an die Aneignung eines technischen Artefakts gehen. Leitbilder und andere Bestandteile "regulativer Semantiken" der technischen Entwicklung kanalisieren die Art und Weise, wie Technik angeeignet und damit immer wieder neu erfunden wird.

Regulative Semantiken der Technikentwicklung und Anwendung umfassen dabei die Ziel- und Machbarkeitsvorstellungen, die mit einer Technologie verbunden werden. Hierzu gehören die Nutzungsvisionen der Macher, Nutzer und der Entscheider im Prozeß der Technikgenese. Diese werden oft als "Leitbilder" im engeren Sinne beschrieben. Dazu kommen korrespondierenden Wirklichkeitsvorstellungen der Akteure, die kulturelle Muster tragen. Schließlich gehören dazu auch begriffliche Instrumentarien wie "Reduktionsformeln" und "Metaphern" sowie regulative Ideen der Steuerung der Felder des wissenschaftlichen und technologischen Entwurfs und der industriellen Anwendung. Wenn das richtig ist, sind - um etwas über die mögliche Entwicklung einer Technik zu lernen - ebensowohl die technologischen Chancen wie die begleitenden (und kanalisierenden) Semantiken einer technischen Entwicklung zu beobachten. Der Beobachtungs-Schwerpunkt liegt dabei zum einen auf der empirischen Untersuchung des Feldes von Nutzungsangeboten in klarer Abgrenzung von den offiziell propagierten Leitbildern und Nutzungsvisionen. So lassen sich mögliche Pfade der zukünftigen Entwicklung besser identifizieren. Es ist klar, daß das keineswegs im Widerspruch zu dem steht, was eine Technikfolgenabschätzung ohnehin schon wissen kann. Zum anderen sind die regulativen Semantiken der technischen Entwicklung differenzierter zu untersuchen, als es bisher erfolgt ist, wo man bestenfalls entweder eine quasi-deterministische Vermutung hinsichtlich der Wirkung von Leitbildern hatte (das bildet dann das Einfallstor für Visionen einer "weichen" Steuerung der technischen Entwicklung). Oder man hatte im Gegenzug ein systematisches Mißtrauen gegen die Erklärungsmächtigkeit von Leitbild-Untersuchungen u.ä. Dieses Mißtrauen kann sich darauf stützen, daß die technologischen Chancen gewissermaßen als Eigenwerte der Eigenschaften eines Artefaktes aufgefaßt werden, die von sich aus bestimmte Umgangsformen nahelegen.

Die mit semiotischen Überlegungen erfolgende Soziologisierung technischer Artefakte unterminiert aber die Vorstellung eigenwertiger Eigenschaften derselben.

Sie ist als heuristische Annahme geeignet, auf die Vermittlung zwischen Vertretern der Idee einer Kulturabhängigkeit der Technik und der der Eigenwertigkeit zu orientieren, wenn nämlich die vermeintliche Eigenwertigkeit wieder in eine Repräsentationsbeziehung aufgelöst wird, die einen Interpreten (Nutzer = Neu-Erfinder) voraussetzt. Dem entspricht die These von Rammert, technische Entwicklung sei als Zusammenhang von "Übersetzung und Aushandlung" zu begreifen. Dadurch kann die Beobachtung der technologischen Chancen und der begleitenden Semantiken selbst aus einer Doppelperspektive: Technik als physikalischer und als semiotischer Gegenstand, erfolgen.

4.2 Vorstellungen von technischer Evolution

Die einfachste Vorstellung von technischer Evolution geht davon aus, daß diskrete Ursachen (sozioökonomischer oder kultureller Natur oder Eigenwerte des Verhaltens einer Technik) diskrete Wirkungen haben. Die Ursachen sind hinreichend, die Wirkungen selbst können wieder Ursachen für weitere Folgen sein. Das erinnert an durch Billardkugeln visualisierte Massepunkte, die miteinander wechselwirken und so Folgen von Ursache-Wirkungs-Relationen realisieren. Zwei Felder von Ursachenkomplexen sind - akzeptiert man die bisher geschilderte Vergrößerung - zusammengekommen hinreichend. Auf der einen Seite die technologischen Chancen, die ein Artefakt aufgrund seiner "natürlichen" Eigenschaften verkörpert, auf der anderen Seite die Semantiken, die regulieren, was von diesen Chancen wahrgenommen und angeeignet wird.

Die Schnittfläche, die sich aus Chancen und Semantiken ergibt macht die zu einem bestimmten Zeitpunkt sozial wirkliche Möglichkeit eines Artefakts, funktionierende Sachtechnik zu sein, aus.

Die Einflußgrößen zu bestimmen, ist Aufgabe der Geneseforschung, soweit sie mit einem systematischen Anspruch auftritt. Die Technikfolgenabschätzung trifft sich mit der Untersuchung von Geneseprozessen, wenn es darum geht, die "Schnittfläche" von Chancen und Semantiken im Zeitverlauf zu beobachten und mögliche Veränderungen dieser Schnittfläche zu prognostizieren. Mit der Zeit kann sich diese Schnittfläche verändern. Es bildet sich gewissermaßen ein Schlauch von realisierbaren technologischen Angeboten, in dem eine konkrete Geschichte einer technischen Lösung wie eine darin verlaufende Bahn zu denken ist. Es gibt nun in der Realität eine Vielzahl von (analytisch unabhängig gedachten) notwendigen Bedingungen dafür, daß eine Sachtechnik zustande kommt. Kein abgrenzbarer Ursachenkomplex ist für sich hinreichend. Auch verschieben sich die Schwerpunkte im Einfluß von Ursachenkomplexen ständig. Dieser Raum unabhängiger "Dimensionen" von Ursachen ändert ständig seine Gestalt, und die Komplexe beeinflussen sich gegenseitig. Der "Raum" kann sich gegenüber verschiedenen Umwelten selbst organisieren, wodurch der Eindruck technischer Eigenwerte entsteht.

Durch stufenweise Einschränken der Randbedingungen kann man aus dem komplexen Ursachen-Raum ein Modell einfacher Ursache-Wirkungsrelationen gewinnen. Wo also die verschiedenen (physikalischen, sozialen, psychologischen etc.) 'Einsprüche der Realität' verstummen, hat eine technische Anwendung die Chance, sich zu stabilisieren; alles andere (die konkrete Gestalt der Technik) ist demgegenüber kontingent. Die allgemeine Figur, unter der Entwicklung hier gedacht wird, ist die einer "Dialektik" von Kontingenz und Limitation. "Kontingent" heißen in diesem Zusammenhang Ereignisse bzw. Sinnzusammenhänge, wenn sie weder notwendig noch unmöglich sind. "Limitationen" sind Ereignisse für andere Ereignisse, die sie ausschließen (siehe Luhmann 1992, S. 93-128).

Die technische Entwicklung verläuft also auf einem Feld von alternativen Möglichkeiten, aus denen bestimmte Alternativen in einer prinzipiell nicht vorhersagbaren Weise ausgewählt werden.

Dabei wäre ein Technikdeterminismus sehr wohl mit diesem (konstruktivistischen) Technikbegriff verträglich. Konstruktivistisches Denken darf sich nur nicht skeptizistisch interpretieren. Daß "alles Konstruktion" ist, ist ein Satz, der nicht nur in einem trivialen Sinn wahr (und also leer) ist. Dieser Satz ist auch so zu verstehen, daß Konstruiertsein nicht Willkür heißt. Sondern der Sozialkonstruktivismus kann praktisch "realistisch" verstanden werden und zu einer grundsätzlichen Ausweitung des Erklärungsanspruchs der Soziologie führen. Dabei muß man die empirisch unrealistische, normativ aber sinnvolle Annahme machen, es gelänge, die Konstellationen, in denen eine Technik (oder jedes x-beliebige Artefakt) konstruiert wird, also die vorhandenen technologischen Chancen, die semantische Rahmungen, Organisationskulturen, Machtkonstellationen, die Normen und Traditionen einigermaßen vollständig nachzuzeichnen. Dann kann der erweiterte Erklärungsanspruch der Soziologie auch auf dem Felde der Technikforschung eingelöst werden. Bis dahin stellen die Annahmen der Technikgeneseforschung nur eine Erklärbarkeitsbehauptung dar.

4.3 Der Neo-Determinismus der Geneseforschung

Das konstruktivistische Konzept betrachtet - wie wir sahen - den technischen Gegenstand als semiotisches Phänomen und die Ingenieure dabei als "implizite" Soziologen. Die Ingenieurwissenschaften sind demnach nicht nur angewandte Naturwissenschaften. Die implizite Soziologie der Entwickler explizit zu machen, enthält einerseits ein Rationalisierungspotential aber auch andererseits mit der Irritierung ihres sich selbst als angewandte Naturwissenschaft interpretierenden Fachs die Gefahr eines Identitätsverlustes. Denn soziale Schließungsprozesse präsentieren sich als Sachzwänge, und das ist nicht zufällig so. Die technische Entwicklung ist - mit Rammert gesprochen - ein Zusammenhang von Übersetzung und Aushandlung, der viele seiner Bestandteile, die ihn als sozial kontingent erscheinen lassen, systematisch verdecken muß. Für den soziologischen Beobachter

heißt das, daß der an einem der Selbstbeschreibung der Ingenieurwissenschaften korrespondierenden "naturanalogen" Technikkonzept orientierte Technikdeterminismus mit Hilfe der soziologischen Irritation (die einen Indeterminismus im Sinne technologisch kontingenter Bedingungen zunächst ins Spiel bringt, diesen dann aber im erweiterten techniksoziologischen Erklärungsentwurf wieder aufhebt) in einen Neo-Determinismus übergeht, der die polykontextuelle Determiniertheit der technischen Entwicklung betont.

Das schließt an die Wissenssoziologie an, die soziologisch erklären will, wie das gegenüber der Sozialstruktur zunächst kontingent erscheinende wissenschaftliche Wissen entsteht und Gestalt gewinnt. Auch hier wird eine Selbstbeschreibung soziologisch aufgelöst: im Falle der Wissenschaft ist es die Forschungslogik und der ihr korrespondierende Realismus im Gegenstandsverständnis, die bestritten werden; im Falle der Technik ist es die Idee einer Funktionalität in der Umwelt sozialer Systeme, die zur Disposition steht. Das allein ließe sich aber in eine Folgenforschung noch zurückführen, wenn die Ursachenkomplexe gut abgrenzbar und überschaubar wären. Gerade das aber kann mit der Zunahme von Einflußgrößen, die als relevant angesehen werden, und mit der Natur bestimmter Größen als im Einzelfall nicht prognostizierbare Größen (die freien Entscheidungen der Individuen gegenüber sachlichen und semantischen Strukturangeboten) praktisch scheitern. Nicht weil ein soziologisch erweiterter Technikdeterminismus nicht gilt, sondern weil auf der Grundlage der Vorstellung von einem komplizierten Netzwerk von Einflußgrößen die soziologische Erklärbarkeitsbehauptung hinsichtlich der Technikgenese nicht in eine effektive Erklärung überführt werden kann.

Die klassische Frage der Wissenssoziologie lautet: Was ist der Zusammenhang zwischen Gesellschaftsstruktur und Wissen? Seit der Ideologiekritik Marxens ist darüber gestritten worden. In unserem Zusammenhang ist die Idee des notwendig falschen Bewußtseins (der Ideologie als Überbauerscheinung) interessant. Sie korrespondiert der Einsicht, daß die impliziten Weltbilder, die in den technologischen Visionen oder Leitvorstellungen stecken, nicht einfach zur Disposition gestellt werden können. Wenn nun der Zusammenhang von Gesellschaftsstruktur und Wissen als ein Selektionsverhältnis gedeutet wird, bilden sich Leitvorstellungen in einer kulturellen Eigendynamik, die weder letztgültig aus den vorhandenen Techniken noch aus den ökonomischen, politischen oder professionellen Interessenlagen heraus erklärt werden können. Sie wohnen in einer autarken "Welt des Wissens". Erst in einer Umwelt, die die Forschungseinrichtungen und die nachfragenden Industrien bilden, wird ausgewählt, was - im Lichte des "Zeitgeistes" - zu den Interessen der Akteure am besten paßt. Das Ausgewählte bewährt sich (auf Widerruf) im Schnittfeld konfligierender Interessen. Diese Vorstellung hebt auf eine prinzipielle Unabhängigkeit der Wissensbildung - seiner materialen Seite, nicht natürlich der Organisations- und Darstellungsform nach - von den gesellschaftlichen Bedingungen ab. Bestenfalls kann man von einem Verhältnis der "Wahlverwandtschaft" zwischen Wissen und Interessen sprechen. Ideen wirken aber katalysierend auf die Durchsetzung von Interessen, und sie erhalten ihre

Chance, wenn sie dominanten Interessenlagen entsprechen. Dabei können Ideen darauf hin entworfen sein, Interessen zum Ausdruck zu bringen. Und das sowohl, wenn die Ideen die Beschreibungen der Interessen, zu denen sie passen wollen, mit sich führen, als auch im Falle der notwendigen Verdunkelung ihres gesellschaftlichen Entwurfscharakters ("Ideologie"). Interessen erfassen sich in der Form ihres zur Sprache Bringens.

In der Wahrnehmung der konstruktivistisch orientierten Laborforschung erscheint wissenschaftliches Wissen als eine bestimmte, institutionell (durch monopolisierte Reputationschancen) abgesicherte Form von Können. Wissenschaft erscheint in diesem Sinne als Technik. Technik erscheint als im Laborhandeln gespeichertes und reaktualisiertes Ausprobieren gangbarer Wege, etwas zum Laufen zu bringen (wie es Knorr-Cetina ausdrückt). Was in der Selbstdarstellung der Forscher zur methodisch kontrollierten, Sachverhalte darstellenden Erkenntnis, wie etwas "an sich" ist, wird. Zum anderen als "funktionierende Simplifikation" (wie es Luhmann nennt), als von miteinander konkurrierenden wissenschaftlichen Begründungen relativ gelöste Konstruktion des Machbaren, das in der Regel auch ökonomisch verwertbar ist. Diese Konstruktion nennt sich selbst "Technik". Es ist - so gesehen - offensichtlich eine Frage der semantischen Rahmung (die freilich mit professionellen Interessen zusammenhängt), wann sich eine Technik als solche, als ihr eigener Endpunkt gewissermaßen, selbst präsentiert, oder wann die Technizität zugunsten des stilisierten Endpunktes "Erkenntnis" verleugnet wird. Diese Einsicht hat Konsequenzen für die Erklärung technischer Innovationen.

Unter der Lupe der Betrachtung der Leitvorstellungen von Entwicklern wird deutlich, daß technologische Innovationen auf Übersetzungen unterschiedlicher Wissensbestände für den Entwickler, selektiert durch dessen Interessen, beruht.

Werden diese Übersetzungen - z.B. durch Forschungsanträge oder Berichte - veröffentlicht, tritt dazu der Aspekt der Aushandlung gültiger Deutungen des Standes der wissenschaftlichen Diskussion, die keinesfalls herrschaftsfrei und frei flottierend ist, sondern gebunden bleibt an die institutionell vermittelten Chancen, eine konkrete Forschungsarbeit am Laufen zu halten oder auch einen Konkurrenten auszuschalten. Es ist klar, daß die technologischen Chancen, die eine technische Innovation (wissenschaftlich begründet oder nicht) verkörpert, faktisch nicht unendlich sind. Trotzdem gibt es nicht nur viele nicht vorhergesehene Folgen der Entwicklung, sondern auch viele neue, ursprünglich nicht intendierte Nutzungsweisen. Die Chancen, daß sich eine Innovation als alltägliche Technik durchsetzt, hängen davon ab, ob sich stabile Nutzungen herausbilden. Diese werden sicher zunächst durch die Leitvorstellungen, die die Entwickler ihren Produkten mitgeben, angeregt. Sie können darüber hinaus aber auch eine Eigendynamik gewinnen, die von den Entwicklern nicht vorhergesehen sein muß und kann.

Ein Verständnis von "Evolution" der Technik aus der Perspektive der Technikgeneseforschung unterscheidet verschiedene Felder, Arenen und Akteure des Ent-

wurfs, Rationalitäten, mit deren Hilfe man die Operationen in diesen Feldern beschreiben kann, und Medien für deren Steuerung. Wissenschaftliche Konzepte müssen bei einer technischen Entwicklung in Leitvorstellungen für technologische Projekte transformiert und technologische Projekte müssen mit Visionen und Orientierungen in Anwenderorganisationen in Übereinstimmung gebracht werden. Die Vermittlung der technologischen Forschungsfelder erfolgt begrifflich als Übersetzung technologischen und wissenschaftlichen Wissens zwischen den Feldern (semantische Rahmung). Unter gegenständlicher Vermittlung verstehen wir dagegen die "Weitergabe" von Geräten, die technische Möglichkeiten verkörpern (technologische Chancen), welche in den jeweils nachgeordneten Feldern angeeignet werden. Auf der einen Seite gibt es technologische Forschungseinrichtungen, die Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Grundlagenforschung betreiben, auf der anderen Seite gibt es betriebliche Anwender, die sich die Ergebnisse der technologischen Forschung passend zu ihren spezifischen Problemen aneignen müssen. Das Problem der Übersetzung setzt sich fort von der Wissenschaft über die Technologie zur betrieblichen Praxis. Dabei ist die Übersetzung des Wissens i.w.S. (also auch und besonders der leitenden Konzepte einer Entwicklung, die das ausmachen, was wir "regulative Semantik" nennen) eingespannt zwischen den Interessenlagen verschiedener Akteure. Diese Akteure definieren je aus ihrer eigenen Sicht, was für sie ein wissenschaftliches oder technisches "Problem" ist und welche Lösungen sie erwarten und akzeptieren wollen.

Zu dem Aspekt der Übersetzung tritt der der Aushandlung gültiger technologischer Konzepte zwischen unterschiedlichen Akteuren.

Erst wenn die Übersetzung des Wissens in eine "anwendungsbereite" Form gelingt, was eine Neuinterpretation vorhandenen Wissens einschließt, und wenn die Interessen der beteiligten Akteure hinreichend überlappen, entsteht ein "Fenster der Möglichkeiten", in dem eine Technik die Chance hat, sich herauszubilden und zu stabilisieren. Das heißt nicht, daß das Überlappen der Interessen Konfliktfreiheit bedeutet. Es reicht, wenn Kompromisse gemacht werden. Es ist auch nicht nötig, daß alle Aspekte der Wissensaneignung und der Interessenkonstellationen den Akteuren oder einem ausgewählten Teil von ihnen bewußt sein müssen.

Das Gelingen von Übersetzung und Aushandlung kann sich "hinter dem Rücken der Akteure" als nicht-intendierte Folge der von ihnen verfolgten Strategien "ereignen".

Dann gibt es auch niemanden, der einen privilegierten Zugriff auf die Interessenkonstellationen hat. Vielmehr müssen wir im Gegenteil in unsere Überlegungen die Möglichkeit einschließen, daß es für das Gelingen einer technischen Innovation notwendig ist, daß Aspekte des Übersetzungs- und Aushandlungsvorganges gesellschaftlich unsichtbar bleiben. Es kann dann eine Funktion von Elementen regulativer Semantiken sein, mögliche Differenzen, die aus der Tatsache der gesellschaftlichen Natur der sprachlichen Aneignung von Konzepten unterschiedli-

cher Akteure in verschiedenen Kontexten resultieren könnten, zu verdecken statt sichtbar zu machen. Das gilt ganz allgemein auch für die Unterscheidung von Wissenschaft, Technologie und betrieblicher Anwendung. Das heißt, daß es nicht möglich ist, ohne weitere kritische Sichtung aus der Perspektive der Selbstbeschreibung der Felder: Wissenschaft, Technologie, Betrieb, Schlußfolgerungen für die konkrete Konstruktion einer Technik zu ziehen. Sachtechnische Strukturen sind immer ein Bündel von Chancen, die nur selektiv angeeignet werden. Die notwendige Integration von Techniken in den Feldern des wissenschaftlichen Entwurfs, der technologischen Forschung und der Anwendung erfolgt durch das sachtechnische Artefakt mit seinen Nutzungs-Chancen und durch die begleitenden Semantiken. Das setzt eine Kommunikation zwischen den Feldern voraus, die ihrerseits geteilte Problemlagen und Lebenswelten der Akteure und - darauf basierende - Übersetzerleistungen voraussetzt.

