

Technikentwicklung und Industriearbeit: industrielle Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen

Bieber, Daniel (Ed.)

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerk / collection

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Bieber, D. (Hrsg.). (1997). *Technikentwicklung und Industriearbeit: industrielle Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen* (Veröffentlichungen aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF München). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67675>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Daniel Bieber (Hg.)

Technikentwicklung und Industriearbeit

Industrielle Produktionstechnik zwischen
Eigendynamik und Nutzerinteressen

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Technikentwicklung und Industriearbeit

INSTITUT FÜR SOZIALWISSEN-
SCHAFTLICHE FORSCHUNG EV
HAROLD KLAFER STRASSE 9
80736 MÜNCHEN



Veröffentlichungen aus dem
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.
ISF München



Dieses Buch entstand im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 333 der Universität München „Entwicklungsperspektiven von Arbeit“, Teilprojekt B 2 „Entwicklung von Produktionstechnik als sozialer Prozeß“.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Technikentwicklung und Industriearbeit : industrielle
Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen /
Daniel Bieber (Hg.). - Frankfurt/Main ; New York : Campus,
1997
(Veröffentlichungen aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche
Forschung e.V., ISF München)
ISBN 3-593-35625-2

Die Veröffentlichungen werden herausgegeben vom Institut
für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München.

Copyright © 1997 ISF München.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung ohne Zustimmung des Instituts ist unzulässig. Das gilt
insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen
und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Vertrieb: Campus Verlag, Heerstraße 149, 60488 Frankfurt.
Redaktion und Satz: Christa Hahlweg.
Druck und Bindung: Druckerei Novotny, 82319 Starnberg.
Printed in Germany.

Inhalt

Daniel Bieber

Die Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechnik gegenüber der industriellen Praxis 7

Horst Kern

Industriesoziologie weit gedacht 29

Werner Rammert

Auf dem Weg zu einer post-schumpeterianischen Innovationsweise 45

Hartmut Hirsch-Kreinsen

Institutionelle Differenzierung des produktionstechnischen Innovationsmusters 73

Jost Halfmann

Die Implementation von Innovationen als Prozeß sozialer Einbettung 87

Daniel Bieber

Probleme unternehmensübergreifender Organisation von Innovationsprozessen 111

Ulrich Wengenroth

Zur Differenz von Wissenschaft und Technik 141

Fritz Böhle

Verwissenschaftlichung als sozialer Prozeß 153

Andreas Knie

Die Rückkehr der Eigendynamik in die Technik 181

Klaus Düll, Pamela Meil

Gesellschaftliche Bilder von Arbeitskraft als Steuerungs-
größen der Technikentwicklung? 193

Burkart Lutz

Einige abschließende Überlegungen 211

Die Autoren 219

Das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München 221

Die Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechnik gegenüber der industriellen Praxis

Dieser Band enthält die überarbeiteten Vorträge, die auf einem Kolloquium mit dem Titel „Zur Bedeutung von Technikgenese für die Entwicklung von Industriearbeit“ im Oktober 1995 in München gehalten wurden. Die Veranstaltung ging auf eine Initiative des Forschungsvorhabens „Entwicklung von Produktionstechnik als sozialer Prozeß“ zurück, das im Rahmen des auslaufenden Sonderforschungsbereichs 333 der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt wurde. Sie verfolgte zwei Ziele: Zum einen sollte Burkart Lutz, der wesentliche Impulse sowohl für die Befassung der Industriesoziologie mit Technik als auch für die Arbeiten in dem genannten Vorhaben geleistet hat, anlässlich seines 70. Geburtstages geehrt werden. Zum anderen sollten die Thesen, mit denen die Projektgruppe in die letzte Phase der Arbeiten eingetreten war, einer breiteren wissenschaftlichen Öffentlichkeit vorgestellt werden. Dazu schien es sinnvoll, den industriesoziologischen Gral zu verlassen und Vertreter anderer Wissenschaftsdisziplinen daraufhin zu befragen, was sie (Technikgeschichte, Wissenschafts- und Techniksoziologie) zu den uns interessierenden Themen beitragen können.

1. Das Problem der Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechnik

Worum geht es? Rationalisierungsexperten aus dem Management wie (durchaus rationalisierungskritische) Industriesoziologen gehen bis heute selbstverständlich davon aus, daß der Industrie die Technik zur Verfügung steht, die sie für ihre nächsten Rationalisierungsschritte braucht. Unterstellt wurde in klassisch funktionalistischer Manier ein „Fit“ zwischen Technikentwicklung und Technikanwendung - und zwar auch in

umgekehrter Richtung: Die Technik entwickelnden Institutionen produzierten die Lösungen, die die industriellen Rationalisierer gerade benötigten. Dabei wurde immer von einer Identität zwischen den in die Technikentwicklung eingehenden ökonomischen Kalkülen und den praktischen, d.h. den stofflichen Anforderungen der betrieblichen Produktionsprozesse sowie der konkreten Nutzer der Technik, d.h. der Betriebe ausgegangen. Die These, von der wir in unserem Vorhaben ausgehen, ist, daß dies nicht mehr so problemlos unterstellt werden kann.

Unsere Forschungsperspektive wurde durch eine zunächst paradox erscheinende Beobachtung angestoßen, die wir in unterschiedlichen Industriebranchen wiederholt haben machen können: Je technisierter ein Produktionssystem ist, desto wahrscheinlicher ist es, daß in ihm Steuerungsprobleme auftreten, die sich einer Beeinflussung durch rein technische Maßnahmen weitgehend entziehen. Die technische Beherrschung von Produktionsprozessen hat Grenzen, die nicht beliebig hinausgeschoben werden können. Dies ist nun inzwischen keine ausschließlich von Industriosozologen vertretene These mehr, sondern wird auch im Management diskutiert. So wird häufig moniert, daß die technische und ökonomische Effizienz hochtechnisierter Produktionssysteme weit hinter den theoretisch errechneten oder in den Verkaufsgesprächen präbendierten Nutzungsgraden zurückbleibt. Oder es wird festgestellt, daß die immanente Systemkomplexität der Produktionstechnik mit Flexibilitätsanforderungen kollidiert, die sich aus Markturbulenzen ergeben. Schließlich wird immer häufiger darauf verwiesen, daß die Produktionstechnik, die in ihrer Logik auf Automatisierung und technische Beherrschung der Produktionsprozesse gerichtet ist, trotzdem (oder gerade deswegen) immer wieder anfallender eigenverantwortlicher Eingriffe der Arbeitskräfte bedarf. Trotz dieser Einsichten ist gleichwohl die Tendenz einer Forcierung vorrangig technischer Lösungen festzustellen.

Angeregt wurde die von uns verfolgte Forschungsperspektive aber auch durch die anhaltende, in zunehmendem Maße im Management selbst geführte Diskussion um neue Formen der Produktions- und Arbeitsorganisation, um alternative Pfade der Technikentwicklung und um eine Rückverlagerung von Produktionsintelligenz auf die Shopfloor-Ebene. Diese Diskussionen, die sich unter den Stichworten „Dezentralisierung“ oder „Einführung neuer Produktionskonzepte“ fassen lassen, haben aber nicht zu entsprechenden Veränderungen im Bereich der Entwicklung von Produktionstechnik geführt. Umgekehrt: Trotz der Beschwörungs-

formeln, die in Zusammenhang mit der Lean-Production-Diskussion immer wieder zu hören waren (bei weiteren Rationalisierungsschritten habe der Mensch im Mittelpunkt zu stehen, man müsse wegkommen von zentralistischen Organisationskonzepten und der für in Europa typischen Übertechnisierung), ist der Trend zu zentralistischen Technisierungsstrategien nahezu ungebrochen. Wo Unternehmen tatsächlich neue personalpolitische Überlegungen oder Dezentralisierungskonzepte umsetzen wollen, haben sie immer mit dem „Stand der Technik“ zu kämpfen, der im wesentlichen die alten zentralistischen Automatisierungs- und Technisierungsstrategien fortschreibt. Es wird dabei übersehen, daß auf diese Weise bedeutende Potentiale qualifizierter Arbeitskraft nicht genutzt oder zumindest gefährdet werden. Ganz offenkundig ist bei den Entwicklern von Produktionstechnik immer noch ein Bild von Arbeitskraft vorherrschend, das diese als potentiellen Störfaktor betrachtet, den es zu minimieren gilt. Die Ironie der Entwicklung liegt gerade darin, daß auf diese Weise das klassische Dilemma der industriellen Praxis eine Fortsetzung findet, daß Arbeitskräfte auf dem Shopfloor Probleme, die aus der Negation der industriellen Anwendungsbedingungen bei der Entwicklung von Produktionstechnik resultieren, ausbalancieren müssen.

Bei der Analyse des Verhältnisses von Technikentwicklung und Technik-anwendung in der industriellen Produktion nähern wir uns dem Thema aus der Sicht der Industriesoziologie. Dafür spricht, daß die Entwicklung von Produktionstechnik innerhalb von und mit Bezug auf die potentielle Anwendung in industriellen Kontexten vorangetrieben wird. Mit dem Versuch, das Verhältnis von Technikentwicklung und -anwendung in ihrer wechselseitigen Beziehung aufeinander zu thematisieren, soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die klassischen industriesoziologischen Engführungen zu überwinden oder zumindest einige traditionelle Fragestellungen des Fachs weiterzutreiben. Dies impliziert nicht, wie so mancher wohlwollende Kritiker der Industriesoziologie empfiehlt, die Notwendigkeit eines Wechsels der Disziplin. Denn die Sichtweisen unserer Nachbardisziplinen sind ebenfalls recht einseitig. Während, wie zugegeben werden muß, sich die Industriesoziologen weitgehend auf die Sphäre der Anwendung neuer Produktionstechnologien konzentrierten, haben sich Wissenschafts- und Techniksoziologen stark auf die Analyse der Entstehungsbedingungen neuer Technologien, ihrer gesellschaftlichen Voraussetzungen und Folgen beschränkt. Der Zusammenhang - und dies scheint uns entscheidend zu sein - zwischen dem „stage of origination“ und dem „stage of application“ neuer Technologien wurde in der Regel nicht re-

flektiert. Hier haben sich aber im Verlauf der letzten Jahrzehnte bedeutende Veränderungen ergeben, die nicht ohne Einfluß auf die Rationalisierungsdynamik in den Unternehmen, auf die Verfahren der Technikentwicklung und - allgemeiner gesprochen - auf die Entwicklungsperspektiven der gesellschaftlichen Organisation von Arbeit bleiben.

Uns geht es also weniger um die Frage nach der Bedeutung von Technikentwicklung für Rationalisierungsverläufe in der Industrie oder um die Rolle von Produktionstechnik für die Strukturierung industrieller Arbeit, sondern vielmehr darum, welche historisch gewachsenen Konstellationen zwischen der Technikentwicklung und der industriellen Praxis - also etwa zwischen Entwicklungs- und Produktionsabteilungen in Großunternehmen, zwischen Technikanbietern und produzierenden Betrieben und natürlich auch zwischen technischen Hochschulen und Industrie - bestehen und wie hierdurch bestimmte Techniklinien forciert und andere unterdrückt werden. Weiter soll danach gefragt werden, welchen Wandlungen solche historischen Konstellationen unterliegen, welche makroökonomischen und gesellschaftlichen Einflußgrößen auf ihre Veränderung oder gar Auflösung drängen und welche neuen organisatorischen, institutionellen und marktmäßig vermittelten Arrangements sich abzeichnen. Schließlich soll auch analysiert werden, welche Konsequenzen sich aus diesen Wandlungsprozessen für den Technikeinsatz in der industriellen Produktion ergeben und welche neuartigen Probleme des Arbeitskräfteeinsatzes damit verbunden sind. Ziel der Arbeiten ist es, das Verhältnis von Technikentwicklung und -anwendung vor dem Hintergrund historischer Prozesse differenziert zu fassen.

In einem säkular angelegten Prozeß der Autonomisierung der Entwicklung der Produktionstechnik lösen sich die direkten Rückkopplungsschleifen zwischen Technikentwicklung und Anforderungen der industriellen Produktion auf. Sie werden durch erheblich komplexere institutionelle und marktförmig organisierte Vermittlungsprozesse ersetzt.

Unsere Ausgangsthese unterstellt, gewissermaßen als historische Prämisse, eine enge Verzahnung zwischen Technikentwicklung und industrieller Produktion in der Frühzeit der Industrialisierung. Eine solche Verzahnung läßt sich u.E. an einzelnen Industriebranchen, etwa im Maschinen- oder im Werkzeugbau, auch historisch aufzeigen. Damit wird jedoch nicht unterstellt, daß in den Frühphasen der industriellen Entwicklung das Verhältnis zwischen Technikanwendern und -herstellern ohne Probleme gewesen wäre. Zum einen darf nicht übersehen werden, daß be-

reits gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts mächtige Tendenzen am Werke waren, die auf eine Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechnik drängten. Einschlägig sind in diesem Zusammenhang die Ausbildung eigenständiger Forschungs- und Konstruktionsabteilungen in Großunternehmen, die Entstehung der Technischen Hochschulen, die zunehmende Akademisierung des Ingenieurberufs, die bewußte und gezielt vorangetriebene Technikrezeption ausländischer Entwicklungen, etwa in den USA, und anderes mehr. Auch die Beziehungen, die in der Vergangenheit zwischen Technikentwicklung und -anwendung bestanden, müssen demnach als Kompromiß unterschiedlicher Entwicklungsstrategien verstanden werden. Dieser Kompromiß trug in nuce die sich gegenseitig verstärkenden, unterschiedlichen Rückkoppelungsprobleme schon in sich. Zum anderen ist festzuhalten, daß derartige Entwicklungen die Voraussetzung für die Ausdifferenzierung der modernen Produktionstechnik bilden. Direkte Rückkoppelungen zwischen Technikentwicklung und industrieller Produktion funktionierten so lange, als punktuelle und inkrementelle Verbesserungen von Maschinen und Produktionsanlagen im Vordergrund standen. Sie sind aber in zunehmendem Maße überfordert, wenn es sich um die Entwicklung komplexerer Systemtechnologien handelt.

Spätestens seit der Jahrhundertwende entkoppelte sich die bis dahin eng mit der Sphäre der industriellen Produktion verzahnte Entwicklung von Produktionstechnik von den Praxisanforderungen der Anwender dieser Technologien. Dennoch gab es vielfältige Mechanismen, die eine zu große Verselbständigung des einen Bereichs gegenüber dem anderen Bereich verhinderten. Seit einigen Jahren beginnt sich jener Konnex zwischen der Entwicklung von Produktionstechnik und der Sphäre ihrer Anwendung in der industriellen Praxis aufzulösen. Hierfür sind nach unserer Auffassung vor allem vier Faktoren verantwortlich. Es sind dies: die organisatorische Ausdifferenzierung der technikentwickelnden Institutionen, die zunehmende Verwissenschaftlichung der Entwicklung von Produktionstechnik, die Ausweitung von Wertschöpfungsketten über einzelne Unternehmen hinaus und die Veränderungen in den Leitbildern von Arbeitskraft, auf die sich die Entwicklung von Produktionstechnik ausrichtet. Deren Zusammenwirken führt - durch eine sich gegenseitig verstärkende Kumulation der Effekte - zu einer Gefährdung der ehemals bewährten Rückkoppelungsmechanismen und dadurch zu einer Autonomisierung der Sphäre der Entwicklung gegenüber der Sphäre der Anwendung von Produktionstechnik.

Für die hier vorgestellte Forschungsperspektive sind demnach die Rückkopplungsschleifen vor allem unter dem Gesichtspunkt ihrer gesellschaftlichen Organisationsformen, ihrer Effizienz und der mit ihnen verbundenen Folgeprobleme interessant. Letztere gewinnen dann an Brisanz, wenn sich die Technikentwicklung zunehmend von der industriellen Praxis abkoppelt. Diese Aussage steht in bewußtem Widerspruch zu Positionen, die für den Bereich der Produktionstechnik einen Trend zur „rekursiven Technikentwicklung“ postulieren und davon ausgehen, daß Anwender und Hersteller von Produktionstechnologien zunehmend enger miteinander kooperieren und auf diese Weise die Anwenderprobleme in ihrer Bedeutung eher ab- als zunehmen. Da in derartigen Ansätzen aber das Hersteller-Anwender-Netzwerk ausgehend von den fokalen Unternehmen der Technikhersteller konzeptualisiert wird, werden diejenigen Probleme eskamotiert, die aus der starken, sich zunehmend autonomisierenden Position der Entwickler für die Anwender geschaffen werden. Darüber hinaus wird übersehen, daß die Kooperationsangebote der Entwickler von Produktionstechnik nur einen Reflex auf die oben beschriebene Problemkonstellation darstellen.

2. Notwendige Differenzierungen der Autonomisierungsthese

Natürlich müssen diese sehr globalen und groben Ausgangsthesen in erheblichem Maße differenziert werden. Nach unseren eigenen empirischen Erfahrungen verläuft die Entwicklung der Produktionstechnik nicht nur nach Industriebranchen höchst unterschiedlich. Es lassen sich darüber hinaus auch deutliche nationalspezifische Differenzen aufzeigen. Die während des Kolloquiums in München vorgetragenen Referate und Diskussionsbeiträge haben weitere Hinweise für notwendige Differenzierungen erbracht (s.u.). Bevor diese hier resümiert werden, sollen - gleichsam in eigener Sache - zwei wesentliche Hintergrundargumentationen verdeutlicht werden, die für die Arbeit am hier skizzierten Forschungsprogramm einige Bedeutung haben.

(1) Die Entwicklung der Produktionstechnik folgt einer gewissen „Eigenlogik“, die von starken Leitbildern gesteuert wird, nämlich von professionellem Ingenieurhandeln, der Fixierung auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Ersetzung menschlicher Arbeit durch Technik, und zunehmend auch von internationaler Marktgängigkeit technischer Lösun-

gen. Letzteres bedeutet, daß der Warencharakter der Produktionstechnik schärfer hervortritt, d.h., daß die Möglichkeiten ihrer Vermarktung auf internationalen Märkten von vornherein ein stärkeres Gewicht haben. Feststellbar ist nach unserer Einschätzung sowohl eine gewisse Ignoranz gegenüber dem konkreten Gebrauchswert der Produktionstechnik bzw. den potentiellen Nutzern als auch eine Abstraktifizierung der konkreten Gestalt der Technik, die der universelleren Einsetzbarkeit der entwickelten Technologien dienen soll.

Damit kehrt sich in diesem Autonomisierungsprozeß das Verhältnis zwischen der industriellen Praxis als Techniknachfrager und den auf dem Markt verfügbaren Angeboten der Technikentwickler um: Technikentwicklung ist demnach nicht mehr nur eine Dienstleistung für die industrielle Produktion, die für klar definierte betriebliche Probleme spezifische technische Lösungen zur Verfügung stellt; tendenziell haben vielmehr die Produktionstechnik entwickelnden Unternehmen das Primat technischer Innovation an sich gerissen. Zumindest deutet der häufig beklagte „Imperialismus marktbeherrschender Systemanbieter“ darauf hin, daß heute nicht mehr ausschließlich die Nutzer der Technik die Richtung der Technikentwicklung bestimmen, sondern im Verhältnis zwischen Herstellern und Anwendern von Produktionstechnik zumindest die Technikanbieter an Bedeutung gewinnen.

Dementsprechend verändert sich auch die Sichtweise der Technikentwickler: Probleme der Technikanwendung erscheinen ihnen vielfach als reine Anpassungsprobleme, deren Bewältigung nicht in ihren Verantwortungsbereich, sondern in denjenigen der industriellen Praxis fällt. In ihrer Sichtweise ist nicht die von ihnen produzierte Technik das Problem, sondern das betriebliche Management, die Arbeits- und Produktionsorganisation oder die Arbeitskräftestruktur. Bis zum heutigen Tag gilt die Maxime, daß sich die Gesellschaft, die Betriebe, die Arbeitskräfte und - last but not least - die Kunden der Technik anzupassen haben. Dies insbesondere dort, wo die Kunden, etwa als (Co-)Produzenten von Gütern und Dienstleistungen, als „Prosumer“, angesehen werden. Über die Probleme, die aus dieser Autonomisierung resultieren, wissen wir derzeit noch sehr wenig - und zwar sowohl in bezug auf die industrielle Praxis selbst als auch in bezug auf den Prozeß der Entwicklung von Produktionstechnik. Dies mag daran liegen, daß das Problem mangelnder Rückkopplungen zwischen Technikentwicklung und industrieller Praxis so lange nicht virulent wurde, als es möglich war, eine nahezu grenzenlose

Verfügbarkeit von Arbeitskräften zu unterstellen, die fähig und bereit waren, sich den Anforderungen einer mit bestimmten Bildern von Arbeitskraft entwickelten Technik anzupassen und deren Funktionsdefizite zu kompensieren.

(2) Mit der These eines säkularen Trends zur Autonomisierung der Technikentwicklung soll nun keineswegs ein blinder Mechanismus unterstellt werden, der die in der Industriosozilogie zwar totgesagten, aber nie gänzlich überwundenen Vorstellungen eines Technikdeterminismus in neuem Gewand wieder auferstehen ließe. Auch wenn von der Vermutung ausgegangen wird, daß sich die historisch gewachsenen Konstellationen zwischen Technikentwicklung und Technikanwendung in der industriellen Produktion zunehmend auflösen, so kann doch ex ante nicht ausgeschlossen werden, daß sich neue Konstellationen herausbilden, die deren Funktionen übernehmen. Es ist offen, welche Formen diese annehmen und welche Folgeprobleme damit verbunden sind.

Schließt man an die Debatte um den heuristischen Wert technikdeterministischer Erklärungsmuster an, die in der Industriosozilogie der 60er und 70er Jahre einen hohen Stellenwert hatte, so läßt sich festhalten, daß das kritisch gegen die Ideologie des „technischen Sachzwangs“ gewendete Konzept der „gesellschaftlichen Endogenität der Technik“ durch unsere These einer Autonomisierung der Technikentwicklung gegenüber den Anforderungen industrieller Praxis im Prinzip unangetastet bleibt. Im Gegenteil: Wie auch von anderer Seite immer wieder betont wurde, impliziert ein Ernstnehmen der Endogenitätsthese die Notwendigkeit einer intensiven Auseinandersetzung der Industriosozilogie mit Problemen der Technikgenese. Nach der von uns vertretenen These bringt der säkulare Trend zur Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechnik keine von technischen Sachnotwendigkeiten beherrschte Gesetzmäßigkeit, sondern einen von mächtigen gesellschaftlichen Interessen, nämlich Kapital- und Machtinteressen, aber eben auch von Berufs- und Statusinteressen gesteuerten Transformationsprozeß zum Ausdruck, der sich immer wieder auf veränderte marktökonomische und strukturelle gesellschaftliche Rahmenbedingungen einpendeln muß.

3. Dimensionen der Autonomisierung von Technikentwicklung - Positionen, Kontroversen, Ergebnisse

Zentrales Ergebnis der Projektarbeiten war, daß sich die Ursachen der Autonomisierung von Technikentwicklung im Bereich der Produktionstechnik vier Ebenen zuordnen lassen. Es sind dies:

- die Ausdifferenzierung der Institutionen der Technikentwicklung,
- die Ausdehnung von Wertschöpfungsketten über einzelne Unternehmen hinweg,
- die zunehmende Verwissenschaftlichung und die damit einhergehende Formung der sozialen Organisation der Technikentwicklung,
- der Wandel arbeitskraftbezogener Leitbilder, die auf die Entwicklung von Produktionstechnik durchschlagen.

Diesen Ursachenkomplexen entsprechend ist auch dieser Band organisiert. Er umfaßt sechs Teile. Im Anschluß an diese Einleitung findet sich der Eröffnungsvortrag zu dem Kolloquium, mit dem Horst Kern den Beitrag von Burkart Lutz zur Entwicklung der Industriesoziologie würdigt und der Disziplin neue Forschungsfragen ans Herz legt, die in eine ähnliche Richtung weisen wie die in München verfolgten. Daran schließen sich vier Blöcke an, in denen Experten zu den einzelnen Arbeitshypothesen des Teilprojekts Stellung nehmen, worauf wiederum ein - in der Regel kürzerer - Kommentar folgt. Den Abschluß bildet ein Beitrag von Burkart Lutz, der die übergreifende Perspektive unserer Anstrengungen und die potentiellen Lerneffekte durch das Kolloquium resümiert.

Zum Inhalt der einzelnen Beiträge: *Horst Kern* stellt zwei Themen in den Mittelpunkt seiner Ausführungen. Dabei nimmt er eine Rekonstruktion der Arbeiten von Burkart Lutz zum Ausgangspunkt, um eine Defizitanalyse bisheriger Forschungen in der Industriesoziologie zu betreiben. Die Engführungen traditioneller industriesoziologischer Arbeiten sieht er vor allem in einer Vernachlässigung dessen, was in vielen Studien auf den Begriff der „gesellschaftlichen Rahmenbedingungen“ zusammengezogen wurde, in der Binnenorientierung der Forschungen, die auch über Diskontinuitäten und Brüche in der Entwicklung industriegesellschaftlicher Systeme hinwegsah, sowie - gleichsam als gemeinsamer Nenner der soeben genannten Defizite - in einer generellen Unfähigkeit, Makro- und

Mikroebenen, also das Verhältnis von gesellschaftlicher Regulation und Arbeitsorganisation, zusammenzudenken. Im Anschluß an eine Rekonstruktion der Überlegungen von Burkart Lutz zur Entwicklungs- und Zerfallsgeschichte der „tayloristischen Syndromatik“ widmet sich der Beitrag Kern der Frage, worin inhaltliche Weiterungen zukünftiger Forschungen liegen könnten. Diese hätten nach seiner Auffassung nicht zuletzt auch die Frage zu klären, warum die - gerade durch die Verfolgung „neuer Produktionskonzepte“ - in den 80er Jahren so erfolgreiche deutsche Industrie in den 90er Jahren nunmehr in eine veritable Krise hineinfließt, die nicht nur eine zyklische, sondern auch eine strukturelle Krise darstelle. Damit gewinnt die Frage an Bedeutung, wie das gesellschaftliche System der Bundesrepublik Deutschland für die Märkte der Zukunft fit gemacht werden kann bzw. welche Hindernisse sich auf dem Weg dahin einstellen können.

Die Innovationsproblematik, die von Kern sehr weit gefaßt wird, erhält für die deutsche Gesellschaft besondere Dramatik, da Pfadwechsel in den Institutionen der Hochlohnökonomie und des Sozialstaats nur sehr bedingt erfolversprechend seien. Entgegen landläufigen Annahmen, daß Netzwerke, die sich nicht zuletzt auch auf gegenseitiges Vertrauen der Akteure stützen, gut geeignet seien, die Innovationsrisiken in den Griff zu bekommen (vgl. etwa die Beiträge von Halfmann oder Rammert in diesem Band), sieht Kern für den Fall der Basisinnovationen das Problem, daß die in Deutschland vorherrschenden regionalen sozialen Milieus die schnelle Integration unterschiedlicher Wissensbestände ungeheuer erschweren. Die an Basisinnovationen interessierten und in Innovationsnetzwerke eingebundenen Akteure müssen sich, so Kern, in den „kalten Raum des sozialen Vakuums“ begeben. Dort ist „Vertrauen“ in noch stärkerem Maße als in anderen Netzwerken eine knappe Ressource, da Kooperation unter Konkurrenzbedingungen stattfinden muß. Hier reicht nach Auffassung von Kern das „Einbettungsargument“ nicht mehr aus, vielmehr müsse die Industriesoziologie alle diejenigen Ansätze zumindest ernst nehmen, die - auch wenn sie Traditionen verpflichtet sind, die dem common sense industriesoziologischer Forschungspraxis sehr fernliegen - Handlungsoptionen zur Bewältigung der deutschen Innovationskrise eröffnen. Damit fordert Kern einen Paradigmenwechsel der Industriesoziologie ein, der noch sehr viel grundlegender ist als derjenige, den er in seinen gemeinsamen Arbeiten mit Michael Schumann über die Bedeutung neuer Produktionskonzepte angemahnt hat und mit dem sie die deutsche Industriesoziologie eine gute Weile lang durcheinandergerewirbelt haben. Nicht die Sphäre der unmittelbaren Produktion und die

dort vorfindlichen Formen des Technikeinsatzes und der Arbeitsorganisation sollen demnach ausschließlich im Mittelpunkt industriesoziologischer Forschungen stehen, vielmehr soll auch das Problem der Innovation die notwendige Aufmerksamkeit erfahren. Damit wird ein Verständnis von kapitalistischer Produktion ermöglicht, das der Tatsache Rechnung trägt, daß für die Position eines Unternehmens im Wettbewerb nicht mehr ausschließlich die kompetitiven Vorteile seiner produktiven, sondern auch die seiner innovativen Abteilungen an Bedeutung gewonnen haben. Ob freilich diese Ausweitung des Gegenstandsbereichs der Industriosozologie, die bekanntlich auch von anderen schon seit längerem angemahnt wurde, in die von Kern betriebene Übernahme der „Standortdebatte“ in die Wissenschaft einmünden muß, mag einstweilen offen bleiben.

Werner Rammert und *Hartmut Hirsch-Kreinsen* setzen sich mit den ersten Arbeitshypothesen des Projekts auseinander. Sie befassen sich mit denjenigen Veränderungen im Innovationsprozeß, die aus der institutionellen Differenzierung der technikentwickelnden Institutionen resultieren. Beide gehen von der Überlegung aus, daß sich das traditionelle „Innovationsmodell“ unter dem Einfluß der Globalisierung der Märkte und der Verkürzung der Produktlebenszyklen nachhaltig verändert und die intra- wie interinstitutionellen Kooperationsmuster einem hohen Anpassungsdruck unterliegen, soll die jahrzehntelang recht erfolgreiche Bearbeitung der Innovationsrisiken weiter gelingen. Dabei sind die Perspektiven jedoch recht unterschiedlich. Während Rammert das sich entwickelnde post-schumpeterianische Innovationssystem in den Blick nimmt und dabei wohl nicht zufällig, wie andere Autoren dieses Bandes auch, das Problem der Bildung von Innovationsnetzwerken diskutiert (s. die Beiträge von Kern und Halfmann), konzentriert sich Hirsch-Kreinsen auf die Besonderheiten der Entwicklung neuer Technologien im Sektor der Produktionsmittel herstellenden Industrie. Dabei versteht Rammert die Entwicklungen in Innovationen generierenden Systemen verschiedener Institutionen als Beispiel für „reflexive Modernisierung“, in deren Verlauf die überkommenen „Einbettungen“ innovatorischen Handelns in übergeordnete Zusammenhänge aufgelöst werden. Dadurch entsteht die Notwendigkeit, die Voraussetzungen und Folgen des innovatorischen Handelns auf die gesellschaftliche Umwelt zu berücksichtigen und bewußt in das eigene Kalkül einzubeziehen. Von wachsender Bedeutung sind dann die aus der „Entbettung“ in traditionelle Innovationsverläufe resultierenden Probleme der Koordination und Integration der Innovationsprozesse, die zur Bildung netzwerkförmig organisierter Innovationssysteme

führen. Die von den Veranstaltern des Münchner Kolloquiums beobachteten Tendenzen einer Autonomisierung der Technikentwicklung gegenüber den Anforderungen industrieller Praxis lassen sich, folgt man Rammert, auch in anderen Feldern des Innovationsgeschehens als Entwicklung eines zunehmend selbstbezüglichen Innovationssystems beobachten. Diese geht einher mit Tendenzen einer interaktiven Vernetzung von Innovationsaktivitäten, als deren Charakteristika die Umstellung von fallweiser auf strategische Vernetzung, die Ausweitung von bilateraler zu multilateraler Vernetzung und die Ausbildung eines internationalisierten Innovationssystems angesehen werden können. Sie können zugleich als Ausdruck der „Innovationskrise“ wie auch als Mittel zu ihrer Lösung betrachtet werden.