4.4 Technik als funktionierende Simplifikation

Sachtechniken sind die physischen Repräsentanten von funktionierenden Simplifikationen (Luhmann), die wir gemeinhin "Geräte", "Maschinen" oder "technische" Systeme nennen: "Technik im umfassenden Sinne begriffen, ist funktionierende Simplifikation, ist eine Form der Reduktion von Komplexität, die sich konstruieren und realisieren läßt, obwohl man die Welt und die Gesellschaft nicht kennt, in der dies geschieht: ausprobiert an sich selber." (Luhmann 1992, S. 21) Eine "Technisierung" folgt der Regel: Wenn "Wenn p, dann q" gilt und man q will, so solle man p tun (Lenk). Solche Anweisungen werden in Normen festgeschrieben, die in einer funktionierenden Sachtechnik als kontingente Wahlen unsichtbar gemacht (invisibilisiert) sind. Die technologische Kommunikation wird durch einen Doppelkode: Effektivität (= technische Funktionalität im engeren Sinne) und Effizienz gesteuert. "Effektivität" heißt dabei, daß gewünschte Effekte überhaupt herbeigeführt werden können. "Effizienz" betrifft das Verhältnis von sozialem und ökonomischem Aufwand zum Nutzen der Effekte. Bereits M. Weber hat auf den Zusammenhang der bei Techniken in Anspruch genommenen Effekte mit den Semantiken ihrer Inanspruchnahme hingewiesen: "Jedes Artefakt, z.B. eine 'Maschine', ist lediglich aus dem Sinn deutbar und verständlich, den menschliches Handeln (von möglicherweise sehr verschiedener Zielrichtung) der Herstellung und Verwendung dieses Artefakts verlieh (oder verleihen wollte); ohne Zurückgreifen auf ihn bleibt sie gänzlich unverständlich." (Weber 1972, S. 3)

Techniken sind in diesem Sinne Externalisierungsformen gesellschaftlicher Kommunikation. Techniken konstruieren und benutzen heißt, externe Effekte unter der Leitvorstellung einer funktionierenden Simplifikation in Anspruch zu nehmen.

"Funktionierende Simplifikation" heißt, etwas zum Laufen zu bringen, ohne daß man wissen muß, wie es funktioniert. Das betrifft im Prinzip auch die wissenschaftliche Forschungspraxis. Die Unterscheidung von Wissenschaft und Technik

folgt traditionellen Unterscheidungen wie Wissen/Können, Beschreiben/Handeln, Theorie/Praxis, die aus dieser Perspektive fragwürdig sind. Die Unterscheidungen werden gesellschaftlich verwendet, um Techniken zu konstruieren. Was dabei "technisch" ist, entscheidet sich in der Kommunikation. Trotzdem gibt es die nicht notwendig in der Kommunikation erscheinenden Grenzen, die "Einsprüche" der Realität. Das Verhalten dieser als Grenzen fungierenden Realitätsbestandteile wird in Normen beschrieben. Da Normen Bestandteile gesellschaftlicher Kommunikationsprozesse sind, gehen sie darüber hinaus; sie sind konstruktive Elemente.

Technik ist als doppelter, "künstlicher" physikalischer und semiotischer Gegenstand zu untersuchen, dessen innere Vernetztheit nicht nur auf der Ebene der physikalischen Effekte liegt, sondern auch auf der der Handlungen, die er repräsentiert, und der Sinnbezüge, in die er eingebunden ist.

Die technologische Entwicklung wird durch den sozialen Kode der Funktionalität (Effektivität und Effizienz) gesteuert. Daraus ergibt sich ein komplexer Begriff von "Funktionalität", der soziale Bezüge immer schon einschließt. Es folgt zudem, den Ingenieur als einen "impliziten Soziologen" ansehen zu müssen. Zu den Einspruch erhebenden Realitäten gehören soziale Sachverhalte. Es folgt ebenfalls, daß die Verwendung technischer Artefakte ein Prozeß der ständigen Wiederaneignung ist. Diese wird vermittelt durch den Gegenstand selbst mit den in ihm repräsentierten technologischen Chancen und durch die Leitvorstellungen u.ä., die von einem Wandel der gesellschaftlichen Semantiken nicht unberührt bleiben (s.o.). Eine Technikfolgenabschätzung muß die "Chancen" und die "Semantiken" beobachten. Dadurch ergibt sich ihr Bezug zur Technikgeneseforschung. Eine durch die Technikgeneseforschung informierte Technikfolgenabschätzung kann - so wie es sich die Geneseforschung vorstellt - als "integrierte Technikfolgenabschätzung" in den Prozeß von "Übersetzung und Aushandlung" eingreifen, den eine technologische Entwicklung darstellt. Ich werde darauf zurückkommen. Dies setzt voraus, daß sich das technikgenetische Wissen produktiv für die Prognostik der Technikfolgenabschätzung verwenden läßt. Nach einem recht konservativ gestrickten analytischen Modell läßt sich das gut ableiten und begründen. Der Haken liegt aber darin, daß möglicherweise eine wahre (und eventuell auch deterministische) Erklärbarkeitsbehauptung der Geneseforschung bezüglich ihres Gegenstandes nicht notwendigerweise auch bedeuten kann, daß effektive Erklärungen geleistet werden können. Das kann daran liegen, daß zwar Kausalität vorliegt, aber eine deterministische Hypothese falsch ist (und ein Probabilismus zu praktischer Unerklärbarkeit führen kann). Es kann daran liegen, daß die Determinismusannahme zwar richtig ist, die Komplexität des Erklärungsgefüges aber die Darstellungskapazität der wissenschaftlichen Sprache überfordert. Dann stehen verschiedene komplementäre Erklärungsmuster (z.B. Systemmodell vs. Akteursmodell) nebeneinander und konkurrieren möglicherweise noch um Problemmangemessenheit im Sinne von Orientierungswissen. Prognostisch verwertbar muß dieses Orientierungswissen aber schon nicht mehr sein. Schließlich kann auch die Kausalitätsannahme insofern falsch sein, als auf der Ebene der erklären-

den Größen - etwa soziales Handeln - eine gültige Hypothese über Kausalzusammenhänge im einzelnen nicht möglich ist. Dahinter steckt das Problem, wie Situationen doppelter Kontingenz im Handeln aufgefangen werden. An der Stelle der theoriestrategischen Leistung von Werten und Normen könnten im Falle der Technikgeneseforschung die Leitbilder vermutet werden. Das ist aber auch nicht unproblematisch, soweit die Leitbilder nur als handlungsaffizierende regulative Größen (im Sinne von Habermas) aufgefaßt werden.

4.5 Technikgenese und ihre Folgen: Erklärungen und Prognosen

Betrachten wir ein analytisches Modell, das uns helfen soll, die denkbaren methodologischen Beziehungen von Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung abzuklären (vgl. auch Grunwald). Unter einer wissenschaftlicher Systematisierung verstehen wir die allgemeine Struktur von Argumentationen, die wir als "Erklärungen", "Vorhersagen" ("Prognosen") oder "Retrodiktionen" bezeichnen (vgl. Stegmüller 1969, S. 199ff). Wir beschränken uns darauf, zwischen kausaler und funktionaler Erklärung und Prognose zu unterscheiden. Eine kausale (soziologische) Erklärung kann als zweckrationale Erklärung auftreten, aber ebenso auch als Erklärung mit Hilfe von Annahmen bspw. über die Sozialisation eines Akteurs bzw. über die Konditionierung eines Systems. Den ersteren Fall nennt man nach Schütz "um zu"-Erklärung, den zweiten Fall "weil"-Erklärung. Funktionale Erklärungen stellen entweder eine kausale Erklärbarkeitsbehauptung dar. Sie sind dann Platzhalter für noch ausstehende nähere (insbesondere im Zusammenhang der Soziologie bzw. auch der Wirtschafts- oder Politiktheorie: zweckrationale) Erklärungen. Oder sie sind Bestandteil einer evolutionistischen Erklärungsstrategie, die letztlich funktionale Erklärungszusammenhänge als eine Kette kausaler (um zu- oder weil-) Abhängigkeiten auffaßt.

Neben soziologischen Erklärungen spielen Erklärungen nicht-sozialer Sachverhalte bei der Technikfolgenabschätzung eine Rolle. Dabei lassen sich methodologisch schwierige Typen von Systematisierungen beobachten: Erstens betrifft das die Verwendung von Dispositionsprädikaten. Einem technischen System werden Eigenschaften in der Form erwartbaren zukünftigen Verhaltens zugeschrieben (wie z.B. "riskante Technologie"). Es ist hierbei hervorzuheben, daß der wissenschaftslogische Status derartiger Aussagen nach wie vor nur wenig geklärt ist. Zweitens treten sogenannte Konditionalaussagen hinzu, die Informationen über ein "was wäre wenn" Verhalten, das man zugleich zu verhindern wünscht, enthalten. Solche Aussagen sind ebenfalls noch wenig geklärt. Wenn man das "risk assessment" zur Technikfolgenabschätzung i.w.S. zählt, dann kommt dazu drittens der Umgang mit Wahrscheinlichkeitsaussagen. Jeder Mathematiker weiß, daß die Anwendung solcher Aussagen auf Einzelfälle problematisch wenn nicht gar verboten ist. Nur im umstrittenen Falle der Existenz einer "Verwirklichungstendenz" (Propensität) im Popperschen Sinne wäre eine solche Anwendung sinnvoll. Diese bezöge sich dann aber auf gut gesicherte Naturerkenntnis und nicht auf

Fälle von Aggregaten, deren Verhalten aus prinzipiellen Gründen niemals so untersucht werden kann, daß etwa eine "induktive" Wahrscheinlichkeits-Definition anwendbar wäre. So gesehen ist der Umgang mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Formalismen im Zusammenhang des "risk assessments" recht fragwürdig. Dazu kommt viertens die Frage nach der Definierbarkeit der Zustände, die bewertet werden sollen, und natürlich fünftens die nach den in ihrer Bewertung stekenden Präferenzen selbst. Die Lage wird komplizierter, wenn systemische Zusammenhänge in den Blick kommen.

Sinn- und Ereignissysteme

Ein System ist eine Einheit von Trägern, Elementen und ihrer Organisation. Wir können Sinnsysteme von Ereignissystemen unterscheiden. Dahinter steckt natürlich eine ontologische Differenz, die danach unterscheidet, ob etwas ist, will sagen (für sich) "existiert", und was etwas (für uns) ist, will sagen "bedeutet". Der Begriff des Sinnsystems kann erklärt werden mit Verweis auf den Zeichenbegriff. Ein Zeichen ist etwas, das für jemanden im Verband anderer Zeichen für etwas anderes steht. Das, wofür es stehen kann, ist sein Platz im System der anderen Zeichen (Intension), ein Gegenstand, der es referiert (Extension) oder eine Kommunikationsabsicht (Intention). Träger von Sinnsystemen sind Zeichenträger wie Symbole, Ikone, Indices oder Spuren. Eine Systematik der Zeichen, die auf Peirce zurückgeht, unterscheidet nach der Frage, ob Zeichen mit dem Bezeichneten kausal oder nur konventionell verbunden sind, und sie fragt, ob Zeichen Eigenschaften haben, die sie dem bezeichneten Gegenstand ähnlich machen oder nicht. Spuren und Symptome können wir auch zusammen als Indices auffassen. Ikone und symbolische Strukturen, die wir untersuchen, um Eigenschaften des dargestellten Gegenstandes zu ermitteln, können wir auch Modelle nennen. Ikone, die hinsichtlich ihres Materials dem repräsentierten Gegenstand ähnlich sind, nennen wir auch Kopien. Sind Kopien mit dem dargestellten Gegenstand nahezu identisch und mit diesem durch einen kausalen Prozeß verbunden, können wir sie als Re(du)plikationen bezeichnen.

"Ein Zeichen ist alles, was sich als signifzierender Vertreter für etwas anderes auffassen läßt. Dieses andere muß nicht unbedingt existieren oder in dem Augenblick, in dem ein Zeichen für es steht, irgendwo vorhanden sein. Also ist die Semiotik im Grunde die Disziplin, die alles untersucht, was man zum Lügen verwenden kann." (Eco 1987, S. 26) Auch natürliche und künstlich erzeugte materielle Gegenstände ("Artefakte") sind Zeichen, insoweit sie an der Semiose teilhaben, "es muß nur ein menschlicher Empfänger da sein" (Eco 1987, S. 38). Das ist der Schlüssel zum soziologischen Technikbegriff. Dabei ist "die Interpretation durch einen Interpreten, die anscheinend das Zeichen charakterisiert, als mögliche Interpretation durch einen möglichen Interpreten zu verstehen" (Eco 1987, S. 38f). In Texturen arrangierte Zeichenträger sind Interpretationsangebote. Der Interpret erfindet eine allgemeine Regel, wonach die Bedeutung einer lexikalischen

Einheit, eines Satzes, eines Textes, eines kulturellen Phänomens etc. als Schlußfolgerung aus der Beschreibung des Zeichenvorkommnis und der allgemeinen Regel erscheint. Es ist klar, daß auch eine kausale Zeichenrelation konventionalisiert sein muß, um handlungswirksam zu sein. Das heißt, "daß es Schlußfolgerungsakte gibt, die man als Akte der Semiose anerkennen muß" (Eco 1987, S. 39). In den Interpretationen von Signifikationsbeziehungen, die semiotische Urteile darstellen, können zugleich faktische Urteile liegen, die aufgrund von Signifikationsbeziehungen möglich sind, und die in die Kodes eingehen, die Wissen zum Ausdruck bringen. Analytizität und Synthetizität sind demnach relativ auf den sprachlich ausgedrückten kulturellen Horizont der Interpreten zu bestimmen.

Zeichenvorkommnisse an sich bedeuten nichts. Die Struktur des Ausdrucksmediums kann, wenn sie als solche überhaupt wahrgenommen wird, als Textur dienen, an der sich der Prozeß der Interpretation abarbeitet. Die Interpretation und Kommunikation, durch die Kodes erneuert und verändert werden, auf deren Grundlage Signifikationen funktionieren, sind gebunden an die Fähigkeit, mit den repräsentationalen Inhalten intentional umzugehen. Kommunikation verweist auf Signifikation, Signifikation wieder auf lebendige Kommunikation, die auf Intentionen verweist und ihre repräsentationalen Gehalte samt deren nicht-intentionalem Hintergrund, in dem Gattungswissen gespeichert ist. Die Träger von Sinnsystemen sind in diesem Erklärungszusammenhang die Intentionen von Interpreten oder die Gegenstände oder Sachverhalte, die ein Zeichen bezeichnet und die selbst in dieser Relation nicht semiotisch sind (die Extensionen). Die Elemente von Sinnsystemen sind die Bedeutungen (die Intensionen) der Zeichen oder - technisch ausgedrückt - die Zeichenfunktionen. Die Vernetzung der Zeichenfunktionen zu semiotischen Universen macht die Organisation eines Sinnsystems aus. Der Begriff der Bedeutung ist hier ebenso unscharf wie der des Trägers.

Bedeutungen können sich bestimmen als der Platz einer Zeichenfunktion im Netzwerk aller relevanten Zeichenfunktionen (Intension), als die Kommunikationsabsicht bzw. der subjektive Begriff, den wir uns von einem kommunikativen Ereignis oder von dem Sinn eines Zeichenträgers machen (Intention), oder der Gegenstand bzw. Sachverhalt, für den ein Zeichen steht (Extension).

Nachgerade läßt sich der Aspekt der Selbstreferentialität eines Sinnsystems (Zeichen haben nur Sinn im Verband anderer Zeichen, Intensionen beziehen sich nur auf Zeichen) von dem Aspekt der Fremdreferentialität (Zeichen erklären heißt, auf Intentionen und/oder Extensionen schauen) unterscheiden. Unter die semiotische Bestimmung von Sinnsystemen fallen Wissenssysteme, insofern "Wissen" und "Bedeutung" zwei Seiten ein und derselben Medaille sind.

Die Elemente von Ereignissystemen können a) physikalische Sachverhalte, b) mentale Zustände oder c) Verhaltensakte sein. Die Träger sind demnach a) Prozesse oder Dinge in der uns umgebenden physischen Welt, b) neuronale Prozesse, also organismische Zustände, c) Akteure. Klar ist, daß diese Unterscheidung von

Trägern und Elementen einer hausbackenen Ontologie folgt und nicht sehr differenziert ist. Sie soll uns aber für die Verdeutlichung unseres Anliegens genügen. Und das besteht darin, verschiedene Weisen des Erklärens im Hinblick auf ihren Stellenwert bei der Technikforschung abzuklopfen. Das macht sich besser, wenn man bereits bei Systemen von Ereignissen ansetzt, da sich der einfache Kausalnexu-
sus dann als ein Grenzfall ergibt. Die Organisationen von Ereignissystemen variieren mit der Natur der Ereignisse: a) Folgen von Ereignissen, die bspw. als Störungen Ursache anderer ungewollter oder "riskanter" Ereignisse sind; b) Absichten von Akteuren und ihre Gründe; c) aufeinander bezogene Verhaltensakte, deren Gründe Hypothesen der Akteure über das Verhalten anderer Akteure enthalten. Klar ist, daß Verhaltensakte nur existieren, insofern sie Repräsentanten (und Reproduzenten) von Sinnsystemen sind. Letztere werden dann zum Ausgangspunkt der soziologischen Systemtheorie. Verhaltens- als Ereignissysteme erscheinen demgegenüber erst, wenn wir nach der Reproduktion von Sinnsystemen fragen, nämlich nach dem Problem der Zeitlichkeit bei ihrem Gebundensein an empirische Kommunikation. Wobei "Kommunikation" hier ein generalisierter Modus der Existenz sozialer Systeme ist (s.o.). Die Fragestellung zielt nun darauf, zu untersuchen, welche grundbegrifflichen Unterscheidungen uns von dem "Ereignis" zur "wissenschaftlichen Systematisierung" führen. Diese Unterscheidungen können wir in Form von vier Fragen formulieren:

(1) *Lassen sich die Ereignisse abgrenzen oder nicht?* Es geht hier darum, ob es Beschreibungen gibt, die für den jeweiligen Zweck des Argumentierens hinreichend eindeutig zu sagen gestatten, was wir meinen, was der Fall sei und was nicht. Wir müssen abgrenzbare Ereignisse annehmen, um die zweite Frage sinnvoll stellen zu können. Der andere Fall begegnet uns bspw. bei bestimmten quantentheoretischen Deutungen physikalischer Ereignisse. Er ist ein Grund dafür, daß wir prinzipiell die Offenheit der physikalischen Welt annehmen müssen und zwar unabhängig von der Frage, ob die Gesetze dieser Welt nun probabilistisch sind oder nicht.

(2) *Sind mindestens zwei Ereignisse kausal miteinander verbunden oder nicht?* Wir fragen hier nach der Anwendbarkeit des Ursache-Wirkungs-Formalismus. Dieser hat zwei zusammengehörende Aspekte. Das Auftreten von Ereignissen in der Zeit stellt die äußere Seite dieses Zusammenhangs dar. Die Vorstellung, daß ein Ereignis ein anderes irgendwie herbeiführt, stellt seine innere Seite dar. Darin steckt ein Stück implizite Soziologie, wenn wir aus der Erfahrung unseres eigenen Handelns darauf schließen, das etwas etwas anderes herbeiführt (wie Searle betont). Wir müssen diese Kausalität annehmen, um sinnvoll weitermachen zu können. Der andere Fall tritt klassischerweise bei Ebenen-Übergängen z.B. der Erklärung mentaler Zustände durch neuronale Ereignisse auf. Er interessiert uns hier nicht, obwohl es interessant wäre zu erfahren, wann wir tatsächlich bspw. bei der Risikoabschätzung genug über die Kausalität von Ereignissen wissen, um Modellrechnungen (deterministischer oder probabilistischer Art) anstellen zu können.

(3) *Sind die Kausalitäten deterministisch oder nicht?* Im zweiten Fall lassen sich die Kausalitäten als probabilistische Gesetze beschreiben. Hintereinandergeschaltete Übergangswahrscheinlichkeiten können zu dem Fall eines praktisch unvorhersagbaren Systemverhaltens führen. Es ergibt sich somit die anschließende Frage:

(4) *Sind die kausalen Zusammenhänge für uns überschaubar bzw. berechenbar oder nicht?* Der zweite Fall bedeutet ein "deterministisches Chaos", das, im Unterschied zur gern gebrauchten Beschreibung in populärwissenschaftlichen Darstellungen, an die sich so mancher Soziologe in seinem Theoriebau anlehnt, weder etwas mit indeterministischem Verhalten noch mit der Abwesenheit von Kausalität oder gar mit "unbeschreibbaren" Zuständen der Welt zu tun hat. Freilich hat der Mystiker sehr recht, wenn er darauf hinweist, daß der Gedanke der Kausalität, auf die Welt als Ganzes angewendet, in seiner Konsequenz entweder dazu führt, daß die Welt unerkennbar ist aufgrund der unendlichen Komplexität der wohl beschriebenen Ereignisse oder unerkennbar ist aufgrund der notwendig unvollständigen Beschreibbarkeit einzelner Ausschnitte der Welt als Ereignisse.

Die klassische Form der Erklärung bzw. der Vorhersage - an der sich die Selbstbeschreibung der Wissenschaft und die Begründung für deren Brauchbarkeit im technologischen Kontext orientiert - setzt auf Abgrenzbarkeit, Kausalität, Determiniertheit und Überschaubarkeit. Wenn man ein wenig nachdenkt wird klar, wie "unwahrscheinlich" es ist, daß diese Bedingungen im strengen Sinne erfüllt sind.

Unüberschaubarkeit ist aber für die Beherrschung natürlicher oder sozialer Vorgänge nicht zu gebrauchen, ebenso wie mangelnde Beschreibbarkeit der Phänomene oder Akausalität der Zusammenhänge. Diese scheiden also aus. Blicke noch die Form des Indeterminismus. Diese geht aber nur an, wenn es sich um einen schwachen Indeterminismus handelt. Es findet sich hier wenigstens eine vorherrschende Tendenz des Verhaltens von Systemen. Sonst wird die Lage wieder viel zu unübersichtlich. Die prognostische Verwendbarkeit der "vorherrschenden Tendenz" ist natürlich auch problematisch. Es läßt sich mit einfachen Mitteln zeigen, daß kleine, schwach indeterministische Systeme aufgrund von Rückkopplungseffekten praktisch in ihrem Verhalten unvorhersehbar sein können. Das nennt man das Problem der Asymmetrie von Erklärung und Prognose: wir können sagen, warum etwas geschehen ist, aber deshalb nicht unbedingt das Geschehen vorhergesehen haben. Der kausalen, deterministischen Erklärung zur Seite lassen sich die kausale Prognose 1. und 2. Art (Konditionalprognose) und die funktionale Erklärung gesellen, wobei die funktionale Erklärung ein Stellvertreter kausaler Erklärung oder der Teil einer evolutionistischen Erklärungsstrategie ist (s.o.).

Kausale und funktionale Erklärung

Unter "Erklärung" selbst können unterschiedliche Dinge verstanden werden: kausale Erklärung, rationale Erklärung (Rekonstruktion), funktional(istisch)e Erklärung, Bedeutungserklärung (Begriffsexplikation), moralische Erklärung (Rechtfertigung) oder einfach eine detaillierte Schilderung (vgl. Stegmüller 1969, S. 72ff). Die rationale Erklärung verstehen wir als Form der deduktiv-nomologischen Erklärung: Wissen und Wollen einer Person erklären eine Handlung kausal. Es handelt sich um eine "um zu" Erklärung im Sinne von Schütz. Das ist zu unterscheiden von "weil" Erklärungen. Eine Handlung, ein Verbrechen bspw. kann erklärt werden dadurch, daß man sagt, jemand tat es, um das und das zu erreichen, oder er tat es, weil er so und so erzogen wurde. Einmal ist eine Erklärung im Sinne zweckrationalen Handelns ins Auge gefaßt, zum anderen eine psychologische Erklärung aus der Wirkung der Lebensumstände des Akteurs. Wenn unser Verbrecher dabei offensichtliche Gefahren übersieht oder sein Weltbild der Ausdruck mangelnden Realitätssinns ist und trotzdem für ihn funktioniert, so ist das ein Fall für die Untersuchung des Gleichgewichts des kognitiven Systems, seiner "Äquilibration" im Sinne von Piaget. Das ist ähnlich der Psychoanalyse ein Beispiel einer funktionalistischen Systematisierung auf der Ebene des Individuums. Gewöhnlich wird der Funktionalismus aber in der Soziologie heute mit der Systemtheorie assoziiert.

Die funktional(istisch)e Erklärung zeigt, daß eine Entität (eine Institution, ein Organ etc.) bezogen auf ein System, einen Organismus o.ä. funktional ist, d.h zu seinem Bestehen beiträgt (schwache Funktionalität) oder eine notwendige Bedingung seines Bestehens ist (starke Funktionalität). Dabei kann der Begriff des Bestehens offen formuliert sein, so daß Strukturveränderungen des Systems berücksichtigt sind. Darüber hinaus kann man funktionale Äquivalente annehmen, die unterschiedliche innere Struktur haben, doch vergleichbare Leistungen für die Reproduktion eines Systems bringen. Letzteres führt uns zu dem Äquivalenzfunktionalismus.

Rationale Erklärungen können so gedeutet werden, daß sie nur Vernunftgründe aber keine psychischen Ursachen eines Handelns liefern, wenn sie mit der als kontrafaktisch gekennzeichneten Annahme arbeiten, eine Person verfolge ein Ziel entsprechend einem explizierbaren Wissen rational - also unter Abwägen der kalkulierbaren Folgen und Nebenfolgen, das durch einen Entscheidungskalkül dargestellt werden kann. Diese Annahme verschärfend können wir sagen, daß ein Prozeß rationalen Abwägens eine Handlung auf der individuellen Ebene kausal erklärt. Aufgrund der hierzu anzunehmenden kognitiven Verarbeitungskapazität der Person und der formalen Probleme der Entscheidbarkeit ist eine solche Annahme eine sehr starke Hypothese. Die Vorstellung rationaler Handlungen kann - bei Verzicht auf die psychologische Annahme - auf Systeme bzw. Institutionen als kollektive Akteure angewendet werden, deren Zweckmäßigkeit des Verhal-

tens bezüglich einer festgehaltenen Zielgröße untersucht wird. Hier begegnen sich die Funktionalanalyse und die rationale Erklärung.

Nicht nur, daß die Übergänge zwischen funktionaler Interpretation und kausaler Erklärung fließend sind. Auch die Verbindung zwischen Funktionalismus und soziologischer Systemtheorie kann gelockert werden. Dann verändert sich auch die Einschätzung der Motiv-Erklärung von Seiten der Systemtheorie. Das führt zu einer nichtfunktionalistischen Systemtheorie in der Form der Theorie autopoietischer Systeme. Systeme produzieren - gemäß dieser Theorie - ihre Elemente (Handlungen, Kommunikationen) selbst (= Autopoiesis), die sich ausschließlich (= operationale Geschlossenheit) auf Elemente des gleichen Typs beziehen (= Selbstreferenz). Handlungen machen nur in Handlungssystemen Sinn; Wörter sind nur als Wörter in einer Sprache verständlich; Denken heißt, über Gedanken nachzudenken. Der Begriff der "Selbstreferentialität" spezifiziert die Implikationen eines solchen Herangehens. Die Operationen eines Systems beziehen sich demnach nur auf die gleichartigen Operationen desselben Systems. Zwar weisen Systeme über sich hinaus auf eine Umwelt, die Wirkungen in ihnen erzeugen kann: Handlungen haben einen Gegenstand; Reden ist Reden über etwas; der Gedanke hat seinen Gegenstand und sein neurologisches Korrelat. Aber diese Verweisung, die man als "kausale Offenheit" bezeichnen kann, ändert nichts an der operationalen Geschlossenheit von (selbstreferentiellen) Systemen: Handlungen werden durch Handlungen fortgesetzt; Gedanken werden durch Nachdenken im mentalen System "erhalten"; Kommunikationen limitieren und ermöglichen ausschließlich Kommunikationen. Das für den Äquivalenzfunktionalismus zentrale Problem des Verhältnisses von Umwelt und System (= "außen vor innen") wird dabei neu formuliert als das Problem der Interaktion von Systemen auf der Grundlage wechselseitigen Beobachtens, das auf systemeigene Ressourcen (Unterscheidungen, Medien) angewiesen ist (= "innen vor außen").

Die systemische Differenzierung und die Kopplung der Systeme muß dabei nicht nur funktionalistisch erklärt werden. Sondern die Systemevolution wird in eine Kette faktischer Differenzierungsschritte aufgelöst, die unter die Bedingung schwacher Funktionalität gebracht werden kann. Die Denkfigur Autopoiesis-Selbstreferenz gestattet uns, über die Entstehung und den Verlauf von wissenschaftlichen (oder auch technologischen) Debatten so nachzudenken, daß diese Debatten dann weder nur der Ausdruck einer zugrunde liegenden Forschungslogik sind noch das - funktionalistisch aufzuklärende - Korrelat einer opportunistischen Forschungspraktik, die auf die Anforderungen anderer Felder verweist. Sondern ein Teil der "Varianz" an Debatten, ihren Themen, Argumenten und an Öffnungs/Schließungs-Prozessen kann aus der Faktizität ihres puren Verlaufs erklärt werden. Diesen Sonderweg können wir hier nicht weiter beleuchten. Wir kehren zu einem einfachen Modell zurück:

Technikgeneseforschung als Wissensproduzent für die Technikfolgenabschätzung

Angenommen, es gelten kausale, deterministische Gesetze, für die die Zeitpunkte (t) der Ursache (U), der Wirkung (W) und des Vollzugs der Aussage (X) über den Zusammenhang von U und W bekannt sind. Wir reden selbstverständlich hier von Wirkursachen (als eine Form der *causae extrinsecae* der aristotelischen Scholastik). Gar nicht berücksichtigt sind Erklärungsschemata, die mit Begriffen wie "Zweckursache" (als die zweite dem Ding außenseiende Ursache), "Material-" und "Formalursache" (die *causae intrinsecae*) oder "Idee" bzw. "vorbildliche Ursache" (*causa exemplaris*) arbeiten. Dann lassen sich verschiedene Fälle von denkbaren Systematisierungen unterscheiden:

t1 t2 t3

- | | | | | |
|---------|---|---|---|------------------------------------|
| 1. Fall | U | W | X | klassische kausale Erklärung |
| 2. Fall | U | X | W | kausale Prognose 1. Art |
| 3. Fall | X | U | W | kausale Prognose 2. Art |
| 4. Fall | W | U | X | klassische funktionale Erklärung |
| 5. Fall | W | X | U | funktionalistische Prognose 1. Art |
| 6. Fall | X | W | U | funktionalistische Prognose 2. Art |

Die Fälle funktionalistischer Prognosen wollen wir hier nicht betrachten. Die klassische kausale und funktionale Erklärung sind Formen der Systematisierung, wie sie idealtypisch bei der Technikgeneseforschung vorkommen. Die kausale Prognose 1. Art entspricht der Selbstbeschreibung der Technikfolgenabschätzung: Gegeben ein bestimmter Stand der technischen Entwicklung, werden die gesellschaftlichen Folgen (= Technikfolgenabschätzung i.e.S.) ebenso wie die erwartbaren weiteren Anschlußentwicklungen (= Technikfolgenabschätzung i.w.S.) prognostiziert. Der Fall kausaler Prognose 2. Art (auf der Grundlage von Konditionalaussagen) entspricht eher der tatsächlichen Lage der Technikfolgenabschätzung: Ein zukünftig angenommener technologischer Wandel wird als Ursache für erwartete gesellschaftliche und technologische Wirkungen untersucht (bspw. in der Szenario-Technik).

Technikfolgenabschätzung heißt demnach, die nicht-intendierten Folgen einer Technisierung und die ebenfalls (möglicherweise) nicht-intendierten Ursachen derselben zu erforschen.

Es läßt sich eine Technikfolgenabschätzung i.e.S., die die Folgen eines gegebenen technischen Entwicklungsstandes im Auge hat, von einer Technikfolgenabschätzung i.w.S., die zugleich auch den technischen Wandel mitbeobachtet, unterscheiden. Je umfassender der Anspruch, desto geringer die Prognosevalidität. Die Technikgeneseforschung kann nun ebensowohl komplementär zur Technikfolgenabschätzung definiert werden: Fall 1 und 4 im Gegensatz zu Fall 2 und 3; als auch als ein Produzent jenes gesetzesartigen Wissens, daß bei Prognosen in der Technikfolgenabschätzung Anwendung findet, also als ein Organon der Technikfolgenabschätzung. Ich habe bei diesen Überlegungen die Technikfolgenabschät-

zung auf ihre Rolle, prognostische Wissen i.e.S. zu produzieren, eingeschränkt. Ihre weitergehende Rolle, antizipatorisches Orientierungswissen zu liefern, kann die erste umfassen. Durch den unschärferen Anspruch neutralisiert das zugleich die methodologischen Schwierigkeiten in ihrer Bedeutung.

Die Technikgeneseforschung kann also - wie man auf der Ebene methodologischer Betrachtungen sieht - ein Organon der Technikfolgenabschätzung sein. Wenn sie sich dagegen mit sich selber beschäftigt, dann liegt ihr Erkenntnisanspruch neben dem der Technikfolgenabschätzung.

Bisher bin ich dabei davon ausgegangen, die Technikgeneseforschung würde tatsächlich gesetzesartiges Wissen suchen. Die Frage ist aber, von welcher Art die "nomologischen Kerne" (Esser) dieses Wissens sind. Damit ist gemeint, wie weit kann die Geneseforschung dabei gehen, eine konkrete technische Entwicklung soziologisch erklären zu wollen? Und das heißt, über den geschilderten Einzelfall hinaus Muster zu identifizieren, die eine gewisse Stabilität und Wiederholbarkeit zeigen, so daß es einerseits möglich ist, verschiedene historische Entwicklungen einer Technik zu systematisieren, andererseits ein Prognosewert im Rahmen der Technikfolgenabschätzung überhaupt angenommen werden kann.

Nach dem oben Gesagten ist es schwer, das einzusehen. Ein nomologischer Kern könnte das Modell einer Polydeterminiertheit der Genese sein (wobei immer nur ein im Prinzip offener Satz von notwendigen aber nicht hinreichenden Bedingungen bzw. Ursachen für die Genese angegeben werden kann, was wie gesagt eine effektive Erklärung ausschließt). Oder aus dem Satz notwendiger Bedingungen wählt man den Komplex regulativer Semantiken aus, die dann als die vermutete Steuergröße (gegenüber gegebenen Umwelten wie die der physikalischen Welt) gegenüber anderen Größen ausgezeichnet werden. Dann stellt sich sofort die Frage, wie erklärungs mächtig ein solcher Ursachenkomplex ist. Mit dem Modell von der Genese als Übersetzungs- und Aushandlungsprozeß wird diese Mächtigkeit sicher erhöht, insofern sich sozialstrukturelle und interaktionistische Aspekte (Stichwort: Mikropolitiken) integrieren lassen. Sofort aber tritt das Problem auf, ob die nun aufscheinenden verschiedenen Aspekte des Geneseprozesses noch mit einem erträglichen Forschungsaufwand eingefangen werden können.

Damit ist die Komplexität der Prozesse, mit denen es die Technikfolgenabschätzung zu tun hat, noch gar nicht mitbedacht. Dazu gehört die Vielfalt der Folgen der Technisierung, die Unsicherheit ihrer Bewertung und das Dilemma von Unbestimmtheit und relativer Gestaltungsoffenheit in der frühen Phase bzw. Bestimmtheit und gestalterischer Geschlossenheit in der späten Phase der Entwicklung. Die Folgeanalysen der Technikfolgenabschätzung kamen - wie Rammert betont - in der Regel zu spät für eine Umsteuerung. Und ihre Ergebnisse und Vorschläge erreichten nicht die an der technischen Entwicklung arbeitenden Wissenschaftler und Ingenieure. Die Technikgeneseforschung als Bestandteil der Technikfolgenabschätzung soll demgegenüber die Aufmerksamkeit der Technikfor-

scher weg von den Folgen hin zu den frühen Phasen des Entwurfs technischer Systeme verlagern. Vor allem in den frühen Phasen der Forschung, Konzeption und Konstruktion wird demnach wesentlich vorentschieden, welche Gestalt und welche Richtung eine technische Entwicklung nimmt. Das widerspricht der Idee von Technik als Prozeß, wenn es nicht gelingt, diese in systematischer Weise (z.B. auf verallgemeinerbare Phasen der Entwicklung und Anwendung) einzuschränken. In den frühen Phasen der Technikgenese läßt sich - wie Rammert vermutet - besonders augenfällig zeigen, welche unterschiedlichen Vorstellungen von Wissen, Kommunikation und Organisation jeweils bestehen und wie daraus eine Konzeption ausgehandelt wird, welche die Gestalt der jeweiligen Technologie prägt. Der Prozeß verläuft also in Kanälen, die man immerhin dadurch ausmachen kann, daß man seine verschiedenen Umwelten beobachtet.

Und die frühe Phase ist das Einfallstor für Umlenkungsversuche.

Eine von Rammert geforderte soziale Einbettung der Technikfolgenabschätzung in die Entwicklung von Techniken als "integrierte Technikfolgenabschätzung" reagiert konzeptionell auf das Problem der zeitlichen Integration von Prognose und Folgenabschätzung mit einer an der Technikgenese orientierten Vorausschau der Technikgestaltung. Die Integration soll in einem diskursiven Prozeß erfolgen, wobei die Identität und Differenz der beteiligten Disziplinen produktiv genutzt werden. Zur zeitlichen Vorverlagerung der Technikfolgenabschätzung kommt also die Bezugnahme auf die Technikgestaltung und ein diskursives Konzept der Technikfolgenabschätzung für die als wichtig angenommene Phase der Genese. Der akademische Hintergrund der Technikgeneseforschung stützt nun nicht gerade diesen pragmatischen Anspruch. Er verdankt sich, neben den oben schon genannten eher "atmosphärischen" Bedingungen, einer Kritik an unterschiedlichen Ansätzen der soziologischen Technikforschung. Dazu gehören strukturalistische (Technikentwicklung wird bestimmt durch Kapitallogik bzw. Logik der Beherrschung), interaktionistische (Technikentwicklung als Aushandlungsprozeß), kulturalistische (die Entwicklung als Ausdruck von Leitvorstellungen, die von Menschen- und Technikbildern und kulturellen Mustern geprägt sind) und evolutionistische Ansätze (Technikgenese als multidimensionaler Ausleseprozeß). Erstens wird gegenüber allen Betonungen von Strukturmustern der technischen Entwicklung behauptet, daß die technische Entwicklung prinzipiell offen sei (Offenheitsannahme). Zweitens wird - wie wir sahen - angenommen, daß die frühe Phase der technischen Entwicklung den weiteren Verlauf dieser Entwicklung vorpräge bzw. kanalisieren (Kanaliserungsannahme). Eine wichtige Kategorie, die die Vermittlung zwischen beiden Annahmen leisten soll, ist die des "Leitbildes" bzw. allgemeiner der "regulativen Semantik".

Daraus wird zuweilen die Idee einer leitbildförmigen Steuerung abgeleitet, die an der Stelle, der "harten" Steuerungsinstrumente traditioneller Technikfolgenabschätzung stehen soll (vgl. Dierkes 1990d, Dierkes et al. 1992). Das Leitbild-

Konzept soll dabei "weich" genug sein, um den Kontingenzen der technischen Entwicklung theoretisch Platz zu lassen. Es soll andererseits "hart" genug sein, um als Instrument dienen zu können, die Intentionen der Entwickler einer Technik zu beeinflussen. Als praktische Anwendung der Idee von technischer Entwicklung als "Übersetzung und Aushandlung" und aufgrund der Kritik an der Idee einer leitbildförmigen Steuerung hat sich das Konzept der integrierten Technikfolgenabschätzung entwickelt (s.u.). Die Technikgeneseforschung setzt damit die pragmatischen Intentionen der Technikfolgenabschätzung fort. Sie ist in diesem Sinne ein Organon der Technikfolgenabschätzung. Andererseits konterkarieren ihre eigenen Ergebnisse zur Kontingenz technischer Entwicklung jeden Steuerungsanspruch. Das wird methodologisch dadurch aufgefangen, daß "Schließungs"-Mechanismen untersucht werden, die an der Stelle einer quasi-objektiven Logik der technologischen Entwicklung stehen. Die Schließungen sollen ebenso aus der Prägekraft von Weltbildern erklärt werden wie aus den Konstellationen der Akteure, die ein technologisches Projekt aushandeln. Prinzipiell bleibt aber die Technikgenese ein offener Entwicklungsprozeß, der im strengen Sinne weder vorhergesehen noch gesteuert werden kann.

Die Technikgeneseforschung (aus der Perspektive der Ansprüche einer Technikfolgenabschätzung betrachtet) trägt dann dazu bei, Nichtwissen zu kommunizieren.