Hirsch-Kreinsen setzt am überwiegend inkrementellen Charakter von Neuerungen im Bereich der Produktionstechnikentwicklung an und zeigt, wie im Prozeß der industriellen Rationalisierung auch der Innovationsbereich einem säkularen Prozeß fortschreitender Differenzierung unterworfen ist. Dies bleibt so lange ohne einschneidende Konsequenzen für das Innovationssystem, als effiziente Rückkoppelungen zwischen industrieller Praxis und maschinenherstellenden Unternehmen gewährleistet sind, die auf spezifischen Maschinenbaukulturen, einer wechselseitigen Durchlässigkeit garantierenden Personalstruktur in Industrie und Technischer Hochschule und auf intermediären Institutionen wie Verbänden basieren. Die Mechanismen, welche eine enge Anbindung der Entwicklung von Produktionstechnik an die Anforderung industrieller Praxis sicherstellten, erodieren nach Auffassung von Hirsch-Kreinsen spätestens seit Mitte der 80er Jahre unter dem Einfluß und der wachsenden Bedeutung von Wissenschaft und Technologie, die nicht nur neue Nutzungspotentiale an die Produktionstechnik herantragen, sondern auch zu einer steigenden technologischen Komplexität der Systeme beitragen. Veränderte Hersteller-Anwender-Beziehungen bringen darüber hinaus widersprüchliche Tendenzen mit sich, die einerseits zu einer zunehmenden Komplexität (Globalisierung, Verschärfung der Konkurrenzsituation, Verkürzung der Produktlebenszyklen, Zunahme der Anzahl der an Produktion und Innovationsprozessen beteiligten Akteure usw.), andererseits zu einer Abschottung der einzelnen Netzwerke gegeneinander führen. Darüber hinaus spezifiziert Hirsch-Kreinsen die Argumentation Rammerts für den Bereich der Produktionsmitteltechnik herstellenden Industrie. Dabei kommt er - ähnlich wie Kern - zu dem Schluß, daß das in Deutschland vorherrschende Modell rekursiver Technikentwick-

lung gerade wegen seines bis in die 80er Jahre hinein gegebenen Erfolges nun in zunehmendem Maße den sich wandelnden Anforderungen nicht mehr genügt und in eine strukturelle Innovationskrise hineinläuft. Bezüglich der Möglichkeiten, diese Krise durch die Entwicklung multilateraler Innovationssysteme meistern zu können, ist Hirsch-Kreinsen jedoch weniger optimistisch als Rammert, da nach seiner Auffassung der den Netzwerken inhärente Strukturkonservatismus die notwendigen Sprunginnovationen eher behindert als befördert. Nicht Fortschreibung der „modernen“ Netzwerke auf erweiterter Stufenleiter („reflexive Modernisierung“), sondern krisenhafter Bruch mit den bisherigen Netzwerkstrukturen sei deshalb die wahrscheinlichere Entwicklungsperspektive, wobei zunächst offenbleiben müsse, ob sich neue Kooperationsweisen zwischen Technikentwicklung und Technikanwendung problemlos und friktionsfrei einspielen werden. Die Parallelen zur Argumentation von Kern liegen auf der Hand.

Auch *Jost Halfmann* und *Daniel Bieber*, die sich mit der zweiten Arbeitshypothese des Projekts auseinandersetzen, beschäftigen sich mit Problemen, die sich aus der „Auflösung“ des gesellschaftlichen Orts der Entstehung von Innovationen, der - wenn man so will - „Virtualisierung von Innovationsprozessen“ ergeben. Während Halfmann dabei den Blick über die Sphäre der Ökonomie hinaus auf die gesellschaftlichen Implementationsprozesse von Innovationen richtet, konzentriert sich Bieber auf den Prozeß unternehmensübergreifender Kooperation bei der Entwicklung neuer Produkte und auf die Frage, welche Konsequenzen sich hier für das Verhältnis von Produktionstechnik herstellenden Unternehmen und entsprechenden Anwendern ergeben. Die Ausgangsüberlegung von Halfmann ist, daß Unternehmen sich einer paradoxen Situation zu stellen haben, da sie, um ihre Autonomie gegenüber turbulenten Umwelten steigern zu können, auch Komplexität integrieren und Unsicherheit erhöhen müssen. Dabei setzen sie sich, anders als traditionell von der Industriesoziologie unterstellt, unterschiedlichen Rationalitäten aus. Je nachdem ob es sich um Forschung, Produktion oder Wertrealisation handelt, muß das Unternehmen diesbezügliche lokale Rationalitäten organisieren, d.h. die heterogenen Dimensionen der Leistungserstellung den Anforderungen einer einheitlichen Unternehmensstrategie unterordnen. Die Überlegungen Halfmanns machen deutlich, daß das Gelingen derartiger Bemühungen eher unwahrscheinlich ist, zumindest kann es nicht problemlos unterstellt werden. Für den Bereich der Forschung bedeutet dies, daß immer wieder die mit Innovationen verbundene (ko-

gnitive) Unsicherheit in die gewohnte marktförmige Unsicherheit zu transformieren ist. Der Lohn derartiger Anstrengungen besteht in einer erhöhten Autonomie gegenüber der Unternehmensumwelt. Der Preis, der dafür aber zu zahlen ist, besteht darin, daß je mehr das Unternehmen sich auf Innovationen einläßt, der zu minimierende Grad interner und externer Unsicherheit um so höher ist. Das Innovationsrisiko wird so zur Risikospirale, zumal sich innovative Unternehmen - und dies ist die zweite zentrale These Halfmanns - auch auf Umwelten beziehen müssen, die nicht per se in Kategorien des Marktes denken. Halfmann bezieht sich hier auf all diejenigen Akteure, die innerhalb wie außerhalb des Unternehmens von Innovationen betroffen werden (Staat, Medien, soziale Bewegungen, Gewerkschaften, Konsumenten) und auf den Prozeß der Technikgenese nachhaltig Einfluß ausüben können. Damit wird der Prozeß der Innovation zu einem Prozeß der sozialen Einbettung, der nicht einfach die Durchsetzung auf Märkten, sondern auch die Integration neuer Produkte oder Verfahren in Anwendungskontexte beinhaltet (s. dazu auch den Beitrag von Knie in diesem Band). Man kann hier verschiedene Einbettungskontexte unterscheiden, die mit entsprechenden Strategien korrelieren, wobei Unternehmen wie Umwelt einem Prozeß reziproker Anpassung unterliegen. Wiederum wohl nicht ganz zufällig gilt auch Halfmann das Netzwerk als modernste Form, in der dieser Prozeß der Strukturierung und Restrukturierung der internen und externen Unternehmensumwelt vorangetrieben werden kann.

Hier meldet der Beitrag von Bieber vielleicht den entschiedensten Widerspruch an. Die Frage, ob Netzwerke geeignet sind, die Herausforderungen eines wachsenden Innovationsdrucks zu meistern, kann nicht theoretisch vorentschieden werden, zumal es in der Empirie eine Reihe von Hinweisen darauf gibt, daß die Probleme unternehmensübergreifender Kooperation durchaus prinzipieller Natur sind und sich nicht durch „Einübung“ von selbst erledigen. An prominenter Stelle rangieren hier die Zeitnot, unter der Produktentwicklungen vorangetrieben werden müssen, sowie die Probleme, die bei unternehmensübergreifender Kooperation aus unterschiedlichen Machtpotentialen entstehen. Dies kann die angestrebten Produktivitätsvorteile kooperativer Entwicklung ernsthaft gefährden. Im übrigen sieht Bieber die Lage der industriesoziologischen Forschung als nicht ganz so desolat an, wie dies aus dem Beitrag von Halfmann hervorgeht. Zum einen hat sich die Disziplin inzwischen doch von der Fixierung auf den unmittelbaren Produktionsprozeß gelöst und sich Fragestellungen wie der der Organisation von Innovationspro-

zessen oder von Dienstleistungsarbeit weiter geöffnet. Zum anderen kann anhand der Geschichte der industriesoziologischen Theoriebildung der späten 60er und der frühen 70er Jahre nachempfunden werden, daß es vielleicht doch nicht ganz abseitig ist, die realen Entwicklungen nicht ausschließlich mit den abstrakten Kategorien der Organisationsforschung zu fassen, sondern diese einer spezifisch industriesoziologischen Reinterpretation zu unterziehen, die Begriffe wie Herrschaft, Arbeit usw. als zentrale Kategorien der Analyse eben nicht verabschiedet. Richtig bleibt natürlich, daß sich in der historischen Entwicklung des Industriekapitalismus Veränderungen ergeben haben, die bei der theoretisch-analytischen Reflexion nicht übersehen oder vernachlässigt werden dürfen. Zu nennen sind hier neben dem Ende des klassisch tayloristisch-fordistischen Rationalisierungsparadigmas der Prozeß der Verwissenschaftlichung nicht nur der Produktion, sondern auch der Entwicklung von Produktionstechnik.

Hier setzen die Beiträge von *Ulrich Wengenroth* und *Fritz Böhle* an, die sich mit der dritten Hypothese des Projekts beschäftigen und diejenigen Probleme diskutieren, die aus der zunehmenden Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung entstehen. Ähnlich dem vorangehenden Autorenpaar stellt zunächst Wengenroth aus der Sicht des Technikhistorikers Überlegungen an, die ganz allgemein das Verhältnis von Wissenschaft und Technologie seit der Renaissance erhellen, während im Anschluß daran Böhle die Probleme diskutiert, die sich aus der Sicht einer Theorie des „subjektivierenden Arbeitshandelns“ für das Verhältnis von Wissenschaft und Technikentwicklung im Bereich der Produktionstechnik als bedeutend darstellen. Beide sehen das Beschwören der Überlegenheit der naturwissenschaftlichen Methoden und Erkenntnisse und das Verschwinden des intuitiven, künstlerischen Umgangs mit der Objektwelt als das wesentliche Charakteristikum dessen an, was vielen, auch kritischen Historikern und Sozialwissenschaftlern, unhinterfragt als der „Natur der Sache“ angemessen und als Grad des zivilisatorischen Fortschritts gelten konnte. Weder Wengenroth noch Böhle bestreiten den Erfolg der modernen Naturwissenschaften, doch beide machen deutlich, daß der damit verbundene Fortschritt gleichsam hinter seinen Möglichkeiten zurückbleibt, weil er die Natur- bzw. die Objektwelt nur als verdinglichte wahrnimmt. Radikaler als von Kritikern des technologischen Fortschritts, die lediglich die Indienstnahme von Wissenschaft und Technologie für die kapitalistische Mehrwertproduktion monieren, ansonsten aber die offene Zweckstruktur von Technik postulieren, und radikaler auch als Sozial-

konstruktivisten, die uns zeigen, daß es in Wissenschaft und Technik auch nicht (viel) anders zugeht als in anderen Lebensbereichen, relativieren Wengenroth und Böhle den Wahrheitsanspruch, das Methodenverständnis und - last but not least - die Effizienz des an der Naturwissenschaft geschulten Verstandes und seiner Hervorbringungen. Die Abstraktion von allem, was mit Intuition und „künstlerischem“ Umgang mit der Welt zu tun hat, die mit dem den Naturwissenschaften eigenen Methodenverständnis einhergeht, scheidet relevante Dimensionen des Umgangs mit technischen Artefakten aus. Dies führt nicht nur zu einer mangelnden Effizienz naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und im Anschluß daran entwickelter Technologien, sondern auch zu Problemen in der Produktion, die, da sie nicht „objektivierbar“ zu sein scheinen, gar nicht mehr an die Entwickler von Produktionstechnik rückgekoppelt werden (können). Da Wissenschaftler und Ingenieure das Erfahrungswissen bzw. „tacit knowledge“ auf den unteren Rängen der menschlichen Erkenntnismöglichkeiten plazieren und diesen prinzipiell als „unsauber“ mißtrauen (vgl. auch den Beitrag von Düll/Meil in diesem Band), werden diese Ressourcen der Technikentwicklung nur sehr mangelhaft oder - wie Wengenroth es ausdrückt - nur subversiv, also gegen die Intentionen der Technikentwickler genutzt. Dies liegt, so wiederum übereinstimmend der Technikhistoriker Wengenroth und der Industriesoziologe Böhle, nicht zuletzt an der zunehmenden Komplexität der technischen Artefakte selbst, die von ihren eigenen Entwicklern kaum noch „beherrscht“ werden können, und deren Nutzung durch scheinbar unqualifizierte Arbeitskräfte neue, vorher nicht antizipierte Einsatzpotentiale eröffnet.

Böhle geht allerdings insofern noch über Wengenroth hinaus, als er nicht nur die mit neuer Produktionstechnik, die vielfach elektronische Steuerungs- und Kontrolltechnologien enthält, neu entstehenden Belastungsmomente thematisiert, welche sich dem traditionellen Belastungsbegriff der Industriesoziologen entziehen. Er problematisiert darüber hinaus die gängigen, im Management wie in der Forschung vorherrschenden Vorstellungen von Qualifikation, die - immer noch den Vorstellungen Taylors über „wissenschaftliche Betriebsführung“ verhaftet - zwischen planenden und ausführenden Arbeitskräften zu unterscheiden gewohnt sind. Die damit einhergehende Negation der Wissensbestände „einfacher Arbeit“ impliziert nicht nur ein Verkennen der tatsächlichen Situation: Ohne die teilweise erst nach Jahren erwerbbareren tacit skills der (scheinbar!) auf Überwachungs- und Bedientätigkeiten reduzierten Arbeitskräfte würde manche mit High-Tech-Equipment bestückte Fertigung

schnell zusammenbrechen, und man würde die wissenschaftlich ausgebildeten Produktionsingenieure vor kaum (ökonomisch sinnvoll) lösbare Probleme gestellt sehen. Diese Vernachlässigung der Wissensbestände unqualifizierter Arbeitskräfte führt tendenziell auch zu einer Abschottung der Technikentwicklung gegenüber denjenigen Anforderungen industrieller Praxis, die nicht berechenbar oder objektivierbar sind. Überspitzt formuliert: Den Produktionstechnik entwickelnden Ingenieuren geht es wie dem Brückenbauer Grubenmann, dessen Probleme uns Wengenroth so eindrücklich schildert. Was sich in der abstrakten Sprache der Mathematik nicht als rational darstellen läßt, hat kaum eine Chance auf Realisierung, ist nicht „viabel“. Dies verweist nun nicht auf die Ignoranz oder mangelnde Durchsetzungsfähigkeit von Ingenieuren, sondern auf institutionelle Arrangements, die den „technischen Fortschritt“ und die Situation in der Produktion (vor-)strukturieren und nur noch bestimmte Entwicklungskorridore offenlassen. Die Trennung von Entwicklung und Fertigung, das systematisch-methodische Vorgehen im Entwicklungsprozeß, die Akademisierung des technischen Personals und die Technisierung der technikentwickelnden Prozesse selbst führen zu einem Innovationsmodell, das betriebliches Erfahrungswissen, „tacit knowledge“ und „Kunst“ systematisch ausblendet und damit die ehemals noch wirksamen Rückkoppelungsmechanismen zwischen der Sphäre der Technikentwicklung und der ihrer Anwendung zunehmend außer Kraft setzt.

Andreas Knie, Klaus Düll und Pamela Meil befassen sich mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen und von sehr verschiedenen Ausgangspunkten her mit der vierten Arbeitshypothese des Forschungsprojekts. Hier wird die Frage nach den Leitbildern aufgeworfen, die die Technikentwickler von Arbeitskraft haben. Dabei geht Knie auf den Arbeitskraftbezug der Technikentwicklung nicht direkt ein, verneint aber in der Tendenz die Frage nach der Rolle von Arbeitskraftbildern als Steuerungsgröße der Technikentwicklung. Düll und Meil halten dagegen den Arbeitskräftebezug für konstitutiv bei der Entwicklung von Produktionstechnik, sehen aber die entsprechenden Stereotypen als Steuerungsgrößen der Technikentwicklung einem säkularen, grundlegenden Wandel unterworfen, der sehr eng mit der Dynamik des Autonomisierungsprozesses im allgemeinen verknüpft ist. Gemeinsamer Nenner beider Positionen ist die Frage nach dem Gehalt der Leitbilder von Arbeitskraft und den dahinter sich verbergenden Problemen von Steuerungspotentialen bzw. Steuerungsresistenzen der Technikentwicklung. Deshalb ist es nur konsequent, daß die Auseinandersetzung zwischen beiden Positionen in

die geradezu klassische industriesoziologische Diskussion um den Technikdeterminismus einmündet.

Ausgangspunkt des Beitrages von Knie ist das Paradoxon des ursprünglichen Programms der Technikforschung, das im Sinne eines umfassenden Reformverständnisses auf politische Technikgestaltung setzte und zugleich auf Erforschung der Eigenlogik und der Eigendynamik der Technikentwicklung beharrte. Dieses Paradoxon ist jedoch nur ein scheinbares, wenn man die Eigendynamik und die Eigenlogik der Technikentwicklung als sozial (mit-)konstituiert begreift. Die Eigenlogik von „klassischen“ Maschinen, in denen das Funktionsprogramm fest „verdrahtet“ ist, und „transklassischen“ Maschinen (Trennung von Hard- und Software) resultiert nach Knie aus den relativ früh ansetzenden Schließungs- und Verriegelungsprozessen, die Übereinkünfte begründen, die nicht nur den Anwendungskontext der Maschine vorstrukturieren, sondern auch deren weitere Entwicklung. Vielfach wird im Prozeß der Entwicklung von Produktionstechnik ein einmal festgelegter Programmablauf nur noch optimiert und am bewährten Funktionsprinzip nichts Grundsätzliches mehr geändert. Demzufolge kommt den frühen Stadien der Technikgenese, in denen der Entwicklungsprozeß für neue und ungewöhnliche Lösungen „geöffnet“ ist, eine hohe Bedeutung zu. In dieser Phase verläuft die Technikentwicklung „de-kontextualisiert“, wie Knie in Anlehnung und Abgrenzung an eine kategoriale Unterscheidung verschiedener Dimensionen der Technikentwicklung anmerkt, die von Lothar Hack und Kollegen in Frankfurt entwickelt worden ist. De-Kontextualisierung meint bei Knie, daß sich die Verwendung wie die Weiterentwicklung von Technik von der ursprünglichen Ausgangslage entkoppelt. Re-Kontextualisierung meint dann die Sinnkonstitution, durch die die Nutzer einer Technik diese in ihre Alltagspraxis einbauen und sie sich in ihrer konkreten Gestalt aneignen. Dabei muß, wie Knie in Übereinstimmung mit Wengenroth meint, die Sinnkonstitution durch die Nutzer und die entsprechende Praxis durchaus nicht damit korrespondieren, was in der Phase der Technikentwicklung als wesentliche Funktionsbestimmung angesehen wurde. Allerdings ist es nicht beliebig, welche (kulturellen) Sinnzuschreibungen einem technischen Artefakt zukommen. Wichtiger noch: Eine Revision des einmal vollzogenen Schließungsprozesses ist gleichsam außerhalb dessen, was vorstellbar ist. Zu starr haben sich, folgt man Knie, das maschinelle Gefüge und die entsprechenden kognitiven Strukturierungen nach der De- und Re-Konzeptualisierungsphase bereits verfestigt - womit nur noch inkrementelle Innovationen möglich sind.

Damit stellt sich für ihn die Frage nach der Bedeutung technikdeterministischer Erklärungsmuster. Einerseits hat die Verriegelung und Schließung im Prozeß der Technikentwicklung strukturierende Wirkung für Anwendungskontexte, andererseits muß der Anwender sich die Technik immer erst durch die Konstitution von Sinn aneignen - was zu neuen, unerwarteten Nutzungen führen kann. Auffallend ist, daß Knie zwar die soziale Konstruktion von Technikentwicklung postuliert, sich aber offenkundig eine Entwicklung von Produktionstechnik vorstellen kann, in der die Arbeitskräfte, die die Maschinen nutzen, erst nach Abschluß des Entwicklungsprozesses ins Bild kommen.

Hier setzen Klaus Düll und Pamela Meil an, die explizit die Frage aufwerfen, welche Rolle den sozial konstruierten Bildern oder Stereotypen von Arbeitskraft zukommt, die die Entwickler von Produktionstechnik bei ihrer Arbeit verfolgen. Die These, die von Düll/Meil entwickelt wird, zielt darauf ab, den Einfluß der Stereotypen von Arbeitskraft, der selbst einem historischen Wandel unterliegt, auf die Technikgenese im Bereich der Produktionstechnik zu beleuchten. In Abhängigkeit von den jeweils historisch vorfindbaren Arbeitskräftepotentialen verändern sich die Bilder von Arbeitskraft, auf die sich Rationalisierung und Technikentwicklung beziehen. Ging man zunächst von Arbeitskräften aus, die wie Handwerker oder qualifizierte Facharbeiter umfangreiche Qualifikationen aufwiesen und die einen eigenverantwortlichen Umgang mit Technik ermöglichten, so war im Taylorismus/Fordismus die Vorstellung leitend, daß es für einen bestimmten Typ von Arbeitskraft ein nahezu unerschöpfliches Reservoir gab, das es zugleich zu kontrollieren und tendenziell wieder aus dem Produktionsprozeß herauszudrängen galt. Die Produktionstechnik, die diesem Leitbild entsprach, setzte auf zentrale Prozeßsteuerung und technische Kontrollen der Arbeitskräfte. Diesem Paradox der Unterstellung unbegrenzter Verfügbarkeit eines bestimmten Arbeitskräftetypus, den man zugleich attrahieren und repulsieren will, folgt nach Düll/Meil ein weiteres, das bei der Technikentwicklung einen „intelligenten Nutzer“ unterstellt, diesen aber sofort wieder mit dem alten tayloristischen Vorurteil konfrontiert, ihn mit anderen Worten entmündigt. Zwar sehen es die Autoren durchaus als offen an, ob es nicht doch gelingen kann, die Dominanz marktbeherrschender Systemanbieter zurückzudrängen und neue Kooperationsformen zwischen Technikentwicklern, Produktionsmanagern und Produktionsarbeitern zu entwickeln. Sie sind aber sehr skeptisch, ob sich hinter derartigen vereinzelt aufkommenden Ansätzen wirklich ein Trend in Richtung einer verstärkten Rück-

koppelung zwischen produktionstechnischer Entwicklung und industrieller Praxis verbirgt. Vielmehr sehen sie über die Dominanz großer Steuerungshersteller und -anbieter vor allem eine Entwicklung an Fahrt gewinnen, die aufgrund des Interesses, möglichst auf allen Märkten mit denselben Produktionstechnologien zu reüssieren, einer weiteren Abstraktifizierung des Arbeitskräftebezugs in der Technikentwicklung Vorschub leistet.

Gemeinsamkeiten zwischen Knie einerseits und Düll/Meil andererseits lassen sich in bezug auf die Frage nach der Determinationskraft von Produktionstechnik feststellen. Doch auch hier gibt es unterschiedliche Akzentsetzungen. Während bei Knie die Technikentwicklung autonom verläuft und die Gesellschaft erst nach Schließen der Black box ins Blickfeld gerät, erheben Düll/Meil den Anspruch, die historischen Veränderungen in bezug auf Arbeitskräfte und Arbeitskräftebilder nachzuzeichnen, wodurch die Gesellschaft eben nicht erst in der Aneignungsphase einer Technik ins Spiel kommt. So einig sich beide Positionen in der Ablehnung jedweder Form von Gestaltungseuphorie sind, so haben sie in bezug auf die Frage nach der Determinationskraft von Technik doch unterschiedliche Auffassungen. Während Knie eine strukturierende, wenn nicht deterministische Position bezüglich der Anwendung von Produktionstechnik auf der Ebene der industriellen Praxis nicht für unmöglich hält, sehen Düll/Meil den Ausschluß von Alternativen durch systemtechnische Vorstrukturierungen, die wiederum auf bestimmte Stereotypen von Arbeitskräftebildern zurückgeführt werden können, als den entscheidenden Mechanismus einer Vorprägung der Industriearbeit durch die Technikentwicklung an. Beide Positionen sind jedenfalls dazu ange-
tan, der längst überfälligen Neuauflage der Debatte über den technologischen Determinismus in der Industriesoziologie wichtige Impulse zu geben.

In seinem Schlußbeitrag resümiert *Burkart Lutz* noch einmal das Programm, das sich die Münchner Forschergruppe zur Aufgabe gemacht hat, und verortet es in der Diskussion um einen angemessenen sozialwissenschaftlichen Technikbegriff. Lutz geht von der Überlegung aus, daß es für eine naturgesetzlich begründete Eigenlogik technologischer Entwicklung kein überzeugendes Argument gibt, daraus aber andererseits nicht folgt, daß an normativen Vorstellungen entwickelte Gestaltungsversuche von Erfolg gekrönt sein müssen. Daraus schließt er auf die Notwendigkeit forschungs- und theoriestrategischer Innovationen. Diese implizieren die Abkehr von weitgehend induktiven Vorgehen der Industriesozi-

logie, eine Vermittlung von Technikgenese und Technikanwendung in der Analyse sowie der Integration einer makrogesellschaftlichen-historischen Perspektive in die Forschung.

Burkart Lutz macht darauf aufmerksam, daß forschungsstrategische Innovationen des angesprochenen Typs unter den gegebenen Bedingungen der Projektfinanzierung und der damit verbundenen Außenabhängigkeit nur unter großen Schwierigkeiten erfolversprechend angegangen werden können. Für ein Institut wie das ISF, das anders als die meisten sozialwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen in Deutschland ohne jede gesicherte Grundfinanzierung auskommen und sich ausschließlich aus Projekten finanzieren muß, ist es doppelt schwierig, sich den von Lutz formulierten Ansprüchen zu stellen. Einerseits zeigen die empirischen Arbeiten des Instituts, daß es unumgänglich ist, sich wieder stärker auch grundlegenden theoretischen Fragen wie den hier aufgeworfenen zuzuwenden. Andererseits besteht von seiten der forschungsfördernden Institutionen, die immer stärker eine kurzfristige Verwertbarkeit des sozialwissenschaftlichen Wissens verlangen, kaum Bedarf an der Bearbeitung eines Themas, das ihnen - wie etwa die historischen Veränderungsprozesse in den Vermittlungsproblemen zwischen Technikherstellern und Techniknutzern - sehr „esoterisch“ vorkommen muß.

Den verschärften Bedingungen bei der Finanzierung und Organisation sozialwissenschaftlicher Forschung im ISF ist es geschuldet, daß dieser Band erst mit einiger Verzögerung das Licht der Öffentlichkeit erblickt. Es sei deshalb an dieser Stelle noch einmal den Autoren gedankt, die nicht nur auf dem Kolloquium in München wichtige Anregungen und Diskussionsbeiträge geliefert, sondern auch geduldig auf das Erscheinen dieses Buches gewartet haben, obwohl sie ihre Überlegungen sicher auch andernorts hätten publizieren können.

* * *

Wie eingangs erwähnt, sollte das Kolloquium in München nicht nur der inhaltlichen Diskussion dienen, sondern auch die Gelegenheit bieten, in einem größeren Rahmen den siebzigsten Geburtstag von Burkart Lutz zu feiern. Lutz war - wie man ohne zu übertreiben sagen kann - nicht nur der spiritus rector der letzten beiden Sonderforschungsbereiche in München, sondern hat auch die Arbeiten des Teilprojekts wesentlich befruchtet.

Lutz gehört zu jenen Industriosociologen der unmittelbaren Nachkriegsgeneration, die bereits in den 50er Jahren Fragen nach den gesellschaftlichen Voraussetzungen der damals sehr tiefgreifenden technischen und organisatorischen Veränderungen in der Industrie nachgegangen sind. Er hat die Debatten um den Technikdeterminismus entscheidend vorangetrieben und frühzeitig und eindeutig Position bezogen. In seinen Publikationen der letzten Jahre hat die Frage nach den gesellschaftlichen Entstehungszusammenhängen der Produktionstechnik eine zentrale Bedeutung gewonnen.

Wer Burkart Lutz kennt, weiß, daß er weniger an den üblichen Anerkennungsritualen und mehr an kontroversen Diskussionen interessiert ist. Zu feiern war der siebzigste Geburtstag von Burkart Lutz also nur durch die Veranstaltung einer Diskussion, die, so hoffen wir, die Beantwortung der Frage nach dem Verhältnis der Entwicklung von Produktionstechnik und den Entwicklungstendenzen von Industriearbeit ein Stück weiter gebracht hat.

Industriesoziologie weit gedacht

Burkart Lutz' makrosoziologischer Beitrag zur Analyse der Entwicklung industriekapitalistischer Gesellschaften

Wenn man sich der Industriesoziologie der 60er, der 70er und auch der frühen 80er Jahre erinnert, kann man die These vertreten, daß unsere Analysekonzepte durch eine doppelte Enge - man könnte auch sagen Verengung - gekennzeichnet waren.

(1) Wir versuchten das, was wir verstehen wollten - die industrielle Dynamik, den industriellen Wandel -, primär aus den industriellen Strukturen selbst heraus zu erklären. Das komplizierte Wechselverhältnis zwischen Industrie und Gesellschaft wurde durch diese Vereinseitigung stillgesetzt. Gesellschaft wurde in einem starren Konzept „gesellschaftlicher Rahmenbedingungen“, wie wir es gelegentlich nannten, zwar thematisiert, aber doch zusammengezogen und vereinseitigt, während die Industrie sehr weit ausdifferenziert wurde. Ein Ungleichgewicht, das de facto der industriellen Dynamik eine derart große Aufmerksamkeit zukommen ließ, daß es geradezu so aussehen konnte, daß man sie als endogenen Prozeß verstanden haben wollte. Diese Verzerrungen sind dann auch in jener Periode nicht aus der Welt geschafft worden, in der sich die deutsche Industriesoziologie wieder stärker der Kritik der politischen Ökonomie erinnerte. Denn dieser theoretische Rückbezug führte zu nicht mehr als zu einer Verschiebung der „gesellschaftlichen Rahmenbedingungen“ - diese wurden „ökonomisiert“ -, veränderte aber wenig an der Art und Weise, in der wir Industriesoziologen unser Kerngeschäft der Analyse der industriellen Dynamik betrieben.

(2) Industriesoziologisches Denken wurde in der Zeit, von der ich hier spreche, sehr stark von der Vorstellung einer intragesellschaftlichen Entwicklungskontinuität und einer intergesellschaftlichen Konvergenz geprägt. Wir blickten auf den industriellen Wandel in der relativ kurzen

Periode der 60er und 70er Jahre und in einem einzigen Land von mittlerer Größe: der Bundesrepublik. Doch wir waren immer geneigt, die Veränderungen, die wir registrierten, als Ausdruck einer allgemeineren Entwicklungslogik zu interpretieren, die wir als eine behandelten, die sich über die Zeit hinweg überall durchsetzt. Daß wir für Entwicklungsbrüche und Diskontinuitäten zu wenig Sinn hatten, ist uns dann vielleicht schon Anfang der 80er Jahre in den Sinn gekommen. Die Unfähigkeit zur Cross-countries-Differenzierung hat sich dagegen länger gehalten und drückt sich bis heute in einer Neigung zu einer Pars-pro-toto-Interpretation aus. Die deutsche Industriesoziologie ist immer noch viel zu sehr binnenorientiert. Internationale Komparatistik blieb für viele viel zu lange ein Fremdwort.