In dieser Kommunikation von Nichtwissen untergräbt die akademische Technikgeneseforschung die eigenen pragmatischen (an Technikfolgenabschätzung orientierten) Intentionen. Andererseits akkumuliert die Geneseforschung zweifelsohne Wissen, das ein pragmatisches Interesse an Technikgestaltung zu befriedigen gestattet. Historische Beschreibungen, die soziologisiert werden, und betriebsbezogene Fallstudien dienen ihr dabei als Material. Der Vorteil betriebsbezogener Analysen besteht in der Möglichkeit, Teilnehmer- und Beobachter-Perspektiven kombinieren zu können. Der Nachteil besteht darin, daß die Einordnung solcher Analysen in langfristig relevante Prozesse schwierig ist, da man sich naturgemäß ja gerade auf die Offenheit der Entwicklung einläßt.

Die Geneseforschung kommt dort möglicherweise zu früh, wo die Folgenabschätzung zu spät kommt.

Dagegen liegt der Vorteil der historischen Analysen nun eben darin, daß die Relevanz dessen, was man untersucht, "von hinten betrachtet", gut eingeschätzt werden kann. Andererseits ist man auf die Selbstbeschreibung der Entwicklung bzw. die Beobachtung von Zeitgenossen angewiesen, die andere Wahrnehmungsmuster haben, als durch die oben geschilderten theoretischen Überlegungen nahegelegt werden. So bleibt für die sekundäre Analyse oft nur die mehr oder weniger plausible Spekulation über die Motive der Macher, Nutzer und Entscheider in einer Technikgenese. Oder man verzichtet auf eine intentionalistische Interpretation der Technikentwicklung und zieht sich auf funktionalistische Figuren zurück. Dann allerdings wird die Frage laut, wo denn die Annahmen über Einflußgrößen

der Entwicklung (Kapitallogik, Rationalitäten der Beherrschung, kulturelle Muster) gerechtfertigt sein können, bevor deren Relevanz als Motive der Entwicklung geklärt ist. Außerdem legt der Erfolg (nachträglich betrachtet) eine deterministische Interpretation seines Weges nahe, gegen die dann (im Sinne der Offenheitsannahme) nur noch appellativ angekämpft werden kann.

5. Unabweisbare Paradoxien von Technikgenesforschung und Technikfolgenabschätzung?

5.1 Die Paradoxien

Die soziologische Technikforschung ist der Ausdruck einer Soziologisierung gesellschaftlicher und außergesellschaftlicher Phänomene. Dabei bedeutet in unserem Zusammenhang "Soziologisierung" eine Konntingentsetzung bestehender und "funktionierender" Technologien. Darin aber, die Welt so zu sehen, drückt sich selbst ein gesetzesartiges Wissen aus.

In diesem Sinne kann aus der Bekämpfung des Technikdeterminismus ein Neo-Determinismus der soziologischen Technikforschung folgen.

Die verursachenden Zusammenhänge enthalten Elemente, wie die verschränkten Erwartungen von Akteuren, kommunikative Prozesse und Weltbilder der Ingenieure, die es prinzipiell unwahrscheinlich machen, daß das Wissen um die Konstruktion von Technik (auch wenn es auf das Niveau gesetzesartiger Aussagen gebracht werden kann, was ein Verlust an historischer Differenziertheit bedeutet) im Sinne einer Technikgestaltung angewendet werden kann. Es ginge dann um die Anwendung eines Wissens, das Anwendungen ausschließt (was als "re-entry-Paradox" die Sozialwissenschaften durchzieht). Ein Paradox der Technikfolgenabschätzung besteht nun in der Absicht, Ereignisse vorhersagen zu wollen, die nicht eintreten sollen (vgl. Bechmann/gloede 1992, Hoffmann-Riem 1988, Mai 1993d). Es tritt noch einmal spezifischer auf, wenn es um das Verhältnis von Politikflankierung und Frühwarnung bzw. in der abgehobenen Sprache der Soziologen: um das Verhältnis der Produktion entscheidungslegitimierenden Wissens zur Kommunikation von Nicht-Wissen geht.

Das Paradox der Technikgenesforschung liegt bereits in dem Widerspruch von Offenheits- und Kanalisierungsannahme (die zugleich wahr sein sollen) begründet.

Es äußert sich auf der Ebene des Forschungsprozesses darin, daß einerseits ein pragmatischer Beitrag zur Technikfolgenabschätzung geleistet und andererseits wissenschaftlich Verunsicherung verursacht wird. Die Entparadoxierung in den Feldern der Technikfolgenabschätzung und Technikgenesforschung erfolgt durch verschiedene methodische oder theoretische Kniffe. Was die Prognostizierung ungewünschter Ereignisse anbetrifft, so bieten sich innerhalb der Technik-

folgenabschätzung die Szenariotechnik, ein Konzept von Interdisziplinarität in der Forschung oder die Idee der Parallelforschung an. Was das Problem von Offenheit und Kanalisierung (bis hin zu Schließung, Verriegelung bzw. Determination) technischer Entwicklungen anbetrifft, so stehen im Rahmen unserer Modellannahmen zwei theoretische Vermittler bereit. Die erste Vermittlung liegt in einer Dialektik von Möglichkeit und Wirklichkeit bezogen auf die technologischen Chancen, die ein Artefakt darstellt. Die zweite Vermittlungsinstanz sind die regulativen Semantiken, die die Wahlen aus den Feldern der technologischen Chance leiten. Teils handelt es sich um echte Wahlen, soweit den Akteuren Möglichkeiten und Grenzen dieser Felder bewußt sind, teils sind die Wahlen der Ausdruck der Weltbilder der Akteure, die, indem sie das Denkmögliche und das als machbar Annehmbare bestimmen, die Technikentwicklung mitdeterminieren.

5.2 ... und ihre Auflösung

"Regulative Semantiken" ist hier als eine Sammelbezeichnung gemeint für Ideen bzw. Sprachformen, die unser Handeln wirksam affizieren. Sogenannte regulative Ideen (Popper) wie die Idee der Wahrheit wissenschaftlicher Aussagen bilden einen Rahmen für die Rechtfertigung von Forschungsergebnissen. Sie widerspiegeln nicht den Forschungsprozeß (vgl. Knorr-Cetina 1991). Sie lassen sich strategisch einsetzen, wenn es um die Aushandlung gültiger Forschungsergebnisse geht. Sie beziehen sich auf ein Netzwerk von Aussagen, die das bilden, was wir den Wirklichkeitsbezug wissenschaftlichen Wissens nennen (Quine 1991). Regulative Ideen werden in Kodes wie wahr/falsch, funktioniert/funktioniert-nicht verichtet und zur Steuerung sozialer Systeme eingesetzt (Luhmann 1990). Reduktionsformeln sind Elemente der Wirklichkeitskonstruktionen (im Sinne von Quine), auf die sich Wahrheits- oder Funktionalitäts-Fragen überhaupt erst beziehen können. Reduktionsformeln bezeichnen in verschiedenen Feldern unterschiedliche Sachverhalte. Sie schaffen beim Wissensaustausch zwischen den Feldern einen gemeinsamen Sprachraum. In diesem Sprachraum können technologische Visionen entwickelt und semantisch stabilisiert werden. Metaphern sind gegenüber den Reduktionsformeln noch unschärfer. In der Unschärfe liegt aber gerade ihre Leistungsfähigkeit bei semantischen Innovationen, mit denen eine technische Entwicklung verbunden wird. Metaphern bezeichnen die rhetorische Rahmung, mit deren Hilfe eine Entwicklung bei den Anwendern plaziert werden kann. Exakt gesprochen bezeichnen Metaphern keinen bestimmten Gegenstand, wie ein wissenschaftliches Modell. Sie sind deutungsoffene sprachliche Angebote, die im Zuge der Applikation einer Entwicklung zu konkreten Bedeutungen kristallisieren.

Zur technischen Funktionalität gehört die wahrgenommene Repräsentation der Funktion, die das technische Artefakt symbolisiert (s.o.). Und diese Wahrnehmung - die Aneignung einer Funktion durch die Nutzer - hängt u.a. von Rhetorikern ab, die eine Entwicklung begleiten. Diese Rhetoriker legen bestimmte Nut-

zungsformen nahe. Im Begriff des Funktionierens steckt also bereits ein bestimmtes Maß von durch die Macher antizipierter Bedienerkompetenz. Diese Antizipation wird mit Hilfe von metaphorisch gebündelten Erwartungen an einen bestimmten Nutzungsstil auf die Nutzer zu übertragen versucht. Metaphern sind geeignet, die Visionen der Macher greifbar zu beschreiben und als Qualifikationsinhalte durchzusetzen. Wenn technisches Funktionieren die Antizipation des Bedienerverhaltens einschließt, dann kann auch Technik als Konzept nicht verstanden werden, ohne die Vorstellungen zu verstehen, die Ingenieure von der sozialen Wirklichkeit haben, in der ihre Technik funktionieren soll.

Soweit diese Vorstellungen soziale Sachverhalte betreffen, nenne ich sie "implizite Soziologie". Implizit deshalb, weil sich die Entwickler in der Regel keine Rechenschaft über die ihren Erwartungen an das Nutzerverhalten zugrunde liegenden Vorstellungen von sozialen Prozessen abgeben. Dieses Ausblenden sozialer Aspekte entlastet die Ingenieure in ihrer Entwicklungsarbeit. Es kann aber auch zur Ursache des Scheiterns eines Projektes werden. Insofern haben derartige Schwierigkeiten eine große Bedeutung für die techniksoziologische Behandlung von Technik. Es geht nicht nur um die Vorwegnahme der möglichen Einsatzbedingungen und -folgen einer schon irgendwie funktionierenden Technik. Sondern es geht darum, das Konzept technischer Funktionalität um die Vorstellungen der Entwickler von den vorauszusetzenden Leistungen im Anwenderfeld zu erweitern. Dem steht die Selbstbeschreibung der Ingenieurwissenschaften als angewandte Naturwissenschaften entgegen.

Die Technik ist eine soziale Konstruktion, die zum Teil die sie selbst legitimierenden Begründungszusammenhänge "produziert". Hier helfen Reduktionsformeln als Leitbilder. Andererseits kann sich die technologische Forschung daran rechtfertigen, wenn sie darauf hinweist, daß eine bestimmte Klasse von Artefakten Produkt einer wissenschaftlichen Forschungsarbeit ist. Durch den Bezug zu wissenschaftlichen Themen erhalten technologische Projekte ihre höheren Weihen, ohne daß die technologische Forschungsarbeit dadurch aufgehoben wird. Man muß nun noch berücksichtigen, daß auch die wissenschaftliche Arbeit, soweit sie experimentell ist, Züge des Fertigen funktionsfähiger Lösungen nach pragmatischen Gesichtspunkten hat: Dann erscheint die Differenz von wissenschaftlicher und technologischer Forschung eher auf der Ebene der Selbstbeschreibung der Forschungsfelder denn auf der der konkreten Forschungsoperationen liegend (s.o.). Die Interpretationsoffenheit von Technik hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Legitimation verkörpert eine technologische Chance dafür, daß Techniken in verschiedenen Kontexten überhaupt eingesetzt und zugleich den "Logiken" verschiedener Felder der wissenschaftlichen oder industriellen Forschungs- und Entwicklungsarbeit angepaßt werden können.

Zwar widerspiegeln die regulativen Semantiken (der Wissenschaftslogik oder des technologischen Forschungsprozesses o.ä.) nicht die Operationen in den Feldern. Sie haben aber die Funktion, regulative Ideen zu sein, an denen sich die Darstel-

lung und die Kommunikation von Wissen orientieren kann. Sie sind der Ausdruck funktionaler Differenzierung und insofern allein noch kein adäquater Zugang zu den (Forschungs-)Operationen in den unterschiedlichen Feldern. Technologische Visionen - als "Leitbilder" - bringen Machbarkeitsvorstellungen zum Ausdruck, die in Metaphern sprachlich "kondensiert" sind. Sie müssen durch eine adäquate Wirklichkeitssicht gedeckt sein. Solche Wirklichkeitsvorstellungen werden begrifflich zu Reduktionsformeln verdichtet. Die Reduktionsformeln sind zugleich auch Ausdruck bestimmter metaphysischer Annahmen. Diese Tatsache begründet die prinzipielle Offenheit technischer Lösungen für unterschiedliche Deutungen dessen, was sie noch darstellen, außer ihrer bloß "technischen" Funktionalität.

Im Rahmen jeder Form einer wissenschaftlichen Systematisierung (s.o.) kann die Funktionsweise regulativer Semantiken verstanden werden. Der Äquivalenzfunktionalismus liefert das Systematisierungs-Schema, wenn wir von für das Wissenschaftssystem austauschbaren Leitvorstellungen sprechen. Wir sehen dabei ebenso von der Sachhaltigkeit der Argumente wie von den Motiven der Akteure als "institutionelle Unternehmer" ab. Wichtig ist, daß Leitvorstellungen die Funktion erfüllen müssen, Neuheit und potentiellen Erfolg ebenso zu markieren wie Anschlußfähigkeit an andere gesellschaftliche Felder. Die Theorie der autopoietischen Systeme gestattet uns einen wissenschaftlichen oder technologischen Diskurs als "Selbstläufer" zu analysieren. Außerdem wird unser Blick darauf gelenkt, daß konstitutive Selbstbeschreibungen eines Forschungsfeldes in Form von programmatischen Konzepten existieren müssen, damit sich diese Felder zu Systemen ausdifferenzieren können. Die Konzepte werden als "Metaphern" symbolisiert. Hier erscheint die Leitbild-Problematik auf der Ebene der Systemkonstitution. Wohingegen sie auf der Ebene der Individuen erscheint, wenn Leitbilder zur "Äquilibration kognitiver Strukturen" beitragen, das heißt mögliche kognitive Dissonanzen semantisch verdecken und das Handeln der Akteure auf einen Problemkomplex fokussieren.

Wenn passend zu dem Vorgehen, das man technologisch praktiziert hat, ein wissenschaftlicher Rahmen erzeugt wird, der dieses Vorgehen plausibilisiert, spreche ich von "Geltungspolitik". Regulative Semantiken werden dabei teils instrumentalisiert, teils sind sie der Ausdruck der Sicht der Entwickler auf ihre Arbeit. Für die Macher einer Technik sind diese Semantiken Elemente ihres Handlungshorizontes und Instrumente der Selbstverständigung. Für betriebliche Protagonisten können sie der rhetorischen Flankierung ihres Tuns dienen. Sie spielen bei der Aushandlung gültiger Konzepte der konkreten technischen Entwicklung eine wichtige Rolle. Sie stellen darüber hinaus ein Orientierungswissen für die Aneignung eines technischen Artefaktes dar. Die "um zu" Erklärung des Handelns der Akteure findet sich dann, wenn wir deren bewußte Geltungspolitik im wissenschaftlichen oder betrieblichen Kontext ins Auge fassen. Das kann nicht nur für individuelle wissenschaftliche Unternehmer getan werden. Auch Forschungseinrichtungen können zu Akteuren werden, die die Semantik der Entwicklung zum

Gegenstand einer "symbolischen Politik" machen. Die individuelle "weil" Erklärung von Leitvorstellungen betont andererseits, daß die Sozialisierung in einem Forschungsfeld und die Habitualisierung von Routinen und sprachlichen Übungen wichtig sind für die Stabilisierung von Forschungs- und Anwendungszusammenhängen, eine Sachtechnik betreffend.

Mit den verschiedenen Erklärungsweisen stellt sich das Problem der Zurechnung von semantischem Wissen auf Akteure. Mit der Frage der Zurechnung bzw. des Wirkens von Leitvorstellungen im Sinne von Motiv-Erklärungen stellt sich die Frage, ob und wie Semantiken den Akteuren zur Disposition stehen. Das kann weder eine Semantikanalyse wissenschaftlicher Diskurse beantworten noch eine solche der Selbstdarstellungen der Ingenieure. Sondern es bedarf dafür begleitender Fallstudien. Darüber hinaus geht es darum, danach zu unterscheiden, ob deren Einsatz tatsächlich konstruktive Folgen im Entwicklungsprozeß hat oder der Legitimation von unabhängigen Konstruktions-Entscheidungen dient. Die empirische Untersuchung von Entscheidungsprozessen stößt uns unmittelbar auf das Problem der Vorhersagbarkeit und Steuerbarkeit von Forschungs- und Entwicklungsprozessen. Im Rahmen von Motiv-Erklärungen muß angenommen werden, daß kausale Zurechnungen nach dem Muster: Gesellschaft prägt Leitvorstellungen, Leitvorstellungen prägen Entwicklungen, Entwicklungen prägen ihre Anwendungen, möglich sind. Da nun aber der nomologische Kern der Beschreibung des Handelns die Handlungsfreiheit als unverzichtbares Element enthält, müssen wir eine von Menschen gemachte Zukunft als offen annehmen.

Das reicht hin, um die Vorstellung von der Vorhersagbarkeit einer Entwicklung aus prinzipiellen Gründen zurückzuweisen. Freilich kann das damit gegebene Problem der effektiven Erklärung durch eine probabilistische Erklärung aufgefangen werden, die aber das Problem der Asymmetrie von Erklärung und Prognose (Stegmüller) nach sich zieht (s.o.). Die Untersuchung der Struktur von Handlungsmotiven führt darüber hinaus zu einem negativen Urteil über die Idee, die technologische Entwicklung steuern zu wollen, und zwar auch in der Form einer "leitbildförmigen Steuerung" (Dierkes et al. 1992, S. 121ff, vgl. auch Huber 1987, Mai 1990).

5.3 Leitbilder und Pfade der Entwicklung

Leitbilder sind der prominenteste Vertreter von Vermittlungsinstanzen zwischen Offenheits- und Kanalsierungsannahme. Dierkes et al. präzisieren den Leitbildbegriff als Erklärungskonzept und als Konzept zur Steuerung technologischer Forschungs- und Entwicklungsprozesse. Das wird von ihnen illustriert durch die Ergebnisse verschiedener Studien (zum Dieselmotor, zur Schreibmaschine und zum Mobiltelefon). "Leitbilder bündeln die Intuitionen und das (Erfahrungsbasierte) Wissen der Menschen darüber, was ihnen einerseits als machbar und andererseits als wünschbar erscheint." (Dierkes et al. 1992, S. 42) Sie verknüpfen erstens die

Diskurse verschiedener Felder der technologischen Entwicklung, die personalen Systeme mit den Kommunikationssystemen und die dabei für die personalen Systeme auftretenden verschiedenen (und gegebenenfalls konfligierenden) Rollanforderungen miteinander. Sie fokussieren zweitens auf ein bestimmtes Ziel und bringen bestimmte integrative Vorstellungen von dem zu konstruierenden Gegenstand zum Ausdruck. Techniken entstehen in uneinheitlichen Entwicklungskontexten. Dabei sind verschiedene Visionen der Macher und der Nutzer einer Technik zu unterscheiden. Ein "Leitbild" ist drittens ein Mittel der kommunikativen Vermittlung der heteronomen Diskurse, die die Entwicklung einer Technik betreffen.

Der Begriff der Metapher hat seinen Platz, wenn es darum geht, Leitvorstellungen sprachlich zu "bündeln" und seitens der Entwickler anderen beteiligten Akteuren als eine Kompaktidentifikation (Luhmann) eines Entwicklungsprojektes zu präsentieren. Der techniksoziologische Technikbegriff begnügt sich nicht mit der Feststellung, Techniken seien sinnhaft zu verstehen. Sondern er geht darüber hinaus, wenn er betont, daß die Funktionalität von Technik von dem Verstehen seitens der Nutzer abhängig ist. Dabei bedeutet "Verstehen" nicht, daß die Nutzer sich die Intentionen der Macher einer Technik zu eigen machen müssen. Vielmehr genügt es, wenn sich ein stabiles Stützungsverhältnis zwischen einem Teil der technologischen Chancen, die Sachtechniken in ihrem "materiellen Substrat" verkörpern, und dem Wissen der Akteure, die Nutzer dieser Chancen sind, herausbildet. Dieses Wissen knüpft an die Funktionen an, die der Gegenstand "Sachtechnik" symbolisiert. Wobei die Symbolfunktion auf das lebendige Weiterreichen der oder auf die geistreiche Spekulation über die kulturellen Rahmungen, in denen eine Technik funktioniert hat oder funktionieren soll, angewiesen ist.

Den sachtechnischen Chancen korrespondiert eine Semiose des Benutzerwissens, das aus einem künstlich erzeugten Ding erst eine Sachtechnik macht.

Diese Korrespondenz wird bewußt oder unbewußt mitentworfen (und in Leitbildern konfirmiert), wenn externe Effekte, die zu einem technischen Artefakt kombiniert werden sollen, gemäß der Idee der Technisierung ausprobiert werden. Erklärungen mit Hilfe von Traditionen und Kulturen funktionieren ähnlich wie die mit Hilfe eines Leitbild-Konzeptes, sie können jedoch noch besser die Normung und die lokalen Organisationen berücksichtigen. Ein technologisches Angebot muß den Grat zwischen zu trivial und zu anspruchsvoll für den Nutzer treffen, um angenommen zu werden. Solche "Korridore" (Daegele) können zum eigenen Gegenstand von Untersuchungen werden. Wenn man die Ansprüche von Machern, Nutzern und Entscheidern im Prozeß einer technischen Entwicklung weit faßt, dann liegen die "Korridore", in denen sich ein Projekt stabilisieren kann, auf verschiedenen Ebenen der technischen Problemlösung i.e.S., der Profilierung von Akteuren, der Entfaltung von Machtansprüchen etc., die zueinander kompatibel sein müssen, ohne daß sie von Akteuren in ihrer Gesamtheit erfaßt oder gar kalkuliert sind.

Innerhalb solcher Konstellationen können sich Dominanzverhältnisse (z.B. große Marktmacht) herausbilden, die das Überleben einer Technologie, die weit davon entfernt ist, ein Optimum im Sinne des unmittelbaren Funktionsbereiches darzustellen, erklären. Das ist bspw. bei dem bekannten Fall des Betriebssystems für Computer "DOS" so. Selbstredend greift eine solche Erklärung noch zu kurz. Gerade am Beispiel von "DOS" kann man beobachten, wie die Tatsache der Existenz einer Lösung für ein Problem (hier die Grundfunktionen eines PC zu managen) Anschlußbedingungen für weitere Entwicklungen schafft, die nicht ignoriert werden können, auch wenn "an sich" bessere Lösungen zur Verfügung stehen.

Zur Marktmacht, dem natürlichen Konservatismus allen Handelns und der notwendigen Befriedigung minimaler Ansprüche als je begrenzende Faktoren für die Überlebenschancen einer Technik kommt die schlichte Normativität des Faktischen.

Eine Konstellation von Weltbildern, Traditionen, Akteursinteressen und technisch induzierten Sachzwängen (die sich auch noch durchdringen) kann zu Pfaden der technischen Entwicklung verdichtet werden, die - wie alle Pfade - zwar ein beträchtliches Umland von Alternativen haben. Die man als Entwickler aber nicht ohne Risiko verlassen kann. Freilich kann der Räuber und Mörder auch gerade am ausgetretenen Pfad lauern... So ist die Idee der Pfadabhängigkeit zugleich auch ein schönes Gleichnis für die Grenzen der Kalkulierbarkeit technischer Entwicklung, die sie plausibel deutet. Je komplexer die Konstellation von Einflußfaktoren einer technischen Entwicklung wird und je deutlicher dabei ist, daß sich die Faktoren zueinander kontingent verhalten, um so naheliegender wird eine Deutung, die die Faktoren nur noch als notwendige Bedingungen - oder bei ihrem Fehlen: hinreichend verhindernde Ursachen - beschreibt, deren Zusammenwirken weder gewollt noch überschaut oder gar steuerbar ist.

Deutungs- und Steuerungsversuche können dann selbst als (mehr oder weniger relevante) Faktoren in diesem Arrangement kontingenter Bedingungen gesehen werden, die sich in ihrem Anspruch notwendig über die prinzipielle Unsinnigkeit ihres Anspruchs täuschen müssen.

Und das Wesen der Selbsttäuschung besteht ja gerade darin, daß sich die Getäuschten darüber nicht verständigen können. Die daraus folgende Paradoxie für die Technikgeneseforschung (mit gestalterischem Anspruch) ist m.E. unabweisbar. Sie ist ein Ausdruck der Lage, in der sich eine Wissenschaft befindet, die a) die Bedingungen ihrer Wissensproduktion und -verwendung mitreflektiert und dabei b) zumindest teilweise zu einem negativen Resultat kommt. Regulative Semantiken sind ein unvollkommenes Konzept, um einen Prognose- oder Gestaltungsanspruch der Geneseforschung zu halten. Sie orientieren (und determinieren nicht) die technologische Arbeit. Sie haben aber eine horizontbildende Funktion, an der der Forscher im Sinne einer Kritik "falscher" Leitbilder ansetzen kann. Mit dem Diskurs der Geneseforschung können sicher Irritationen ausgelöst

werden, die dazu beitragen, daß sich technologische Projekte neu definieren. Wie sie das tun, ist aber weder vorherzusagen noch gezielt zu beeinflussen.

6. Probleme der Steuerung und Anwendung: Der praktische Bezug von Technikgeneseforschung und Technikfolgenabschätzung

6.1 Die (unmögliche) Steuerung der technischen Entwicklung

Die Probleme der Steuerung der technischen Entwicklung lassen sich - aus der Perspektive der Techniksoziologie - analog zu den Problemen der Steuerung gesellschaftlicher Phänomene diskutieren. Wir haben demnach fast immer zu wenig Wissen von den Prozessen, in die wir eingreifen wollen. Das betrifft sowohl die Komplexität der physikalischen Gegenstände, die Sachtechniken darstellen (analog die "Umwelt" im ökologischen Diskurs), als auch die Tatsache, daß wir nicht nichtlernen können und sich (nach dem bekannten Verdikt von Popper über den "Historizismus") der Gegenstand der soziologischen Analyse ständig ändert. Das ist das ontologische Argument gegen die Erwartung intentionalen Erfolgs sozialer Steuerungsversuche.

Steuerungsversuche können aus prinzipiellen Überlegungen heraus nicht als intentional erfolgreich angesehen werden.

Ihr vermeintlicher Erfolg ist ein zufälliges Zusammentreffen von Handlung und (erwartetem) Ergebnis, das seine Ursache nicht in "richtigem" Handeln hat, weil z.B. jeder Steuerungsversuch seine eigenen Rahmenbedingungen in einer nicht kontrollierbaren Weise verändert (weswegen das Wissen, daß einer Handlung zum Zeitpunkt des Entwurfs zugrunde gelegen hat, zum Zeitpunkt des Eintreffens des "Erfolges" falsch ist). Die gesellschaftliche Realität wird auf der Grundlage gegenseitiger Erwartungen der Akteure "konstruiert". Jeder Steuerungsversuch verfängt sich in der Fähigkeit der Betroffenen, die Absichten der Steuernden zu antizipieren, was natürlich selbst durch die Steuernden vorhergesehen werden kann etc. Die Folge dieses Sachverhalts ist für die ökonomische Theorie, besonders für die Konstruktion antizyklisch wirkender wirtschaftspolitischer Instrumentarien, gut untersucht. Das bekannte Resultat spricht gegen Befürworter von staatlichen Steuerungsversuchen. Es stützt ein interaktionistisches Argument gegen Steuerungsversuche.

Wenn wir Steuerungsversuche starten, tun wir das wider besseren Wissens.

Der Widerspruch zwischen dem Nichtwissen um den erwartbaren Erfolg einer Handlung oder dem Wissen um die intentionale Erfolglosigkeit unseres Handelns und dem Antrieb jeden konkreten Tuns ist ein konstruktiver Widerspruch in den Sozialwissenschaften. Er stellt sich als re-entry-Problem, wenn das Wissen um die

Chancen sozialwissenschaftlichen Wissens (bei der Beeinflussung gesellschaftlicher Wirklichkeit) in den Verwertungszyklus dieses Wissens eintreten soll (s.u.). Gesellschaftliche Steuerung bleibt außerdem von der Paradoxie der Kommunikation, daß die Annahmebedingungen eines kommunikativen Aktes nicht mitkommuniziert werden können, und deshalb jede Kommunikation systematisch fragil und ihr Erfolg gegenüber dem Inhalt kontingent ist, nicht verschont. So läßt sich ein kommunikationstheoretisches Argument gegen Steuerung konstruieren, daß formal ähnlich dem interaktionistischen funktioniert, nur daß es auf die Rolle von Akteuren als Kommunikanten eingeschränkt ist, die man aus prinzipiellen Gründen niemals zwingen kann, etwas als Kommunikationsangebot im Sinne des jeweiligen Proponenten anzunehmen. Die Folge davon ist, daß jeder Diskurs - von wem auch immer initiiert - unter einem "Motivverdacht" (wie Luhmann sagt) stehen und, als Steuerungsversuch denunziert, zum Scheitern verurteilt sein kann.

Was für die gesellschaftliche Kommunikation im allgemeinen gilt, gilt für die individuellen Glaubenstatsachen der Akteure im besonderen. Diese sind, wie ich gleich erläutern werde, "wesentlich Nebenprodukt" willentlichen Entscheidens. Das läßt sich als kognitivistisches Argument gegen Steuerungsversuche - präziser: gegen die soziologische Legitimation der Erwartung intentional erfolgreicher Steuerungsversuche ! - verwenden. Ich will diesen Punkt ein wenig erläutern. Leitvorstellungen sind Elemente von Weltbildern der Entwickler. Sie stehen diesen nicht in vollem Umfang zur Disposition. Sie enthalten (zum Teil wissenschaftliche, zum Teil ethische) Glaubenssätze. Diese geglaubten Vorstellungen sind das, was Elster (1987, S. 141-210) "wesentlich Nebenprodukt" nennt: Ich kann demnach nicht glauben wollen. Ich kann mich für Lebensbedingungen entscheiden, von denen ich annehme, daß sie den Glauben in mir wachsen lassen. Schließlich zu glauben heißt aber, die vorangegangene Entscheidung, gläubig sein zu wollen, insofern auszublenden, als sie unmöglich ein Glaubensgrund sein kann.

Leitvorstellungen sind nicht nur Instrumente der Ingenieure, ihre Arbeit zu ordnen und Konstruktionsentscheidungen gegenüber Dritten plausibel zu machen. Sie sind auch der Ausdruck der Lebenswelt, in der sie leben.

Und insofern sie das sind, können sie zwar durch Manipulation der lebensweltlichen Bedingungen der Arbeit der Ingenieure beeinflußt werden. Ihr Inhalt, der geglaubt werden muß, kann aber nicht einfach vermittelt werden. Leitvorstellungen ergeben sich. Sie sind nicht herstellbar. Oder sie sind zumindest nicht als hergestellte Vorstellungen für die Entwickler zugleich mit den Entwicklern kommunizierbar. Die Idee der weichen Steuerung kann man also aus prinzipiellen Erwägungen zurückweisen. Das heißt natürlich nicht, daß nicht doch versucht wird, zu steuern, und daß die Steuerungsversuche nicht auch Erfolg haben können: Dieser Erfolg läßt sich aber soziologisch nicht "garantieren". Es bleibt allenthalben noch die Idee einer diskursiven Beeinflussung der technischen Entwicklung, in die Technikforscher neben anderen Akteuren involviert sind. Bis hierhin haben wir gesehen, daß die Technikgeneseforschung ihre eigenen Absichten, einen Beitrag

zur Folgenforschung und zur Gestaltung von Technik leisten zu wollen, konterkariert. Übrigens stellt sich das Problem selbst noch einmal für die Folgenabschätzung, die Unerwünschtes vorhersagt, um Umlenkungseffekte zu erzielen, also wahrhaftig falsches Wissen (über die tatsächliche Zukunft) kommunizieren möchte. Das Leitbild-Konzept (Dierkes), daß einerseits Offenheits- und Kanalisierungsannahme vermitteln, andererseits eine weiche Steuerung der Entwicklung ermöglichen und so die Instrumente der Folgenforschung (mit gestalterischem Anspruch) verbessern soll, ist aus der Perspektive dieser Betrachtung in sich widersprüchlich. Einer normativen Einflußnahme auf die Technikentwicklung (vgl. Grunawald 1992, Hastedt 1991, Lenk/Maring 1991, Lutz 1990, Mai 1992c, Ropohl 1991a-c) ist damit zudem eine Grenze gesetzt.

6.2 Diskursive Einflußnahme statt leitbildförmige Steuerung

Die integrierte Technikfolgenabschätzung (Rammert) versucht nun, mit Methoden der Technikgeneseforschung Möglichkeiten und Folgen der Entwicklung einer Technologie "vorausschauend zu entdecken" und zu bewerten und daraus Orientierungen für die Technikgestaltung abzuleiten (vgl. im Zusammenhang der Informations- und Kommunikationstechnologien Becker-Töpfer 1990, Birke 1992, Floyd 1989a, 1989b, Herrmann 1986, 1989, Höller/Kubicek 1990, Keil-Slawik 1986, Lutz 1988, Mai 1991a, 1991b, 1991d, Mambrey 1986, Mayer/Vogel 1991). Interdisziplinär ist diese Form der Folgenabschätzung, weil daran Vertreter verschiedener Disziplinen beteiligt sind. Dazu kommt als wichtige notwendige Bedingung, daß deren disziplinspezifische Sichtweisen erhalten bleiben. Durch die Diskussion der Teilnehmer aus verschiedenen Disziplinen sollen "Irritationen" in den technologischen Diskursen ausgelöst werden. Irritierend wirken Diskussionen, die die schon wahrgenommenen Probleme in einem Fach "von außen her" neu deuten und damit zugleich die traditionelle Deutungsweise des Fachs in Frage stellen. Durch die Interdisziplinarität in der integrierten Technikfolgenabschätzung können die verschiedenen Aspekte des wissenschaftlichen Hintergrundes und gesellschaftlichen Umfeldes einer technischen Lösung herausgearbeitet werden. Ein Funktionsträger der wissenschaftlichen und technologischen Forschung ist gut beraten, Bedenken, Erwägungen, Interpretationen der anderen Disziplinen, die seine Arbeit mittelbar betreffen, auch dann zur Kenntnis zu nehmen, wenn sie ihm zwar bei der technischen Lösung nicht helfen, aber ihn bei der Plazierung seines Produktes unterstützen. Die Bereitschaft einer Disziplin, sich mit den Argumenten der anderen zu beschäftigen, hängt aber von der Erwartung ab, daß diese Argumente nicht nur etwas über die eigene Disziplin sagen, sondern daß sie einen wichtigen Beitrag zur Arbeit der eigenen Disziplin liefern können, auch wenn sie dazu erst in die eigene Sprache übersetzt werden müssen. Dabei gibt es Verständigungsprobleme, wenn die verwendeten Begriffe in verschiedenen Disziplinen unterschiedlich und möglicherweise auch nicht konsistent definiert sind. Solche Schwierigkeiten können verringert werden, wenn die verschiedenen Disziplinen sich entweder in die Betrachtungsweise der jeweils anderen einüben.

Oder die verschiedenen Disziplinen benutzen eine an der Alltagssprache angelehnte Metasprache, um differenzierende Bestimmungen für die problematische Begrifflichkeit einzuführen. Die Identität der Disziplinen muß also im sprachlichen Fundus eines interdisziplinären Diskurses so erhalten bleiben, daß differierende Sichtweisen und Problemlagen durch kontrastierende Begriffsbestimmungen deutlich werden. Darüber hinausgehend entstehen Schwierigkeiten, wenn an die Form und die Interpretation von Wissen in verschiedenen Disziplinen unterschiedliche Anforderungen gestellt werden.

Der Diskurs der integrierten Technikfolgenabschätzung ist ein von inneren Widersprüchen durchzogenes Austauschverhältnis. Ingenieure wollen höhere Performanz ihrer Systeme. Soziologen wollen etwas über Technikgenese lernen und brauchen dabei eine Teilnehmerperspektive. Der Diskurs befindet sich also im Kraftfeld unterschiedlicher pragmatischer Ansprüche. Die Differenzen reichen jedoch tiefer. Die Sozialisation der wissenschaftlichen und technologischen Forscher ist dafür verantwortlich, daß die Arbeit in einer bestimmten Disziplin zugleich bedeutet, eine bestimmte Lebensform zu leben. Diese Lebensform hat auch in den Sprachspielen der verschiedenen Disziplinen einen Ausdruck. Der technologische Diskurs bedient sich vager und interpretationsoffener Regeln. Der wissenschaftsförmige Entwurf von neuen Technologien zielt auf die Variation von Möglichkeiten im Medium berichtsfähiger Funktionsnachweise. Die betriebsförmige Erzeugung von Technik zielt auf den Entwurf und die Realisierung anschlussfähiger Projekte, die so im Ideenmarkt des Unternehmens plaziert werden müssen, daß sie überzeugende Lösungen für nachvollziehbare und drängende Probleme darstellen. Die Erwartung einer Performanzsteigerung für die zu entwickelnde Technik steuert im technologischen Diskurs die selektive Wahrnehmung der Einwände und Vorschläge anderer Disziplinen. Diese artikulieren, was man zuvor als Zusammenbruch im Rahmen der durch die eigenen technischen Möglichkeiten bestimmten Sicht auf den Gegenstand erfahren hat. Die Erwartung der Performanzsteigerung ist weder unproblematisch noch unwidersprochen. Sozial wird sie dann problematisch, wenn sich die Erwartung mit der Selbstbeschreibung der jeweils anderen Disziplin (bspw. als "kritische Wissenschaft" im Falle der Soziologie) reibt. Sachlich wird sie problematisch, wenn keine angemessene technologisch verwertbare Darstellung der Probleme gefunden werden kann. Gerade darin aber, daß Entwicklungshandeln sich seitens der verschiedenen Akteure unterschiedlich artikulieren kann, liegt eine Ursache für das mögliche Scheitern des Diskurses: Die Irritationen, die der Diskurs ingang bringen soll, bleiben eigenartig unbestimmt; jeder hört und liest nur das, was er hören oder lesen will oder kann. Das passiert selbst unter der Bedingung, daß alle Teilnehmer guten Willens sind. Absichtsvolle Verzerrung der Kommunikation (deren Annahme sicher realistisch ist) muß gar nicht unterstellt werden.

7. Zusammenfassung

7.1 Die Elemente der Technikgeneseforschung

Zu den Elementen der Technikgeneseforschung gehört die Entwicklung eines soziologischen Technikbegriffs: "Technik als physikalischer und semiotischer Gegenstand". Dazu kommt ein Modell der technischen Evolution als "Übersetzung und Aushandlung". Das schließt die Untersuchung der Rolle "regulativer Semantiken" ein. Daraus kann zum einen die Idee einer "leitbildförmigen Steuerung" abgeleitet werden. Andererseits gibt es die Idee einer "integrierten Technikfolgenabschätzung". Jedes Beeinflussungskonzept hat seine spezifischen Schwächen: Leitbilder lassen sich nicht bewußt wählen bzw. setzen oder gar indoktrinieren, ihre Interpretation ist zudem eine Sache der feldspezifischen Übersetzung verschiedener Akteursgruppen (der Macher und Nutzer einer Technik); Diskurse zur "integrierten Technikfolgenabschätzung" irritieren zwar, wenn sich die Akteure darauf einlassen, sie tun das aber in einer prinzipiell nicht vorhersagbaren oder beeinflussbaren Weise. Die Technikgeneseforschung als Bestandteil der Technikfolgenabschätzung ist über weite Strecken ein Konzept und noch nicht Realität. Das gilt, auch wenn es einige konkrete Anknüpfungspunkte gibt. Die Technikgeneseforschung als akademische Disziplin ist selbst noch ungenügend entwickelt. Das betrifft sowohl das Modell der technischen Evolution als "Übersetzung und Aushandlung" als auch die für notwendig erachtete Beobachtung von "technologischen Chancen und regulativen Semantiken".

Was die Übersetzungsleistungen der Akteure einer technischen Entwicklung anbetrifft, so muß noch viel gründlicher untersucht werden, welche Rolle bspw. wissenschaftliche Konzepte bei der Konstruktion von Realtechniken spielen, welchen Stellenwert technologische Visionen und "Unternehmensphilosophien" haben. Um die Aushandlung einer Technologie zu verstehen, bedarf es solcher Ansätze wie dem der Mikropolitik in Organisationen (Ortmann), um besser zu verstehen, wie es schließlich dazu kommt, daß sich eine konzeptionelle Idee durchsetzt oder eine bestimmte Technologie tradiert wird. Die Untersuchung von technologischen Chancen verlangt ein "white boxing", das von Soziologen nicht verlangt werden kann. Bestenfalls kann man als Soziologe immer wieder darauf bestehen, das Soziale an der Funktionalität (oder natürlich auch Dysfunktionalität) einer Technik offenzulegen. Autoren wie der schon erwähnte Perrow nähern sich dieser Sichtweise. Der Nachweis steht aber noch aus, daß das skizzierte Konzept, das vornehmlich für Informationstechnologien erprobt wurde, auch für "harte" Techniken gilt. Allerdings gibt es bspw. mit den Studien zum Dieselmotor (Knie) auch im deutschsprachigen Raum Resultate, die mit den hier dargestellten Ideen gut verträglich sind. Gerade aber am Dieselmotor ist auch deutlich gemacht worden, wie wichtig - im Gegensatz zu allgemeinen Mustern - lokale Praktiken für die Erklärung einer Technikgenese sind (Hart).