Burkart Lutz war die Ausnahme, die die Regel bestätigte. Er hat Industriesoziologie immer weitergedacht als wir anderen. Daß diesem breiten Zugriff eine enorme Erkenntniskraft zukommt, ist uns erst allmählich bewußt geworden, und bei manchen ist vielleicht der Groschen immer noch nicht gefallen. Was mich betrifft, so muß ich sagen, daß die Provokation der empirischen Aha-Erlebnisse notwendig gewesen ist, die sich bei mir Anfang der 80er Jahre im Rahmen der Arbeiten mit *Michael Schumann* einstellten und die dann später durch Studien in anderen Ländern verstärkt worden sind, bevor mir die Tragweite dessen ganz klar wurde, worauf *Burkart Lutz* insistierte: daß nämlich die modernen Industriesysteme multiform sind; daß sich die Entwicklung der Industrien auf unterschiedlichen Pfaden vollzogen hat; daß diese Pfade oft Brüche aufweisen, und daß diese Multiformität und Variabilität der industriellen Dynamik aus der Einbettung in wechselnde soziopolitische Formationen resultieren. In meinem speziellen Fall war - nebenbei bemerkt - der Umweg über unsere amerikanische Schwesterdisziplin, die durch den Institutionalismus geprägte „political economy“, nötig, um mich endgültig von jener trainierten Unfähigkeit zu lösen, Industrie als raum-zeitliche Vielfalt zu sehen und mich dieser Komplexität in der Forschung zu stellen. Unsere Wege sind oft kompliziert, und in meinem Fall war es eben dieser Umweg, der zu *Lutz* zurückführte.

Burkart Lutz' Oeuvre umschließt viele Gegenstandsbereiche. Doch ich mache mich, denke ich, keiner unzulässigen Vereinfachung schuldig, wenn ich das zentrale Stück seiner wissenschaftlichen Arbeiten in seinen Analysen zur Durchsetzung des tayloristischen - oder besser fordistischen - Produktions- und Regulationsmodells in Deutschland sehe.

Lutzens Analyse dieser Vorgänge ist in mehrfacher Hinsicht weiträumig angelegt:

(1) Der Fordismus, das Phänomen, um das es in diesen Analysen geht, ist natürlich ein Phänomen des industriell-marktwirtschaftlichen Sektors. *Lutz* demonstrierte uns aber, daß wir die Durchsetzung des Fordismus in Deutschland nur mit einem Analysekonzept richtig verstehen können, welches zwei andere Phänomene ins Spiel bringt, die beide auf die spezifische Gesamtverfassung der deutschen Nachkriegsgesellschaft verweisen. *Lutz* bezog sich hier zunächst auf die Etablierung sozialstaatlicher Politik nach 1950 und dann auf den für Deutschland charakteristischen Tatbestand einer starken Dualität der Wirtschaftsstrukturen, die sich in der Entgegensetzung zwischen einem proto-fordistischen industriell-marktwirtschaftlichen Sektor einerseits und einem (sehr starken) traditionellen Sektor andererseits ausdrückte. Letzterer bestand aus Familienbetrieben in Landwirtschaft und Handwerk, Kleinbetrieben, Handel, Verkehr und Dienstleistungen sowie der Produktion privater Haushalte. Der Sozialstaat, dessen Herausbildung und besondere deutsche Form *Lutz* freilich nur in groben Strichen behandelte, bewirkte, daß der Reservearmee-Mechanismus in den 50er und 60er Jahren sukzessive neutralisiert wurde. Und dies war für die Etablierung des Fordismus deshalb höchst relevant, weil nun nicht mehr möglich war, was in der Zwischenkriegsphase immer noch passieren konnte und passiert ist, daß sich ein zeitweiliger Arbeitskräfteüberschuß über Einkommensminderungen in Einbrüche auf der Nachfrageseite umsetzte und auf diese Weise einen *circulus vitiosus* auslöste. Der industrielle Sektor wurde durch den Sozialstaat auf der Nachfrageseite stabilisiert. Der traditionelle Sektor wiederum ist für die Fordismus-Geschichte, die uns *Lutz* erzählte, deshalb so wichtig, weil er nach *Lutzens* Auffassung die gesellschaftliche Ressource darstellte, durch die der stabilisierte industrielle Sektor gleichsam angefüttert wurde und in eine gewaltige Expansion hineingezogen werden konnte - eine Expansion von solchem Ausmaß, daß das fordistische Produktionsmodell alsbald eine tragfähige Basis fand.

Der Entwicklungsverlauf kann hier nur in Stichworten rekapituliert werden. Neben den Flüchtlingen bildete der traditionelle Sektor das Arbeitskräftereservoir, aus dem sich der industriell-marktwirtschaftliche Sektor bedienen konnte, freilich, in Konsequenz des Sozialstaates, nur zu vergleichsweise hohen Löhnen und Kosten. Die Absorption der „traditionellen“ Arbeitskräfte durch den industriellen Sektor stimulierte die

Nachfrage nach industriellen Produkten, die in dem Maße kaufkräftiger wurde, in dem die Subsistenzwirtschaft verschwand und die Löhne im industriellen Sektor anstiegen. Diese Rückkopplungsschleife begründete einen *circulus virtuosus*, in dessen Verlauf sich industrielle Expansion und Fordismus wechselseitig bestärkten.

(2) *Lutz* verortete seine Fordismus-Geschichte in einer historischen Langzeitbetrachtung, die uns verständlich macht, warum die fordistische Prosperitätsphase in Deutschland ein kurzes Phänomen der 50er bis 70er Jahre gewesen ist. *Vorher*, in der Zwischenkriegsperiode, fehlte die *conditio sine qua non* eines stabilen Sozialstaates. Ohne die unüberwindliche Schranke sozialstaatlicher Mindestnormen mußte die Abkopplung der deutschen Industrie vom Weltmarkt nach 1918 über den noch gültigen Reservearmee-Mechanismus zur Wiederauffüllung und Restabilisierung des traditionellen Sektors führen. Die Binnennachfrage wurde in die Dualität zwischen dem industriellen und dem traditionellen Sektor eingeschnürt, die Wirtschaftsdynamik fraß sich fest. *Später*, in den 70er und 80er Jahren, fehlte indes die Ressource des traditionellen Sektors, weil sie durch den Fordismus aufgezehrt worden war. In einem Prozeß der „inneren Landnahme“ hatte der Fordismus seine eigene Wachstums- und Akkumulationsbasis zerstört; die „fordistische Syndromatik“ zerfiel. Weil *Burkart Lutz* auf diese Weise den Fordismus durch Kontrastierung mit prä- und post-fordistischen Strukturen als spezifische Entwicklungsperiode bestimmte, legitimierte er Bruchkonstellationen und Übergangsprozesse als zentrale Gegenstände industriesoziologischer Forschung.

(3) *Lutz* identifizierte schließlich die Herausbildung des Fordismus als ein Phänomen, das durch die nationalen Faktoren eine spezifische Kolorierung erhielt. Dieses Analyseresultat zwingt uns zur komparativen Ausdifferenzierung unserer Analysen. Eine analytische Erweiterung, deren Notwendigkeit *Lutz* in der Tat sehr klar darlegte, die er selbst aber - vielleicht durch seine Fixierung auf Frankreich - leider nicht systematisch ausführte und ausbaute. Indem er uns aber immerhin zeigte, wie sehr sowohl die Verlaufsform als auch die inhaltliche Ausprägung des Fordismus durch die Institutionen des Sozialstaates und des Wirtschaftsdualismus geprägt wurden, und indem er diese beiden Variablen am deutschen Fall in ihrer nationalen Gebundenheit faßte, schaffte er einen Erkenntnisstand, demgegenüber Pars-pro-toto-Interpretationen nicht mehr angemessen sind. Seitdem muß sich eine Industriesoziologie, die auf allgemeine Strukturen und Entwicklungsmuster abstellt, immer fra-

gen lassen, ob sie dieses Allgemeine tatsächlich als Resultat konkreter Konvergenzprozesse ausweisen kann oder doch nur postuliert. Internationale Komparatistik gehört seither unabweisbar mit zu unserem Geschäft.

Da wir uns, wenn wir weit sehen wollen, nach *Bacons* Ratschlag am besten auf die Schultern eines Riesen stellen, klettere ich jetzt auf *Lutzens* Schultern, und diese komfortable Position werde ich für eine Weile behalten. Von hier aus blicke ich im folgenden auf das deutsche Industriesystem in seiner heutigen Verfassung.

Was ich sehe, ist verwirrender, als man erwarten würde, und läßt sich folgendermaßen umreißen: Dieses System befindet sich tatsächlich in einer Krise. Doch die Form dieser Krise entspricht nicht genau dem Bild, das sich bei schlichter Verlängerung der These von den erschöpften fordistischen Wachstums- und Akkumulationspotentialen hätte einstellen müssen. Hier muß ich nun doch eine kleine Veränderung am *Lutzschen* Interpretationsansatz vornehmen, und dies tue ich, indem ich *Lutz'* These vom Zerfall der fordistischen Syndromatik mit unserer, *Schumanns* und meiner, These von den neuen Produktionskonzepten kreuze; eine Verknüpfung, die *Lutz* vielleicht nicht ganz gefallen wird, die aber m.E. doch den Vorteil hat, daß sie die komplizierte heutige Lage einigermaßen verständlich macht.

Lutz hat ja nachgewiesen, daß der deutsche Fordismus ein passageres Phänomen ist und für nicht mehr als zwei Jahrzehnte Bestand gehabt hat. Man muß nun hinzufügen, daß in einem solchen Gebilde die Erfahrungen der vorfordistischen Welt noch präsent gewesen sein müssen, wie stark auch immer nach 1950 der Wandel unter den Vorzeichen des Fordismus gestanden haben mag. Die Ironie der Geschichte lag nun darin, daß diese untergründig weiterhin vorhandenen vorfordistischen Momente das Reaktionspotential der deutschen Industrie bestimmten, oder man könnte auch sagen: erweiterten, als der deutsche Fordismus, wie alle anderen Fordismen, Ende der 70er Jahre ins Gedränge geriet. Was in den 50er und 60er Jahren eher als obsoleter Traditionsbestand erschienen war, konnte nun in einen komparativen Vorteil umgemünzt werden und neue Strategien begründen, die auf die veränderte ökonomische Situation ganz treffend zu reagieren schienen. Die neuen Produktionskonzepte - eine Kombination aus Qualitätsprodukten, flexibler Automatisierung, qualifizierter Arbeit und hohen Löhnen - stellten nichts anderes als den Versuch dar, den im deutschen Fordismus immer noch steckenden

Traditionsbestand - seinen, so könnte man auch sagen: gebremsten, facharbeiternahen Charakter - zu einem ökonomischen Pluspunkt umzubauen. Wir wissen, daß dieser Versuch zunächst ganz gutging, und deshalb kann denn auch die Geschichte der deutschen Industrie in den 80er Jahren, in einer nachfordistischen Periode, im internationalen Maßstab als unerwartete Erfolgsgeschichte präsentiert werden. Dieser Erfolg war der einer vergleichsweise schnellen und zunächst allem Anschein nach ganz konsequenten Antwort auf die aufgetretene Krise des Fordismus, und zwar - vereinfacht formuliert - durch gezielte Aktivierung der immer noch wirksamen Elemente der deutschen Wirtschaftsstruktur. Die Schwierigkeit ist nur die, daß diese Antwort nicht über die 80er Jahre hinaus Bestand gehabt hat. Anders und präziser formuliert: Die Anpassungsmaßnahmen, die in den 80er Jahren erfolgreich waren, bewahrten die deutsche Industrie nicht davor, 1992/93 dann doch in eine tiefe Krise zu rutschen. Diese Krise ist offenbar nicht nur eine zyklische gewesen, sondern auch eine strukturelle. Anscheinend reichten die strukturellen Anpassungen, die in den 80er Jahren vollzogen worden waren, dazu aus, die Schwierigkeiten der letzten Dekade abzuwettern. Sie schützten die deutsche Industrie aber nicht vor den Turbulenzen der 90er Jahre.

Warum? Der Keim für alle Schwierigkeiten, die heute - in den 90er Jahren - auftreten, steckte in der Art und Weise, in der die Erfolge der 80er Jahre organisiert worden waren. Die neuen Produktionskonzepte, ich sagte es, setzten auf die Traditionsbestandteile, die im deutschen Industriesystem untergründig noch immer existierten; diese wurden neu bewertet und aufgemischt. Damit fixierten sie nolens volens die Kernbereiche der deutschen Industrie, deren Wettbewerbsposition sie im ersten Schritt verbesserten und deren Hegemonie sie stärkten. In dieser Schwerpunktsetzung wurde aber implizit die Pflege der neuen Märkte vernachlässigt, und exakt dies war der Wechsel, der auf die Zukunft gezogen wurde. Je gewichtiger die neuen Märkte im Laufe der Jahre auf dem Weltmarkt wurden, desto schwieriger wurde es dann, diesen Wechsel einzulösen.

Seit dieser Weichenstellung, die zunächst die richtige gewesen zu sein schien und deren Mangelhaftigkeit erst jetzt zutage tritt, hinkt die Struktur der deutschen Industrie hinter der Entwicklung der Welthandelsstrukturen für industrielle Produkte her, und sie tut dies mit wachsendem Rückstand. Die Position der deutschen Firmen auf den expandierenden neuen Segmenten der globalen Ökonomie ist schwach und wird zuneh-

mend schwächer. Damit nicht genug: Selbst in den alten Märkten, in denen sich zunächst mit den neuen Produktionskonzepten und mit der ihnen immanenten Nischenstrategie Positionen hatten halten, vielleicht sogar ausbauen lassen, wird die Luft jetzt sehr dünn. Denn durch ihre Allgegenverfügbarkeit stehen die neuen Technologien tendenziell allen Produzenten zu Gebote, und sie werden inzwischen tatsächlich auch von vielen für Produktverbesserungen genutzt - zu einer Qualitätssteigerung, die die technische Exzellenz deutscher Produkte schrittweise untergräbt. Die deutschen Firmen geraten also selbst in ihren alten Reservaten unter den Druck ausländischer Konkurrenz, die mittlerweile Produkte von höchster Qualität anbietet, die sie mit niedrigeren Kosten erzeugen kann. Ein Nebeneffekt dieser Situation besteht darin, daß deutsche Firmen in einem Ausmaß und auf einem Niveau dazu angereizt werden, ihre Wertschöpfungskette über die nationalen Grenzen zu schieben, die wir vor einigen Jahren im Glauben an die scheinbar unverrückbaren komparativen Vorteile des deutschen Systems noch für unmöglich gehalten hätten. Oft werden heute die komparativen Vorteile auch für qualifizierte Verrichtungen nicht mehr in Deutschland, sondern im Ausland gesehen und gesucht.

Zusammengefaßt führt diese Beschreibung zu folgender Situations- oder Krisendiagnose: (a) Das deutsche System verliert Kapazitäten in seinen Kernsektoren an potente ausländische Konkurrenten und durch Verlagerung an ausländische Standorte, und zwar in einem unerwartet hohen Maße. (b) Dieser Verlust kann auf neuen Märkten nicht kompensiert werden, weil die Position durch die Weichenstellung der 80er Jahre eben auf diesen Märkten schwach ist.

Auf dem Hintergrund dieser Situationsbeschreibung frage ich nun nach möglichen Ansatzpunkten für eine neue Dynamik. Hierzu formuliere ich abschließend drei Thesen.

Die *erste These* lautet: Der Dynamisierungsmodus der inneren Landnahme, der, wie wir durch *Lutzens* Analyse wissen, bei der Herausbildung des Fordismus eine so große Rolle gespielt hat, wird für die Weiterentwicklung des industriellen Systems in Deutschland keine große Rolle spielen, sofern man innere Landnahme strikt im *Lutzschen* Sinn als Dynamisierung des industriell-marktwirtschaftlichen Sektors durch Ausbeutung oder Subsumtion eines anderen extra-industriellen Sektors realer Arbeit sieht.

Diese These ist nicht ganz so banal, wie sie vielleicht auf den ersten Blick zu sein scheint, denn daß diese Form der inneren Landnahme heute für eine Dynamisierung nicht mehr in Betracht kommt, hat nicht einfach seinen Grund darin, daß es keine Sektoren mehr gäbe, die für eine Subsumtion geeignet wären. Es gibt sie schon. Sie lassen sich in dem großen Feld von Privatarbeit identifizieren, welches in Deutschland immer noch ein riesiges Potential für industrielle Verwertung darstellt - viel umfangreicher als in anderen Industrieländern (vgl. Schmidt 1993). Nimmt man die geringe Arbeitsmarktpartizipation der Frauen, dann bekommt man eine Vorstellung vom Volumen dieses Arbeitspotentials. Die entsprechende Quote (Anteil der erwerbstätigen Frauen an der Gesamtzahl der Frauen im erwerbsfähigen Alter) ist in Deutschland nach wie vor sehr niedrig und stagniert auf dem Niveau der 60er Jahre, während sie im selben Zeitraum sowohl in den skandinavischen als auch in den angelsächsischen Ländern enorm angestiegen ist. Hier liegen also Ressourcen, auf die sich eine Ökonomisierung nach dem Muster der inneren Landnahme stützen könnte. Das Problem - und deshalb die erste These - besteht darin, daß diese „an sich“ vorhandenen Möglichkeiten deshalb nicht wahrgenommen werden können, weil Institutionen ihre Wahrnehmung blockieren, die im Zusammenhang mit dem deutschen Fordismus entstanden sind und die in der Ära der neuen Produktionskonzepte eine Verfestigung erfahren haben.

Ich denke hier vor allem an zwei Institutionen, die ich freilich nur andeuten kann. Erstens wäre das System der deutschen Hochlohnökonomie relevant; dazu gehören nicht nur das Faktum der im internationalen Vergleich hohen Löhne selbst, sondern vor allem das System der industriellen Beziehungen (starke Gewerkschaften, geringe Lohnspreizung, durchsetzungsfähige gesetzliche und tarifliche Normen) und das Produktionssystem selbst mit seiner Akzentsetzung auf wertschöpfungsintensive Produktlinien, die die hohen Löhne finanzieren. Zweitens wäre in diesem Zusammenhang das System des deutschen Sozialstaates von Belang, eines sehr spezifisch konstruierten Sozialstaates, der auf dem Ernährerprinzip aufbaut (Ostner, Lewis 1995), welches seinerseits nicht nur auf dem Hochlohnkonzept beruht, sondern dieses auch stützt (der Lohn des Ernährers ist hoch genug, um die ganze Familie zu ernähren; Sozialleistungen zielen auf den Fall, daß das Ernährereinkommen ausfällt). Nun kann man immer sagen, daß solche Institutionen kein Datum darstellen, an dem sich politisch nicht rütteln ließe. „Pfadwechsel“ sind prinzipiell möglich, nur fragt sich, ob der Pfad in akzeptabler Frist und zu tragbaren

sozialen Kosten gewechselt werden kann. Meine These ist hier die, daß die sozialen Kosten eines Pfadwechsels immens wären und in keinem vernünftigen Verhältnis zu den ökonomischen Erträgen stehen würden, die man durch diese Veränderung erzielen könnte. Deshalb komme ich zu der Schlußfolgerung, daß sich nach dem klassischen Muster der inneren Landnahme, d.h. durch Integration eines noch „freien“ Arbeitspotentials in das industrielle System, in der gegenwärtigen Situation keine starke Dynamik erzielen ließe. Die Dynamisierung wird entweder auf „modellgerechte“ Weise, also durch die gewachsenen Institutionen hindurch erfolgen - oder es wird keine geben.

Der Weg der Dynamisierung, der zu unseren Institutionen paßt, ist der über Innovation. In einem erweiterten Sinne ließe sich auch Innovation als ein Mechanismus der inneren Landnahme kennzeichnen. Nur werden die Ressourcen, auf die sich die Dynamisierung dabei bezieht, durch den industriellen Sektor selbst über die Innovation geschaffen. Es handelt sich um eine Aktion, mit der man sich am eigenen Schopfe aus dem Schlamassel zieht. Die Präzisierung meiner *zweiten These* lautet nun wie folgt: Die Fähigkeit des deutschen Industriesystems, den modellgerechten Weg der Dynamisierung zu beschreiten, ist gehemmt. Zwar ist die Fähigkeit zur Erzeugung inkrementeller Innovationen im Rahmen der industriellen Kernsektoren groß; man kann sogar sagen, daß sie mit den neuen Produktionskonzepten in den 80er Jahren gewachsen ist. Doch woran es mangelt, ist die Fähigkeit zur Produktion von Basis- und Sprunginnovation. Und weil dies so ist, hat *David Audretsch* tatsächlich recht, wenn er das zentrale Problem des deutschen Industriesystems als Innovationskrise diagnostiziert (Audretsch 1995).

Für das Verständnis dieser These kann folgender gedanklicher Umweg nützlich sein: Innovation ist naturgemäß ein offener Prozeß und kann deshalb nicht ex ante in allen Details definiert werden. Ein Innovator, der sich zum Zwecke einer Innovation mit einem anderen Partner zusammenschließt, weil er nur mit diesem zusammen das Know-how aufbringen kann, welches man für erfolgversprechende Innovationsarbeit braucht, weiß am Beginn weder genau, wie die endgültigen Resultate der Kooperation aussehen werden, noch kennt er die notwendigen Kosten, um sie zu erreichen, noch besteht Wissen über die endgültige Verteilung dieser Kosten zwischen ihm und dem Partner. Konventionelles soziologisches Wissen würde nun sagen, daß Vertrauen der soziale Stoff ist, der sicherstellt, daß diese Unsicherheiten, die für Innovation ex definitione

charakteristisch sind, nicht in Risikoaversion umschlagen. Risikoaversion stünde im Widerspruch zum Innovationsziel und würde dem ganzen Vorgang seinen Sinn nehmen. Deshalb, so fährt das konventionelle Argument fort, muß ein soziales Milieu, das Vertrauen stiftet, indem die Akteure die selben Traditionen oder Kulturen miteinander teilen, sehr vorteilhaft für Innovation sein. Es besitzt diese Qualität, weil ins vertrauensstiftende Milieu eingebettete Akteure eben durch ihr gegenseitiges Vertrauen darauf eingestimmt sind, Risikoaversionen zu vermeiden. Diese Aussage kommt dann dem Argument gleich, daß eine industrielle Umgebung, die von starken Traditionen durchzogen ist und in der, aufbauend auf diesen, Vertrauen herrscht, exakt die Umgebung ist, die Innovationen begünstigt. Eine wortreiche Variante dieses Arguments liefert das neue Buch von *Francis Fukuyama* (1995) über „Trust“. Doch man beachte eine wichtige Restriktion: Das „Vertrauens-“Argument hilft uns nur, einen ganz bestimmten Typ von Innovation zu verstehen. Genauer: Nur insoweit, als die Innovation, von der die Rede ist, durch Kombination von Wissensbeständen gelingen kann, die *innerhalb* des vertrauensstiftenden Milieus lokalisiert sind, kann das Milieu seine innovationsfördernde Wirkung entfalten.

Nehmen wir aber den alternativen Fall einer Innovation, die nur unter der Bedingung erzeugt werden kann, daß verschiedene Wissensbestände zusammengebracht werden, die bisher *in differenzierten sozialen Milieus lokalisiert* sind. Das Milieu-Trust-Argument hilft nun gerade nicht zu verstehen, ob diese Operation - also die Kombination von Wissensbeständen aus unterschiedlichen sozialen Milieus - überhaupt möglich ist, und falls ja, unter welchen Bedingungen. Nun muß man nur noch die Idee hinzufügen, und dabei kann man sich auf die empirischen Untersuchungen von *Rebecca Henderson* (1994) stützen, daß Basisinnovationen meistens nur dann zustande kommen, wenn es gelingt, komplementäres Wissen zu kombinieren, welches gegenwärtig an verschiedenen Plätzen lokalisiert ist. Mit dieser Überlegung erkennt man sogleich die Schwierigkeiten, die der deutschen Industrie zur Zeit im Bereich der Basisinnovationen so sehr zu schaffen machen. Das deutsche System ist sehr gut im schnellen Austausch und in der schnellen Kombination von Wissensbeständen, die innerhalb historisch gewachsener regionaler Cluster vom Typus des Stuttgarter Raums lokalisiert sind. Dieses System ist umgekehrt aber sehr schwerfällig und wenig leistungsfähig, wenn es um die Kombinationen von Wissensbeständen geht, die Wissenszugriffe über diese Milieus hinaus erfordern.

Man kann mit dieser Überlegung m.E. gut erklären, warum es im deutschen Fall tatsächlich ein spezifisches Innovationsproblem gibt. Dieses Innovationsproblem besteht exakt darin, daß die ökonomischen Akteure in Deutschland in einem stärkeren Maße als z.B. in den Vereinigten Staaten in feste soziale Cluster eingebunden sind. Sie haben sich auf diese Cluster eingerichtet, weil sie, solange der Wettbewerb nicht mehr als inkrementelle Innovationen forderte, sehr leistungsfähig gewesen sind; die 80er Jahre waren eine Zeit, in der die Leistungsfähigkeit dieser Art von sozialer Aggregation mit der ihr entsprechenden Form von Innovation noch hinreichte. Heute aber - in einer Situation der Abkopplung von neuen Entwicklungen und neuen Märkten - kommt es entscheidend auf die gesteigerte Fähigkeit zur Erzeugung und Kontrolle von Basisinnovationen an. Dazu sind Kooperationen über die alten sozialen Cluster hinaus erforderlich. Solche Verknüpfungen lassen sich aber nicht so leicht realisieren, weil Fremde zu Partnern werden müssen, also Akteure, die nicht durch ein gemeinsames Miteinander verbunden sind. Der Raum, in dem diese Kooperation stattfinden muß, ist der kalte Raum des sozialen Vakuums.

Dies führt zu meiner *dritten These*, die mehr ein Kommentar zur Forschung als eine Aussage zur Sache ist. Ökonomische Akteure, die auf radikale Innovationen aus sind, sind offenbar in einem Dilemma gefangen, dem zu entfliehen schwierig ist. Dieses Dilemma lautet wie folgt: Solange man seinen Platz im warmen sozialen Netz hat, findet man nicht zu den Partnern, die man für die radikale Innovation braucht, weil die Netzwerke, in denen man hängt, oft gerade diese Partner nicht einschließen. Das ist gleichsam der deutsche Fall. Nun kann es aber passieren, daß man diese Partner auch dann nicht bekommt, wenn man sich von seinen alten Netzen freimacht, also entkleidet und nackt wird. In diesem Fall schafft man es vielleicht, die Partner zu identifizieren, die man benötigt. Aber man traut sich nicht, mit ihnen eine Zusammenarbeit einzugehen, und zwar aus Gründen der fremdheitsbedingten Risikoaversion. Wofür also, wenn es um die Steigerung der Fähigkeit für radikale Innovation geht, eine Lösung gefunden werden muß, ist - ich greife hier eine Formulierung von *Eric von Hippel* (1988) auf - das Problem der Kooperation mit Fremden oder - direkt zitiert - der „Kooperation unter Rivalen“. Wir Soziologen haben zu diesem Problem nicht viel zu sagen. Da es sich dabei um ein zentrales Problem von Innovation handelt - und da gerade dieses Problem die mangelnde Fähigkeit der deutschen Industrie zur Innovation heute bestimmt -, haben wir implizit auch zu diesen Fragen nicht sehr viel zu sagen.

Wir geraten, wenn wir uns um Antworten bemühen, in ein eigenes Dilemma. Unser „natürliches“ Operationsfeld ist die Einbettungsthese. Diese liegt uns nahe, weil sie ein originär soziologisches Argument darstellt, und so ist es auch kein Zufall, daß es Soziologen wie *Mark Granovetter* (1992) gewesen sind, die in Auseinandersetzung mit den Verengungen der neoklassischen Konzeption des ökonomischen Handelns die These von der „social embeddedness of actors“ ins Spiel gebracht und entfaltet haben. Dieser These kommt, das habe ich zu zeigen versucht, in bezug auf einen *bestimmten Typus* ökonomischen Handelns und, spezifischer gesagt, in bezug auf einen bestimmten Typus von Innovation in der Tat auch ein hoher Erkenntniswert zu. Wir sind somit aus dem doppelten Grund, daß uns das Argument „liegt“ und daß es viel erklärt, geneigt, immer wieder auf die Spur des Einbettungsarguments einzuschwenken. Dieser Weg führt uns aber überhaupt nicht zum Ziel, wenn es um die aktuelle Innovationskrise geht - wenn wir also verstehen wollen, warum bestimmte industrielle Systeme dazu fähig sind, Basisinnovationen zu erzeugen und andere nicht. Das ist der eine Teil unseres Dilemmas.

Dessen zweiter Teil besteht nun darin, daß über ein zentrales Problem der Innovationskrise - nämlich über Risikoaversion in offenen, ex ante nicht genau bestimmbareren Situationen - sehr wohl nachgedacht wird, jedoch von Positionen aus, die uns (deutschen Industrie-)Soziologen reichlich fremd sind. Ich habe hier Ansätze im Auge, die aus handlungsorientierter Sicht Modelle des Risikoverhaltens durchspielen; oft sind sie dabei der Position des methodischen Individualismus verpflichtet. Solche Modellbetrachtungen verfallen bei uns schnell dem Diktum „zu abstrakt“ und „sozial entleert“. Doch ist die in dieser Ablehnung aufscheinende Dichotomisierung zwischen „lebendiger“ Soziologie einerseits und handlungsorientierten Modellkonstruktionen andererseits wenig hilfreich, wenn es in unserer Forschung um Probleme von der Art der Innovationskrise geht, und wenn wir diese Probleme mit möglichst viel Lösungsphantasie angehen wollen. Man wird dann wohl nicht umhinkönnen, hier auch das Erklärungsangebot von Ansätzen durchzuprüfen, die uns - ausgehend von unseren eingespielten Analyseverfahren - relativ fern sind. Und dazu gehört nun einmal bei Forschungen zur Innovationskrise die handlungsorientierte Modellarbeit, deren Wert darin liegt, daß sie wenigstens eines klarstellen: daß es in der Tat Handlungsmuster gibt, mit denen Innovatoren *ihr* Handlungsdilemma lösen *könnten*. Die Aufgabe einer Innovationsforschung industriesoziologischer Provenienz, die sich dem komplizierten Problem der Fähigkeit zu Basisinnovation stellen

würde, bestünde dann darin, diese Muster aufzunehmen und auf ihren Realitäts- und Anwendungsgehalt hin abzuklopfen. Handlungsmuster, die in diesem Zusammenhang in Betracht kämen, wären zum Beispiel die Strategie der Risikoreduktion durch Kooperation mit mehreren Partnern (Axelrod 1984); die Strategie der Kooperation mit Partnern mit guter Kollaborations-Reputation (Kreps 1990); die Strategie einer vertraglichen Ausgestaltung der Zusammenarbeit zwischen Partnern nach dem Modus des „learning by monitoring“ (Sabel 1995); schließlich auch die Strategie der Vermittlung zwischen fremden Partnern durch Übersetzer (Piore u.a. 1994).

Diese Liste ist unvollständig und unbefriedigend. Sie zeigt aber doch die Richtungen an, in die die Akteure gehen könnten, wenn sie Kooperationsblockaden bei Basisinnovationen auflösen wollten. Für uns Industriosozologen käme es nun darauf an, in situationsvergleichenden Untersuchungen zu testen, unter welchen Umständen ökonomische Akteure dazu imstande sind, solche Problemlösungen zu lernen und unter welchen Bedingungen dieses Lernen verallgemeinert werden könnte. Dies wäre aus meiner Sicht exakt jener Typ von Forschung, dem man sich heute zuwenden sollte, wenn man das Problem, das ich hier als Zentralproblem der industriellen Dynamisierung bezeichnet habe - die Innovationskrise - mit soziologischen Mitteln durchleuchten möchte.