Die Technikgeneseforschung verhält sich in ihrem akademischen Anspruch komplementär zur Technikfolgenabschätzung, in ihrem pragmatischen Anspruch kann sie ein Organon von Technikfolgenabschätzung oder ein Konkurrent sein. Akademische Grundaussagen und pragmatischer Anspruch bedingen aber einen Widerspruch. Eigentlich folgt aus der "Offenheitsannahme" ein Konzept von Technikforschung, das mit "Erforschung der Technikgenese" unzureichend beschrieben ist. Denn die Genese endet ja nie. Besser sollte man von "Technik als sozialem Prozeß" sprechen.

Dann aber folgt aus den Einsichten der Geneseforschung, daß es deren besonderen Gegenstand im strengen Sinne nicht gibt, es sei denn, man dehnt die Betrachtung so aus, daß der Gegenstand der Folgenabschätzung darin enthalten ist.

Die bisher geführte Diskussion zu "Leitbildern" der Technikentwicklung hat zudem eine Reihe von theoretischen Defiziten offenbart. Dazu gehört besonders die Frage nach der "handlungswirksamen Affizierung" (Habermas) durch die semantischen Angebote, wie sie bspw. Leitbilder darstellen. Diese Frage ist allgemeiner Natur. Ein verkürzter Determinismus, wie er zuweilen gefunden wird (nach dem Motto: Leitbild verursacht Technik, ändere ich das Leitbild, habe ich eine andere Technik) greift sicher zu kurz. Die Möglichkeit einer leitbildförmigen Steuerung muß außerdem aus prinzipiellen Gründen bezweifelt werden. Auch um die Möglichkeiten einer integrierten Technikfolgenabschätzung ist es nicht unbedingt besser bestellt. Diese kann an der soziologischen Tatsache disziplinärer Arrangements, die nicht diskursiv vermittelt werden können, scheitern. Immerhin kann man aber erwarten, daß mit den Versuchen, Leitbilder zu analysieren, kritisch zu bewerten und zu beeinflussen bzw. gar zu ersetzen, sowie Erkenntnisse und Methoden der Technikgeneseforschung in eine "integrierte Technikfolgenabschätzung" einfließen zu lassen, Irritationen ausgelöst werden, die vielleicht dazu beitragen, daß das Reflexionsniveau der Technikentwicklung steigt. Die Grenzen disziplinärer Arrangements gelten dabei natürlich auch für das Verhältnis von Technikgeneseforschung und -folgenabschätzung, wobei die Geneseforschung am schwächeren Hebel sitzt und sich zuweilen als Folgenabschätzung tarnen muß. Will man das Verhältnis beider auf einen - widersprüchlichen - Nenner bringen, so kann man sagen:

Technikfolgenabschätzung heißt (aus der Perspektive der Technikgeneseforschung): "Was man nicht steuern kann, darüber sollte man schweigen", und Technikgeneseforschung heißt dann: "Was man nicht steuern kann, darüber laßt uns reden".

Die Technikgeneseforschung liefert das Gesetzeswissen, daß die Technikfolgenabschätzung braucht, um aus der Perspektive der Geneseforscher erfolgreich zu sein. Die Probleme sind dabei erstens allgemeiner Art. Dazu gehören Probleme der Forschungslogik, der Multikausalität bzw. des Auftretens nicht-deterministischer Erklärungen. Zweitens gibt es spezielle Probleme, die mit der Idee von

der Technik als (offenem) Prozeß zusammenhängen. Die Technikfolgenabschätzung ist - soweit sich die Ursachen für die Folgen, die sie untersucht, selbst immer wieder ändern (= die wechselnde Gestalt der konkreten Technik) - nicht oder nur sehr begrenzt möglich. Der intellektuelle Antrieb für die Technikgeneseforschung lag auch zunächst mehr in der Auseinandersetzung mit einem Technikdeterminismus. Dazu kam ein den Umständen geschuldeter pragmatischer Antrieb, anschlussfähig sein zu wollen an Diskussionen zu den Folgen der Technisierung. Das aber bringt die Technikgeneseforschung in einen Widerspruch zu den eigenen grundsätzlichen Vorstellungen über die technische Entwicklung (= Offenheitsannahme). Diesen Widerspruch aufzufangen (im Sinne einer Kanalisierungsannahme) sind bisher vor allem auf dem Feld kultureller Determinationen Anstrengungen zur Erklärung unternommen worden (Stichwort: Leitbilder bei Dierkes, Knie u.a.). Erstens nun sind solche Erklärungen näher betrachtet wenig geeignet, Steuerungsansprüche zu begründen. Zweitens müssen sie - wie gesagt - ergänzt werden durch mikropolitische Analysen. Dazu liegen methodische Instrumente (wie bei Ortman) vor. Auch auf der Modellebene (technische Entwicklung als Zusammenhang von Übersetzung und Aushandlung bei Rammert) gibt es konzeptionelle Überlegungen, die versprechen, vorhandenes Detailwissen zu ordnen und neue Forschungen anzuleiten.

7.2 Die Technikgeneseforschung und das re-entry-Problem der Sozialwissenschaften

Die Ideen der Technikgeneseforschung sind - soweit sie in Tuchfühlung gehen zum Sozialkonstruktivismus - Ausdruck einer "Soziologisierung" gesellschaftlicher und außergesellschaftlicher Phänomene ("Natur"). Das bedeutet, daß scheinbar Gegebenes, Sachzwängliches kontingent gesetzt wird; es wird zu einer sozialen Wahl aus dem Nichtunmöglichen. Diese Wahl ist begrenzt, limitiert nicht nur durch die Eigenschaften der "Felder" des Nichtunmöglichen (die bspw. in einer daselbst gesellschaftlich bestimmten Weise die Naturwissenschaften beschreiben), sondern auch durch Wahrnehmungshorizonte, Kommunikationskapazitäten, Machtverhältnisse, Nutzungsvisionen (der Macher und Nutzer einer Technik) etc. Damit liefert die Technikgeneseforschung ein Erklärungsschema (technische Entwicklung als Zusammenhang von Kontingenzen und Limitationen), das im Prinzip Wissen darstellt, das von einer Prognostik der Technikfolgenabschätzung benutzt werden kann. Insofern verhalten sich die Forschungsfelder von Genese- und Folgenforschung eben komplementär zueinander. Allerdings schließt das ein Konkurrenzverhältnis nicht aus. Dieses liegt zunächst ganz trivial in der Konkurrenz um Forschungschancen, die die Zuspitzung wechselseitiger Unzuständigkeitserklärungen erklären kann: Geneseforscher halten die Folgenabschätzung für zu spät für die selbst intendierten Einflußnahmeversuche - Folgenforscher sehen nicht so recht ein, warum an der Geneseforschung etwas Neues und Brauchbares sein soll, zumal sie weitgehend als Programm daherkommt. Darüber hinaus kann der Punkt, an dem technologische Projekte sozial geschlos-

sen (Knie) sind, sicher oftmals so definiert werden, daß von dort an eine Folgenabschätzung möglich ist, die die konkrete Gestalt einer Technik als gegebene Größe in der Umwelt der verschiedenen und konfligierenden Verwertungsinteressen nimmt. Dann aber tritt die Geneseforschung in direkte Konkurrenz zu Erklärungs- und Prognoseansprüchen der Folgenabschätzung.

Die komplementär zur Folgenabschätzung arbeitende Geneseforschung liefert zunächst nur eine Erklärbarkeitsbehauptung bezüglich der technischen Entwicklung. Diese Behauptung kann zu einem soziologischen Determinismus verdichtet werden. Dieser ist möglicherweise falsch, wenn sich zeigt, daß bestimmte behauptete Elemente der Entwicklung nicht (im Sinne der Soziologie) effektiv erklärt werden können. Das gilt bspw. für die (Inhalte der) Weltbilder, die in Leitvorstellungen der Entwickler und Anwender stecken. Selbst aber wenn diese Weltbilder (soziologisch!) erklärt werden könnten, heißt das noch lange nicht, daß man sie auch steuern könnte. So kann der Ansatz der leitbildförmigen Erklärung (von Aspekten) der technischen Entwicklung richtig sein (was einen soziologischen Determinismus stützt), die Verwertbarkeit dieser Einsicht im Sinne einer (intentional erfolgreichen) Beeinflussung dieser Entwicklung muß aber nicht gegeben sein. Das konterkariert die Absicht, die Geneseforschung für eine Technikgestaltung nutzen zu wollen. Wenn die sozial-deterministischen Annahmen bezüglich der technischen Entwicklung richtig sind (die Leitbild-Diskussion also keine agnostischen Konsequenzen zeitigt), dann kann der Erklärungsansatz immer noch (im Sinne einer Polydeterminiertheit der technischen Entwicklung) zu komplex sein, um im Einzelfall eine effektive Erklärung zu liefern. Wenn diese Erklärung probabilistischer Natur ist (also zwar Polykausalität angenommen jedoch nicht ein deterministischer Ansatz geteilt wird, was Aspekten der Leitbildproblematik natürlich besser gerecht wird), dann kann es ebenfalls sein, daß trotz wahrer Erklärbarkeitsbehauptung und möglicher effektiver Erklärung keine sinnvollen Prognosen möglich sind. Einflußnahmen auf die technische Entwicklung sind dann also aus verschiedenen möglichen Gründen definitionsgemäß nicht intentional erfolgreich:

- soziologische Akausalität wie im Falle der Weltbilder,
- Probabilismus mit der Folge einer Asymmetrie von Erklärung und Prognose,
- Überkomplexität der Informationsmenge, die für eine effektive Erklärung beschafft werden muß.

D.h., es gibt dann keinen rechtfertigungsfähigen Zusammenhang zwischen unserer Absicht, etwas in dieser oder jener Richtung zu beeinflussen, und dem Eintreten oder Nichteintreten eines Ereignisses, das - gebe es diesen Zusammenhang - als Erfolg der Einflußnahme gewertet werden könnte.

Das schließt freilich nicht aus, daß gewünschte Ereignisse als Effekte unseres Handelns eintreten. Aber diese Effekte sind nicht stabil. Unter bestimmten Umständen läßt sich das Modell der Polykausalität bzw. Polydeterminiertheit der technischen Entwicklung freilich so reduzieren, daß wieder steuerungswirksame Vorhersagen möglich sind. Dann haben wir die Situation eines Konkurrenzverhältnisses zwischen Geneseforschung und Folgenabschätzung als Forschungsfelder. Eine gelungene Reduktion ist aber aus der Perspektive der Geneseforschung ein Glücksumstand, der nicht systematisch erwartet werden darf. Insofern ist die Idee der Technikgeneseforschung als ein Instrument der Technikfolgenabschätzung eben - wie schon mehrfach vermerkt - in sich widersprüchlich. Sie ist ein Beispiel für das re-entry-Problem (Luhmann) der Sozialwissenschaften: der Inhalt des Wissens (in unserem Falle Aussagen über die Erklärbarkeit, die effektive Erklärung und Steuerbarkeit von Entwicklungsprozessen) widerstreitet demnach den pragmatischen Intentionen der Wissensproduktion. Die Geneseforschung hat Nichtwissen zu kommunizieren (s.o.). Diese Kommunikation von Nichtwissen (darüber, wie eine konkrete Technik zu dem geworden ist, was sie ist, und wie eine technische Entwicklung erfolgreich beeinflußt werden kann) ist zwar von unbestreitbarem Wert, sie enttäuscht aber die (in der Rhetorik der Auseinandersetzung mit den Folgenforschern von Geneseforschern herausgestellte) Erwartung, einen Beitrag zur Technikgestaltung leisten zu können, systematisch.

Literaturverzeichnis

Albach, H., Schade, D., Sinn, H. (Hg.), 1991: Technikfolgenforschung und Technikfolgenabschätzung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

Alemann, Ulrich von, Heribert Schatz, 1987: Mensch und Technik. Grundlagen und Perspektiven einer sozialverträglichen Technikgestaltung, Opladen, Westdeutscher Verlag

Asdonk, Jupp, Bredeweg, U., Kowol, U., 1990a: Technikgenese im Kontext von Hersteller-Anwender-Beziehungen. In: Robert Tschiedel (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit: Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie. München: Profil Verl., S. 121-136.

Asdonk, Jupp, Bredeweg, Udo, Kowol, Uli, 1991: Innovation als rekursiver Prozeß: zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. Zeitschrift für Soziologie 1991. H. 4, Jg. 20, S. 290-304

Asdonk, Jupp, Tolksdorf, Guido, 1990b: Orientierungsraster der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. In: Robert Tschiedel (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie. München: Profil Verl. 1990. S. 107-119.

Bamme, Arno, Baumgartner, Peter, Berger, Wilhelm, Kotzann, Ernst, 1988: Sozialwissenschaftliche Technikforschung: ein Lehrstück über die Formierung der Sozialwissenschaften. Zeitschrift für Personalforschung 1988. H. 4, Jg. 2, S. 285-295

Bardmann, Theodor M., Dollhausen, Karin, Kleinwellfonder, Birgit, 1992: Technik als Parasit sozialer Kommunikation: zu einem konstruktivistischen Ansatz sozialwissenschaftlicher Technikforschung. Soziale Welt 1992. H. 2, Jg. 43, S. 201-216

Bechmann, Gotthard, 1991: Risiko als Schlüsselkategorie der Gesellschaftstheorie. Kritische Vierteljahresschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft, 74, S. 212-240

Bechmann, Gotthard, 1992: Folgen, Adressaten, Institutionalisierungs- und Rationalitätsmuster: Einige Dilemmata der Technikfolgen-Abschätzung. In: Petermann 1992, S. 43-72

Bechmann, Gotthard, Gloede, Fritz, 1992: Erkennen und Anerkennen. Über die Grenzen der Idee der "Frühwarnung". In: Petermann 1992, S. 121-149

Bechmann, Gotthard, Gloede, Fritz, 1993: Technikfolgenabschätzung - Gegen ihre Liebhaber verteidigt - eine Sammelrezension. In: Technikfolgenabschätzung - Datenbank - Nachrichten. Nr. 2, 2. Jahrgang

Bechmann, Gotthard, Rammert, Werner, 1992: Großtechnische Systeme, Risiko und Gesellschaft. Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6. Frankfurt, New York: Campus

Beck-Gernsheim, Elisabeth, 1992: Normative Ziele, vielschichtige Motive und konkurrierende Klienteninteressen: ein Beitrag zur Technikforschung am Beispiel von Fortpflanzungs- und Gentechnologie. Ethik und Sozialwissenschaften 1992. H. 3, Jg. 3, S. 277-288

Becker-Schmidt, Regina, 1991: Offene Fragen in der Technikforschung. Jahrbuch Arbeit und Technik 1991, S. 263-272

BeckerTöpfer, E., 1990: Das Mißverständnis von der Technikgestaltung, In: Die Mitbestimmung 9, 90, S. 541 ff.

Bender, Christiane, Grassl, Hans, 1991: Technik und Interaktion: zur Theorie und Empirie der Technikforschung. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.

Berger, Peter, 1991a: Gestaltete Technik: die Genese der Informationstechnik als Basis einer politischen Gestaltungsstrategie. Frankfurt am Main: Campus Verl.

Berger, R., 1991b: Politik und Technik: der Beitrag der Gesellschaftstheorien zur Technikbewertung. Opladen: Westdeutscher Verlag

Bickenbach, J., R.KeilSlawik,, M. Löwe, R. Wilhelm (Hg.), 1985: Militarisierte Informatik, Berlin

Bieber, Daniel, Möll, Gerd, 1989: Strukturelle Bedingungen und Folgen technischer Innovationen in der verwissenschaftlichten Industrie. In: Gerd Fleischmann, Josef Esser (Hg.): Technikentwicklung als sozialer Prozess. Bedingungen, Ziele und Folgen der Technikgestaltung und Formen der Technikbewertung. Frankfurt am Main: Ges. zur Förderung arbeitsorientierter Forschung u. Bildung, S. 55-70

Biervert, Bernd, 1990: Sozialökonomische Technikforschung: ihr Beitrag zur gegenwärtigen Modernisierungsdiskussion. In: Bernd Biervert, Kurt Monse (Hg.): Wandel durch Technik? Institution, Organisation, Alltag Opladen: Westdt. Verl.

Bijker, E. (Hg.), 1987: The Social Construction of Technological Systems, Cambridge. Bjerknæs, G. et al. (Hg.), 1987: Computers and Democracy A Scandinavian Challenge, Aldershof

Birke, Martin, 1992: Betriebliche Technikgestaltung und Interessenvertretung als Mikropolitik: Fallstudien zum arbeitspolitischen Umbruch. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. Zugl. Bielefeld, Univ., Diss., 1991

Booss-Bavnbeck, B., M. Bohle-Carbonell, 1987: Machbarkeit nichtbeherrschbarer Technik durch Fortschritte in der Erkennbarkeit der Natur, In: Jahrbuch des IMSF 13, Frankfurt a. M.

Braun, Ingo und Bernward Joerges, 1989: Waschen - Heizen - Verkehren. Ausgewählte häusliche Technisierungsverläufe im Vergleich. 34 Seiten, FS II 89-506 Auslaufend. Erschienen in: Bernd Biervert und Kurt Monse (Hg.): Wandel durch Technik? Institution, Organisation, Alltag. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1990, S. 181-197.

Braun, Ingo und Bernward Joerges, 1990: Körper-Technik. Die Wiederkehr des Körpers durch technische Erweiterung. 36 Seiten, FS II 88-302 Auslaufend. Erschienen in: Argument-Sonderband 182, 1990, S. 83-104.

Braun, Ingo und Bernward Joerges, 1991: Techniques du quotidien et macro-systèmes techniques. Gras, A., Joerges, B., Skardigli, V. (eds.), 1991: Les technologies de la vie quotidienne ou la société branchée, Paris: Harmattan

Braun, Ingo und Bernward Joerges, 1992: L'art ménager branché sur le réseau? Technologies du quotidien, Série Sciences en société, no. 3, S. 188-197

Braun, Ingo und Bernward Joerges, 1993: How to Recombine Large Technical Systems. The Case of European Organ Transplantation. 40 Seiten, FS II 93-505, WZB-Berlin

Braun, Ingo, 1988a: Body Computer Management oder: Was ist CIB, CAIM, MSD? 28 Seiten, FS II 88-307 Auslaufend. Erschienen in: Werner Rammert, Gotthard Bechmann und Helga Nowotny (Hg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 5. Frankfurt a. M., New York: Campus, 1989, S. 190-205

Braun, Ingo, 1988b: Maschinisierung des Alltags oder Veralltäglicung der Maschine. Zum Alltag des Wäschewaschens. 38 Seiten, FS II 88-304 Auslaufend. Erschienen in: H. Bärenreiter und R. Kirchner (Hg.): Der Zauber im Alltag? Zur Veralltäglicung technischer Dinge. Kurseinheit 2 des Lehrbriefs Nr. 3623 der Fernuniversität Gesamthochschule Hagen (Fachbereich Erziehungs-, Sozial- und Geisteswissenschaften), 1990, S. 1-20.

Braun, Ingo, 1989: Technische Infrastrukturen der Konsumarbeit am Beispiel der Waschmaschine. 28 Seiten, FS II 89-503 Auslaufend. Erschienen in: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht, 4, 1989, S. 353-375.

Braun, Ingo, 1991: Geflügelte Saurier. Systeme zweiter Ordnung: ein Verflechtungsphänomen großer technischer Systeme. 73 Seiten, FS II 91-501 Erscheint in: "Technik ohne Grenzen", herausgegeben von Ingo Braun und Bernward Joerges

Braun, Ingo, 1992: The Technology-Culture Spiral, Three Examples of Technological Developments in Everyday Life, 28 Seiten, FS II 92-505

Braun, Ingo, 1993: Technik-Spiralen. Vergleichende Studien zur Technik im Alltag. Berlin: edition sigma

Braun, Ingo, Günter Feuerstein und Claudia Grothe, 1990: Technische Vernetzung im Gesundheitswesen: Der Fall Organtransplantation. 60 Seiten, FS II 90-503 Auslaufend. Erschienen unter dem Titel "Organ-Technik. Technik und Wissenschaft im Organtransplantationswesen" in: Soziale Welt 42 (4), 1991, S. 445-472.