Mit den letzten Überlegungen habe ich meinem Argument eine Drehung gegeben, die *Burkart Lutz* selbst zweifelhaft erscheinen mag. Ich möchte freilich für mich hier in Anspruch nehmen, daß ich es ganz im Sinne des *Lutzschen* Analysekonzepts getan habe. Ich begann, ganz und gar *Lutz*-konform, mit dem Auslaufen der fordistischen Syndromatik in Deutschland und fragte nach den Möglichkeiten einer erneuten Dynamisierung. Dies führte zu der Feststellung, daß einerseits in der gegenwärtigen Lage in Deutschland auf Dauer nur eine Art von *innerindustrieller* „Landnahme“ weiterhelfen könnte, die auf die Ökonomisierung von Innovation setzt, daß andererseits aber gerade diese Form der Dynamisierung in Deutschland durch die Mechanismen der Innovationskrise blockiert wird. Ich endete mit einigen Gedanken zur Überwindung dieser Krise - einschließlich einer Skizze für industriosozologische Forschungen, die diesen Überlegungen weiter nachgehen wollen. Wie immer unsicher und kritisierbar mein letzter Schritt sein mag: Ich möchte doch behaupten, daß meine diesbezüglichen Überlegungen - indem sie das *Lutzsche* Fordismus-Argument aufnehmen und weitertreiben - sehr wohl geeignet

sind, wichtige Aspekte unserer aktuellen ökonomischen Probleme zu erhalten.

Literatur

- Audretsch, D.: *The Innovation, Unemployment and Competitiveness Challenge in Germany*. Discussion Papers, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin, März 1995.
- Axelrod, R.: *The Evolution of Cooperation*, New York 1984.
- Bechtle, G.; Lutz, B.: *Die Unbestimmtheit post-tayloristischer Rationalisierungsstrategie und die ungewisse Zukunft industrieller Arbeit - Überlegungen zur Begründung eines Forschungsprogramms*. In: K. Düll; B. Lutz (Hrsg.): *Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich*, Frankfurt/New York 1989, S. 9-91.
- Fukuyama, F.: *Trust - The Social Virtues and the Creation of Prosperity*, New York etc. 1995.
- Granovetter, M.: *Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness*. In: M. Granovetter; R. Swedberg (eds.): *The Sociology of Economic Life*, San Francisco/Oxford 1992, pp. 53-81.
- Henderson, R.: *The Evolution of Integrative Capability: Innovation in Cardiovascular Drug Discovery*. In: *Industrial and Corporate Change*, No. 3, Vol. 3, 1994, pp. 607-630.
- Henderson, R.; Cockburn, I.: *Measuring Competence? - Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research*. In: *Strategic Management Journal*, Vol. 15, 1994, pp. 63-84.
- Hippel, E. von: *The Sources of Innovation*, New York/Oxford 1988.
- Kern, H.; Schumann, M.: *Das Ende der Arbeitsteilung? - Rationalisierung in der Industriellen Produktion*, 4. Auflage, München 1990.
- Kreps, D.: *Corporate Culture and Economic Theory*. In: J. Alt; K. Shepsle (eds.): *Perspectives on Positive Political Economy*, Cambridge 1990, pp. 90-143.
- Lutz, Burkart: *Der kurze Traum immerwährender Prosperität - Eine Neuinterpretation der industriell-kapitalistischen Entwicklung im Europa des 20. Jahrhunderts*, Frankfurt/New York 1984 (2. Auflage 1989).
- Ostner, I; Lewis, J.: *Gender and the Evolution of European Social Policies*. In: S. Leibfried; P. Pierson (eds.): *European Social Policy - Between Fragmentation and Integration*, Washington 1995, pp. 159-193.
- Piore, M.; Lester, R.; Malek, K.: *The Organization of Product Development*. In: *Industrial and Corporate Change*, No. 2, Vol. 3, 1994, pp. 405-434.

- Schmidt, M.G.: The Gendered Labour Force Participation. In: F.G. Castles (ed.): Families of Nations - Patterns of Public Policy in Western Democracies, Aldershot 1993.**
- Sabel, Ch.: Learning by Monitoring: The Institutions of Economic Development. In: N. Smelser; R. Swedberg (eds.): The Handbook of Economic Sociology, Princeton/New York 1995, pp. 137-165.**

Auf dem Weg zu einer post-schumpeterianischen Innovationsweise

Institutionelle Differenzierung, reflexive Modernisierung und interaktive Vernetzung im Bereich der Technikentwicklung

1. Probleme mit der technischen Innovation: der Beginn einer post-schumpeterianischen Innovationsweise

Die Gewißheiten der traditionellen westlichen Moderne sind erschüttert. Schritt für Schritt haben die modernen westlichen Industriestaaten seit den 70er Jahren des Jahrhunderts die Grenzen des Wachstums, die Umbrüche der Arbeitsgesellschaft, die Risiken der wissenschaftlich-technischen Dynamik und die Kontingenz ihrer Rationalitätskultur erfahren müssen. Konnte man der Reflexion dieses Wandels in den Diskursen über Ökologie, Risiko und Postmoderne bisher noch gelassen gegenüberstehen, sorgen Nachrichten aus den Kernbereichen industriekapitalistischer Produktion für größere Unruhe.

Der Werkzeugmaschinenbau, das traditionelle Rückgrat produktionstechnischer Entwicklung, droht in Deutschland wegen mangelnder Innovationsfähigkeit in eine tiefe Absatzkrise zu stürzen (Hirsch-Kreinsen 1994, S. 94 f.). In der Automobilindustrie, dem traditionellen Motor der Volkswirtschaften, haben die japanischen Hersteller die europäischen und amerikanischen Produzenten nicht nur das Fürchten gelehrt. Sie haben zum ersten Mal den Richtungspfeil der Innovation umgekehrt, indem sie mit ihren neuen Methoden und Modellen der Rationalisierung weltweit die Maßstäbe setzten (Womack u.a. 1991; Jürgens, Naschold 1994, S. 248 ff.). In vielen Hochtechnologie-Bereichen, wie der Elektronik, der Informationstechnik und den Biotechniken, denen für die Zukunft strategische Bedeutung vorausgesagt wird, werden für Deutschland empfindliche „Lücken“ festgestellt (Grupp 1995). Sie werden vor allem auf die Schwäche des bisher erfolgreichen „deutschen Produktionsmo-

dells“ (Kern, Sabel 1994) zurückgeführt, sich auf eine veränderte Innovationsdynamik mit rascheren Produktentwicklungen und radikaleren Neuerungen im globalisierten Wettbewerb einzustellen (vgl. Wittke 1995, S. 6).

Die bisherige Dynamik technischer Innovation in Industrie und Wissenschaft scheint - so könnte man resümieren - ins Stocken geraten zu sein und im Vergleich zur fernöstlichen Moderne an Schwung und Wirksamkeit verloren zu haben. Erleben wir nur eine vorübergehende konjunkturelle Schwäche oder eine tiefere strukturelle Krise? Ich werde hier die These entwickeln, daß es sich um einen umfassenden Wandel der Innovationsweise im Industriekapitalismus handelt: Das traditionelle „Innovationsmodell“ beginnt sich unter dem Druck der Globalisierung der Produktion und der Beschleunigung der Innovation aufzulösen. Neue Formen von Wissens-, Technik- und Warenproduktion entstehen neben den traditionellen Formen. Sie erfordern eine veränderte institutionelle Infrastruktur und eine Koordination durch interaktive Vernetzung. Es bildet sich ein relativ verselbständigt Innovationssystem heraus.

Um den Charakter des gegenwärtigen Wandels technischer Innovation zu klären, werde ich in den folgenden Abschnitten danach fragen,

- erstens, wie sich die *Innovationsverläufe* verändern,
- zweitens, wie sich die *Institutionalisierung* innovatorischen Handelns gewandelt hat und
- drittens, wie die *Koordinationsprobleme* des differenzierten Innovationssystems gelöst werden.

Die Beobachtung der aktuellen Tendenzen technischer Innovation mündet in die These, daß sich gegenwärtig ein neues Muster von Innovationsverläufen und von Interaktionsbeziehungen zwischen den Akteuren der Technikentwicklung herauszubilden beginnt, das ich als „post-schumpeterianische Innovationsweise“ kennzeichnen möchte.

Joseph Schumpeter hatte bekanntlich zuerst die führende Rolle charismatischer Unternehmer und kleiner innovativer Unternehmen für die Durchsetzung neuer Kombinationen von Produktionsmitteln betont: Innovationen sind schwierig gegen Unsicherheiten, Gewohnheiten und Gegendruck durchzusetzen (Schumpeter 1912; 1961, S. 107). Die Daten zu

den Quellen technischer Innovation in den 30er, 40er und 50er Jahren haben die Triftigkeit seiner Annahmen bestätigt (Jewkes u.a. 1959). Später beklagte er das Verdrängen der kleinen und mittleren Firma durch die „vollkommen bürokratisierte industrielle Rieseneinheit“ (Schumpeter 1946, S. 218). Er reflektierte dabei die Routinisierung und Spezialisierung des Erfindens zu seinen Lebzeiten und sah darin die Ursachen für die kommende Stagnation und den Zerfall der Innovationsdynamik (Freeman 1988, S. 6). Gegenwärtig drängen die Internationalisierung des Innovationswettbewerbs (Vernon 1966) und die forcierte institutionelle Differenzierung im Bereich der Technikentwicklung auf eine tiefe Veränderung der Innovationsweise. Über Schumpeter hinaus richtet sich die Aufmerksamkeit „auf innovative Organisationsformen, auf Innovationspolitik und auf die internationale Innovationskonkurrenz“ (Zapf 1986, S. 170). Die differenzierungsbedingte Pluralisierung der Akteure, der Kompetenzen und der Orte technischer Innovation (Rammert 1993, Kap. 8; Gibbons u.a. 1994), die neuen Formen der interaktiven Vernetzung zwischen ihnen (Hakanson 1987, S. 3) und die reflexive Institutionalisierung eines nationalen Innovationssystems (Lundvall 1993; Nelson 1993), alle diese Tendenzen kündigen das Aufkommen einer Innovationsweise an, die weder von der kleinen innovativen Firma noch vom kapitalkräftigen Weltkonzern allein, sondern weitgehend vom Netzwerk zwischen den institutionalisierten Akteuren der Innovation bestimmt wird.

Die *Institutionalisierung innovatorischen Handelns* wird anschließend im Rahmen der Modernisierungs- und Differenzierungsprozesse kurz zurückverfolgt (Abschnitt 3). Diese Skizze soll die „Entbettung“ (Giddens 1993; 1995, S. 33) des innovatorischen Handelns aus traditionellen Formen und die prekäre Verkoppelung von Ereignissen und Akteuren der Innovation in globaleren Bezügen deutlicher sichtbar machen. In diesem Teil wird die These entwickelt, daß es sich beim Wandel der Innovationsdynamik um einen Fall von „reflexiver Modernisierung“ (ebd., S. 52) handelt.

Die „*reflexive Innovation*“ kann analog zu Phänomenen der „reflexiven Produktion“ (Lash 1994, S. 121), der „reflexiven Rationalisierung“ (Deutschmann u.a. 1995, S. 437) und der „reflexiven Verwissenschaftlichung“ (Krohn, Rammert 1985, S. 428; nicht objektivistisch als „Reflex“ auf die Folgen, wie noch bei Beck 1986, S. 254) behandelt werden (Abschnitt 4). Innovationen sind per definitionem reflexiv gegenüber der Routine und dem Tradierten. Mit dem Attribut „reflexiv“ werden vor allem folgende zwei Merkmale angesprochen: erstens das Reflexivwerden

der Innovation selbst, indem die traditionellen Einbettungen des innovatorischen Handelns und die sie begleitenden Fundierungsmythen vom wissenschaftlichen und technischen Fortschritt aufgelöst und radikal zur Disposition gestellt werden, und zweitens die Reflexion auf die Umwelt, indem die Wirkungen eigenen Handelns auf dasjenige der anderen und die dabei entstehenden emergenten Systeme bewußt berücksichtigt werden. Dabei wird an die gesellschaftstheoretische Diskussion um die „kontingente“ und „reflexive Moderne“ (Luhmann 1992; Beck u.a. 1994; Giddens 1995) und die „Modernisierung moderner Gesellschaften“ (Zapf 1991) angeschlossen.

Die reflexive Modernisierung der technischen Innovation, die die Innovationsdynamik von den Einbettungen in traditionelle Ingenieurdisziplinen, industrielle Unternehmensstrukturen und staatliche Ressortpolitik freisetzt, erzeugt besondere Probleme der Koordination und Integration des Innovationsgeschehens. In diesem Teil (Abschnitt 5) wird die These verfolgt, daß sich durch *Strategien der interaktiven Vernetzung* die ausdifferenzierten Institutionen der Wirtschaft, der Wissenschaft, der Technik und der Politik verändern und sich tendenziell ein eigenständiges Innovationssystem herausbildet. Einzelne innovative Unternehmen im Schumpeterschen Sinne und disziplinär organisierte wissenschaftliche Institute werden zunehmend von emergenten Handlungsgrößen, wie „Innovationsnetzwerken“ (Freeman 1991; Kowol, Krohn 1995) oder „transdisziplinären“ Netzen sozial verteilter Wissensproduktion (Gibbons u.a. 1994, S. 10), abgelöst und in ihrer strukturierenden Rolle relativiert. Außerdem beginnt sich die staatliche Wissenschafts- und Technologiepolitik von der massiven und missionsorientierten Eingriffssteuerung der Einzelressorts weitgehend zu verabschieden und sich auf eine Moderatoren-, Manager- und Maklerrolle in einer umfassender reflektierten Innovationspolitik einzustellen.

2. Tendenzen technischer Innovation und ihrer theoretischen Reflexion

2.1 Merkmale und neues Muster technischer Innovationsverläufe

Technische Innovationen im Produktionssystem waren immer schon zentrale, aber relativ eigenständige Elemente und Ereignisse im modernen

Industriekapitalismus. Auf der einen Seite schaffen sie Platz für Märkte mit neuen Produkten, senken sie Kosten durch neue Methoden der Produktion und ermöglichen sie den Aufbau neuer Industrien; auf der anderen Seite begrenzen sie alte Märkte, entwerten sie Vorgängertechniken und zerstören sie etablierte Industriestrukturen. Diese Ambivalenz von Kreativität und Destruktivität kennzeichnet alle Prozesse technischer Innovation.

Genese und Gestalt vieler Institutionen der Technikentwicklung lassen sich aus dem Dilemma erklären, die Ressourcen für das schöpferische Potential von traditionellen Einbindungen freizusetzen und zugleich die Risiken des zerstörerischen Potentials durch neue Einbindungen zu kontrollieren. Innerhalb der Unternehmen wurden z.B. zunehmend eigenständige Konstruktionsabteilungen und Labors der Industrieforschung ausdifferenziert (vgl. u.a. Reich 1985), um die intern erzeugte Innovation von traditionellen Fesseln an die Produktion freizusetzen und Anschluß an die externe Wissenschaftsdynamik zu finden. Zwischen den Unternehmen etablierten sich Forschungsgemeinschaften und vertraglich fixierte Hersteller-Anwender-Kooperationen, um die wachsenden Unsicherheiten technischer Innovation zu begrenzen und den steigenden Aufwand zu teilen. Außerhalb der Unternehmen wurden Technische Hochschulen, Institute und neue technikwissenschaftliche Studiengänge gegründet (Manegold 1970; Noble 1977), um den nationalen Fortschritt technologischen Wissens zu fördern und die Entwertung bisheriger Berufe und Professionen durch neue wissenschaftliche Qualifizierung zu kompensieren. Es wurden technologiepolitische Förderprogramme aufgelegt, um den technologischen Ideenfluß zu stimulieren und den technischen Neuerungsprozeß mit Blick auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit gezielt zu beschleunigen (vgl. Foray, Freeman 1993). In den letzten Jahrzehnten entstanden auf diese Weise in den modernen Gesellschaften Schritt für Schritt eigenständige Innovationsinfrastrukturen, die nationalen Innovationssysteme (vgl. die Fallstudien in Nelson 1993; Keck 1993).

Das innovatorische Handeln wird in vielen Bereichen aus den traditionellen Einbettungen der individuellen Ingenieurerrfindung, des Schumpeterschen Unternehmertums und der großunternehmerisch kontrollierten Innovation herausgelöst. Das ursprünglich relativ überschaubare lokale Projekt einer technischen Innovation verflüchtigt sich tendenziell zu einem kleinen Element im unübersichtlichen globalen Prozeß technischer Evolution. Die Technikentwicklung wandelt sich zu einem mehrstufigen, nicht-linearen Prozeß mit vielen kritischen Passagepunkten und zeitli-

chen Rückkopplungen. Sie wird zu einem strategisch schwierigen Multi-Akteur-Spiel mit wechselnden Umwelten. Und sie hat sich mit einer größeren Vielfalt institutionalisierter Filter auseinanderzusetzen. Über Erfolg und Mißerfolg einer technischen Innovation - so meine These - entscheidet nicht mehr die punktuelle oder systematische Beziehung eines innovativen Unternehmens zu einem Erfinder, zu einem Forschungsinstitut, zu einem Anwender oder zu einem staatlichen Förderprogramm, sondern der reflexive Bezug der interagierenden Akteure auf das sich herausbildende in sich differenzierte Innovationssystem. Wie im zweiten Abschnitt noch genauer dargelegt wird, haben wir es im Rahmen der „reflexiven Modernisierung“ mit neuen Formen der Differenzierung und Strukturbildung im Innovationssystem zu tun.

Die „reflexive Modernisierung“ des technischen Innovationshandelns - so meine Grundidee - muß sich an der Verflüssigung alter Technostrukturen und am Wandel der Innovationsverläufe festmachen lassen. Neben dem traditionell modernen Innovationsmuster mit stabilen und sequentiellen „Normalverläufen“ müßte die Bildung eines reflexiv modernen Innovationsmusters beobachtet werden können, das - analog zur Individualisierung der Normalbiographien in der reflexiven Moderne (Beck 1986, S. 205 ff.; Kohli 1986) - eine „Pluralisierung“ von Innovationsinstanzen und eine „Individualisierung“ von Innovationsverläufen anzeigt. Das Herauslösen aus den traditionellen Einbettungen in Wirtschaft und Wissenschaft verändert den Charakter der technischen Innovation. Verglichen mit den Innovationsverläufen in der ersten Hälfte des Jahrhunderts (vgl. Jewkes u.a. 1959), unterscheiden sich gegenwärtige Verläufe technischer Innovationen in folgenden Hinsichten:

- Sie integrieren eine größere *sachliche Heterogenität*: Technische Elemente und technologisches Wissen aus verschiedenen Technikfeldern werden herangezogen und kombiniert (vgl. Hakanson 1987, S. 4), was sich vor allem bei den neuen Hochtechnologien zeigt (Ramert 1995). Maschinenbauer oder Elektroingenieure haben zwar schon immer technologisches Wissen aus anderen Sparten in ihre Praxis integrieren müssen, aber gegenwärtig sorgen sowohl die radikale Spezialisierung des Fachwissens als auch die Tendenz zur Konstruktion komplexerer technischer Systeme für einen Bruch mit gängigen Ingenieurpraktiken.
- Sie folgen einem *beschleunigten und nicht-sequentiellen Zeitzyklus*: Die Zeiten zwischen Erfindung und erster erfolgreicher Anwendung

verkürzen sich ständig, von 80 Jahren in der ersten Hälfte über 30 Jahre in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu 10-20 Jahren im 20. Jahrhundert (Mensch 1971, S. 299 ff.). Die sequentielle Ablaufstruktur wird zunehmend durch unvorhergesehene Rückkopplungsschleifen durchbrochen (Hughes 1976; Asdonk u.a. 1991; Voskamp, Wittke 1994, S. 219). Zwar war der Innovationsverlauf auch früher grundsätzlich diskontinuierlich, aber man konnte ihm durch die Institutionalisierung der getrennten Phasen von Invention, Innovation und Diffusion eine soziale Kontinuität verleihen, was bei den gegenwärtigen Anforderungen an das Tempo und die Flexibilität gegenüber sich ständig ändernden Umwelten nicht mehr ohne Risiko möglich ist.

- Sie durchlaufen eine differenziertere *soziale Heterarchie*: Sie kommen mit einer größeren Vielfalt institutioneller Kontexte in Berührung, von denen keiner dominiert. Auch früher flossen wissenschaftliches Wissen, wirtschaftliches Kapital und politische Unterstützung in die Innovation, aber meist unter der Führung von Wirtschaft oder Militär. Heute vervielfältigen sich die sozialen Instanzen, die auf den Verlauf Einfluß nehmen. Man denke nur an die Zunahme intermediärer Organisationen - wie Wissenschaftsparks, Technologietransferinstitutionen, professionelle Normungsgremien und Technikfolgenberatungsstellen - und die verstärkte Repräsentation von Anwenderbedürfnissen - wie Sicherheit, Umwelt- und Sozialverträglichkeit.
- Sie erfordern einen größeren *ökonomischen Aufwand*: Es müssen nicht nur steigende Forschungs- und Entwicklungskosten finanziert werden, sondern, um die gewachsenen Unsicherheiten einzugrenzen, müssen zunehmend Ressourcen für Koordination, Durchsetzung und Absicherung der technischen Innovation aufgebracht werden. Es reicht in der Regel nicht mehr die Finanzierung einer Patentanmeldung und der Entwicklung der Idee bis hin zur Fertigstellung eines Prototyps. Wissenschaftliche Expertisen und staatliche Genehmigungsverfahren, industrielle Normabsprachen und politisches Lobbying, begleitende Öffentlichkeitsarbeit und differenzierte Markt- und Verbrauchertests kommen hinzu.
- Sie nehmen einen zunehmend *politischen Charakter* an: Gestalt und Auswahl technischer Varianten aus dem Pool des technologischen Potentials werden immer offensichtlicher zum Gegenstand strategi-

scher Entscheidungs- und kompromißhafter Aushandlungsprozesse (Frost, Egri 1991, S. 231; Kubicek, Seeger 1993). Je komplexer und offener die technischen Systeme, desto stärker werden sie durch soziale, organisatorische und politische Prozesse beeinflusst (Tushman, Rosenkopf 1992, S. 334).

- Sie sind noch stärker als bisher auf *kulturelle Orientierung* angewiesen: Die Offenheit der technischen Entwicklung muß durch sinnstiftende Visionen künstlich geschlossen werden (vgl. die Idee des „sense-making“ bei Weick 1990). Die Vielfalt der beteiligten Akteure und ihrer Perspektiven muß über motivierende und stilisierende Leitbilder zusammengebunden werden (vgl. Dierkes u.a. 1992). Mit der Zersetzung des Mythos vom technischen Fortschritt müssen technische Innovationen zunehmend in wissenschaftlichen Diskursen und öffentlichen Debatten legitimiert werden (vgl. Bora, Döbert 1993; van den Daele 1993).

Grundsätzlich werden durch das Herauslösen der technischen Innovation aus ihren traditionellen Einbettungen und durch die Herausbildung eines in sich differenzierten Innovationssystems die Chancen für flexible und individualisierte Innovationsverläufe radikal erhöht. Gleichzeitig werden sie aufgrund der gestiegenen sachlichen Heterogenität, der zeitlichen Diskontinuität und der sozialen Komplexität in ihrem Verlauf unvorhersehbarer, unsicherer und deutlich riskanter. Inwieweit der gewonnene Spielraum für neue technische Innovationspfade und eine besser abgestimmte Innovationsdynamik genutzt wird, hängt dann zum großen Teil von einer Reorganisation der beteiligten Institutionen und einer interaktiven Vernetzung zwischen den Akteuren ab, die ein lokales Lernen und ein globales Strukturieren im Rahmen der reflexiven Innovationsweise erlaubt.

2.2 Historisierung, Prozessualisierung und Sozialisierung: Etappen sozialtheoretischer Technikreflexion

Theorien sind ein Mittel der Steigerung der Reflexivität. Ein kurzer Blick in die Geschichte des Nachdenkens über Technik kann zeigen, wie Vorstellungen von der Technik und dem technischen Fortschritt Schritt für Schritt aufgelöst wurden. In den 50er und 60er Jahren dieses Jahrhunderts wurden Vorstellungen von einer Technik als Sachzwang und des technischen Fortschritts als Schicksal zugunsten von Vorstellungen

einer Technik als „historisch-gesellschaftliches Projekt“ (Marcuse 1970, S. 127) aufgegeben. Die technische Entwicklung wurde - unter Rückgriff auf Marx - als endogener Faktor gesellschaftlicher Entwicklung gesehen, wobei allerdings von Differenzierung noch keine Rede war. Die Technikentwicklung wurde insgesamt der Logik der Kapitalverwertung subsumiert oder gänzlich der Herrschaftsstruktur zugeschlagen. Die Technik wurde immer noch tendenziell als „Blockstruktur“ (Ullrich 1977) behandelt.

Erst in den 70er und 80er Jahren wurde die Technik zum „sozialen Konstrukt“ erklärt (vgl. die Beiträge in Bijker u.a. 1988) und zum „sozialen Prozeß“ verflüssigt (vgl. die Beiträge in Weingart 1989). Ein wichtiger Bezugspunkt für die deutsche Diskussion war die Prozessualisierung des technischen Fortschritts in frühen techniksoziologischen Arbeiten von Burkart Lutz, der den technisch-organisatorischen Wandel in den Dimensionen Technisierung und Organisierung verlaufen ließ (Lutz 1969; Altmann u.a. 1978). Mit der Auffassung der Technisierung selbst als sozialem Prozeß beginnt die Technikgeneseforschung. Sie beschäftigt sich ausdrücklich mit den sozialen Erzeugungs- und Entwicklungsprozessen von einzelnen Techniken in Projekten von Akteuren auf den Feldern von Wissenschaft, Industrie und Politik (vgl. die Beiträge in Dierkes, Hoffmann 1992; Rammert, Bechmann 1994; Halfmann u.a. 1995).

Konstruktivistische Studien zur Technikentstehung konzentrieren sich auf Einzelfälle und bevorzugen die situative Analyse von Definitions-, Aushandlungs- und Schließungsprozessen. Sie haben jedoch Schwierigkeiten, institutionalisierte selektive Strukturen, Pfadabhängigkeiten und andere Bedingungen globaler Stabilisierung zu berücksichtigen (vgl. Rammert 1996). Um die konstruktivistischen Studien über das lokale innovatorische Handeln der Akteure mit den institutionalistischen Studien über globale Konstellationen und Bedingungen der Strukturierung verbinden zu können, wird hier ein Konzept vorgeschlagen, mit dem die technikgenetische Analyse der Innovationsverläufe mit der institutionellen Analyse der Differenzierungs- und Vernetzungsprozesse im Innovationssystem verbunden wird: Gegenüber dem mikroökonomischen Konzept der betrieblich organisierten „Innovationsphasen“ zeichnet es sich durch eine Erweiterung des Untersuchungsraums aus. Gegenüber den makroökonomischen Konzepten der „Produktzyklen“ (Vernon 1966), der „technological trajectories“ (Nelson, Winter 1977; Dosi 1982; zur Kritik vgl. van den Belt, Rip 1988) und der „techno-ökonomischen Paradig-

men“ (Freeman, Perez 1986) hat es den Vorteil eines feineren Auflösungsvermögens und einer größeren Offenheit für verschiedene Pfade der technischen Entwicklung. Im Innovationsverlauf schlagen sich sowohl innovatorisches und strukturierendes Handeln der Akteure als auch die Restriktionen institutionalisierter und reproduzierter Technostrukturen nieder. Methodisch lassen sie sich in technische und institutionelle Ereignisse auflösen, aus deren Punktierung die soziale Konstruktion von Projekten und Phasen rekonstruiert werden kann (vgl. van den Ven, Garud 1994).

Die folgenden Überlegungen beschränken sich darauf, den Wandel des institutionellen Rahmens für Innovationsverläufe zu untersuchen.

3. Modernisierung und die institutionelle Differenzierung innovatorischen Handelns

Es ist kein Zufall, daß abweichendes Handeln und innovatorisches Handeln in Gesellschaften über lange Zeit hin ähnlich gesehen und behandelt worden sind. In vormodernen Gesellschaften galten sie gleichermaßen als Gefahren für die bestehenden Institutionen. Religiöse Ketzer, wissenschaftliche Neuerer und technische Erfinder wurden in milden Fällen des Landes verwiesen oder endeten in schwierigen Zeiten auf dem Scheiterhaufen. Trotzdem gab es z.B. in der mittelalterlichen Gesellschaft entgegen der falschen Vorstellung von einer dunklen und statischen Zeit viele technische Innovationen in den Künsten des Handwerks. Die bekannten Mühlen- und Maschinenbücher erschienen zwar erst seit der Renaissance, sie beruhten jedoch größtenteils auf der Sammlung und Systematisierung des seit Jahrhunderten praktizierten und überlieferten technischen Wissens. Um toleriert zu werden, fanden die technischen Neuerungen meist an den Rändern des damaligen Soziallebens statt, z.B. in den Bergwerken außerhalb der Burgen und in den Mühlen vor den Toren der Stadt. Um erfolgreich zu sein, mußten sie in die bestehenden Institutionen der Kirche, des Rittertums und der Zünfte eingebettet sein.

Moderne Gesellschaften unterscheiden sich dadurch von vor-modernen Gesellschaften, daß in ihnen viele Handlungsformen, die schon vorher als Tätigkeiten und Rollen ausdifferenziert waren, aus der traditionellen Einbettung herausgelöst und unter Aspekten der Steigerung und Spezia-

lisierung reorganisiert werden. Das wirtschaftliche Handeln wird aus den moralischen Banden der Hausökonomie freigesetzt. Das politische Handeln befreit sich Schritt für Schritt von seiner religiösen Legitimation. Das wissenschaftliche Handeln löst sich von der Bindung an Bibeltext und Theologenkomentar. Wenn die Anschlußhandlungen die spezifische Orientierung reproduzieren, etablieren sich „abstrakte Systeme“ (Giddens 1995, S. 107 ff.) mit festen Codes der Kommunikation und stabilisierten Erwartungen. Wert- und Arbeitskraftabstraktion beim wirtschaftlichen Handeln konstituieren z.B. das kapitalistische Wirtschaftssystem mit seinem Profitkalkül. Solche abstrakten Systeme setzen nicht mehr die Anwesenheit der Handelnden voraus, sie dehnen die zeitlichen und räumlichen Wirkungen lokaler Handlungen auf globale Dimensionen aus. Sie vereinigen die Errungenschaft der Leistungssteigerung mit dem Risiko der Verselbständigung.

Diese an Giddens orientierte Beschreibung der Modernisierung (vgl. Giddens 1988; 1995) unterscheidet sich von der funktionalistischen Differenzierungstheorie vor allem darin, daß die Genese und die Strukturierung historisch und akteurvermittelt rekonstruiert werden (vgl. auch Mayntz u.a. 1988). Die Ausdifferenzierung von Handlungssystemen folgt keiner festen Funktionslogik. Sie entsteht durch konkrete Abstraktions- und Reflexionsleistungen sozialer Akteure, sie geht historisch von lokalen Strukturbildungen aus und breitet sich durch Transfer und Imitation global aus. Dabei wird sie durch Medien des Transports und der Kommunikation und durch das verallgemeinerte Vertrauen gestützt und durch Krisen und Gegenbewegungen des Mißtrauens eingeschränkt. Geschwindigkeit und Gestalt der ausdifferenzierten und reproduzierten abstrakten Systeme können sich je nach Typ und nationaler Gesellschaftsgeschichte erheblich unterscheiden. Auf diese Weise können Ungleichzeitigkeiten, z.B. diejenige von wirtschaftlicher Modernisierung und traditioneller Subsistenzproduktion in Deutschland bis in die 50er Jahre dieses Jahrhunderts, erklärt werden (Lutz 1984). Nationale Differenzen können als Ergebnisse einer besonderen Differenzierungsgeschichte und einer unterschiedlichen Institutionengenese (vgl. Wagner 1995) hergeleitet werden, z.B. die Unterschiede der Ingenieurausbildung und der Institutionalisierung der Informatik zwischen Frankreich und Deutschland (Lutz, Veltz 1989), die Unterschiede der produktionstechnischen Entwicklung in den USA und Deutschland (Hirsch-Kreinsen 1993), die Unterschiede der Entwicklung des Bildschirmtexts in Frankreich, Deutschland und Großbritannien (Mayntz, Schneider 1988) und die Unterschie-

de der Verbreitung des Telefonsystems in verschiedenen Ländern (Rammert 1993, Kap. 13).

Technisch-innovatorisches Handeln war in der modernen Gesellschaft bisher nur schwach ausdifferenziert. Es war zwar mit dem Beginn der Moderne aus den traditionellen Einbindungen in Zunftmoral und kirchliche Kontrolle freigesetzt worden, wurde aber weitgehend in die neugeschaffenen Traditionen industrieller Rationalisierung und wissenschaftlichen Instrumentebaus wieder neu eingebettet. Auf der einen Seite war es seit Beginn der modernen Naturwissenschaft Teil des Forschungshandelns im Wissenschaftssystem. Dort war es eng an die Methodenverbesserung und die experimentelle Theorieüberprüfung angebunden. Erst in jüngster Zeit zeigen sich Tendenzen einer stärkeren Herauslösung und Autonomisierung technisch-innovatorischen Handelns aus den Kontexten der Erkenntnisproduktion; Forschungstechnologien, wie das Chemical Engineering, die Computerprogrammierung oder die Genmanipulation, verselbständigen sich zu neuen Formen der Wissenschaft, die als „Techno-Science“ oder „Hochtechnologie“ aufgefaßt werden (Latour 1987; Rammert 1995).

Auf der anderen Seite war das technisch-innovatorische Handeln mit dem Aufkommen des industriekapitalistischen Systems wesentliches Element wirtschaftlichen Handelns. Technische Innovationen werden neben organisatorischen Innovationen von Arbeit, Unternehmen und Vermarktung als zentrale Mittel eingesetzt, die Produktionskosten durch Prozeßinnovationen zu senken und neue Märkte durch Produktinnovationen zu erobern. Die Einbindung in das wirtschaftliche System ging soweit, daß die Definition technologischer Effektivität sich kaum von der Bestimmung ökonomischer Effizienz unterschied und der Gang technischer Entwicklung von Karl Marx wie von Max Weber als letztlich von der Wirtschaft bestimmt gesehen wurde.

Da dem innovatorischen Handeln die Tendenz innewohnt, Bewährtes zu entwerten (vgl. dazu grundsätzlich Groys 1992, S. 63), im Rahmen der Wirtschaft also die akkumulierten Werte von Produkten und Produktionsmitteln, einschließlich Arbeitsqualifikationen und technologischem Know-how, vorzeitigem „moralischem Verschleiß“ (so schon Marx) zuzuführen, wurden bisher seiner Verselbständigung Grenzen gesetzt. Um die von Schumpeter herausgestellte „destruktive“ Kraft der Innovation unter Kontrolle zu halten, haben sich im Wirtschaftssystem viele ver-

schiedene Institutionen, wie die geheime Marktabsprache, die industrielle Gemeinschaftsforschung, die enge Hersteller-Anwender-Kooperation, die praxisorientierte Ingenieurausbildung und die eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung, herausgebildet. Im deutschen Maschinenbau hat sich zum Beispiel ein „praxisorientiertes Innovationsmuster“ entwickelt, in dem die Tendenzen zur Autonomisierung dadurch begrenzt wurden, daß naturwissenschaftliches Wissen nur selektiv herangezogen wurde, daß in der Innovationspraxis an existierende „Maschinenkonzepte“ angeknüpft wurde und daß die Koordination durch vermittelnde Verbände und staatliche Förderprogramme sich an den gewachsenen „Maschinenbaukulturen“ orientierte. Doch dieses bewährte „praxisorientierte Innovationsmuster“ scheint sich gegenwärtig offensichtlich aufzulösen. Der Grund dafür liegt - so meine These - in der reflexiven Modernisierung des Innovationsverlaufs, seiner Entbettung aus den eingespielten Bahnen und der beginnenden institutionellen Ausdifferenzierung eines Innovationssystems als Antwort auf die Globalisierung der technischen Innovation.

4. Reflexive Modernisierung der technischen Innovation

Wie unterscheiden sich Modernisierung und „reflexive Modernisierung“? Grob vereinfacht kann man sagen, daß mit Modernisierung die Herauslösung von Handlungen aus lokalen und kurzzeitigen Kontexten, ihre Spezialisierung und Reinigung von Fremdaspekten und ihre rekursive Vernetzung zu globalen Handlungssystemen gemeint ist (vgl. Giddens 1995). Aus systemtheoretischer Perspektive wird dieser Prozeß eher vom Ergebnis her als funktionale Ausdifferenzierung von an speziellen Codes orientierten autopoietischen Systemen der Kommunikation beschrieben (vgl. Luhmann 1987). Reflexive Modernisierung setzt ein, wenn die Folgen der Differenzierung und Verselbständigung zunehmend beobachtet und bedacht werden. Zeitlich und räumlich entferntere Ereignisse und Handlungen werden in die Reflexion eingebaut und führen automatisch zu einer abstrakteren Temporalisierung und mächtigeren Globalisierung gegenüber situativen Handlungen und örtlichen Entscheidungen.

Anstatt diese Aspekte reflexiver Modernisierung weiter zu vertiefen, versuche ich hier, diese Sichtweise nur auf das innovatorische Handeln und die technischen Innovationsverläufe anzuwenden. Technisches Innovati-

onshandeln fand zu Beginn des Jahrhunderts an vielen Orten statt: Einzelerfinder und kleinere Teams bastelten in Stuben und Garagen; ange stellte Ingenieure verbesserten Konstruktionen in der Fabrik; Experimentatoren entwickelten neue Apparate und Vorrichtungen im Forschungslabor. Patentkataloge, Fachzeitschriften und Industriemessen stifteten zwar vereinzelt globalere Bezüge; im wesentlichen fanden die Handlungen jedoch in lokalen Zirkeln und lockeren Zusammenhängen statt, z.B. in zeitweiligen Interaktionen mit Naturforschern, in begrenzten Kooperationen mit Anwenderfirmen oder im wiederholten Austausch mit Fachkollegen. Erst mit den Tendenzen der Technologisierung einzelner Wissenschaften, z.B. zu Laborwissenschaften (Knorr-Cetina 1995), und der Verwissenschaftlichung einzelner Industrien zu den sog. „science-based industries“ (Noble 1977; Hack 1988) beginnt eine Spezialisierung und eine stärker von der Produktion und dem Produktionswissen getrennte Organisation der technischen Innovation. Trotz ihrer Lösung von der industriellen Produktion und der akademischen Grundlagenforschung bleibt sie aber noch in den jeweiligen Systemen von Wirtschaft und Wissenschaft lokalisiert: Die räumlich getrennten Forschungs- und Entwicklungsbereiche sind organisatorisch in die Großunternehmen der Wirtschaft integriert. Die neu gegründeten Technischen Hochschulen, Institute und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge sind weiterhin in das System der Wissenschaft eingebunden.

In dieser Modernisierung der technischen Innovation sind allerdings schon die Keime für die nachfolgend beobachtbaren Tendenzen einer radikaleren Entbettung und *Globalisierung der Technikentwicklung* angelegt.

- Die Wissensproduktion löst sich in vielen Bereichen aus den disziplinären Wissenschaftsstrukturen: Über interdisziplinäre Kooperation hinaus entstehen neue Hochtechnologiefelder und werden transdisziplinäre Forschungsfelder eingerichtet.
- Die Grenzen zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung und technologischer Anwendungsforschung zerfallen zunehmend: Technologisierung der Wissenschaften und Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung sind dabei treibende Kräfte.
- Die Ingenieurausbildung verlagert sich an die Hochschulen und löst sich von den traditionellen Praxiskontexten: Akademisierung und Verwissenschaftlichung der Qualifikation schaffen Distanz zu industrieller Praxis und dort bewährten Praktiken.

- Die gewachsenen Hersteller-Anwender-Beziehungen erodieren mit der Vergrößerung der Netzwerke und der Internationalisierung der Produktion: Flexiblere Kundenorientierung und schnellere Anpassung an Technik- und Marktveränderungen sind gefordert.
- Die herkömmlichen ökonomisch-technologischen Paradigmen der Produktion verlieren in vielen Bereichen ihre Geltung: Post-fordistische Produktionsweisen und Formen von Vernetzungswirtschaft treten neben Massenproduktion und Konzernbildung.
- Die üblichen vertikalen Wege des Wissenstransfers werden verlassen: Nur die Beteiligung an vielen Projekten kooperativer Wissensproduktion und die Einschaltung intermediärer Organisationen sichern die schnelle Aneignung neuen Wissens.
- Die Pluralisierung der Instanzen und Standpunkte im differenzierten Innovationssystem untergräbt die privilegierte technologiepolitische Stellung des Staates: Neben pointierte Programmförderung treten Moderationsaufgaben. Der Staat vermittelt zunehmend zwischen den verteilten Institutionen der Technikentwicklung. Er wird zum Koordinator zwischen nationalen und übernationalen Programmen und zum Schlichter zwischen innovationsfördernden und folgenkontrollierenden Kräften.

War der Innovationsverlauf früher durch eine relative Überschaubarkeit der erforderlichen technologischen Kenntnisse und Verfahren, durch eine einfache Rückkopplung mit der nächsten Stufe der Entwicklung, durch einigermaßen verlässliche Zeitintervalle, durch eine festgelegte Sequentialität der Entwicklung und durch eine hohe Verlässlichkeit der institutionellen und politischen Rahmenbedingungen gekennzeichnet, so zeigen sich gegenwärtig in aller Deutlichkeit die *Ambivalenzen der Modernisierung* und die Kontingenzen im Innovationsverlauf.

- Die *Identität* der zu entwickelnden Technik wird *multipler* und *unsicherer*: Wird es eine Arbeitsmaschine mit unterstützender Steuerungseinheit? Oder soll es eher ein Steuerungssystem mit daran hängenden Arbeitsmaschinen werden? Soll der vorhandene Fernseher oder soll der multimediale Computer Terminal für das Informationsnetz werden?
- Die *Rückkopplung* mit den ausdifferenzierten institutionellen Kontexten muß gleichzeitiger und vielfältiger ermöglicht werden, um

vom Anfang der Innovationsbiographie an ihre Erfolgchancen zu erhöhen. Dabei geht es nicht nur um die rekursiven Prozesse zwischen Technikherstellern und Technikverwendern (Asdonk u.a. 1991). Bedacht werden muß eine wachsende Vielfalt von Aspekten, wie die produktionstechnische Herstellbarkeit, die anwenderbezogene Nützlichkeit, die Kompatibilität mit anderen technischen Systemen, die staatliche Förderwürdigkeit, der Beitrag zum Firmenimage, die rechtliche Kontrollierbarkeit, die Umweltverträglichkeit und die soziale Akzeptanz des Produkts.

- Die *kritischen Passagepunkte* der Technikentwicklung zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik müssen durch Vermittlungsagenturen erkannt und durch Moderationsprozesse geebnet werden. An diesen prekären Übergängen läßt sich der Innovationsverlauf durch gelungene Übersetzung zwischen den Institutionen und ihren Orientierungskomplexen und durch frühzeitige Kompromißbildung über die technischen Standards beeinflussen und beschleunigen.
- Die *Emanzipation* der Innovationsverläufe von vorgegebenen engen regionalen Strukturen und traditionellen Trajektorien technischer Entwicklung nimmt tendenziell zu. Sie erzeugt Chancen und Risiken der „Individualisierung“ von Innovationsverläufen. Der Grad der Entscheidungsfreiheit zu Beginn steigt an, gleichzeitig wachsen jedoch mit der Länge des beschrittenen Pfades die Risiken der Irreversibilität und der Selbstfesselung (vgl. Callon 1993; Arthur 1989; David 1993).
- Die Unterschiede zwischen den einzelnen *Technikgenerationen* werden um so größer, je mehr sich die Innovationsverläufe von den engeren Strukturen emanzipieren und je stärker die Akzeleration der Entwicklung ansteigt. Der Tempowandel fördert das vorzeitige soziale Veralten von funktionierender Technik und daran angepaßter Qualifikation und Infrastruktur.

Was sich in diesen Tendenzen der Individualisierung von Innovationsverläufen von vorgestanzten Standardmodellen und der Autonomisierung der Technikentwicklung von den traditionellen Einbettungen andeutet, läßt sich meiner Ansicht nach am besten mit dem Begriff der „*reflexiven Innovation*“ fassen: Die Folgen der Differenzierung, Leistungssteigerung und Verselbständigung der Funktionssysteme, werden selbst zum Thema des innovatorischen Handelns. Indem die auf verschiedene

Institutionen verteilten innovatorischen Handlungen jeweils aus der Routine in die Reflexivität geholt werden und sich zunehmend wechselseitig aufeinander beziehen, entsteht auf einer zweiten Ebene ein relativ eigenständiger systemischer Zusammenhang der Selbstorganisation. Er könnte als „Innovationssystem“ beschrieben werden, das sich über die innovationsbezogenen Handlungen aus den differenzierten Systemen zunehmend selbstbezüglich konstituiert.

Wenn sich gegenüber der Erst-Codierung der innovatorischen Handlungen in den jeweiligen Funktionssystemen diese Art von Zweit-Codierung im Innovationssystem durchsetzen würde, würden manche Ängste vor mangelhafter Integration oder postmoderner Beliebigkeit an Substanz verlieren und könnten manche optimistischen Aufforderungen, wie Becks „Freiheit für die Technik!“ (1993, S. 180), besser begründet werden. Nicht Entdifferenzierung, nicht zentrale Steuerung und auch nicht naturwüchsige Integration durch die Interpenetration der Funktionssysteme (Münch 1991, S. 332) zeigte dann eine Lösung der Verselbständigungsprobleme in modernen Gesellschaften an, sondern die Ausdifferenzierung und reflexive Institutionalisierung eines solchen sekundären Systems der Innovation.

5. Tendenzen interaktiver Vernetzung und die Herausbildung eines globalen Innovationssystems

Wie ließe sich die These vom Aufkommen einer neuen Innovationsweise über die bisher herangezogenen Belege hinaus empirisch gründlicher überprüfen? Eine erste Forschungsstrategie bestünde darin, in technikgenetischen Einzelfallstudien und in ihrem Vergleich nach markanten Veränderungen von Verlaufsmustern zu suchen. Dazu müßte gar nicht mal die Zahl der empirisch untersuchten Fälle stark vermehrt werden, sondern es müßten vor allen Dingen die Methoden der Analyse von Innovationsverläufen verfeinert und vereinheitlicht werden. Die Lebenslaufforschung mit ihren speziellen Analyseinstrumentarien auf der Mikro- und der Makroebene (Kohli 1986) könnte nachahmenswerte Anregungen geben.

Eine andere Möglichkeit, die These von der reflexiven Modernisierung der Technikentwicklung zu überprüfen, böte die Strategie, die interakti-

ve Vernetzung zwischen den daran beteiligten Akteuren zu untersuchen. Erste Anhaltspunkte dafür, daß sich zwischen den ausdifferenzierten Institutionen ein selbstbezügliches Innovationssystem herausbildet, könnten aus der Analyse der Vernetzungsmodi, der zeitlichen Dauer und der territorialen Ausdehnung der Vernetzung innovatorischen Handelns zu einem globalen Innovationssystem gewonnen werden.

Soziale Netzwerke sind kein neuer Gegenstand der Soziologie; aber als eine gegenüber Markt und Hierarchie eigenständige Form der Handlungskoordination, die wesentlich auf Verhandlung und Vertrauen in reziproken Beziehungen beruht (Powell 1990; Mayntz 1992; Mahnkopf 1994), haben Netzwerke gegenwärtig eine qualitativ neue Bedeutung erlangt. Von den häufig noch hierarchisch strukturierten strategischen Unternehmensnetzwerken (Sydow 1992) zwischen Zulieferern und Herstellern, von Herstellern und Anwendern in der Wirtschaft über die Politik-Netzwerke als nichtstaatliche Regulierungsagenturen in verschiedenen Politikfeldern bis hin zu den die differenzierten Institutionen der Technikentwicklung übergreifenden Innovationsnetzwerken (Freeman 1991) scheinen sich soziale Netzwerke als ein Strukturierungsprinzip durchzusetzen, welches die Flexibilität des Marktes mit der Verbindlichkeit der Organisation auf eigene Weise verknüpft. Netzwerke beginnen mit Interaktionen zwischen heterogenen Akteuren, wachsen und verfestigen sich mit der Zeit der Interaktionsgeschichte und mit der Zahl der einbezogenen Akteure und können sich mit angemessener institutioneller und technischer Infrastruktur zu globalen Innovationssystemen herausbilden. Idealtypisch ließen sich für den Bereich der Technikentwicklung drei Stufen der interaktiven Vernetzung feststellen:

(1) *Die Umstellung von fallweiser Kooperation zu strategischer Vernetzung:* Neben dem Kauf von Patenten (Markt) und der Beschäftigung von Forschern im Labor (Hierarchie) gab es immer schon die Kooperation von Unternehmen mit einzelnen Wissenschaftlern und Instituten. Mit der Einrichtung industrieller Gemeinschaftsforschung wurde zwar eine dauerhaftere Vernetzung vieler betrieblicher Innovationsakteure einer Branche mit der Wissenschaft hergestellt. Sie tendiert allerdings zu einer festen Organisationsstruktur und bleibt auf einen engen Problemausschnitt begrenzt.

Militärische Projekte der Technikentwicklung schufen schon früh paradigmatische Muster für spätere Innovationsnetzwerke, z.B. das Raketen-

projekt der Deutschen (Weyer 1993), das Enigma-Projekt der Briten (Hodges 1989) oder das Manhattan-Projekt der Amerikaner im Zweiten Weltkrieg. In diesem Kontext der strategischen Steuerung der Interaktionen zwischen wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Akteuren entstand auch die Methode der Netzwerkplanung. Die Verdichtung der Interaktion war jedoch stark hierarchisch geprägt, die Vernetzung blieb missionsorientiert und zeitlich begrenzt. Selbst die fortlebenden Verstrickungen im militärisch-wissenschaftlich-industriellen Komplex lösten sich dann angesichts öffentlicher Kritik und politischen Protests später auf.

(2) *Die Ausweitung von bilateraler Kooperation zu multilateraler Vernetzung:* Wichtiger als die Vermehrung strategischer Unternehmensnetzwerke ist in unserem Zusammenhang die Ausweitung von bilateralen Kooperationsbeziehungen zu regelrechten multilateralen Innovationsnetzwerken (Kowol, Krohn 1995). Geht es bei der ersten Form um Hersteller-Anwender-Kooperationen in der Wirtschaft oder um Entwickler-Hersteller-Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, so sollte man nur dann von Innovationsnetzwerken sprechen, wenn daran Akteure und Institutionen aus mindestens den drei Bereichen der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Politik beteiligt sind. Sowohl die gezielte Einrichtung örtlicher Technologie- und Transferzentren als auch die geförderte Herausbildung regionaler Innovationsnetzwerke zeugen von der Tendenz, durch Netzwerke Unsicherheiten zu reduzieren, Rekursivität zu fördern und wechselseitige Reflexivität zwischen den Innovationsakteuren zu stimulieren. Denn Innovationen sind heute immer weniger das Ergebnis einsamer Neuerer im Labor oder eine innere Angelegenheit eines einzelnen Unternehmens, sondern das Produkt der Interaktion zwischen Akteuren (Hakanson 1987, S. 3).

(3) *Die Globalisierung von lokaler Kooperation zu nationalen und internationalen Innovationssystemen:* Das vom MITI in Japan institutionalisierte System der koordinierten Industrie-, Technologie- und Forschungspolitik ist ein Beispiel für diese Richtung der Entwicklung. Die Förderprogramme der Europäischen Union, wie ESPRIT u.a., haben noch nicht diese Vernetzung und Wechselseitigkeit erreicht. Am ehesten sind solche Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie und in den neuen Hochtechnologiebereichen zu erwarten, die wie die „Künstliche Intelligenz“ nicht ohne ein solches Netzwerk aus wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und politischer Community entstanden wären (Ahrweiler

1995) oder die als neue Technologietypen auch eine neue technische Infrastruktur für die Innovation benötigen (van den Ven 1993). Die Clinton/Gore-Initiative zur nationalen Informationsinfrastruktur könnte, wenn sie nicht auf eine Mission begrenzt bleibt, ein weiteres Beispiel für den Aufbau eines intern differenzierten Innovationssystems werden (Kubicek 1995). Mit Blick auf die Herausbildung eines nationalen Innovationssystems wird zunehmend die mangelnde Einbeziehung weiterer Akteure, wie der Arbeiter, der Verbraucher und der öffentlichen Nachfrager, beklagt (Lundvall 1988, S. 365).

Innovationsverläufe unterscheiden sich dann wesentlich von der vorherigen „Normalbiographie“, wenn sie nicht mehr sequentiell, lokal kontrolliert und bilateral koordiniert vorangetrieben werden, sondern wenn durch ständige Rekursivität des innovatorischen Handelns, durch die Multilateralität der Referenzen und durch die wechselseitige Reflexivität der beteiligten Akteure ein Innovationssystem produziert und reproduziert wird. Es zeigt emergente Qualitäten einer eigenständigen Institution, wenn es auf die Eigenheiten der anderen beteiligten Institutionen zurückwirkt.

Dafür gibt es Indizien. In der Wissenschaft zeigt sich z.B. ein neuer Modus der Wissensproduktion, der von der klassischen Disziplinstruktur abweicht. Neben dem bisher vorherrschenden Modell der „Newton-Wissenschaft“, in dem Wissen in disziplinären oder multidisziplinären Kontexten des Wissenschaftssystems erzeugt und von der jeweiligen Profession kontrolliert wird, hat sich ein „sozial verteiltes Wissensproduktionssystem“ herausgebildet (Gibbons u.a. 1994, S. 10). Es entsteht aus der engen Interaktion von vielen Akteuren und entwickelt sich quer zu den existierenden institutionellen Barrieren zu einem Netz aus vielen Knoten auf dem Globus mit steigender Verknüpfungsdichte. Es zeichnet sich durch eine transdisziplinäre und heterogene Vernetzung und eine hohe Reflexivität für die Folgen der Forschung aus. Es berücksichtigt aus sozialer Verantwortung ein weiterreichendes Spektrum von Kriterien und Experten, um die Qualität des Wissens zu beurteilen (vgl. Funtowicz, Ravetz 1993).

In der Wirtschaft scheint sich das festgefügte Bild der klassischen Industriebranchen und der großbetrieblichen Organisationsformen aufzulösen. Die systemische Interdependenz zwischen den Betrieben einer Produktionskette von jeweiligen Technikherstellern und Technikanwendern

hat zugenommen (Lundvall 1988, S. 350; Sauer, Döhl 1994). Neue Produktentwicklungen erfordern heute zunehmend neues Wissen aus anderen Bereichen, eine umfassende Mobilisierung der verschiedenen Ressourcen und eine Koordination der spezialisierten komplementären Produktionsschritte, die eine Kooperation mit Konkurrenten innerhalb und mit anderen Akteuren außerhalb der eigenen Branche nahelegen (vgl. Hakanson 1987, S. 3 ff.). Neue Formen „virtueller Integration“ bleiben nicht auf die junge mit hohen Risiken behaftete Halbleiterindustrie (Voskamp, Wittke 1994, S. 233) beschränkt; die kundenspezifische Produktgestaltung und die informationstechnische Vernetzung der Stationen vom Entwicklungslabor bis zum Endverbraucher begünstigen in Zukunft räumlich verteilte „virtuelle Unternehmen“ (Davidow, Malone 1993, S. 16) gegenüber konzentrierten Großunternehmen. In vielen Bereichen zeichnen sich schon die Konturen einer „Vernetzungswirtschaft“ ab (Mill, Weißbach 1992).

In der Politik stoßen die klassische Ressortpolitik und ihre Steuerungsformen angesichts der ausdifferenzierten Kontexte, der heterogenen handlungsmächtigen korporativen Akteure und der sachlichen Komplexität rasch an Grenzen (vgl. u.a. Mayntz 1993). Im Hinblick auf die Formulierung und Implementation einer integrierten Innovationspolitik reicht die Bündelung der Dömanen in einem „Superministerium“ nicht aus, wenn nicht durch *ressortübergreifende Vernetzungen* Forschungs-, Technologie-, Bildungs-, Wirtschafts-, Europa- und Regionalpolitik aufeinander abgestimmt werden. In Zukunft dürften die Stimulierung von Kommunikation zwischen den heterogenen Akteuren, z.B. durch Leitbilddiskurse (Dierkes u.a. 1992), die Koordination von transdisziplinären, interinstitutionellen und internationalen Netzwerken (Gibbons u.a. 1994, S. 160 ff.) und der Aufbau einer institutionellen und informationstechnischen Infrastruktur für das lose geflochtene Innovationssystem (Lash 1994, S. 120 f.) immer wichtiger werden.

Ob und wie sich die Innovationsverläufe unter den hier beschriebenen Bedingungen eines differenzierten Innovationssystems und einer interaktiven Vernetzung verändern, das sollte zentraler Gegenstand zukünftiger Forschung zur Technikentwicklung sein. Hier konnten nur empirische Hinweise und theoretische Gründe für die These beigebracht werden, daß die gegenwärtige Innovationskrise kein vorübergehendes konjunkturelles Phänomen ist und daß sie auch nicht von mangelnder technologischer Kreativität oder fehlendem schumpeterianischen Unternehmungs-

geist herrührt: Sie ist vielmehr Ausdruck kognitiver und institutioneller Anpassungsprobleme an eine neue Innovationsweise, die durch institutionelle Differenzierung, Reflexivität und interaktive Vernetzung gekennzeichnet werden kann.

Literatur

- Ahrweiler, P.: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland - Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs, Münster 1995.
- Altmann, N.; Bechtle, G.; Lutz, B.: Betrieb - Technik - Arbeit - Elemente einer soziologischen Analytik technisch-organisatorischer Veränderungen, Frankfurt/New York 1978.
- Arthur, B.: Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events. In: *Economic Journal*, vol. 99, 1989, pp. 116-131.
- Asdonk, J.; Bredeweg, U.; Kowol, U.: Innovation als rekursiver Prozeß - Ein theoretisches Modell zur Technikgenese im Bereich der Produktionstechnik. In: *Zeitschrift für Soziologie*, Heft 20, 1991, S. 290-304.
- Beck, U.: *Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt 1986.
- Beck, U.: *Die Erfindung des Politischen*, Frankfurt 1993.
- Beck, U.: The Reinvention of Politics: Towards a Theory of Reflexive Modernization. In: U. Beck et al. (eds.): *Reflexive Modernization*, Cambridge 1994, pp. 1-55.
- Beck, U.; Giddens, A.; Lash, S. (eds.): *Reflexive Modernization*, Cambridge 1994.
- Belt, H. van den; Rip, A.: The Nelson-Winter-Dosi-Model and Synthetic Dye Chemistry. In: W. Bijker et al. (eds.): *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge 1988, pp. 135-158.
- Berger, J. (Hrsg.): *Die Moderne - Kontinuitäten und Zäsuren*, Soziale Welt, Sonderband 4, Göttingen 1986.
- Bijker, W.; Hughes, T.; Pinch, T. (eds.): *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge 1988.
- Bora, A.; Döbert, R.: Konkurrierende Rationalitäten: Politischer und technikwissenschaftlicher Diskurs im Rahmen einer Technikfolgenabschätzung. In: *Soziale Welt*, Heft 1, 1993, S. 75-97.
- Callon, M.: Variety and Irreversibility in Networks of Technique Conception and Adoption. In: D. Foray; C. Freeman (eds.): *Technology and the Wealth of Nations*, London 1993, pp. 232-269.
- Daele, W. van den: Sozialverträglichkeit und Umweltverträglichkeit - Inhaltliche Mindeststandards und Verfahren bei der Beurteilung neuer Technik. In: *Politische Vierteljahresschrift*, Heft 2, 1993, S. 219-248.

- David, P.: Path-Dependence and Predictability in Dynamic Systems with Local Network Externalities: A Paradigm for Historical Economics. In: D. Foray; C. Freeman (eds.): Technology and the Wealth of Nations, London 1993, pp. 208-231.
- Davidow, W.; Malone, M.: Das virtuelle Unternehmen - Der Kunde als Co-Produzent, Frankfurt/New York 1993.
- Deutschmann, C.; Faust, M.; Jauch, P.; Notz, P.: Veränderungen der Rolle des Managements im Prozeß reflexiver Rationalisierung. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 6, 24. Jg., 1995, S. 436-450.
- Dierkes, M.; Hoffmann, U. (eds.): New Technology at the Outset - Social Forces in the Shaping of Technological Innovation, Frankfurt/New York 1992.
- Dierkes, M.; Hoffmann, U.; Marz, L.: Leitbild und Technik - Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen, Berlin 1992.
- Dosi, G.: Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: Research Policy, vol. 11, 1982, pp. 147-162.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. (eds.): Technical Change and Economic Theory, London 1988.
- Foray, D.; Freeman, C. (eds.): Technology and the Wealth of Nations, London 1993.
- Freeman, C.: Introduction. In: G. Dosi u.a. (eds.): Technical Change and Economic Theory, London 1988, pp. 1-12.
- Freeman, C.: Networks of Innovation: A Synthesis of Research Issues. In: Research Policy, vol. 20, 1991, pp. 499-514.
- Freeman, C.; Perez, C.: The Diffusion of Technological Innovations and Changes of Techno-Economic Paradigm. Paper Presented at the Conference on Innovation Diffusion, Venedig 1986.
- Frost, P.; Egri, C.: The Political Process of Innovation. In: Research in Organization Behavior, vol. 13, 1991, pp. 229-295.
- Funtowicz, S.; Ravetz, J.: Science for the Post-Normal Age. In: Futures, Sept. 1993, pp. 739-755.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P.; Trow, P.: The New Production of Knowledge - The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London 1994.
- Giddens, A.: Die Konstitution der Gesellschaft, Frankfurt/New York 1988.
- Giddens, A.: Tradition in der post-traditionalen Gesellschaft. In: Soziale Welt, Heft 4, 44. Jg., 1993, S. 445-485.
- Giddens, A.: Konsequenzen der Moderne, Frankfurt 1995.
- Groys, B.: Über das Neue - Versuch einer Kulturökonomie, München 1992.
- Grupp, H.: Der Delphi-Report - Innovationen für unsere Zukunft, Stuttgart 1995.
- Hack, L.: Vor Vollendung der Tatsachen - Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution, Frankfurt 1988.