Brödner, Peter et al., 1982: Der programmierte Kopf. Eine Sozialgeschichte der Datenverarbeitung. Berlin

Brödner, Peter, 1989: In Search Of The Computeraided Craftsman, In: AI & Soc, 3, S. 3946

Bugl, Josef, 1992: Technikfolgenabschätzung und Technikfolgenforschung: ein Instrument für ganzheitliche, umweltgerechte und sozialverträgliche Technikgestaltung. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Chemnitz-Zwickau 1992. H. 3, Jg. 34, S. 13-32

Daele, Wolfgang van den, 1993: Sozialverträglichkeit und Umweltverträglichkeit. Inhaltliche Mindeststandards und Verfahren bei der Beurteilung neuer Technik. In: Deutsche Vierteljahresschrift 34, 1993, S. 219-248

Dang-Nguyen, Godefroy, Volker Schneider, Raymund Werle, 1993: Networks in European Policy-Making: Europeification of Telecommunications Policy. In: S. S. Andersen, K. A. Eliassen (eds.): Making Policy in Europe. London (Sage) 1993, S. 93-114.

Dierkes, Meinolf, 1989: Technikgenese in organisatorischen Kontexten: neue Entwicklungslinien sozialwissenschaftlicher Technikforschung. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung GmbH FS2, 89-104 Berlin 22 S.

Dierkes, Meinolf, 1990a: Technikgenese: Einflußfaktoren der Technisierung jenseits traditioneller Technikfolgenforschung. Wandel durch Technik?. In: Bernd Biervert, Kurt Monse (Hg.): Institution, Organisation, Alltag. Opladen: Westdt. Verl., S. 311-331.

Dierkes, Meinolf, 1990b: Technische Entwicklung als sozialer Prozess - Chancen und Grenzen einer sozialwissenschaftlichen Erklärung der Technikgenese. in: Die Naturwissenschaften, 77, 1990, 5, S. 214-220

Dierkes, Meinolf, 1990c: Veränderung von Unternehmenskultur durch Organisationsentwicklung - Konzeptionelle Grundlagen und praktische Erfahrungen. in: Merckens, H., Schmidt, F., Dürr, W. (Hg.): Strategie, Unternehmenskultur und Organisationskultur im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Praxis. Baltmannsweiler: Päd. Verl. Burgbücherei Schneider, S. 13-45

Dierkes, Meinolf, 1990d: Ist Technikentwicklung steuerbar? In: Lenk, K. (Hg.): Programme zur Technikentwicklung - Technikentwicklung nach Programm? Werkstattbericht 12, S. 5-32

Dierkes, Meinolf, 1991: Vom Technology Assessment zum Leitbild Assessment: Zur Rolle von Organisationskultur und professionellen Leitbildern in der Technikgenese. In: Kornwachs, K. (Hg.): Reichweite und Potential der Technikfolgenabschätzung. Stuttgart: Pöschel, S. 155-176

Dierkes, Meinolf, Hoffmann, Ute (Edts.), 1992: New Technology at the Outset. Social forces in the shaping of Technological Innovation. Frankfurt a. M.: Campus Verl.

Dierkes, Meinolf, Hoffmann, Ute, Marz, Lutz, 1992: Leitbilder und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin: edition sigma

Dierkes, Meinolf, Marz, Lutz, 1990: Technikakzeptanz, Technikfolgen und Technikgenese: zur Weiterentwicklung konzeptioneller Grundlagen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH FS2, 90-104 Berlin

Diller, Ansgar, 1988: Technikgeschichte des Rundfunks: Quellenlage und Darstellungsproblematik am Beispiel der Weimarer Zeit. Studienkreis Rundfunk und Geschichte - Mitteilungen 1988. Nr. 1, Jg. 14, S. 47-58

Döhl, Volker, 1989: Die Rolle von Technikanbietern im Prozeß systemischer Rationalisierung. In: Lutz, B. (Hg.): Technik in Alltag und Arbeit. Berlin: edition sigma

Dudy, H., 1990: Auch die datengetriebene Fabrik läuft nur mit dem Erfahrungswissen der Beschäftigten. Mitbestimmung 9, 90, S. 557 ff.

Eco, Umberto, 1985: Semiotik und Philosophie der Sprache. München: Wilhelm Fink Verlag

Eco, Umberto, 1987: Semiotik. Entwurf einer Theorie der Zeichen. München: Wilhelm Fink Verlag

Ekardt, Hanns-Peter, 1993: Unter-Gestell. Die bautechnischen Fundamente Großer technischer Systeme. FS II 93-503a Gekürzte Fassung, erscheint in: "Technik ohne Grenzen", herausgegeben von Ingo Braun und Bernward Joerges, WZB-Berlin

Elster, John 1987: Subversion der Rationalität. Frankfurt/M New York: Campus

Feuerstein, Günter, 1990: Menschenbilder in der Informatik: zur technischen Modellierung des Benutzers und zur Rolle der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. In: Robert Tschiedel (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie München: Profil Verl. 1990. S. 281-301.

Fleischmann, Gerd, Esser, Josef (Hg.), 1989: Technikentwicklung als sozialer Prozeß: Bedingungen, Ziele und Folgen der Technikgestaltung und Formen der Technikbewertung. Frankfurt am Main: Ges. zur Förderung arbeitsorientierter Forschung u. Bildung. 1989. Symposium der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Technikforschung, Frankfurt am Main

Floyd, Christiane, 1989a: Softwareentwicklung als Realitätskonstruktion, In: W. M. Lippe (Hg.), Softwareentwicklung, InformatikFachberichte 212, Berlin, Heidelberg, New York

Floyd, Christiane, 1989b: Leitbilder für die Gestaltung interaktiver Systeme: Computer sind keine Partner für Menschen, In: Interaktion und Kommunikation mit dem Computer. Berlin, Heidelberg, New York, S. 1221

Fuchs, Marek, 1993: Forschungslinien, Handlungsorientierungen von Ingenieuren in angewandter Forschung. Frankfurt a. M., New York: Campus

Gerpen, Herbert van, Kubicek, Herbert, Seeger, Peter, 1991: Die Genese des EAN-Datenstandards als Verhandlungsprozess: Schlüssel für die Rationalisierung des Daten- und Warenverkehrs in der Konsumgüterwirtschaft. Jahrbuch Arbeit und Technik 1991, S. 173-183

Glatzer, W., Hübinger, W., 1989: Zielvorstellungen von Unternehmen für die Technisierung der privaten Haushalte. In: Fleischmann, G., Esser, J. (Hg.): Technikentwicklung als sozialer Prozeß. Bedingungen, Ziele und Folgen der Technikgestaltung und Formen der Technikbewertung. Frankfurt a. M.

Gloede, Fritz, 1992: Rationalisierung oder relexive Verwissenschaftlichung? Zur Debatte um die Funktion von Technikfolgenabschätzung für Technikpolitik. In: Petermann 1992, S. 199-328

Gloede, Fritz, Paschen, H., 1992: Technikfolgen-Abschätzung und Technikfolgenforschung. In: BMFT (Hg.), Perspektiven und Aspekte der Technikfolgenforschung, Düsseldorf 1992, S. 20-40

Grothe, Claudia, 1993: Anschlüsse an den Alltag. Versuch zu einer Hermeneutik technischer Infrastrukturen. 40 Seiten, FS II 93-502a Gekürzte Fassung. Erscheint in: "Technik ohne Grenzen", herausgegeben von Ingo Braun und Bernard Joerges, WZB-Berlin

Grundmann, Reiner, 1992a: Car Traffic at the Crossroads. New Technologies for Cars, Traffic Systems and their Interlocking. 46 Seiten, FS II 92-504, WZB-Berlin

Grundmann, Reiner, 1992b: Gibt es eine Evolution von Technik? Überlegungen zum Automobil und zur Evolutionstheorie. 36 Seiten, FS II 92-506, WZB-Berlin

Grunwald, A., 1993: Wissenschaftstheoretische Anmerkungen zur Technikfolgenabschätzung: Prognose- und Quantifizierungsproblematik, Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie

Grunwald, A., 1992: Technology Assessment of Human Space Flight: Combining Normative Ethics and Systems Analysis to Assist Decision-Making. In: Technology and Democracy. The Use and Impact of Technology Assessment in Europe. Proceedings of the Third European Congress on Technology Assessment, Vol. II, Copenhagen 1992, S. 390 - 408

Grunwald, A., G. Weckwerth, J. Fromm, 1992: Technikfolgenbeurteilung zukünftiger bemannter Raumfahrt: Die Rechtfertigungsdiskussion und die Rolle des Menschen. In: Jahrbuch der Ökologischen Gasellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR) 1992, Vol. II, S. 609 - 617

Grupp, H., Schmoch, U., 1992: Wissenschaftsbindung der Technik. Heidelberg: Physica, März 1992

Grupp, H., Schöring, T. (Hg.), 1990: Forschung und Entwicklung für die Telekommunikation. Internationaler Vergleich mit 10 Ländern. Band 1: USA, Japan, Frankreich und Großbritannien. Berlin, Heidelberg: Springer

Grupp, H., Schöring, T. (Hg.), 1991: Forschung und Entwicklung für die Telekommunikation. Internationaler Vergleich mit 10 Ländern. Band 2: Italien, Spanien, Süd-Korea, Niederlande, Schweden, Bundesrepublik Deutschland und abschließende Bewertung. Berlin, Heidelberg: Springer

Hack, Lothar, 1987: Determinationen, Trajekte vs. Konfigurationen, Projekte: sozioökonomische und soziokulturelle Strukturveränderungen als Resultat der bewußten Gestaltung technischer Innovationen. Symposion der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Technikforschung, 1987, Frankfurt am Main

Hastedt, H., 1991: Aufklärung und Technik: Grundprobleme einer Ethik der Technik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp

Heimer, Thomas, 1991: Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozeß: Der Technikgenese-prozeß bei "Intelligent Homes" - Ein Fallbeispiel. In: Interdisziplinäre Technologieforschung - Diskussionsbeiträge. Frankfurt, a. M.: Universität, Arbeitspapier 2

Hellige, Hans Dieter, 1990a: Akteure, Leitbilder und Entwicklungsrichtungen in den Anfängen der Computer Kommunikation. Preprint Deutsches Museum, Februar 1990, IEEE-Tagungsband (englisch)

Hellige, Hans Dieter, 1990b: Technikgenese, Entwicklungsmuster und Gestaltungsprinzipien von Daten-, Rechner- und Informationsnetzen im Vergleich mit traditionellen Telekommunikationstechniken. Bremen

Hellige, Hans Dieter, 1992: Militärische Einflüsse auf Leitbilder, Lösungsmuster und Entwicklungsrichtungen der Computerkommunikation. SO Technikgeschichte 1992. H. 4, Bd. 59, S. 371-401

Helmers, S., Knie, A., 1990: Wie lernen Unternehmen bei der Entwicklung von Techniken? in: Zeitschrift für Führung und Organisation. 1990, H. 1, S. 36-41

Herbold, R., Krohn, W., Weyer, J., 1991: Technik als soziales Experiment. Forum Wissenschaft 8, Heft 4, S. 26-32

Herrmann, Thomas, 1986: Intervenierende Benutzung als Paradigma für die Gestaltung der MenschComputerInteraktion, In: A. Schulz (Hg.), Die Zukunft der Informationssysteme, Berlin, Heidelberg, New York, S. 588-597

Herrmann, Thomas, 1989: Ergonomie in Netzen, Forschungsbericht Nr. 226, InformatikFachbereich der Universität Dortmund

Hochgerner, Josef, 1989: Die gesellschaftliche Konstruktion der Technik: zur Entwicklung eines Theorieansatzes für die soziologische Technikforschung. In: Josef Hochgerner u. Arno Hamme (Hg.): Technisierte Kultur. Beiträge zur Soziologie der Technik. Wien: Verl. d. Verb. d. wissenschaftl. Ges. Österreichs. 1989, S. 73-90

Hoffmann, Ute, 1987: Cobol für Adam. Zur historischen Grundlage des "Männertmythos" Computer. In: Wechselwirkung 33, 5, 87

HoffmannRiem, Wolfgang, 1988: Sachverstand: Verwendungsuntauglich? Eine Fallanalyse zur Politikberatung im Rahmen der EnqueteKommission Neue Informations und Kommunikationstechnologien. In: Grimm, Maihofer (Hg.), Gesetzgebungstheorie und Rechtspolitik, S. 350-402

Höller, H., H. Kubicek, 1990: Angemessener Technikeinsatz zur Unterstützung selbststeuernder Arbeitsgruppen in der öffentlichen Verwaltung, Universität Bremen, FB 3 Mathematik, Informatik, Report Nr. 4, 90, Bremen

Huber, Joseph, 1987: Telearbeit. Ein Zukunftsbild als Politikum. Opladen, Westdeutscher Verlag

Joerges, Bernward (Hg.), 1991a: Alltag und Technik. Beiträge zu einem deutsch-französischen Kolloquium. Mit einer Einleitung von Bernward Joerges und Beiträgen von Ilona Ostner, Roland Eckert, Karl H. Hörning und Werner Rammert. 100 Seiten, FS II 91-502 Auslaufend. In französischer Fassung veröffentlicht in: Alain Gras, Bernard Joerges & Victor Scardigli (Hg.), Sociologie des techniques de la vie quotidienne, Paris: Editions L'Harmattan 1992, S. 69-86

Joerges, Bernward (Hg.), 1991b: Wissenschaft - Technik - Modernisierung. Verhandlungen der Sektion Wissenschaftsforschung der DGS beim 25. Deutschen Soziologentag in Frankfurt am Main, Oktober 1990. Mit einer Einleitung von Bernward Joerges und Beiträgen von Ingo Braun, Günter Feuerstein, Claudia von Grote-Janzen, Bettina Heintz, Ralf Herbold, Sybille Krämer, Wolfgang Krohn und Johannes Weyer. 154 Seiten, FS II 91-503

Joerges, Bernward, 1988: Large Technical Systems. Concepts and Issues. 53 Seiten, FS II 88-301 Auslaufend. Erschienen in: Renate Mayntz und Thomas P. Hughes (Hg.): The Development of Large Technical Systems. Frankfurt a. M., New York: Campus, 1988, S. 9-36

Joerges, Bernward, 1989a: Romancing the Machine. Reflections on the Social Scientific Construction of Computer Reality. 45 Seiten, FS II 89-505 Auslaufend. Erschienen in: Anthropology of Complex Organizations, International Studies of Management & Organization, 19 (4), Winter 1989, 90, S. 25-50

Joerges, Bernward, 1989b: Soziologie und Maschinerie. Vorschläge zu einer "realistischen" Techniksoziologie. 50 Seiten, FS II 89-501 Auslaufend. Erschienen in: Peter Weingart (Hg.): Technik als sozialer Prozeß. Frankfurt a. M.: suhrkamp taschenbuch wissenschaft, 1989, S. 44-49

Joerges, Bernward, 1989c: Technische Normen - Soziale Normen? 39 Seiten, FS II 89-504 Auslaufend. Erschienen in: Soziale Welt, 40, 1, 2, 1989, S. 242-258

Joerges, Bernward, 1990: Computer und andere Dinge. Anstiftung zu soziologischen Vergleichen. 26 Seiten, FS II 89-502 Auslaufend. Erschienen in: Werner Rammert (Hg.): Computerwelten - Alltagswelten. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1990, S. 39-54

Joerges, Bernward, 1992a: Große Technische Systeme. Zum Problem technischer Größenordnung und Maßstäblichkeit. In: Rammert, W., Bechmann, G., Nowotny, H. (Hg.), 1992: Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6, 31-64

Joerges, Bernward, 1992b: Große technische Systeme. In: Gotthard Bechmann und Werner Rammert (Hg.), Großtechnische Systeme und Risiko. Technik und Gesellschaft Jahrbuch 6, Frankfurt am Main und New York: Campus, S. 41-72

Joerges, Bernward, 1993a: Expertise lost. An early case of technology assessment, in: FAST Programme (Ed.), Ecritures - Thoughts..., Variations on Societal Technology Assessment and Forecasting, Brüssel: Commission of the European Communities 1993, 149-156

Joerges, Bernward, 1993b: Große Technische Systeme. Zum Problem technischer Größenordnung und Maßstäblichkeit. 34 Seiten, FS II 93-507, WZB-Berlin

Kalkowski, Peter, Manske, Fred, 1993: Innovation im Maschinenbau: ein Beitrag zur Technikgeneseforschung. SOFI-Mitteilungen 1993. Nr. 20, S. 62-85

Keck, Otto, Information, Macht und gesellschaftliche Rationalität 1993: Das Dilemma rationalen kommunikativen Handelns, dargestellt am Beispiel eines internationalen Vergleichs der Kernenergiepolitik. Baden-Baden: Nomos-Verlag

KeilSlawik, Reinhard, 1986: SDI Considered Harmful Ansätze zum Umdenken in der Softwaretechnik. In: A. Schulz (Hg.), Die Zukunft der Informationssysteme. Berlin, Heidelberg, New York, S. 634643

KeilSlawik, Reinhard, 1988: Der humanistisch geweihte Techniker, In: Wechselwirkung 36, 2, 88

Klischewski, R., 1989: Aneignung von Informationstechnik durch Arbeitende Eine kontrastive Sicht auf Entwicklung und Nutzung von Informationstechnik, Fachbereich Informatik der Universität Hamburg, Mitteilungen Nr. 170

Kluge, Thomas, Schmincke, Bernhard, 1989a: Technikfolgenabschätzung und Technikforschung: ein Expertenhearing der Forschungsgruppe Soziale Ökologie. Frankfurt am Main: Verl. f. Interkulturelle Kommunikation

Kluge, Thomas, Schmincke, Bernhard, 1989b: Technikphilosophie, Technikgeschichte, Techniksoziologie und Technikfolgenanalyse: sozial-ökologische Frage-

stellungen an den Forschungsgegenstand. Frankfurt am Main: Verl. f. Interkulturelle Kommunikation

Klumpp, Dieter, Rose, Claudia, 1991: ISDN - Karriere eines technischen Konzepts. Jahrbuch Arbeit und Technik, S. 103-114

Knie, Andreas, 1989a: Das Konservative des technischen Fortschritts: zur Bedeutung von Konstruktionstraditionen, Forschungs- und Konstruktionsstilen in der Technikgenese. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH FS2, 89-101

Knie, Andreas, 1989b: Unsichtbare Grenzen technischer Innovation: die Entwicklungsgeschichte des Dieselmotors, ein Beitrag zur umweltpolitischen Diskussion aus der Perspektive einer sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH FS2, 89-106, Berlin

Knie, Andreas, 1990: Was leistet Technikgenese-Forschung?: der "herrschende Stand der Technik" als unsichtbarer "Käfig" im Entstehungsprozeß neuer technischer Artefakte. In: Robert Tschiedel (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie München: Profil Verl.

Knie, Andreas, 1991: "Generierung" und "Härtung" technischen Wissens: die Entstehung der mechanischen Schreibmaschine. Technikgeschichte 1991. H. 2, Bd. 58, S. 101-126

Knie, Andreas, 1992a: Das Geschick des Erfinders bestimmt den Gang der Technik. In: VDI-nachrichten, Nr. 6, 1992, S. 16.