- Hakanson, H. (ed.): Industrial Technological Development - A Network Approach, London 1987.**
- Halfmann, J.; Bechmann, G.; Rammert, W. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft - Theoriebausteine der Techniksoziologie, Jahrbuch 8, Frankfurt/New York 1995.**
- Hirsch-Kreinsen, H.: NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt/New York 1993.**
- Hirsch-Kreinsen, H.: Innovationspotentiale und Innovationsprobleme des Werkzeugmaschinenbaus - Zum Verhältnis von Verwissenschaftlichung und industrieller Praxis. In: WSI-Mitteilungen, Heft 2, 1994, S. 94-102.**
- Hirsch-Kreinsen, H.: Produktionstechnische Entwicklung - Historischer Wandel und aktuelle Probleme, Vortragsmanuskript von der Sektionssitzung „Wissenschafts- und Technikstandort Deutschland“ auf dem Deutschen Soziologentag in Halle, 1995.**
- Hodges, A.: Alan Turing, Enigma, Berlin 1989.**
- Hughes, T.S.: The Development Phase of Technological Change. In: Technology and Culture, vol. 17, 1976, pp. 423-431.**
- Jewkes, J.; Sawers, D.; Stillerman, R.: The Sources of Invention, New York 1959.**
- Jürgens, U.; Naschold, F.: Arbeits- und industriepolitische Entwicklungsgespässe der deutschen Industrie in den neunziger Jahren. In: W. Zapf; M. Dierkes (Hrsg.): Institutionen-Vergleich und Institutionendynamik, WZB-Jahrbuch, Berlin 1994, S. 239-270.**
- Keck, O.: The National System for Technical Innovation in Germany. In: R. Nelson (ed.): National Innovation System - A Comparative Analysis, Oxford 1993, pp. 115-155.**
- Kern, H.; Sabel, C.: Verblaßte Tugenden - Zur Krise des deutschen Produktionsmodells. In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9, Göttingen 1994, S. 605-624.**
- Knorr-Cetina, K.: Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science. In: S. Jasanoff et al. (eds.): Handbook of Science and Technology Studies, Thousand Oaks 1995, pp. 140-166.**
- Kohli, M.: Gesellschaftszeit und Lebenszeit - Der Lebenslauf im Strukturwandel der Moderne. In: J. Berger (Hrsg.): Die Moderne - Kontinuitäten und Zäsuren, Soziale Welt, Sonderband 4, Göttingen 1986, S. 183-208.**
- Kowol, U.; Krohn, W.: Innovationsnetzwerke - Ein Modell der Technikgenese. In: J. Halfmann u.a. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8, Frankfurt/New York 1995, S. 77-105.**
- Krohn, W.; Rammert, W.: Technologieentwicklung: Autonomer Prozeß und industrielle Strategie. In: B. Lutz (Hrsg.): Soziologie und gesellschaftliche Entwicklung, Frankfurt/New York 1985, S. 411-433.**
- Kubicek, H.: Duale Informationsordnung als Sicherung des öffentlichen Zugangs zu Informationen. In: CR (Computer und Recht), Heft 6, 1995, S. 370-379.**

- Kubicek, H.; Seeger, P. (Hrsg.): *Perspektive Techniksteuerung*, Berlin 1993.
- Lash, S.: *Reflexivity and its Doubles: Structure, Aesthetics, Community*. In: U. Beck et al. (eds.): *Reflexive Modernization*, Cambridge 1994, pp. 110-172.
- Latour, B.: *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge/MA 1987.
- Luhmann, N.: *Soziologische Aufklärung 4: Beiträge zur funktionalen Differenzierung der Gesellschaft*, Opladen 1987.
- Luhmann, N.: *Beobachtungen der Moderne*, Opladen 1992.
- Lundvall, B.-A.: *Innovation as an Interactive Process: From User-Producer-Interaction to the National System of Innovation*. In: G. Dosi et al. (eds.): *Technical Change and Economic Theory*, London 1988, pp. 349-369.
- Lundvall, B.-A.: *User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalization*. In: D. Foray; C. Freeman (eds.): *Technology and the Wealth of Nations*, London 1993, pp. 277-300.
- Lutz, B.: *Produktionsprozeß und Berufsqualifikation*. In: Th.W. Adorno (Hrsg.): *Spätkapitalismus oder Industriegesellschaft?* Stuttgart 1969, S. 227-250.
- Lutz, B.: *Der kurze Traum immerwährender Prosperität - Eine Neuinterpretation der industriell-kapitalistischen Entwicklung im Europa des 20. Jahrhunderts*, Frankfurt/New York 1984 (2. Auflage 1989).
- Lutz, B.; Veltz, P.: *Maschinenbauer versus Informatiker - Gesellschaftliche Einflüsse auf die fertigungstechnische Entwicklung in Deutschland und Frankreich*. In: K. Düll; B. Lutz (Hrsg.): *Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich*, Frankfurt/New York 1989, S. 213-285.
- Mahnkopf, B.: *Markt, Hierarchie und soziale Beziehungen - Zur Bedeutung reziproker Beziehungsnetzwerke in modernen Marktgesellschaften*. In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9*, Göttingen 1994, S. 65-84.
- Manegold, K.-H.: *Universität, Technische Hochschule und Industrie*, Berlin 1970.
- Marcuse, H.: *Industrialisierung und Kapitalismus im Werk Max Webers*. In: H. Marcuse (Hrsg.): *Kultur und Gesellschaft 2*, 8. Aufl., Frankfurt 1970, S. 107-129.
- Mayntz, R.: *Modernisierung und die Logik von interorganisatorischen Netzwerken*. In: *Journal für Sozialforschung*, Heft 1, 31. Jg., 1992, S. 19-32.
- Mayntz, R.: *Policy-Netzwerke und die Logik von Verhandlungssystemen*. In: A. Héretier (Hrsg.): *Policy Analyses, Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24*, 1993, S. 39-56.
- Mayntz, R.; Rosewitz, B.; Schimank, U.; Stichweh, R.: *Differenzierung und Verselbständigung - Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme*, Frankfurt/New York 1988.
- Mayntz, R.; Schneider, V.: *The Dynamic of System Development in a Comparative Perspective: Interactive Videotex in Germany, France and Britain*. In: R. Mayntz; T. Hughes (eds.): *The Development of Large Technical Systems*, Frankfurt/New York 1988, pp. 263-298.

- Mensch, G.: Zur Dynamik des technischen Fortschritts. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Heft 41, 1971, 295-314.
- Mill, U.; Weißbach, H.-J.: Vernetzungswirtschaft: Ursachen, Funktionsprinzipien, Funktionsprobleme. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriosozologie? Berlin 1992, S. 315-342.
- Münch, R.: Dialektik der Kommunikationsgesellschaft, Frankfurt 1991.
- Nelson, R.; Winter, S.: In Search of a Useful Theory of Innovation. In: Research Policy, no. 6, 1977, pp. 36-76.
- Nelson, R. (ed.): National Innovation Systems - A Comparative Analysis, Oxford 1993.
- Noble, D.F.: America by Design - Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism, New York 1977.
- Powell, W.: Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization. In: Research in Organization Behavior, no. 12, 1990, pp. 295-336.
- Rammert, W.: Technik aus soziologischer Perspektive, Opladen 1993.
- Rammert, W.: Von der Informatik zur Kinematik: Konzeptuelle Wurzeln der Hochtechnologie im sozialen Kontext. In: W. Rammert (Hrsg.): Soziologie und künstliche Intelligenz, Frankfurt/New York 1995, S. 65-110.
- Rammert, W.: New Rules of Sociological Method: Rethinking Technology Studies. In: British Journal of Sociology, 1996 (im Erscheinen).
- Rammert, W.; Bechmann, G. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft - Konstruktion und Evolution von Technik, Jahrbuch 7, Frankfurt/New York 1994.
- Reich, L.: The Making of American Industrial Research, Cambridge 1985.
- Sauer, D.; Döhl, V.: Arbeit an der Kette - Systemische Rationalisierung unternehmensübergreifender Produktion. In: Soziale Welt, Heft 2, 45. Jg., 1994, S. 197-215.
- Schumpeter, J.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Berlin 1912.
- Schumpeter, J.: Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, Bern 1946 (1. Aufl. 1942).
- Schumpeter, J.: Konjunkturzyklen, Göttingen 1961 (1. Aufl. 1939).
- Sydow, J.: Strategische Netzwerke - Evaluation und Organisation, Wiesbaden 1992.
- Sydow, J.; Windeler, A. (Hrsg.): Management interorganisationaler Beziehungen, Opladen 1994.
- Tushman, M.; Rosenkopf, L.: Organizational Determinants of Technological Change: Towards a Sociology of Technological Evolution. In: Research in Organization Behavior, no. 14, 1992, pp. 311-347.
- Ullrich, O.: Technik und Herrschaft - Vom Handwerk zur verdinglichten Blockstruktur der industriellen Produktion, Frankfurt 1977.
- Ven, A. van den: The Emergence of an Industrial Infrastructure for Technological Innovation. In: Journal of Comparative Economics, no. 17, 1993, pp. 338-365.

- Ven, A. van den; Garud, R.: The Coevolution of Technical and Institutional Events in the Development of an Innovation. In: J. Baum; J. Singh (eds.): Evolutionary Dynamics of Organizations, Oxford 1994, pp. 425-443.
- Vernon, R.: International Investment and International Trade in the Product Cycle. In: Quarterly Journal of Economics, vol. 80, 1966, pp. 190-207.
- Voskamp, U.; Wittke, V.: Von „Silicon Valley“ zur „virtuellen Integration“ - Neue Formen der Organisation von Innovationsprozessen am Beispiel der Halbleiterindustrie. In: J. Sydow; A. Windeler (Hrsg.): Management interorganisationaler Beziehungen, Opladen 1994, S. 212-243.
- Wagner, P.: Die Soziologie der Genese sozialer Institutionen. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 6, 22. Jg., 1995, S. 464-476.
- Weick, C.: Technology as Equivoque - Sense-Making in New Technologies. In: P. Goodman; L. Sproull (eds.): Technology and Organizations, San Francisco 1990, pp. 1-44.
- Weingart, P. (Hrsg.): Technik als sozialer Prozeß, Frankfurt 1989.
- Weyer, J.: Akteurstrategien und strukturelle Eigendynamiken - Raumfahrt in Westdeutschland 1945-1965, Göttingen 1993.
- Wittke, V.: Wandel des deutschen Produktionsmodells: Beschleunigen oder Umsteuern? In: SOFI (Hrsg.): Im Zeichen des Umbruchs, Beiträge zu einer anderen Standortdebatte, Opladen 1995, S. 109-124.
- Womack, J.; Jones, D.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie, Frankfurt/New York 1991.
- Zapf, W.: Innovationschancen der westeuropäischen Gesellschaften. In: J. Berger (Hrsg.): Die Moderne - Kontinuitäten und Zäsuren, Soziale Welt, Sonderband 4, Göttingen 1986, S. 167-179.
- Zapf, W. (Hrsg.): Die Modernisierung moderner Gesellschaften, Frankfurt 1991.

Institutionelle Differenzierung des produktionstechnischen Innovationsmusters

1. Genereller Wandel von Innovationsprozessen und Besonderheiten von Produktionstechnik

Gegenstand der folgenden Ausführungen ist der Wandel des produktionstechnischen Innovationsmusters in Deutschland. Ausgangspunkt sind dabei die Thesen Rammerts (s. den Beitrag von Rammert in diesem Band), mit denen er einen als generell angenommenen Wandel innovatorischen Handelns als fortlaufenden Prozeß der Differenzierung und Systembildung begreift und diesen Wandel als „einen Fall von reflexiver Modernisierung“ ansieht. Danach beginnt sich unter dem Druck der Globalisierung der Produktion und der Beschleunigung von Innovationsprozessen das traditionelle Innovationsmuster aufzulösen, es bilden sich neue Innovationszusammenhänge, wobei der Erfolg oder der Mißerfolg zukünftigen innovatorischen Handelns nicht zuletzt von der Fähigkeit abhängt, die gewandelten institutionellen Bedingungen „reflexiv“ zu bearbeiten.

Diese Thesen stehen im Kontext der - nicht zuletzt von Rammert selbst vorangetriebenen - techniksoziologischen Theoriediskussion, die darauf zielt, ein generelles Entwicklungs- und Durchsetzungsmuster von Technik zu identifizieren, das sich auf einen der evolutionstheoretischen Entwürfe gesellschaftlicher Entwicklung beziehen läßt. Das allerdings schwer lösbare Problem hierbei ist, daß der Prozeß von Technikentwicklung und -verbreitung in ganz unterschiedlichen sozialen Feldern und Bedingungszusammenhängen, in verschiedener Weise verläuft und ebenso verschiedenartige Effekte nach sich zieht (Lutz 1987). Allenfalls lassen sich daher auf einer generellen Ebene Gemeinsamkeiten von Entwicklungsverläufen unterschiedlicher Techniken benennen, die aufgrund ihrer Allgemeinheit dann allerdings nur noch von begrenzter Aussagekraft

für die Erklärung relevanter Entstehungszusammenhänge, prognostischer Aussagen über mögliche Technikfolgen oder gar steuerungspolitische Hinweise sind.

Mit dem Rückgriff auf das Konzept der reflexiven Modernisierung wird nun allerdings versucht, in historischer Perspektive Veränderungen technischer Innovationsprozesse zu bezeichnen, denen - resümiert man neuere techniksoziologische Arbeiten der verschiedensten Provenienz¹ - offenbar generelle Relevanz zukommt und die als Ausdruck der gegenwärtigen gesellschaftlichen Umbruchsituation gedeutet werden können. Rammert zufolge ist zentrales Merkmal dieser Situation, daß die Folgen der Differenzierung, Leistungssteigerung und Verselbständigung der Innovationssysteme eben selbst zum Gegenstand innovatorischen Handelns werden (müssen).

Diese generelle Tendenz zeigt sich deutlich auch im Bereich produktionstechnischer Entwicklung, wobei allerdings ihren Besonderheiten Rechnung zu tragen ist: Produktionstechnik ist als Produktionsmittel zentrales Element im Prozeß industriell-kapitalistischer Rationalisierung und muß sich ständig unter ökonomischen Anwendungsbedingungen „bewähren“. Diese Techniken müssen so beschaffen sein, daß sie eine kosten- wie zeitmäßig konkurrenzfähige Produktion von Waren hinreichender Qualität erlauben. Ihre Anwendung und ihre Innovation stehen unter dem Druck des Rentabilitätskalküls der Anwender, das auf die Minimierung von Innovationskosten und die Amortisierung vorhandener Maschinen und Anlagen drängt. Vorherrschend sind daher in der industriellen Produktion Prozesse „schleichender“ Rationalisierung, die auf eine nur schrittweise und allmähliche Weiterentwicklung und Modifizierung technischer Anlagen und Systeme setzen. Entwicklungssprünge oder „technologische Paradigmenwechsel“ (Dosi 1982), die durch die Nutzung von neuem wissenschaftlichen und technologischen Wissen oder von grundlegend neuen industriellen Rationalisierungsstrategien angestoßen werden, sind eher die Ausnahme, und produktionstechnische Entwicklung weist einen ausgeprägt inkrementellen Charakter auf.

1 Vgl. beispielsweise das Resümee neuerer techniksoziologischer Studien von Kubicek und Seeger (1994), die einen Wandel von institutionellen Innovationsbedingungen, verbunden mit dem Problem einer „Organisationslücke“ bei Innovationen, konstatieren. Gemeint sind damit neuartige und offensichtlich generell auftretende Koordinationsprobleme bei Innovationsprozessen.

Aufgrund dieses besonderen Charakters von Produktionstechniken sind ihre Entwicklungsprozesse auf den verschiedenen Stufen relativ direkt dem Einfluß von Anwenderinteressen und -problemen ausgesetzt, und es finden sich enge Rückkopplungsprozesse zwischen Entwicklung und Anwendung. Sofern produktionstechnische Entwicklung überhaupt Gegenstand der bisherigen sozialwissenschaftlichen Technikforschung war, wurde sie deshalb als organisationsinterner und organisationsexterner „rekursiver“ Prozeß (Asdonk u.a. 1991) oder als „Kreislaufprozeß zwischen Entwicklung, Herstellung, Anwendung und Weiterentwicklung“ (Hirsch-Kreinsen 1993) begriffen.

Diese Rückkopplungsprozesse verlaufen nun innerhalb und zwischen Entwicklern, Herstellern und Anwendern. In intra-organisatorischer Perspektive, innerhalb von Entwickler- und Herstellerunternehmen, handelt es sich um das Zusammenspiel verschiedener Abteilungen wie Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Fertigung. In interorganisatorischer Perspektive geht es um die Konstellation von Entwicklern, Herstellern, Anwendern und - wie noch genauer zu zeigen ist - um weitere Organisationen. Diese interorganisationalen Arrangements kollektiver und korporativer Akteure wurden an anderer Stelle auch als „produktionstechnische Innovationsmuster“ gefaßt (Hirsch-Kreinsen 1993, S. 48 ff.).

Unsere These ist nun, daß im Verlauf der Industrialisierung Innovationsmuster produktionstechnischer Entwicklung in einem Prozeß fortlaufender institutioneller Differenzierung begriffen sind. Folge ist die ständige Gefahr einer Verselbständigung der Institutionen der Technikentwicklung gegenüber den Erfordernissen der industriellen Praxis und den Interessen der Technikanwender. Historisch gesehen besteht ein beständiges Spannungsverhältnis zwischen den Institutionen der Technikentwicklung und den Erfordernissen der industriellen Praxis, das durch stets neue Formen von Rückkopplungsprozessen beherrschbar gemacht werden muß. Industrielle Praxis umfaßt dabei ein weites Feld kontingenter Bedingungen, die von den stofflichen Unwägbarkeiten eines Produktionsprozesses bis hin zu nichtantizipierbaren sozialen Einflüssen reichen. Wie im einleitenden Beitrag von Bieber angedeutet, zeigten die Rückkopplungsprozesse in der Vergangenheit eine hohe Funktionsfähigkeit, während sie gegenwärtig erodieren.

2. Funktionierende Rückkopplung im Rahmen eines „praxisorientierten“ Innovationsmusters

Historisch sind im Zuge der Industrialisierung schon frühzeitig Tendenzen einer Ausdifferenzierung der an produktionstechnischer Entwicklung beteiligten Institutionen und Organisationen erkennbar. Rosenbergs (1975) instruktive Analyse der Entstehung des amerikanischen Werkzeugmaschinenbaus belegt diese Tendenz der Ausdifferenzierung schon für das letzte Jahrhundert. Zu nennen sind auf der Entwicklerseite Momente wie die Ausgründung eigenständiger Konstruktionsabteilungen und später selbständiger Maschinenbaufabriken, das Aufkommen von Forschungsinstitutionen und der Ingenieurwissenschaften und generell die massive Zunahme technisch und wissenschaftlich gebildeten Personals. Auf der Anwenderseite korreliert dies mit einem Prozeß gleichfalls fortschreitender Ausdifferenzierung der Einsatzbedingungen von Technik durch die zunehmende Arbeitsteiligkeit von Produktionsprozessen und dem Aufkommen neuer Anwenderbranchen.

Im Verlauf der fortschreitenden Industrialisierung wurde diese Dynamik der Ausdifferenzierung der Akteure von Technikentwicklung durch funktionierende Rückkopplungsmechanismen überbrückt; produktionstechnische Entwicklung blieb an die Bedingungen der industriellen Praxis gebunden. Es erhielt sich über viele Jahrzehnte hinweg ein prekäres Gleichgewicht zwischen den tendenziell autonom gesetzten Zielen und Kriterien der produktionstechnischen Entwicklung einerseits und den Erfordernissen industrieller Praxis andererseits. Dies gilt - zumindest für die Nachkriegszeit - für die Technikentwicklung in Deutschland, wo von einem in der Vergangenheit vorherrschenden „praxisorientierte“ Innovationsmuster gesprochen werden kann. Knapp zusammengefaßt lassen sich die Rückkopplungsmechanismen wie folgt beschreiben:

(1) Erstens existieren seit langem relativ stabile „Maschinenbaukulturen“, die sich nach Anwendungsfeldern wie Serienmaschinen für bestimmte Einsatzfelder mit weitgehend homogenen Anwendungsbedingungen und Sondermaschinen für spezielle Anwendungsfälle unterscheiden. Daneben spielen die verschiedensten technologischen Verfahren der Bearbeitung wie Drehen, Fräsen, Schleifen etc. eine unterscheidende Rolle. Aufs Ganze gesehen haben sich jedoch über Jahrzehnte hinweg relativ stabile Hersteller-Anwender-Beziehungen eingespielt. Einbezogen sind in der Regel ingenieurwissenschaftliche Institute, durch die häu-

fig in direktem Auftrag einzelner Werkzeugmaschinenhersteller spezialisierte Innovationsressourcen bereitgestellt werden. Basis für diese vergleichsweise enge Verschränkung der verschiedenen Akteure ist ein hohes Maß an wechselseitiger Kenntnis ihrer jeweiligen Interessen und Bedingungen - soziologisch kann von „Vertrauen“ gesprochen werden (vgl. z.B. Mahnkopf 1994).

(2) Zweitens basieren diese Kooperationsbeziehungen auf Personalstrukturen, die interorganisatorisch eine hohe Kompatibilität und wechselseitige Durchlässigkeit aufweisen. Wichtige personell-qualifikatorische Basis dieser kooperativen Rückkopplungsschleifen ist ein fertigungspraktisch erfahrendes, zugleich aber auch wissenschaftlich gebildetes Entwicklungspersonal. Dies zeigt sich beispielsweise an dem hohen Anteil von Fachschul- bzw. Fachhochschulabsolventen, der im Maschinenbau seit den 60er Jahren bei durchschnittlich zwei Dritteln aller Ingenieure liegt (VDMA 1988). Der kontinuierliche Wissensfluß wird außerdem auch durch industrienahen Karrieremuster von Ingenieurwissenschaftlern gesichert. So ist bekanntlich bisher der berufliche Werdegang von Maschinenbauprofessoren an erfolgreiche Karriereabschnitte in der Industrie gebunden. Wichtige Bedingung hierfür ist insbesondere die Fachrichtungsstruktur der Ingenieurwissenschaften, die ihre Entsprechung in den Konstruktionsbereichen der Werkzeugmaschinenbauer wie auch in vielen Anwendungsfeldern hat.

(3) Drittens ist die vermittelnde Funktion von Verbänden und ingenieurwissenschaftlichen Communities der verschiedensten Art zu nennen, die eine dauerhafte Kooperation zwischen den Organisationen der Technikentwicklung sicherstellt. Zu nennen sind hier die bekannten Verbände wie der VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.), der vor etwa 100 Jahren von der Industrie und von Vertretern von Hochschulen gegründete VDW (Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.), der VDI (Verein Deutscher Ingenieure) wie auch die AIF (Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsgemeinschaften). Die Verbände bieten bis heute im Rahmen fest etablierter Treffen und Gremien, an denen gleichermaßen Betriebsvertreter wie auch Wissenschaftler teilnehmen, die Möglichkeit zu kontinuierlichem Austausch von Erfahrungen und Know-how sowie zur Herstellung von Kontakten, aus denen dauerhafte FuE-Beziehungen hervorgingen und hervorgehen. Über die zum Teil staatlich finanzierte AIF werden finanzielle Mittel für anwendungsorientierte FuE-Projekte bereitgestellt, die in enger Kooperation

zwischen wissenschaftlichen Instituten und Werkzeugmaschinenbetrieben bearbeitet werden.

Dieses - hier in seinen Grundzügen skizzierte - praxisbestimmte Innovationsmuster herrscht in der Bundesrepublik teilweise bis heute vor. Mit Sicherheit dominiert es die produktionstechnische Entwicklung bis weit in die 80er Jahre hinein. In seinem Rahmen wurden zuverlässig jene Produktionstechniken bereitgestellt, die sowohl für die Großunternehmen der Massen- und Serienfertigung als auch für eine große Zahl mittlerer und kleinerer Betriebe etwa aus dem Maschinenbau benötigt werden (vgl. auch Kalkowski u.a. 1995).

3. Erosion der Rückkopplungsmechanismen

Spätestens seit den 80er Jahren beginnen die Strukturen dieses praxisorientierten Innovationsmusters produktionstechnischer Entwicklung jedoch zu erodieren. Seine Rückkopplungsmechanismen, die bisher das prekäre Gleichgewicht zwischen den auf Autonomie drängenden Entwicklungsprozessen und den Erfordernissen der industriellen Praxis sichern, verlieren zunehmend an Wirksamkeit. Die Ursachen sind struktureller Natur und finden sich sowohl auf der Entwickler- und Herstellerseite als auch auf der Anwenderseite. Es handelt sich dabei um Entwicklungsmomente, die schon seit längerem beobachtbar sind, die sich aber erst im Verlauf der letzten Jahre im Zusammenhang mit der ökonomischen Krise zu Beginn der 90er Jahre zu wirksamen Faktoren bündeln.

3.1 Einfluß von Wissenschaft und Technologie

Auf der Entwickler- und Herstellerseite liegen die Ursachen in den rasant wachsenden Nutzungspotentialen von Wissenschaft und Technologie, die sowohl den Charakter von Produktionstechnik als auch die damit verbundenen Entwicklerkonstellationen beträchtlich zu verändern beginnen. Zu nennen sind hier nicht nur die rasante Entwicklung der Informatik und Computertechnologie, sondern auch die neuen, zu den bisherigen ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen gleichsam querliegenden Disziplinen wie Mikrosystemtechnik, Optik, Sensorik und die neuen Materialwissenschaften (z.B. Meyer-Krahmer 1993). Diese Einflußgrö-

Ben induzieren einen Innovationsschub und eine erhebliche Komplexitätssteigerung von Produktionstechnik. Die Entwicklung größerer wissenschaftlicher Potentiale und neuer Techniken läßt sich einmal - im Sinne eines „technology push“ - auf die in den letzten Jahrzehnten sich verstärkende „Eigendynamik“ technischer Entwicklungsprozesse und der wissenschaftsimmanenten Generierung neuen Wissens zurückführen. Diese Prozesse stehen in Zusammenhang mit dem eingangs angedeuteten, generellen Prozeß der „Industrialisierung der Wissenschafts- und Technikentwicklung“ und der Effektivierung ihrer Methoden und Verfahren, die zur Ausweitung und Komplexitätssteigerung der Wissensbestände führte und führt. Dieser Prozeß wird freilich verstärkt - ganz im Sinne eines „demand pull“ - von neuen Strategien der Rationalisierung und des Technikeinsatzes vieler Anwender, die sich in den letzten Jahren durchzusetzen beginnen. Diese gewandelten, „systemisch“ auf den Gesamtprozeß der Produktion und der Wertschöpfungskette insgesamt gerichteten Rationalisierungsstrategien erfordern neue Produktionstechniken, die Bearbeitungs- und Organisationsfunktionen miteinander verbinden, Teilprozesse beschleunigen und sie zugleich informationstechnisch zu einem betrieblichen Gesamtsystem verknüpfen. Voraussetzung hierfür sind die umfassende Ausschöpfung der Potentiale der Informatik und der Computertechnologie, die Ausnutzung der immer billigeren und leistungsfähigeren Systemkomponenten und ihre Verknüpfung mit den herkömmlichen konventionellen Produktionstechniken.

Folge ist, daß sich die bisherige Akteurskonstellation der Technikentwicklung ausdifferenziert. Neben den Werkzeugmaschinenbau und die bisherigen ingenieurwissenschaftlichen Maschinenbauinstitute treten Entwickler aus der Computer- und Software-Industrie wie auch wissenschaftliche Institutionen der Grundlagenforschung. Dies korreliert mit einer tiefgreifenden Erosion der bislang relativ homogenen und praxisorientierten Strukturen des technischen Personals, der wachsenden Bedeutung theoretisch ausgebildeter Ingenieure und der daraus resultierenden Blockierung des Wissenstransfers zwischen Praxis und Entwicklung (vgl. VDMA 1988; Kalkowski u.a. 1995).

3.2 Veränderte Hersteller-Anwender-Beziehungen

Der Prozeß der Ausdifferenzierung des Innovationsmusters wird spätestens seit Beginn der 90er Jahre von den ökonomischen Krisentendenzen

beschleunigt, die nachhaltig die im Maschinenbau gewachsenen Hersteller-Anwender-Beziehungen zu verändern beginnen. Folgt man vorliegenden empirischen Befunden,² so sind hier widerspruchsvolle Entwicklungstendenzen beobachtbar:

Einerseits verlieren viele Hersteller ihren traditionellen und stabilen Bezug zur Anwendungspraxis. Zentrale Ursache hierfür ist die Tendenz zur Dezentralisierung von Unternehmen und zur Verringerung der Fertigungstiefe vieler Produktionsprozesse. Frühere Hersteller-Anwender-Beziehungen mit wenigen Partnern beginnen sich in Netzwerke mit einer tendenziell wachsenden Zahl von Akteuren zu wandeln. Verstärkend spielt hierbei die beschleunigte Internationalisierung der Produktion, d.h. die Tendenz zur Verlagerung von Produktionsstätten in die neuen Wachstumszonen der globalen Ökonomie, eine wichtige Rolle. Dadurch weiten sich Absatzfelder des Werkzeugmaschinenbaus räumlich beträchtlich aus, die internationale Konkurrenz nimmt zu und die Anwendungsbedingungen variieren aufgrund der wachsenden Bedeutung divergierender national- und regionspezifischer Produktionsmodelle zunehmend.

Andererseits findet durch die verstärkte Einbindung einzelner Werkzeugmaschinenhersteller in Zuliefernetzwerke großer Anwenderunternehmen eine Abschottung sich neu etablierender Hersteller-Anwender-Beziehungen statt, die kaum mehr zugänglich sind für weitere Akteure. Teilweise finden sich neuerdings sehr intensive Beziehungen zwischen Herstellern und Anwendern, die unter dem Einfluß dominanter Großanwender von Fertigungstechniken etwa aus der Automobilindustrie oder auch aus dem Maschinenbau geradezu exklusiven Charakter gewinnen. Dies betrifft nicht nur den bisherigen Sondermaschinenbau, sondern auch jene Bereiche, in denen früher Werkzeugmaschinen standardmäßig hergestellt wurden.

In Zusammenhang mit der Heterogenisierung der Anwendungsfelder steht der beschleunigte Wandel von Rationalisierungsprinzipien und -zielen, der die früheren, als allgemein verbindlich akzeptierten, teilweise normativ sanktionierten Rationalisierungsmethoden und damit einhergehenden Grundsätze des Technikeinsatzes abgelöst hat. Darüber hinaus

2 Vgl. hierzu die Ergebnisse eines gerade am ISF abgeschlossenen empirischen Projektes über Strukturveränderungen des Marktes für Produktionstechniken (Bieber u.a. 1997).

unterliegen die Innovationsprozesse konkurrenz- und krisenbedingt einem ständig wachsenden Druck auf die Verkürzung der Innovationszeiten und -zyklen. Notwendig wird eine Abkehr von den vorherrschenden linear-sequentiellen Prozessen der Technikentwicklung zugunsten simultaner und parallel verlaufender Teilprozesse der Innovation. Dies betrifft nicht nur die herstellerinternen Abläufe, sondern vor allem auch die interorganisatorischen Beziehungen zwischen den einzelnen Herstellern. Denn die notwendige Konsequenz ist eine Erweiterung der bisher dominanten vertikalen und auf wenige Akteure begrenzten Kooperationsformen durch horizontale und zeitlich parallele Beziehungen zu anderen Maschinenherstellern, Lieferanten und weiteren Unternehmen und Institutionen (Rose 1995, S. 198 f.).

Zusammenfassend lassen sich folgende Problemlagen erkennen, die die Funktionsfähigkeit produktionstechnischer Innovationsprozesse nachhaltig in Frage stellen: Erstens ist die fortschreitende institutionelle und organisatorische Differenzierung des Innovationsmusters bislang nicht von einer entsprechenden Anpassung und Veränderung der Abstimmungs- und Rückkopplungsprozesse zwischen den beteiligten Akteuren begleitet. Erforderlich sind sowohl in vertikaler wie horizontaler Richtung komplexere Rückkopplungsmechanismen, die die bisherige zentrale, steuernde Rolle des Werkzeugmaschinenbaus im Rahmen der institutionellen Arrangements ersetzen. Im Rahmen dieser neuen Rückkopplungsprozesse müssen zudem die immer kürzeren Innovationszeiten und Innovationszyklen für die Entwickler und Hersteller beherrschbar bleiben. Zweitens ist die Voraussetzung hierfür die Überwindung der neuen Segmentationslinien zwischen einzelnen neuen Teilarrangements von Akteuren: horizontal zwischen den voneinander abgeschotteten neuen Marktsegmenten, die unter der Dominanz einiger weniger Großanwender stehen; in vertikaler Hinsicht die Distanz zwischen relevanten Entwicklern und Herstellern auf der einen Seite und den Anwendern auf der anderen Seite. Verstärkend wirken hier die disziplinären Grenzen zwischen den verschiedenen jetzt an Technikentwicklung beteiligten Wissenschaftsdisziplinen, die einen problemlosen Personen- und Wissenstransfer immer unwahrscheinlicher machen. Drittens fehlen angesichts der zunehmenden Breite technologischer Potentiale und technischer Gestaltungsalternativen Orientierungswissen und neue Leitbilder zukünftiger Technikentwicklung, über die divergierende Entwicklungsperspektiven gebündelt und eine neue Verständigungsbasis der heterogenen Akteure der Technikentwicklung geschaffen werden können.

Insgesamt ist daher davon auszugehen, daß die in der Vergangenheit bewährten und eingespielten Rückkopplungsschleifen zwischen produktionstechnischer Entwicklung und Anwendung erodieren. Entscheidend für die zukünftige Funktionsfähigkeit produktionstechnischer Innovationsprozesse ist mithin die Anpassung des bisherigen Innovationsmusters, besonders eben neue Formen von Austauschprozessen, die diese Probleme bewältigen und effiziente Rückkopplungsmechanismen zwischen Technikentwicklung und industrieller Praxis wiederherstellen.

4. Folgeprobleme und neue Fragen

Diese hier nur sehr knapp skizzierten Befunde lassen sich abschließend mit Rammerts Thesen verknüpfen: Folgt man seiner Argumentation, so sind die Ausweitung und Intensivierung von Innovationsnetzwerken im Sinne eines Wandels von bilateraler zu multilateraler Kooperation zentrales Merkmal des derzeitigen Wandels und der tendenziellen Reflexivität von Innovationsprozessen. Außer acht bleiben dabei allerdings unterschiedliche Ausprägungsformen und Entwicklungsstufen von Netzwerken wie auch Probleme der Wandlungsfähigkeit von Netzwerken.

Festzuhalten ist zunächst einmal, daß dem Modell von kooperativen Austauschbeziehungen in Netzwerken grosso modo das praxisorientierte Innovationsmuster der Produktionstechnik in Deutschland sehr nahe kommt. Es erwies seine Leistungsfähigkeit unter den sozioökonomischen Bedingungen der 70er und 80er Jahre insbesondere auf dem expandierenden Werkzeugmaschinenmarkt in Westeuropa. Mehr oder weniger frictionslos wurde beispielsweise die NC-Technik in die existierenden produktionstechnischen Konzepte integriert und damit einer wachsenden Anwendernachfrage nach Lösungen flexibler Automatisierung nachgekommen. Dies war fraglos eine der wesentlichen Voraussetzungen für den ökonomischen Erfolg des westdeutschen Werkzeugmaschinenbaus in den 80er Jahren. Die kooperativen Grundstrukturen des praxisorientierten Innovationsmusters gelten daher auch im internationalen Vergleich als besonderer Innovationsvorteil des westdeutschen Werkzeugmaschinenbaus. Beispielsweise werden die Schwierigkeiten des französischen Werkzeugmaschinenbaus seit dem Ende der 70er Jahre und der rasante Schrumpfungsprozeß des amerikanischen Werkzeugmaschinenbaus in den 80er Jahren unter anderem darauf zurückgeführt, daß in diesen

Ländern kooperative Innovationsstrukturen weitgehend fehlten (March u.a. 1989; Maurice, Sorge 1990; Hirsch-Kreinsen 1993).

Offensichtlich stößt der Erfolgsweg der Vergangenheit, Innovationen arbeitsteilig und zugleich kooperativ zu bewältigen, an eine Grenze, die Resultat seiner vergangenen Effizienz ist. Netzwerkstrukturen waren in der Vergangenheit die Voraussetzung für die hohe Lernfähigkeit der beteiligten Akteure und die ständige Verbesserung technischer Innovationen durch die immer weitergehende Ausschöpfung wissenschaftlicher und technologischer Potentiale. Sie bildeten damit eine wichtige Voraussetzung für den Prozeß der industriellen Entwicklung und des ökonomischen Wachstums vor allem in der Zeit der Nachkriegsprosperität. Forciert durch die ökonomischen Krisentendenzen erreichen nun aber Arbeitsteiligkeit, Komplexität und Verwissenschaftlichung der technischen Lösungen ein Maß, das die bisherigen Rückkopplungs- und Koordinationsmechanismen überfordert und auf den Wandel der bestehenden Netzwerkstrukturen drängt.

Insofern liegt der Rückgriff auf das Konzept der reflexiven Modernisierung mit seinem krisentheoretischen Gehalt nahe, als damit die Notwendigkeit bezeichnet wird, daß die Kumulierung der Folgeprobleme und der Mangel bisheriger Modernisierungsprozesse Reaktionen zu ihrer Bewältigung erzwingen. Freilich vernachlässigt Rammert diese krisenhafte Situation allzu vorschnell, indem er davon ausgeht, daß die Folgeprobleme der bisherigen Innovationsstrukturen durch ihre bloße Fortschreibung bewältigbar sind. Denn seiner Ansicht nach sind nicht Entdifferenzierung, nicht zentrale Steuerung und auch nicht neue Formen der Verschränkung von Teilsystemen die Entwicklungsperspektive, sondern eben die (Weiter-)Entwicklung von Innovationsnetzwerken hin zu umfassenden Innovationssystemen mit multilateralen Netzwerkstrukturen. Folgt man jedoch den skizzierten Befunden wie auch zentralen Ergebnissen der bisherigen sozialwissenschaftlichen Netzwerkdiskussion über die Anpassungs- und Veränderungsfähigkeit von Netzwerken,³ ist aber kaum davon auszugehen, daß sich eine solche Entwicklung problemlos und widerspruchsfrei einspielt.

Besonders ist dabei auf die Probleme der Anpassungs- und Veränderungsfähigkeit von Netzwerken hinzuweisen. Wie skizziert, zeichneten

3 Vgl. z.B. die zusammenfassende Diskussion der Grenzen der Netzwerksteuerung bei Messner (1994).

sich im Fall der produktionstechnischen Entwicklung bislang die Netzwerkstrukturen durch die Kooperation mehr oder weniger gleichberechtigter Akteure aus, die ihre Interessen im Rahmen eingespielter und vielfach von Verbänden moderierter Verhandlungsprozesse zum Ausgleich brachten. Diese Verhandlungsprozesse erwiesen sich in der Vergangenheit als vorteilhaft, da sie eine kontinuierliche Zusammenarbeit trotz widersprüchlicher Interessen der Beteiligten gewährleisteten. Sie sind offensichtlich aber kaum in der Lage, einen Prozeß institutioneller Veränderung in Gang zu setzen, ohne daß nach wie vor notwendige kooperative Beziehungen auseinandergerissen werden. Denn politikwissenschaftliche Analysen belegen, daß Ergebnisse von Verhandlungsprozessen nicht selten strukturkonservierenden Charakter haben. Verhandlungsprozesse neigen gegenüber Veränderungserfordernissen aufgrund eingespielter Macht- und Interessenkonstellationen zu Trägheit und möglicherweise zu Blockaden von notwendigen Entscheidungen (z.B. Mayntz 1992). Anders ausgedrückt: Einmal eingespielte Beziehungen fördern zwar Innovationen entlang der von den Akteuren als mehr oder weniger verbindlich akzeptierten Pfade und auf der Basis ihrer je gegebenen Wissensbestände, sie sperren sich jedoch gegen nachhaltige Veränderungen, sei es in Form der Integration neuen Wissens und neuer Akteure, seien es „Sprunginnovationen“, die zu neuen Innovationspfaden führen sollen. Veränderungen sind insofern nur als krisenhafter Bruch der bisherigen Netzwerkstrukturen denkbar, ohne daß sich allerdings zugleich neue kooperative Mechanismen einstellen (vgl. den Beitrag von Kern in diesem Band).

Die Frage nach der Lösung dieser Koordinationsprobleme, d.h. der Weiterentwicklung der Netzwerkstrukturen, läßt sich dabei nur zureichend mit Blick auf den Einfluß makrostruktureller Bedingungen angehen. Wie die produktionstechnische Entwicklung zeigt, spielen divergierende Einflußfaktoren eine Rolle, von denen widersprüchliche Impulse auf die Ebene der kollektiven und korporativen Akteure ausgehen: Einerseits ist ein weiter wachsender Einfluß insbesondere des Wissenschaftssystems mit seinen verschiedenen disziplinär voneinander geschiedenen Akteuren auf technische Entwicklung unverkennbar; der Prozeß der Ausdifferenzierung der Entwicklerkonstellation schreitet fort, verbunden mit der Notwendigkeit, ein immer breiteres Feld von Wissensbeständen und Technologien im Innovationsprozeß zu kombinieren (Fritsch 1996). Andererseits gewinnen im Zusammenhang mit den generellen industriellen und ökonomischen Turbulenzen Anwendungsfelder und Absatzmärkte einen immer heterogeneren Charakter mit der Folge, daß zunehmend

speziellere und zugleich auseinanderdriftende Anwenderinteressen an Einfluß auf die Technikentwicklung gewinnen bzw. von den Entwicklern berücksichtigt werden müssen.

Welche Formen von Innovationsnetzwerken in Zukunft besondere Bedeutung erlangen werden, ist daher schwer zu sagen. Die von Voskamp und Wittke (1994) geprägte Formel der „virtuellen Kooperation“ im Bereich von Innovationsprozessen der Halbleiterentwicklung zeigt möglicherweise eine relevante Entwicklungsperspektive auf. In dieser Perspektive sind zeitlich nur begrenzte, auf ganz bestimmte Innovationsvorhaben gerichtete Kooperationsbeziehungen denkbar. Nicht auszuschließen sind aber auch sich vertiefende Prozesse der Segmentierung und Abschottung einzelner, spezialisierter Innovationsnetzwerke, deren technische Entwicklungskonzepte nur mit großem Anpassungsaufwand weitere Verbreitung finden können. Es ist außerdem nicht auszuschließen, daß sich etwa in Form einer gegenüber der bisherigen Praxis deutlich ausgeweiteten und intensivierten staatlichen Technologiepolitik ein neues Steuerungszentrum produktionstechnischer Innovationen herausbildet, über das sich hierarchische Formen von Rückkopplungsprozessen zwischen den ausdifferenzierten Akteuren auf Dauer einspielen.

In allen Fällen ist es offen, ob die Innovationsprozesse mit der vielfach gewünschten Effizienz verlaufen und insofern einen substantiellen Beitrag für die weitere industrielle Entwicklung und für die industrielle Beschäftigung leisten. Bezeichnet werden damit offene Fragen, die über den bisherigen Stand der techniksoziologischen Diskussion hinausweisen und als Gegenstand einer sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung begriffen werden können.

Literatur

- Asdonk, J.; Bredeweg, U.; Kowol, U.: Innovation als rekursiver Prozeß - Ein theoretisches Modell zur Technikgenese im Bereich der Produktionstechnik. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 20, 1991, S. 290-304.
- Bieber, D.; Deiß, M.; Hirsch-Kreinsen, H.; Schmierl, K. (Hrsg.): Neue Strukturen des Technikmarktes - Zur Entwicklung und Auslegung von Rechnersystemen für die industrielle Produktion, hektogr. Bericht, München 1997.
- Dosi, G.: Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: Research Policy, no. 11, 1982, pp. 147-162.

- Fritsch, M.:** Arbeitsteilige Innovation - Ein Überblick über neuere Forschungsergebnisse. In: D. Sauer; H. Hirsch-Kreinsen (Hrsg.): Zwischenbetriebliche Arbeitsteilung und Kooperation - Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band III, Frankfurt/New York 1996.
- Hirsch-Kreinsen, H.:** NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt/New York 1993.
- Kalkowski, P.; Mickler, O.; Manske, F.:** Technologiestandort Deutschland - Produktinnovationen im Maschinenbau: traditionelle Stärken - neue Herausforderungen, Berlin 1995.
- Kubicek, H.; Seeger, P.:** Technikgenese: Entwicklungspfade und Koordinationsprobleme. In: Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Mitteilung 12, Juli 1994, S. 12-41.
- Lutz, B.:** Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen - Soziologische Technikforschung vor neuen Aufgaben und neuen Problemen. In: B. Lutz (Hrsg.): Technik und sozialer Wandel, Frankfurt/New York 1987, S. 34-52.
- Mahnkopf, B.:** Markt, Hierarchie und soziale Beziehungen - Zur Bedeutung reziproker Beziehungsnetzwerke in modernen Marktgesellschaften. In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9, Göttingen 1994, S. 65-84.
- March, A. u.a.:** The US Machine Tool Industry and its Foreign Competitors. In: The MIT Commission on Industrial Productivity (ed.): Working Papers of the MIT Commission on Industrial Productivity, vol. 2, Cambridge/Mass./London 1989.
- Maurice, M.; Sorge A.:** Industrielle Entwicklung und Innovationsfähigkeit der Werkzeugmaschinenhersteller in Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland. Discussion Papers No. FS I 90-11, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin 1990.
- Mayntz, R.:** Modernisierung und die Logik von interorganisatorischen Netzwerken. In: Journal für Sozialforschung, Heft 1, 32. Jg., 1992, S. 19-32.
- Messner, D.:** Fallstricke und Grenzen der Netzwerksteuerung. In: PROKLA 97, Netzwerke zwischen Markt und Staat, Heft 4, 1994, S. 563-596.
- Meyer-Krahmer, F.:** Welche Technologiepolitik braucht der Standort Deutschland? In: Wirtschaftsdienst, November 1993, S. 8-12.
- Rose, H.:** Herstellerübergreifende Kooperation und nutzerorientierte Technikentwicklung als Innovationsstrategie. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995, S. 195-218.
- Rosenberg, N.:** Technischer Fortschritt in der Werkzeugmaschinenindustrie 1840-1910. In: R. Rürup; K. Hansen (Hrsg.): Moderne Technikgeschichte, Köln 1975, S. 216-242.
- VDMA:** Ingenieur-Erhebung im Maschinen- und Anlagenbau - Ergebnisse der VDMA-Studie, hektogr. Manuskript, Frankfurt 1988.
- Voskamp, U.; Wittke, V.:** Von „Silicon Valley“ zur „virtuellen Integration“ - Neue Formen der Organisation von Innovationsprozessen am Beispiel der Halbleiterindustrie. In: J. Sydow; A. Windeler (Hrsg.): Management interorganisationaler Beziehungen, Opladen 1994, S. 212-243.

Die Implementation von Innovationen als Prozeß sozialer Einbettung

„Sogenannte ‘technische Kontroversen’ werden erst dann im eigentlichen Sinne technisch, wenn die Kräfteverhältnisse (zwischen beteiligten Akteuren; J.H.) stabilisiert sind und die Namen möglicher Sieger bekannt. Hingegen geht es anfangs hauptsächlich darum, den Spielraum der Technik und die damit zusammenhängenden Verkettungen abzugrenzen“ (Callon 1983, S. 148).

1. Einleitung

Technik war immer ein zentrales Thema der Industriesoziologie - in der Vergangenheit allerdings konzentriert auf die Bedeutung von Technik für den Arbeitsprozeß. Technik wurde als Mittel betrieblicher Rationalisierung verstanden und hinsichtlich ihrer Folgen für Qualifikation, Lohn und industrielle Beziehungen beobachtet. Die *Erzeugung* und *Implementation* von technischen Innovationen als industrielle Aktivität gehören hingegen noch immer zu den „weißen Flecken“ der Industriesoziologie (Bieber, Möll 1993, S. 16). Allerdings lassen sich zwei wichtige Entwicklungen der industriellen Geschehnisse beobachten, die zum Anlaß für eine Reorientierung der industriesoziologischen Forschung genommen wurden und die inzwischen eine Fülle von empirischen Untersuchungen angeregt haben.

Erstens haben neue elektronische Technologien (Informatisierungstechnologien wie z.B. CIM) zu einer stärkeren Integration von Produktion und Verwaltung in Industrieunternehmen beigetragen. Diese Prozesse sind unter der Rubrik „systemische Rationalisierung“ beschrieben worden (Altmann u.a. 1986); dadurch hat die Industriesoziologie den Blick

„angehoben“ - vom Arbeitsprozeß auf andere Funktionen betrieblicher Praxis. Indem dem *Management* mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, öffnet sich die Industriosozologie stärker den Ergebnissen der Organisationssoziologie und der Betriebswirtschaftslehre (Deutschmann 1989).

Zweitens haben Verflechtungen in den Außenbeziehungen von Firmen (Hersteller-Zulieferer-Beziehungen, aber auch Unternehmenskooperationen) stärkere Beachtung der Industriosozologie gefunden; hier boten sich Anknüpfungsmöglichkeiten an Forschungsergebnisse der Wirtschaftswissenschaften.¹ Christoph Deutschmanns Plädoyer, daß die Industriosozologie heute weniger „Forschung über einzelne Arbeitsprozesse und Arbeitsbedingungen, sondern über Strukturen horizontaler und vertikaler Arbeitsteilung in und zwischen Unternehmen und deren Veränderungen“ betreiben solle (Deutschmann 1989, S. 374), hat bereits in der Industriosozologie Gehör gefunden.

Beide Entwicklungen - der Wandel der Organisationsstruktur von Betrieben und der zwischenbetrieblichen Beziehungen - legen nahe, Unternehmen zu einem Fokus industriosozologischer Untersuchungen zu machen. Diese Optik macht insbesondere beim Thema „technische Innovationen“ Sinn, da die soziale Erzeugung und Einbettung von technischen Innovationen genau an der Schnittstelle solcher intra- und zwischenbetrieblicher Koordinationsprozesse liegt. Technische Innovationen sind nicht nur Versuche von Unternehmen, über neue Produkte oder Verfahren ihre *Autonomie* gegenüber turbulenten Umwelten zu steigern (Rammer 1988); sie erhöhen auch die Komplexität und *Unsicherheit* der Entscheidungslagen von Unternehmen selber.

Der Blick auf industrielle Probleme aus der Perspektive der Autonomiebestrebungen von Unternehmen macht einerseits deutlich, daß Unternehmen nicht nur mit der Produktion von Gütern und Dienstleistungen (klassische industriosozologische Perspektive), sondern auch in zunehmenden Maße mit der Erzeugung von Innovationen und der Koordination durchaus divergierender und konfliktorischer Betriebsfunktionen beschäftigt sind. Die Akzentuierung von Unsicherheit des unternehmerischen Entscheidungshandelns verweist andererseits darauf, daß unternehmerische Funktionen nicht ohne weiteres unter der Oberstrategie (gelingender) „Rationalisierung“ (*das* Thema der „klassischen“ Indu-

1 Siehe z.B. die kritische Rezeption der Transaktionskostenanalyse bei Monse 1992.

striesoziologie) zusammengefaßt werden können. Ein relevanter Teil der unternehmerischen Aktivitäten dient eher der Erhaltung und Sicherung von organisatorischen Strukturen und Funktionen denn der Optimierung des Betriebsergebnisses.²

Im folgenden sollen zwei Aspekte der Entwicklung technischer Innovationen im Vordergrund stehen: die Erzeugung technischer Innovationen als interne unternehmerische Funktion („stage of origination“) und die Implementation von Innovationen in der außerbetrieblichen Umwelt („stage of application“, s. Bieber, Möll 1993, S. 23). Dabei soll die Bemerkung von Niels Beckenbach, „daß trotz aller Anläufe zu einer soziologisch-’endogenisierten’ Erklärungskonzeption von Technik und technischer Entwicklung (Lutz und Schmidt) ... die Industriesoziologie hier erneut am Anfang“ stehe (Beckenbach 1991, S. 236), zum Anlaß für den Versuch genommen werden, Überlegungen zu technischen Innovationen aus der Organisationssoziologie und der politischen Soziologie für die Industriesoziologie fruchtbar zu machen. Nach einer knappen organisationssoziologischen Einordnung des Unternehmensbegriffs (2.1) wird auf unternehmensinterne (2.2) und unternehmensexterne (3.) Voraussetzungen und Folgen der Lancierung von technischen Innovationen eingegangen werden. Am Ende werden die Folgen eines solchen Problemzuschnitts für das Verhältnis von Industriesoziologie und Theorie moderner Gesellschaft skizziert (4.).

2. Die Erzeugung von Innovationen

2.1 Unternehmen als Organisationen

Die moderne Organisationsforschung akzentuiert die dynamischen Aspekte organisierter Systeme. Strukturen von Organisationen sind prekäre Versuche, in einer komplexen und sich ständig wandelnden Umwelt (Kollektiv-)Handlungsfähigkeit herzustellen. Die Festlegung auf Struktur eröffnet die Möglichkeit, die Organisationsumwelt als Sachverhalt zu

2 Wehrsig und Tacke verweisen zu Recht darauf, daß durch die Wahl der Begriffe (wie etwa dem der „systemischen Rationalisierung“) nicht vorentschieden werden dürfte, ob bestimmte unternehmerische Aktivitäten tatsächlich Rationalisierungseffekte haben oder nicht (Wehrsig, Tacke 1992, S. 221).

behandeln, deren Irritationen zu organisationsinternen Informationen umgewandelt werden können. Strukturbildung ist eine Strategie der Reduktion von (stets präsent bleibender) Unsicherheit, da Struktur immer nur im Vollzug organisatorischer Entscheidungen entsteht und erhalten wird. Unsicherheit bildet den Horizont allen Entscheidens in Organisationen; sie beruht darauf, daß immer mehr Systemzustände möglich sind, als aktuell realisiert werden können. Entscheidungen transformieren Unsicherheit in Risiko, d.h. in die Erwartung, daß Entscheidungen negative Folgen haben können, die dem Entscheider zugerechnet werden. In dieser Sicht ist Organisationsbildung selbst eine riskante Strategie der Unsicherheitsbearbeitung: Die Struktur von Organisationen ist deshalb zugleich Ergebnis und Voraussetzung von Entscheidungen.

Wirtschaftsorganisationen sind Organisationen im Funktionssystem der Wirtschaft. Unternehmen orientieren sich deshalb an dem Primat der Kapitalbildung und Gewinnerzielung (Funktionsaspekt des Organisationshandelns). Für die Gewinnerzielung eignen sich alle Aktivitäten, für die es eine zahlungsfähige Abnahmebereitschaft gibt. Wirtschaftsorganisationen stehen jedoch mit einer Vielzahl von heterogenen Organisationen (Firmen, Verwaltungen) und Nicht-Organisationen (Konsumenten, soziale Bewegungen) in Beziehung, die sich keineswegs alle dem Primat wirtschaftlichen Handelns unterordnen, die aber Abnahmebereitschaft produzieren oder beeinflussen können (Leistungsaspekt des Organisationshandelns). Die Spannung zwischen Funktions- und Leistungsaspekt der industriellen Unternehmung, also zwischen dem Aspekt der Kapitalbildung und dem der Sicherung der Abnahme von sachlichen und sozialen Leistungen (Tacke 1996), spielt eine ganz entscheidende Rolle bei der Implementation von Innovationen, wie weiter unten ausgeführt wird. Industrielle Unternehmen können so als Organisationen beschrieben werden, die sich in komplexen und mehrdeutigen Umwelten (von Märkten, aber auch von staatlichen Verwaltungen, politischen Öffentlichkeiten und sozialen Lebenswelten) bewegen, deren Irritationen sich nicht widerspruchs- und spannungsfrei in organisationsinterne Informationen und Entscheidungen übersetzen lassen (March, Olsen 1976; Weick 1985).

Die Entscheidung, sich auf bestimmte Unsicherheiten zu konzentrieren, führt zu organisatorischer Binnendifferenzierung von Unternehmen. Die Differenzierung der Organisation dient der Steigerung der Informationsverarbeitungskapazität durch Spezialisierung der Aufmerksamkeiten (Wehrsig, Tacke 1992, S. 222 ff.). Lawrence und Lorsch unterscheiden in einer grundlegenden Studie - die allerdings nicht auf die soziologische

Kontingenztheorie, sondern auf die betriebswirtschaftliche Informationsknappheitstheorie referiert - drei zentrale unternehmerische Einheiten: Absatz, Produktion, Forschung und Entwicklung. Diese Abteilungen sind auf jeweils unterschiedliche Unsicherheitskomplexe in ihrer Umwelt ausgerichtet: Märkte, (bereits angewandte) Technik, (in Universitäten und Forschungsinstituten erzeugte) Wissenschaft (Lawrence, Lorsch 1967). Firmen, die ihre eigene Produktionstechnik verbessern wollen, müssen aus dem Pool vorhandener Angebote eine bestimmte erfolgversprechende Technik auswählen. Firmen, die ihre Produkte absetzen wollen, müssen sich für eine als angemessen betrachtete Marktstrategie entscheiden. Firmen, die sich in Innovationskonkurrenz an bestimmten „technologieintensiven“ Märkten befinden (sog. „Technologie-Unternehmen“ (Kuhn 1989) aus der Chemischen, Pharmazeutischen, Elektronischen Industrie, aber natürlich auch aus dem Werkzeugmaschinen- oder Automobilbau), müssen klären, an welche wissenschaftlichen Wissensbestände sie anknüpfen wollen. Diese idealtypische Reduktion der internen Differenzierung von Wirtschaftsorganisationen auf drei Leistungsbereiche verweist schon auf die Heterogenität der Aufmerksamkeiten, die Unternehmen ihren Umwelten gegenüber aufbringen müssen. Diese Aufmerksamkeiten lassen sich nicht leicht, wie noch zu zeigen ist, unter einen einzigen Maßstab der Rationalisierung bringen: zu unterschiedlich sind die Rationalitätsanforderungen an Forschung, Produktion und Wertrealisierung (Verkauf). Unternehmen lassen sich deshalb eher als soziale Systeme beschreiben, die die „lokalen Rationalitäten“ ihrer Subeinheiten „organisieren“, d.h. die Heterogenität der Leistungsbezüge dieser Subsysteme gegenüber ihren jeweiligen Umwelten integrieren können (s. dazu Tacke 1996).

2.2 Die Ausdifferenzierung von Forschung und Entwicklung im Unternehmen

Forschungs- und Entwicklungsabteilungen spezialisieren sich auf die Bearbeitung einer bestimmten Klasse von Ungewisheiten: die Forschungsprogramme, die in der Innovationskonkurrenz zu erfolgreichen Produkten führen können (die sog. „Programm-Technologien“, s. Kuhn 1989, S. 93). Die Funktion von Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in industriellen Unternehmen ist also die planvolle Gewinnung neuen (technischen und organisatorischen) Wissens, dem eine Verwertungschance zugerechnet werden kann.

Dabei ist die Unterscheidung von Produkt- und Verfahrensinnovationen für die folgenden Überlegungen nicht von zentraler Bedeutung. Es ist klar, daß die Differenz von Produkt- und Prozeßinnovation einerseits eine der Beobachtung ist. Eine Werkzeugmaschine mit neuen Leistungsmerkmalen ist eine Produktinnovation für den Hersteller, der diese Werkzeugmaschine auf dem Markt anbieten möchte. Sie kann eine Prozeßinnovation für den Abnehmer sein, wenn mit dem Einsatz der Maschine ein neues Verfahren der Herstellung von Werkzeugen etabliert wird. Andererseits bedingen sich Produkt- und Prozeßinnovationen gegenseitig. Chips mit höherer Rechen- und Speicherkapazität erfordern einerseits veränderte Produktionsmethoden und ermöglichen andererseits „- durch Einsatz in der Konstruktion und Entwicklung (CAD/CAE) - verbesserte zukünftige Erzeugnisse bzw. - durch Nutzung im Informationsverbund rechnerunterstützter Planungs- und Kontrollsysteme (CIM) - fortschrittlichere Prozesse“ (Milling 1986, S. 6 f.). Im folgenden werden Produktinnovationen (und nicht Verfahrensinnovationen) im Vordergrund stehen, da eben primär für Produktinnovationen - also Innovationen, die auf dem Markt angeboten und nicht für die Optimierung der unternehmenseigenen Produktionsanlagen verwendet werden sollen - ein Problem der sozialen Einbettung entsteht.

Als Zwischenbemerkung ist an dieser Stelle einzufügen, daß hier kein Versuch gemacht wird, eine wasserdichte Definition von Innovation zu geben. Innovationen werden - ganz pragmatisch - als Verbesserungen von Produkten oder Prozessen auf der Basis natur- und ingenieurwissenschaftlichen Wissens betrachtet, die als solche von den beteiligten Akteuren (Firmen, Verbänden, staatlichen oder privaten Prüfungs- und Normierungsorganisationen wie Patentämtern oder Technischen Überwachungsvereinen) behandelt werden (s. ähnlich Kuhn 1989, S. 93 f.). Dies bedeutet natürlich, daß Innovationen immer nur ex post, also nach Abschluß des Implementationsprozesses, als solche (an-)erkannt werden können - dann, wenn sie als zum Stand der Technik gehörig betrachtet werden. Diese „realistische“ Definition von Innovation, die gewiß Schwierigkeiten der empirischen Erfäßbarkeit aufwirft, ist kompatibel mit der hier vertretenen Auffassung, daß es sich bei der Erzeugung und Implementation von Innovationen für alle Beobachter (auch die wissenschaftlichen) um unsicherheitsbedingte und risikoerzeugende Prozesse handelt.

Forschungs- und Entwicklungsabteilungen sind, um den Argumentationsfaden wieder aufzugreifen, einerseits Resultate der Binnendifferen-

zierung der Industrieunternehmung, die der Reduktion von Unsicherheit in der Firmenumwelt dient. Sie *importieren* andererseits die spezifische kognitive Unsicherheit wissenschaftlichen Forschens in eine Organisation, die, wie erwähnt, selber schon eine Reaktionsbildung auf hohe Unsicherheit in der Umwelt ist. Industrielle Unternehmen müssen also versuchen, die in Innovationen gespeicherte wissenschaftliche Unsicherheit in die gewohnte marktförmige Unsicherheit zu transformieren. Die Frage ist, warum sich Industrieunternehmen durch die Organisation von Forschung und Entwicklung mehr Unsicherheit einhandeln, als sie ohnehin zu bearbeiten haben. Den Grund muß man in der Art der Autonomie sehen, die Unternehmen durch Forschung und Entwicklung (FuE) anstreben können: Anstelle von Produkten, die an *bestehenden* Märkten reüssieren müssen, können technische Innovationen im günstigsten Fall selber *neue* Märkte (oder allgemeiner: neue Verwendungskontexte) schaffen, an denen (für eine gewisse Zeit jedenfalls) nicht mit Konkurrenten gerechnet werden muß. Der Preis, der für diese Aussicht auf Autonomie zu entrichten ist, besteht in der Schwierigkeit, für zwei Probleme Lösungen zu finden: Wie organisiert man (wissenschaftliche) Reflexivität im Unternehmen, und wie erzeugt man Abnahmebereitschaft für neues Wissen in der Unternehmensumwelt?