Knie, Andreas, 1992b: Versiegelter Zeitgeist: Hauptansätze der Thermodynamik mit überschrittenem Verfallsdatum? In: Wechselwirkung, Jg. 14, 1992, H. 54, S. 13-17

Knie, Andreas, Buhr, R., Hass, M., 1992: Auf der Suche nach den strategischen Orten der Technikgestaltung. Die Schreibmaschinen-Entwicklung der Mercedes-Büromaschinenwerke AG zwischen den Jahren 1907 und 1940, 38 S. FS II 92-101, WZB-Berlin

Knorr Cetina, K., 1991: Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt/M: Suhrkamp

Knorr Cetina, K., 1993: Primitive Classifications and Postmodernity, Theory. Culture and Society 1993

Knorr Cetina, K., 1994: Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science. Forthcoming in Handbook of Science Technology Studies. Los Angeles: Sage

Kornwachs, Klaus, 1993: Steuerung und Wachstum. Ein systemtheoretischer Blick auf Große technische Systeme. 26 Seiten, FS II 93-508 Erscheint in: "Technik ohne Grenzen", herausgegeben von Ingo Braun und Bernward Joerges, WZB-Berlin

Krämer, S., 1988: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung im geschichtlichen Abriß. Darmstadt

Krämer, S., 1991a: Berechenbare Zukunft. Kalkül und Rationalismus im 17. Jahrhundert. Berlin, New York: de Gruyter

Krämer, S., 1991b: Denken als Rechnen. Zur Genese eines kognitionswissenschaftlichen Paradigmas. In: Kognitionswissenschaft, Bd. 2, 1991, 1-10

Krämer, S., 1991c: Die Säkularisierung der Symbole: Ein Projekt der Neuzeit und seine (post)modernen Folgen. In: Joerges, B. (Hg.), 1991: Wissenschaft-Technik-Modernisierung. Verhandlungen der Sektion Wissenschaftsforschung der DGS beim 25. Deutschen Soziologentag in Frankfurt. WZB discussion-paper FS II 91-503

Krohn, W., 1991: Alternativen in der Wissenschaft. In: Rebe, B. (Hg.), 1991: Nutzen und Wahrheit. Hildesheim: Olms

Krohn, W., Küppers, G. (Hg.), 1990a: Selbstorganisation - Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution. Braunschweig: Vieweg

Krohn, W., Küppers, G., 1990b: Selforganization - A new Approach to Evolutionary Epistemology. Hooker, C., Halweg, K. (eds.), 1990: Issues in Evolutionary Epistemology. New York: SUNY-Press, S. 151-170

Krohn, W., Küppers, G., 1991a: Erkenntnis als Konstruktion von Wirklichkeit. Rebe, G. (Hg.), 1991: Cloppenburg Wirtschaftsgespräche. Cloppenburg

Krohn, W., Küppers, G., 1991b: Selbstreferenz und Planung. In: Niedersen, U., Pohlmann, L. (Hg.), 1991: Komplexität und Determination, Band 1 des Jahrbuchs "Selbstorganisation - Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften". Berlin: Duncker und Humblodt, S. 109-127

Krohn, W., Küppers, G., Nowotny, H. (eds.), 1990: Selforganization - Portrait of a Scientific Revolution. Sociology of the Sciences. A Yearbook, Vol. 14, Dordrecht: Reidel

Kubicek, H., A. Rolf, 1986: Mikropolis. Mit Computernetzen in die Informationsgesellschaft. Hamburg

Lenk, H., Maring, M. (Hg.), 1991: Technikverantwortung. Frankfurt, New York: Campus

Luft, A.L., 1988: Informatik als Technikwissenschaft. Mannheim, Wien, Zürich

Luhmann, Niklas 1990: Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt/M: Suhrkamp

Luhmann, Niklas 1992: Beobachtungen der Moderne. Opladen: Westdeutscher Verlag

Lutz, Burkart (Hg.), 1989: Technik in Alltag und Arbeit: Beiträge der Tagung des Verbunds Sozialwissenschaftliche Technikforschung (Bonn, 29., 30. 5. 1989). Berlin: edition sigma

Lutz, Burkart, 1988: Zum Verhältnis von Analyse und Gestaltung in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Felix Rauner (Hg.): "Gestalten" - eine neue gesellschaftliche Praxis. Bonn: Verl. Neue Gesellschaft, S. 15-23.

Lutz, Burkart, 1990: Technikforschung und Technologiepolitik: förderstrategische Konsequenzen eines wissenschaftlichen Paradigmenwechsels. WSI-Mitteilungen 1990, H. 10, Jg. 43, S. 614-622

Mai, Manfred, 1990: Die Rolle professioneller Leitbilder von Juristen und Ingenieuren in der Technikgestaltung und Politik. In: Soziale Welt, Heft 4, 498-516

Mai, Manfred, 1991a: Probleme einer arbeitsorientierten Technikgestaltung. In: Volker Eichener, Manfred Mai (Hg.): Arbeitsorientierte Technikgestaltung. Gesellschaftliche Grundlagen, innovative Modelle, Praxisbeispiele. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 1991. S. 113-135

Mai, Manfred, 1991b: Technik und Politik sind aufeinander angewiesen. IBM-Nachrichten 41, S. 17-21

Mai, Manfred, 1991c: Technikfolgenabschätzung zwischen Parlament und Regierung. Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament B43, 91, S. 15-25

Mai, Manfred, 1991d: Technikgestaltung als soziale Handlung mit prinzipiell unsicherem Ausgang. In: Joerges, B. (Hrsg), 1991: Wissenschaft-Technik-Modernisierung. Verhandlungen der Sektion Wissenschaftsforschung der DGS beim 25. Deutschen Soziologentag, WZB-Paper FS II 91-503

Mai, Manfred, 1992a: Parlamentarische Technikfolgenabschätzung und Verbraucherinteressen. Verbraucherpolitische Hefte Nr. 15, 1992, S. 87-102

Mai, Manfred, 1992b: Technikblindheit des Rechts - Technikignoranz der Juristen? Anmerkungen zum Verhältnis "Technik und Recht" aus der Sicht der Soziologie. Zeitschrift für Rechtssoziologie H. 2, 1992, S. 257-270

Mai, Manfred, 1992c: Technische Normen - eine Mikroebene der Technikbewertung und des Interessenausgleichs. Wechselwirkung 8, 1992, S. 41-43

Mai, Manfred, 1993a: Ingenieurverbände in der politischen Diskussion. Elektrotechnische Zeitschrift H. 1, 1993, S. 62-69

Mai, Manfred, 1993b: Inhalte und Formen der Weiterbildung unter den Bedingungen des industriellen Strukturwandels. Zur Planbarkeit von Qualifikationen am Beispiel der Ingenieure. München, Wien: Profil Verlag

Mai, Manfred, 1993c: Leitbilder in der Technikgestaltung. In: P. Mambrey, M. Paetau, A. Tepper (Hg.): Analyse von Leitbildern und Metaphern. Arbeitspapiere der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung 770, St. Augustin, S. 37-46

Mai, Manfred, 1993d: Neue Anforderung an die wissenschaftliche Politikberatung. Zur Bedeutung wissenschaftlicher Diskurse. Sozialwissenschaften und Berufspraxis, 16, 1993, S. 19-36

Mai, Manfred, 1993e: Technik als Herausforderung der Politik. Über die unterschiedlichen Nutzungsformen der Technikfolgenabschätzung in Exekutive und Legislative. In: V. Eichener, M. Mai (Hg.): Sozialverträgliche Technik - Gestaltung und Bewertung. Opladen, S. 48-71

Mai, Manfred, Eichener, V. (Hg.), 1992: Arbeitsorientierte Technikgestaltung. Gesellschaftliche Grundlagen, innovative Modelle, Praxisbeispiele. Deutscher Universitätsverlag

Mai, Manfred, Volker Eichener (Hg.), 1993: Sozialverträgliche Technik - Gestaltung und Bewertung. Opladen: Deutscher Universitätsverlag 1993

Malsch, Th., 1984: Erfahrungswissen und Planungswissen. FacharbeiterKompetenz und informationstechnologische Kontrolle am Beispiel der industriellen Instandhaltung. In: U. Jürgens, F. Naschhold (Hg.): Arbeitspolitik, Leviathan Sonderheft 5

Malsch, Thomas, 1991: Expertensysteme in der Krise. Kinderkrankheiten oder frühzeitige Vergreisung. In: KI 3, 1991, S. 70-74

Malsch, Thomas, Ziegler, Susanne, 1991: Strategietypen des Einsatzes wissenschaftlicher Diagnosesysteme in der Instandhaltung. In: Europäisches Symposium. Qualifikation: Schlüssel für eine Innovation (Tagungsbd. 1). Univ. Bremen

Mambrey, P., R. Oppermann, A. Tepper, 1986: Computer und Partizipation. Ergebnisse zu Gestaltungs- und Handlungspotentialen. Opladen

Manz, Thomas, 1989: Technikgenese - die sozialen Prozesse und Einflußgrößen der Entstehung moderner Produktionstechniken. Eine Übersicht zum Stand der sozialwissenschaftlichen Forschung über Technikentwicklung. Bonn: Friedrich Ebert Stiftung - Abteilung Arbeits- und Sozialforschung

Mayer, Evelies, Vogel, Bernd, 1991: Technikgestaltung als Bestandteil interdisziplinärer Technikforschung. Jahrbuch Arbeit und Technik 1991, S. 15-26

Meja, Volker/Stehr, Nico 1982 (Hrsg.): Der Streit um die Wissenssoziologie 2 Bde. Frankfurt/M: Suhrkamp

Ortmann, G., 1987: Mikropolitik im Entscheidungskorridor. Zur Entwicklung betrieblicher Informationssysteme. In: zfo 56, 6, S. 369-374

Petermann, T. (Hg.), 1992: Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Veröffentlichungen der Abteilung für Angewandte Systemanalyse (AFAS), 2 Bd. Frankfurt a. M, New York

Petzold, H., 1985: Rechnende Maschinen. Eine historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik. Düsseldorf

Pinch Trevor J., Bijker, Wiebe E. 1984: The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other. Social Studies of Science, Vol. 14: 399-441

Radkau, Joachim, 1991: Zum ewigen Wachstum verdammt? Historisches über Jugend und Alter großer technischer Systeme. 42 Seiten, FS II 91-505 Erscheint in: "Technik ohne Grenzen", herausgegeben von Ingo Braun und Bernward Joerges

Rammert, Werner, 1991a: Entstehung und Entwicklung der Technik - Der Stand der Forschung zur Technikgenese in Deutschland. Journal für Sozialforschung, Heft 4

Rammert, Werner, 1991b: Materiel - Immateriel - Mediatique: Les Liens Enchevetres entre Technologie et Vie Quotidienne. In: Gras, A., Joerges, B., Scardigli, V. (Hg.), 1991: Les Technologies de la Vie Quotidienne, Paris: L'Harmattan

Rammert, Werner, 1991c: Neue Technologien - neue Begriffe? Lassen sich die Technologien der Informatik mit den traditionellen Konzepten der Arbeits- und Industriosozologie noch angemessen erfassen? In: Malsch, T., Mill, U. (Hg.), 1991: Informatisierung und gesellschaftliche Arbeit. Berlin: edition sigma

Rammert, Werner, 1991d: Research on the Generation and Development of Technology: The State of the Art in Germany. Mitteilungen des Verbunds Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Heft 8, S. 72-113

Rammert, Werner, 1991e: Techniksoziologie (Stichwort). In: Albrecht, G. (Hg.): Soziologie-Lexikon, München: Oldenbourg Verlag, S. 609-613

Rammert, Werner, 1991f: Technikgenese und der Einsatz von Expertensystemen aus sozialwissenschaftlicher Sicht. KI - Künstliche Intelligenz 4, 90, S. 26-30. In: Fachbericht des Verbundprojektes Nr. 7

Rammert, Werner, 1991g: Vom Nutzen der Technikgeneseforschung für die Technikfolgenabschätzung. In: Bechmann G., Petermann (Hg.), Technikforschung und Technikfolgenabschätzung. Frankfurt M., New York: Campus Verlag

Rammert, Werner, 1992a: Expertensysteme im Urteil der Experten. Eine neue Wissenstechnologie im Prozeß der Technikfolgenabschätzung. WKO-Projektberichte Nr. 2, Fakultät für Soziologie, Bielefeld 1991. In: Rammert, Werner, Bechmann, G., Nowotny, H. (Hg.) 1992: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 6, Frankfurt: Campus

Rammert, Werner, 1992b: From Mechanical Engineering to Information Engineering: Phenomenology and the Social Roots of an Emerging Type of Technology. In: Dierkes, M., Hoffmann, U. (Hg.), 1992: New Technology at the Outset. Frankfurt: Campus, Westview Press

Rammert, Werner, 1992c: "Expertensysteme" im Urteil der Experten. Eine neue Wissenstechnologie im Prozeß der Technikfolgenabschätzung, in: Bechmann, G., Rammert, W. (Hg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6, S. 241-266, Frankfurt M., New York: Campus Verlag

Rammert, Werner, 1992d: Entstehung und Entwicklung der Technik: der Stand der Forschung zur Technikgenese in Deutschland. Journal für Sozialforschung 1992. H. 2, Jg. 32, S. 177-208

Rammert, Werner, 1992e: Gesellschaftliche Innovation durch eine reflexive Informatik. Zur Steuerung der informationstechnischen Entwicklung. In: Langenheider, W., Müller, G., Schinzel, B. (Hg.): Informatik cui bono?, S. 49-57, Heidelberg: Springer 1992

Rammert, Werner, 1993a: Kultureller Wandel im Alltag und neue Informationstechniken. Die Herausforderung der Technikentwicklung durch individuelle Nutzungswünsche und gesellschaftliche Gestaltungsvisionen. Vortrag auf der internationalen Konferenz "Herausforderungen der Informationstechnik" (BMFT, ÖCD) am 16. Juni 1993 in Dresden

Rammert, Werner, 1993b: Wie Technikfolgenabschätzung und KI einander näherkommen - Probleme und Ergebnisse einer integrierten Technikfolgenabschätzung von Expertensystemen. In: KI - Künstliche Intelligenz 3, 1993, S. 11-16

Rammert, Werner, 1993c: Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand Theorieansätze Fallbeispiele - ein Überblick. Opladen: Westdeutscher Verlag

Rammert, Werner, M. Schlese (Hg.), 1992: Integrierte Technikfolgenabschätzung: Probleme und Verfahren, in: Verbundprojekt "Veränderungen der Wissensproduktion und -verteilung durch Expertensysteme". Meilenstein Nr. 4, Berlin

Rammert, Werner, M. Schlese, G. Wagner, J. Wehner, R. Weingarten, 1993: Konstruktion und Anwendung von Expertensystemen - Folgen für Wissen, Kommunikation und Organisation, (Abschluß-Bericht) FU Berlin

Ropohl, G., 1991a: Ob man die Ambivalenzen des technischen Fortschritts mit einer neuen Ethik meistern kann? In: Lenk, H., Maring, M. (Hg.), 1991: Technikverantwortung. Frankfurt, New York: Campus, S. 47-78

Ropohl, G., 1991b: Risikoverantwortung und technisches Handeln. In: Fischer, E. P. (Hg.), 1991: Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. München: Piper, S. 95-105

Ropohl, G., 1991c: System und Methode: Die neue Philosophie im technischen Handeln. In: Hubka, V. (Hg.), 1991: Proceedings of ICED 91 (International Conference on Engineering Design), Bd. 1. Zürich: Heuristica, S. 209-215

Ropohl, G., 1991d: Technologische Aufklärung: Beiträge zur Technikphilosophie. Frankfurt a. M.: Suhrkamp

Röske, V., 1987: Der lautlose Zwang der Computer. Eine Untersuchung über den Einzug computergestützter Verwaltungsarbeit in den Arbeitsalltag öffentlicher Verwaltungen. München

Schlese, Michael, 1992: Drei Aspekte integrierter Technikfolgenabschätzung. In: 4. Meilenstein des Verbundprojektes, S. 11-26, Berlin

Schlese, Michael, 1993a: Artificielle Intelligenz. Zur Wissenssoziologie technischer Artefakte, Dissertationsschrift Augsburg 1993

Schlese, Michael, 1993b: KI ohne KI: Ein Verkaufsberatungssystem im Vertrieb eines deutschen Fahrzeugproduzenten, FU Berlin

Schmidt, Susanne K., Raymund Werle, 1992: The Development of Compatibility Standards in Telecommunications: Conceptual Framework and Theoretical Perspective. In: M. Dierkes, U. Hoffmann (eds.), New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovations. Frankfurt a. M. (Campus) 1992, S. 301-326

Schneider, M., 1991: Zyklizität von Wissenschaft und Ökonomie: Zur Dialektik von Theorieentwicklung, Innovationsdynamik und ökonomischer Reproduktion. Frankfurt a. M.: Campus

Schneider, V., Werle, R., 1991: Policy Networks in the German Telecommunications Domain. In: Marin, B., Mayntz, R. (eds.), 1991: Policy Networks. Empirical Evidence and Theoretical Considerations. Frankfurt a. M.: Campus und Boulder, Colorado (Westview), S. 97-136

Senghaas-Knobloch, E., Volmberg, B., 1990: Technischer Fortschritt und Verantwortungsbewußsein. Opladen: Westdeutscher Verlag

Stegmüller 1969: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie Band I: Wissenschaftliche Erklärung und Begründung. Berlin Heidelberg New York: Springer

Stegmüller 1975: Der sogenannte Zirkel des Verstehens. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Steinmüller, Wilhelm, 1986: Soziale Beherrschung offener Netze am Beispiel des ISDN, In: A. Schulz (Hg.), Die Zukunft der Informationssysteme. Berlin, Heidelberg, New York, S. 700721

Strangmeier, Reinhard, 1992a: Neue Verfahren der Technikfolgenabschätzung und -bewertung. Grundlagen verbesserter Nutzung betrieblicher Gestaltungsmöglichkeiten. Kiel: Technologieberatungsstelle Schleswig-Holstein

Strangmeier, Reinhard, 1992b: Technikgenese-Forschung am Institut für Soziologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Strangmeier, Reinhard, Setzwein, M., Petras, H., Rost, M. 1992: Technikgenese. Zu Stand und Perspektiven einer sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Kiel: Institut für Soziologie der Christian-Albrechts-Universität

Wagner, Gerald, 1991: Technik und soziale Welt. Zur Thematisierung ihrer Relationsentwicklung in modernen Gesellschaftstheorien. Berlin: Unveröffentlichtes Manuskript (Diplomarbeit)

Wagner, Gerald, 1992: Vertrauen in Technik. Überlegungen zu einer Voraussetzung alltäglicher Technikverwendung. 20 Seiten, FS II 92-502, WZB-Berlin

Weber, Wolfhard, 1993: Naturwissenschafts- und Technikgeschichte in Deutschland, 1989 - 1992. Eine Übersicht über Forschung und Lehre an den Institutionen. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft

Weingart, P., Sehringer, R., Winterhager, M. (Hg.), 1991: Indikatoren der Wissenschaft und Technik, Theorie, Methoden, Anwendungen. Frankfurt a. M., New York

Weingarten, Rüdiger, 1989: Die Verkabelung der Sprache. Grenzen der Technisierung von Kommunikation, Frankfurt a. M.

Weingarten, Rüdiger, 1991: Die Konstruktion von Sprache im technischen Medium. Habilitationsschrift Bielefeld

Werle, Raymund, 1993: Transformation der Telekommunikation. Erscheint. In: N. Beckenbach, W. van Treeck (Hg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit. Soziale Welt, Sonderband 1993

Weyer, Johannes (Hg.), 1992a: Geschichte und Perspektiven der deutschen Raumfahrt. Dokumentation einer Fachtagung am Zentrum für interdisziplinäre Forschung der Universität Bielefeld, Februar 1992. Geschichte und Perspektiven der deutschen Raumfahrt. Forschungsberichte, Bd. 1. Bielefeld

Weyer, Johannes (Hg.), 1992b: Geschichte und Perspektiven der deutschen Raumfahrt. Projektergebnisse. Forschungsberichte, Bd. 2. Bielefeld

Weyer, Johannes, (Hg.), 1993a: Technische Visionen - Politische Kompromisse. Geschichte und Perspektiven der deutschen Raumfahrt, Berlin: edition sigma

Weyer, Johannes, (Hg.), 1993b: Theorien und Praktiken der Technikfolgenabschätzung, München, Wien: Profil Verlag

Weyer, Johannes, 1989: "Reden über Technik" als Strategie sozialer Innovation. Zur Genese und Dynamik von Technik am Beispiel der Raumfahrt in der Bundes-

republik. In: Glagow, M., Wiesenthal, H., Willke, H. (Hg.): Systemische Steuerung und partikulare Handlungsstrategien. Paffenweiler: Centaurus, S. 81-114

Weyer, Johannes, 1990: Soziale Innovation und Technikkonstruktion am Beispiel der Raumfahrt in der Bundesrepublik Deutschland, 1945-1965). Bielefeld (Habilitationsschrift, Ms.)

Weyer, Johannes, 1992c: Der Raumtransporter SÄNGER als Instrument deutscher Großmachtpolitik? Gutachten, erstellt im Auftrag des Büros für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages (Materialien zum Technikfolgenabschätzungsarbeitsbericht Nr. 14) Bonn, o.J. (Oktober 1992)

Weyer, Johannes, 1993c: Akteurstrategien und strukturelle Eigendynamiken. Raumfahrt in Westdeutschland 1945-1965, Göttingen: Otto Schwartz

Weyer, Johannes, 1993d: System und Akteur. Zum Nutzen zweier soziologischer Paradigmen bei der Erklärung erfolgreichen Scheiterns. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 45, 1993, S. 1-22

Weyer, Johannes, 1994a: Größendiskurse. Die strategische Inszenierung des Wachstums sozio-technischer Systeme. In: I. Braun, B. Joerges (Hg.), Technik ohne Grenzen (im Ersch.)

Weyer, Johannes, 1994b: Space Policy in West Germany 1945-1965. Strategic Action and Actor Network Dynamics. In: U. Schimank, A. Stucke (Hg.), Coping with Trouble. How Scientists and Research Institutes React to Political Disturbances of Their Research Conditions. Frankfurt a. M.-New York: Campus Verlag (im Ersch.)