Die Entscheidung für die organisierte Erzeugung von Reflexivität (Innovationen) erzwingt den kontrollierten Umgang mit wissenschaftsbasierter Unsicherheit, die man als das *Innovationsrisiko* industrieller Unternehmen bezeichnen kann (Child 1987). Denn der Innovationsprozeß impliziert hohe sachliche Unbestimmtheit (wegen der geringen Standardisierbarkeit der FuE-Tätigkeiten), Unwägbarkeiten der zeitlichen Planbarkeit (wegen der geringen Formalisierbarkeit des Innovationsprozesses), Probleme der Kontrolle des FuE-Personals (wegen der geringen Tauglichkeit hierarchisch-formaler Kontrolle der Forschung) und eine gewisse ökonomische Unberechenbarkeit (wegen der schwierigen Kalkulierbarkeit der FuE-Kosten) (Rammert 1988, S. 33). „Erfahrungswerte zeigen, daß aus ca. 60 Produktideen nur ein erfolgreiches Erzeugnis verbleibt, alle übrigen scheitern an technischen Problemen, Nachfrageverschiebungen, zu hohen Produktionskosten etc.“ (Milling 1986, S. 8 f.).

Gelingt die Umsetzung von wissenschaftlichem Wissen in erfolgreiche Innovationen, wird das Unternehmen mit gestiegener Autonomie gegenüber seiner Umwelt belohnt (Rammert 1988, S. 204). Allerdings hebt der Unsicherheitsgehalt des Wissens generell auch das Niveau des betriebli-

chen Risikos an, da nicht nur wissenschaftliche Unsicherheit mit erheblichem Aufwand in der üblichen betriebswirtschaftlichen Unsicherheit abgebildet werden muß; die innovative Firma gerät darüber hinaus in Kontakt mit Umwelten (wie dem Staat, der Medienöffentlichkeit, sozialen Bewegungen, der organisierten Arbeitnehmerschaft), die nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen in Kategorien marktförmiger Optimierung denken und die die Erreichung des Unternehmenszieles (gesteigerte Autonomie an Märkten) beeinträchtigen oder blockieren können. In jedem Fall wird dem technologieintensiven Unternehmen höhere Komplexität und Reflexivität als Unternehmen mit geringer Innovationsorientierung abverlangt.³

Die Bewältigung des Innovationsrisikos ist also dilemmatisch (d.h., alle Lösungen verlangen Trade-off-Kalküle), und sie bleibt deshalb eine ständige Organisationsaufgabe für das Unternehmen. Das Innovationsdilemma besteht zusammenfassend vor allem darin, wissenschaftlich-technische⁴ und ökonomische Rationalität kompatibel zu machen, oder, allgemeiner formuliert, den Funktions- mit dem Leistungsaspekt der Wirtschaftsorganisation zu koordinieren. Weder soll die Innovationsorientierung zu stark kontrolliert werden, noch soll das wirtschaftliche Ziel der Unternehmung durch Unbestimmtheit und Unplanbarkeit der Forschung gefährdet werden (Rammert 1988). Das Innovationsdilemma läßt sich in drei spezifische Dilemmata übersetzen. Das *Autonomiedilemma* führt dazu, daß die Innovationsanstrengungen zwar die Autonomiechancen von Unternehmen steigern können, daß Innovationserfolg aber auch Anreize zur Nachahmung oder Verbesserung schafft, die die Innovationszyklen verkürzen und so stabile Zukunftserwartungen untergraben. Das *Effizienzdilemma* der Innovationsorientierung besteht darin, daß dem steigenden FuE-Aufwand immer geringere Innovationsfortschritte gegenüberstehen. Das *Kontrolldilemma* besteht darin, daß mit dem Anstieg der FuE-Anstrengungen der unternehmensinterne Informationsfluß zunimmt und der Koordinations- und Integrationsaufwand (für das Management) immer größer wird.

-
- 3 Zum Verhältnis von Organisation und Reflexivität im Erzeugungsprozeß technischer Innovationen s. Stückemann 1996.
 - 4 Genau genommen unterliegen Wissenschaft und Technik im Unternehmenskontext allein deshalb schon ganz unterschiedlichen Rationalitäten, weil sie im Sinne von Lawrence und Lorsch auf ganz verschiedene Umwelten referieren (Lawrence, Lorsch 1967).

Diesen Dilemmata tragen Technologieunternehmen durch eine bestimmte Aufbauorganisation Rechnung. Es scheint sich die produktorientierte Divisionalisierung durchzusetzen, deren Ziel die Steigerung von Flexibilität und Offenheit von Subsystemen ist, wobei die Autonomie der Divisionen durch funktionale Zentralbereiche eingeschränkt wird (Kuhn 1989, S. 100/1). Es lassen sich auch Tendenzen zur Dezentralisierung von FuE-Aktivitäten belegen (s. Bieber, Möll 1993; dagegen Kuhn 1989, S. 109). Die Einrichtung von FuE-Abteilungen erhöht in jedem Fall den Koordinationsaufwand für das Management, da einerseits neue Produkte lange Wege von der Invention bis zur Implementation zurücklegen müssen, andererseits gerade bei divisionalen Strukturen mögliche Synergieeffekte genutzt werden können und Mehrfachforschung vermieden werden muß (ebd., S. 110/1).

Unternehmen sind Organisationen, die dem dauernden Druck auf die Erhaltung der Handlungsfähigkeit durch Strukturbildung zu entgehen versuchen: nach innen durch (weitere) Differenzierung und nach außen durch Strategien der Umweltkontrolle. Versuche der Strukturierung der Unternehmensumwelt lassen sich vor allem auch bei der *Implementation* von Innovationen beobachten. Die Implementation von Innovationen gehört zu den Leistungen, die eine Wirtschaftsorganisation gegenüber ihrer Umwelt erbringt. Eine Vielzahl von Befunden hat deutlich gemacht, daß die Implementation von Innovationen kein einfacher marktökonomischer Akt ist. Untersuchungen zur Diskontinuität des Prozesses technischer Innovationserzeugung (Mensch 1975) oder zu den Effekten sozialer Bewegungen auf die Durchsetzung bestimmter Techniken (Joppke 1992) haben deutlich gemacht, daß eine Vielzahl ökonomischer und nicht-ökonomischer Faktoren bei der Diffusion technischer Innovationen eine Rolle spielen. Die Tatsache, daß Wirtschaftsorganisationen in heterogenen und oft intransparenten Umwelten operieren, die sowohl andere Wirtschaftsorganisationen (auf Märkten) als auch Nicht-Wirtschaftsorganisationen (wie staatliche Behörden) und Nicht-Organisationen (wie Konsumenten oder soziale Bewegungen) umfassen, hat die Organisationssoziologie zu verstärkter Aufmerksamkeit auf den Begriff der Umwelt der Organisation veranlaßt.⁵

5 Zur organisationsökologischen Variante der Theorie der Organisationsumwelt s. Astley 1985.

Die Implementation von Innovationen wird zu einem Prozeß *sozialer Einbettung*, insbesondere wenn sich Technikangebot und Techniknachfrage gegeneinander ausdifferenzieren. Dies liegt einerseits an den erwähnten Verselbständigungseffekten, die sowohl mit der Verwissenschaftlichung der Innovationserzeugung im Unternehmen als auch mit dem Komplexerwerden der Organisationsumwelten von Unternehmen zu tun haben. Es liegt andererseits an der Herausbildung erzeugerunabhängiger Erwartungen gegenüber Technik, wie insbesondere für Abnehmerwünsche gegenüber Expertensystemen gezeigt wurde (Krohn 1995, S. 7). Solche Erwartungen können sich sogar zu subkulturellen Gegenentwürfen zum dominanten Technikangebot auswachsen. Wie das Beispiel der Entwicklung des Personal Computers zeigt, konnte die technische Entwicklungslinie von Apple als „Graswurzel“-Antwort auf die „herrschende“ Computerphilosophie des Marktführers IBM erscheinen (Allerbeck, Hoag 1988).

3. Strategien der Implementation von neuen Techniken

Technische Neuerungen treten nicht als fertige Produkte aus dem innovierenden Unternehmen heraus, sondern werden in einem mehr oder weniger mühsamen Implementationsprozeß geformt, so daß von einer Innovation erst nach Abschluß des Implementationsprozesses gesprochen werden kann (Krohn, Weyer 1990). Technik muß implementiert werden, weil sie entweder nicht genau den Bedarf von Anwendern trifft (Bieber 1995) oder weil die Erwartungen von Abnehmern, seien es Anwender oder Betroffene von Technik, erst erzeugt oder modifiziert werden müssen (Krohn 1995). Die Implementation von Technik ist die „Verbreitung einer Innovation in einem Anwendungskontext“ (Kowol, Krohn 1995) - ein mit Unsicherheiten belasteter Prozeß, der mißlingen kann. Die Durchsetzung von Innovationen hängt von den Feedback-Effekten ab, die den Implementationsprozeß begleiten und die als Verstärker oder als Hemmnisse der Innovation wirken können. Neue Techniken sind deshalb oft nicht nur als Instrumente für bereits existierende Zwecke, sondern als Entwürfe möglicher Verwendungskontexte zu verstehen. Implementation - der Schritt von der Invention zur Innovation - verlangt, daß technische Innovationen erst in Zulieferer-Hersteller-Anwender-Beziehungen bzw. Hersteller-Anwender-Betroffenen-Beziehungen

gen eingebunden werden müssen, ehe sie als Innovationen behandelt werden können.

Wenn man Einbettungsprozesse nach Adressaten und Strategien der Umweltkontrolle ordnet, lassen sich aus der Sicht der industriellen Unternehmung vier Einbettungskontexte für technische Innovationen unterscheiden: Anwender, Betroffene, Regulatoren, das eigene Unternehmen. *Anwender* sind Wirtschaftsorganisationen, die technische Innovationen abnehmen. *Betroffene* sind alle diejenigen Akteursgruppen, die sich in ihren Lebenschancen von Innovationen berührt glauben. *Regulatoren* entscheiden durch rechtliche oder technische Normierung über die Eignung von Innovationen, dem „Stand der Technik“ zugeordnet zu werden. Innovationen werfen für *die innovierende Firma selbst* Probleme der Koordination der für die Innovationserzeugung relevanten Subeinheiten auf; die innovierenden Unternehmen bzw. ihre Subsysteme werden für sich selbst zur Umwelt, die Kontrollprobleme aufwirft.⁶

Diesen Kategorien von Adressaten lassen sich entsprechende Strategien der Einbettung zuordnen, die sich jeweils auf einer Skala zwischen zwei Extrempunkten abtragen lassen. Gegenüber Anwendern reicht die Skala von der Werbung bis zur Verhandlung, gegenüber Betroffenen von der Persuasion bis zur Mediation, gegenüber Regulatoren von der Adaptation bis zur Verhandlung und gegenüber den hauseigenen Subeinheiten vom Oktroy bis zur Sozialisation (s. nachfolgendes Schema).⁷

-
- 6 Das innovierende Unternehmen beobachtet sich selbst als Umwelt, wenn Fragen der Koordination von Subsystemen (etwa von FuE-Abteilung und Absatz) auftreten. Die Selbstbeobachtung der Unternehmung wird dann immer durch die Frage nach der (Wahrung der) Einheit der Unternehmung dirigiert. Die hier angesprochene Selbstbeobachtung der Wirtschaftsorganisation im Prozeß der Innovationserzeugung betrifft nicht den Prozeß der Herstellung von Innovationen im unternehmenseigenen Produktionsprozeß und damit die Frage, ob und wie Produktinnovationen zu Prozeßinnovationen führen - ein allerdings wichtiges Problem, dem sich die Industriosozilogie schon unter dem Stichwort „Flexibilisierung“ ausführlich gewidmet hat (s. Piore, Sabel 1985 und die sich daran anschließende Diskussion).
- 7 Die „Firmenkultur“ einer Wirtschaftsorganisation wird so als Strategie der reflexiven Umweltkontrolle verständlich, durch die die Einheit der Unternehmung symbolisch gesichert werden soll (s. auch Deutschmann 1989).

Soziale Einbettung von technischen Innovationen

Adressaten

Anwender
Betroffene
Regulatoren
Eigene Firma

Strategien der Umweltkontrolle

Werbung/Verhandlung
Persuasion/Mediation
Adaptation/Verhandlung
Oktroy/Sozialisation

Im folgenden soll auf zwei Anwendungskontexte näher eingegangen werden: diejenigen, die durch Anwender, und diejenigen, die durch Betroffene von Innovationen bestimmt werden. Im ersten Fall handelt es sich um andere Unternehmen, die ein strategisches Interesse an Innovationen haben und mit denen innovierende Unternehmen den marktbezogenen Bezugsrahmen teilen; im zweiten Fall handelt es sich um heterogene Umwelten (Nicht-Markt-Organisationen oder Gruppen), die durch Innovationen irritiert werden und andere als marktmäßige (lebensweltliche, rechtliche oder politische) Maßstäbe an technische Innovationen anlegen. Man kann die beiden Fälle der sozialen Einbettung von Innovationen zwei der vier Strategien der Umweltbeobachtung zuordnen, die Daft und Weick 1984 entwickelt haben: das „enacting“ und das „discovering“ - zwei Strategien, die sich nach der unterstellten Intransparenz der Unternehmensumwelt unterscheiden (Daft, Weick 1984). Die Strategie des „enacting“ arbeitet mit der Annahme, daß die Umwelt nicht eindeutig interpretierbar ist und daß etablierte Routinen der Umweltverarbeitung nicht zur Verfügung stehen. Die Einbettung von Innovationen wird deshalb als Akt der Umweltkonstruktion betrieben. Die Strategie des „discovering“ unterstellt die Erkennbarkeit der Umwelt, die durch Marktforschung und andere Verfahren der Informationsgewinnung gesichert wird. Die Einbettung von Innovationen erfolgt als schrittweiser Prozeß der reziproken Anpassung von Unternehmen und Umwelt. Zuerst soll auf die interorganisatorischen Beziehungen und die Strategien der Unsicherheitsreduktion von Unternehmen gegenüber anderen Unternehmen eingegangen werden. Dabei soll der modernste Fall - Netzwerke - herausgehoben werden.

3.1 Die Strukturierung von Organisationsumwelten: Netzwerke

Netzwerke können als Versuche interpretiert werden, die Sicherheit in einer intransparenten Umwelt durch festere Kooperationsbeziehungen zwischen mehr oder weniger gleichrangigen Akteuren zu erhöhen. Netz-

werke ermöglichen die Koordination von Organisationsaktivitäten, deren dominante Interaktionsform die Verhandlung ist (Mayntz 1992, S. 25 ff.). Netzwerke sind Strukturen interorganisatorischer Beziehungen, d.h. Leistungsbeziehungen zwischen Organisationen, die über eine Kommunikationsform (Verhandlung) mit beschränktem Strukturaufbauwert verfügen. Vertrauen wird bei Verhandlungen vorausgesetzt und erzeugt: Kommunikationen auf dieser Grundlage bleiben daher immer prekär. Netzwerke sind keine Sozialsysteme eigener Ordnung.⁸

Es lassen sich - wenn man der Klassifikation von Renate Mayntz folgt - drei Typen von Netzwerken beobachten: Politiknetzwerke, Produktionsnetzwerke und Innovationsnetzwerke. *Politiknetzwerke* sind eine Kooperationsform zwischen großen formalen Organisationen wie Unternehmerverbänden, Gewerkschaften oder Krankenkassen, die die Implementation *politischer* Entscheidungen befördern und zugleich die schwindende Ordnungsleistung des Staates in einer Gesellschaft von starken Kollektivakteuren kompensieren sollen (Mayntz 1992, S. 20 f.). *Produktionsnetzwerke* sind Koordinationsstrukturen vor allem zwischen Zulieferern und Herstellern und dienen der Implementation von zwischenbetrieblichen Transaktionen. Sie sind erfolgreich im Kontext des Rationalisierungsparadigmas der klassischen Industriesoziologie interpretiert worden.⁹ Produktionsnetzwerke erschließen insbesondere großen Unternehmen im Verhältnis zu ihren Zulieferern Rationalisierungsreserven, wenn es den Zulieferern nicht gelingt, sich in einer Hochtechnische als spezialisierte Anbieter zu behaupten (Beispiel: Bosch). Produktionsnetzwerke bieten den Zulieferern als Gegenleistung für den Verlust an Autonomie Langfristigkeit der Geschäftsbeziehungen (s. dazu z.B. Bieber 1992, S. 281). Produktionsnetzwerke gehören zu den industriellen Phänomenen, auf die die Industriesoziologie bereits durch Erweiterung ihres Forschungsansatzes (den Ausbau der Theorie der „systemischen Rationalisierung“) reagiert hat (s. z.B. Mendius, Wendeling-Schröder 1991; Deiß, Döhl 1992).

8 Hier gehen die Auffassungen stark auseinander. In eher „realistischer“ Manier unterstellt Mayntz die Existenz von Netzwerken als soziale Systeme (Mayntz 1992). In der systemtheoretischen Organisationsdebatte herrscht eher Dissens (zur Spannweite der Diskussion s. einerseits Teubner 1992, andererseits Tacke 1996).

9 Siehe z.B. die Beschreibung der Umstellung auf „lean production“ in der Automobilindustrie bei Womack u.a. 1990.

Neuer für die Industriesoziologie sind *Innovationsnetzwerke* (Asdonk u.a. 1991; Kowol, Krohn 1995). Kowol und Krohn beschreiben am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus, wie sich Hersteller durch Kooperation mit ausgewählten Pilotanwendern bei der Implementation neuer Produktlinien ein Bild der Kundenwünsche machen können. Hersteller befragen informierte und kritische Kunden über ihre Präferenzen in einem vorher abgesteckten Innovationsfeld und nutzen die gesammelten Informationen für die Entwicklung neuer Produkte. Dieses Verfahren der „experimentellen Implementation“ und der Konstruktion eines Anwendungskontextes reduziert die Unsicherheit über die zu verfolgenden Innovationsstrategien erheblich. Je weiter das Innovationsnetzwerk ausgebaut ist, desto besser können Hersteller die Vorteile von Netzwerken ausnutzen, nämlich halbwegs stabile Innovationspfade zu finden, ohne auf Offenheit für neue Erfahrungen verzichten zu müssen. Umgekehrt bieten Innovationsnetzwerke den Anwendern die Chance, schon in einem frühen Stadium auf Innovationsentwicklungen reagieren und einwirken zu können.

Innovationsnetzwerke senken das Risiko von Fehlentscheidungen, indem sie eine kleinschrittige Steuerung der Lernprozesse ermöglichen. Der niedrige Formalisierungsgrad, der diskursive Charakter der Interaktionsbeziehungen und die Heterogenität der Interaktionspartner ermöglichen Offenheit und Flexibilität des Innovationsprozesses. Innovationsnetzwerke machen das Innovationsdilemma handhabbar, indem sie die Spannungen zwischen wissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Rationalität reduzieren. Innovationsnetzwerke erhöhen aber auch möglicherweise die Unsicherheit des Unternehmens, da sie organisationsinterne Erwartungen über gelungene Umweltkontrolle erzeugen, die die Flexibilität von Unternehmen bei überraschenden Umweltereignissen behindern. Zu diesem Typ von Ereignissen zählen insbesondere die Irritationen, die von Nicht-Unternehmen (politischen Instanzen, sozialen Bewegungen) oder nicht-marktwirtschaftlichen Organisationen (öffentlichen Medien) ausgehen.

3.2 Die Strukturierung von Nicht-Unternehmensorganisationsumwelten: Einbettungsstrategien gegenüber Betroffenen

Gerade die Forschungsorientierung (und der darin enthaltene gesellschaftsverändernde Impuls) haben industrielle Unternehmen gezwungen, ihre Umweltwahrnehmung über den Kontext von Märkten hinaus auszu-

dehnen. Die Implementation technischer Innovationen erzeugt zwei Kategorien von Betroffenen: Bediener und Erleider. Durch technische Innovationen wurden auch schon in der Vergangenheit die Verwendungskontexte in Anwender und Betroffene aufgespalten: Management und Arbeitnehmer haben grundsätzlich andere Verwendungserwartungen gegenüber technischen Innovationen. Die Industriosozologie hat denn auch in der Vergangenheit über diese Differenz einen großen Teil ihres Forschungsbedarfs befriedigt: Themen wie Rationalisierung, betriebliche Beziehungen, Qualifikationswandel behandeln die Spannungen, die aus der Differenz zwischen Verwendern und Betroffenen von technischen Innovationen entstehen. Ein wichtiges Ergebnis der Forschungen war, daß „Bediener“ von neuer Technik (Arbeitnehmer) unter bestimmten institutionellen Bedingungen (Tarifverträge, formelle und informelle betriebliche Vereinbarungen) mit den Anwendern (Management) einige Interessen bei der Implementation von Innovation teilen.

Eine andere Konstellation ergibt sich bei einer zweiten Kategorie von Betroffenen: den *Erleidern* technischer Innovationen, also solchen Akteuren, die nur indirekt in den Verwendungskontext einbezogen sind, aber u.U. ihre Interessen oder Lebenschancen durch diese Innovationen berührt sehen. Bestimmte Klassen von Innovationen - vor allem Risikotechnologien - rufen neue Akteure auf den Plan. Skeptische Öffentlichkeiten und regulative staatliche Instanzen (die in bestimmten Hinsichten stellvertretend einen generalisierten Betroffenen-Status einnehmen) müssen in den Implementationsprozeß einbezogen werden. In der Implementationsphase müssen technologieintensive Industrieunternehmen versuchen, soziale Akteure, die typischerweise nicht in Kategorien des Markterfolgs denken, aber erfolgreich Obstruktion androhen können, auf ihre Seite zu ziehen. Dies gelingt oft nur über weitreichende Eingriffe in den Implementationsprozeß selber, an dessen Ende die Innovation sich nachhaltig geändert haben oder sogar ganz scheitern kann.¹⁰

10 Diese Skizze darf nicht so mißverstanden werden, daß technische Innovationen nur über Lancierungs- und Einbettungsstrategien von Unternehmen zustandekommen. Es kommt durchaus vor, daß andere Akteure wie Wissenschaftler oder der Staat zu den strategischen Wegbereitern von Technologien gehören. Der Erfolg solcher Strategien ist allerdings stark von der Mitwirkungsbereitschaft industrieller Unternehmen abhängig, wie Keck am Beispiel des „Schnellen Brüters“ zeigt (Keck 1986).

Ein wichtiger Strategietypus gegenüber Nicht-Unternehmensumwelten ist die persuasive Einbettung von Innovationen. Einbettung von technischen Innovationen durch Überredung ist aber keineswegs nur auf sog. Risikotechnologien beschränkt, wie das Beispiel der Elektroautos in Frankreich zeigt (Callon 1983). Die Versuche, Akzeptanz für Innovationen bei Erleidern zu gewinnen, zeigen ganz deutlich, daß die Intransparenz für innovierende Unternehmen um ein Vielfaches wächst, wenn die Innovationsadressaten selber keine Unternehmen oder in Kooperationsbeziehungen einbindbare Betroffene (wie Arbeitnehmer) sind, also nicht unbedingt Marktrationalität anstreben.

Ein besonders markantes Beispiel mag das Anforderungsniveau für Hersteller bei der Einbettung von „kritischen“ Innovationen illustrieren. Kleinman und Kloppenburg zeigen am Beispiel der Firma Monsanto, eines großen in der Biotechnologie engagierten Chemiekonzerns, wie durch in großer Auflage gratis verteilte Broschüren und Filme die Akzeptanz für eine grundlegende Technologie - eben Biotechnologie - erzeugt werden soll. Monsantos Firmenslogan „Without chemicals, life itself would be impossible“ steht für das Kampagnenprogramm (Kleinman, Kloppenburg 1991, S. 434). Das Ziel dieser Kampagne war die Veränderung eines Deutungskontextes, der angesichts des Widerstandes gegen Biotechnologie als Ganzer der symbolischen und praktischen Einbettung spezifischer Produktinnovationen vorgelagert werden muß. Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß die verbreitete Furcht vor den Gefahren moderner Gentechnologie zu einer ernststen Bedrohung für die Implementationschancen bestimmter pharmazeutischer oder landwirtschaftlicher Produkte werden kann. Die heterogene Zusammensetzung des Widerstandes und die marktfernen Motive der Biotechnik-Kritiker erhöhen die Intransparenz der Umwelt für die Biotechnologie-Unternehmen so sehr, daß diese mit sehr basalen und diffusen Überzeugungsstrategien reagieren müssen, aber nicht sicher sein können, ob nicht gerade dadurch der Widerstand weiter wächst.

4. Schlußbemerkungen

Beobachtet man Innovationen aus der Sicht von Unternehmen, dann sind sie das Medium der Steigerung der internen Differenzierung und der Erhöhung der Komplexität der Umweltbeobachtung von Unternehmen. Aus der Sicht der Evolution hingegen - also des Erzeugungs- und

Implementationsprozesses von Innovationen - erscheinen Unternehmen als Moderatoren der Gestaltung von technischen Innovationen, und zwar in dem Sinne, daß sie die Unsicherheitsdynamik der Erzeugung und Implementation von Innovationen durch organisatorische (intern) und strategische (extern) Maßnahmen zu kanalisieren versuchen. Im Innovationsprozeß vermitteln Unternehmen zwischen Forschungs- und Markttrationalität und übernehmen wichtige Transformationsaufgaben bei der Formung und Realisierung von Innovationen. Unternehmen reduzieren die Unsicherheit, die in Innovationen angelegt ist. Unternehmen erscheinen dann als Organisationen, die die Unsicherheit von Wissenschaft und Technik (als Umwelten von Produktion und Forschung im Unternehmen) und von Nicht-Unternehmensumwelten (wie Öffentlichkeit und Staat) in (mehr oder weniger kontrollierbare) Risiken (der Innovation) umwandeln (s. dazu Halfmann 1994).

Ein solcher Blick auf industrielle Prozesse hat für die Industriosozologie zwei wichtige Konsequenzen: eine forschungsstrategische und eine paradigmatische.

Indem die *Forschungsstrategie* vom Arbeitsprozeß und von den industriellen Beziehungen (zwischen den klassischen Kollektivakteuren „Arbeit“ und „Kapital“) auf Organisationen (Unternehmen) und deren Umwelt (Gewerkschaften, Staat, Medienöffentlichkeit, soziale Bewegungen) gerichtet wird, kann die Industriosozologie das Spektrum der zu beachtenden Themen erweitern. Die Umwelt von industriellen Unternehmen ist reichhaltiger, als es im klassischen Modell industrieller Beziehungen aufscheint: Staat und soziale Bewegungen treten als Akteure der industriellen Entwicklung ins Blickfeld, denen eine wachsende Bedeutung für die Fortentwicklung des industriellen Prozesses zukommt. Die historische Transformation klassenkämpferischer in sozialpartnerschaftliche Beziehungen zwischen Lohnarbeit und Kapital im Übergang vom „Manchesterkapitalismus“ zur „sozialen Marktwirtschaft“ hatte bis in die 60er Jahre hinein den industriellen Prozessen eine Schlüsselstellung in der modernen Gesellschaft verschafft. In dieser Zeit konnte man mit gewisser Berechtigung sagen, daß moderne Gesellschaft Industriegesellschaft sei und daß die wissenschaftliche Beobachtung der industriellen Prozesse Aufschluß über die ganze Gesellschaft vermitteln könne. Mit der Etablierung rechtlich normierter Tarifbeziehungen zwischen Gewerkschaften und Unternehmerverbänden (Müller-Jentsch 1986), der Universalisierung der Inklusionschancen in die Arbeitsmärkte und der wohlfahrts-

staatlichen und wirtschaftspolitischen Absicherung von Arbeits- und Investitionsrisiken verliert das kapitalistische Wirtschaftsgeschehen den Ausnahmecharakter, den es unter Bedingungen hoch konfliktreicher Herausbildung von modernen Wirtschaftsbeziehungen noch besessen hat. Der Prozeß der Pazifizierung der industriellen Beziehungen kann so als Moment des Ausdifferenzierungsprozesses des Wirtschaftssystems in der modernen Gesellschaft beschrieben werden, durch den die Beziehungen der beteiligten (Kollektiv-)Akteure untereinander routinisiert und die Leistungsbeziehungen der Wirtschaftsakteure mit ihren Umwelten ausgebaut wurden. Die sich parallel in der Umwelt des Wirtschaftssystems ausdifferenzierenden und konsolidierenden anderen Sozialsysteme brachten Organisationen und Akteure hervor, die selber in eigendefinierte Leistungsbeziehungen zu den Wirtschaftsorganisationen traten. Dadurch bildete sich eine Vielzahl von Leistungserwartungen an die Organisationen des Wirtschaftssystem heraus, die dort als Komplexerwerden der Bestandsanforderungen der Wirtschaftsorganisationen registriert wurden. Für die Industriosozilogie bedeutet dies, daß die Konzentration auf die industriellen Produktionsprozesse und Beziehungen allein nicht mehr ausreicht, um etwa solche Phänomene wie die Erzeugung und Implementation von Innovationen zu verstehen. Das Wirtschaftssystem und die es tragenden Organisationen sind aus ihrer gesellschaftlichen Zentralstellung während der formativen Periode der großen Industrie und der Massenproduktion herausgerückt; es macht deshalb keinen guten gesellschaftstheoretischen Sinn mehr, die Ökonomie als „Basis“ der Gesellschaft zu beschreiben.

Die *paradigmatische* Konsequenz der hier vorgestellten Überlegungen bestünde darin, daß Rationalisierung eher als unwahrscheinliche Leistung des industriellen Geschehens statt als empirischer Normalfall gedeutet werden muß, daß also die empirische Forschung Raum gewinnt, sowohl das Gelingen als auch das Mißlingen von Rationalisierungsanstrengungen erfassen zu können (Wehrsig, Tacke 1992). Das impliziert auch, Rationalisierung selber als ein hochgradig deutungsabhängiges Mittel (oder gar: Ziel) betrieblichen Entscheidens zu verstehen. „Rationalisierung“ bedeutet nicht nur Reorganisation im Unternehmen, sondern ist auch Gegenstand betrieblicher „Mythen“, mit denen Unternehmen neben Gütern und Dienstleistungen auch commitment und Legitimität „produzieren“ (Meyer, Rowan 1977). Der damit verbundene theoretische Perspektivenwechsel würde bedeuten, daß das industrielle und betriebliche Geschehen stärker als prekärer organisatorischer Ablauf in

einer intransparenten Umwelt gesehen würde. Der Kontingenzaspekt und die System-Umwelt-Differenz würden so stärker ins Relief gehoben als der Herrschafts- und der Optimierungsaspekt des industriellen Geschehens.

Nicht zuletzt kann über die Fokussierung auf Innovationen auch ein klassisches Thema der Soziologie der Industriegesellschaft wieder ins Blickfeld geraten: die konfliktuöse kollektive Aneignung von technischer Entwicklung. Denn nicht nur die Differenzen zwischen Management und Arbeiterschaft, sondern auch die differierenden kollektiven Konstruktionen von Betroffenheit durch technische Entwicklung bei der organisierten Lohnarbeiterschaft einerseits und technikkritischen sozialen Bewegungen andererseits müssen zum Thema der Erforschung industrieller Prozesse werden. Über solche (oder ähnliche) Zugriffe auf industrielle und betriebliche Sachverhalte können der Industriosozologie neue fruchtbare Forschungsterrains eröffnet werden; zugleich kann sich die Industriosozologie auf diese Weise wieder frische Zugänge zu gesellschaftstheoretisch relevanten Fragen erschließen.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß die Industriosozologie selber im Umbruch ist. Als erfolgreiche Subdisziplin der Soziologie hat sie im Verlaufe der Nachkriegszeit eine eigenständige Infrastruktur ausgebildet und einen überschaubaren Katalog von Themen, Paradigmen und Schulen hervorgebracht - eine Leistung, die viel mit der spezifisch deutschen Praxis der industriellen Beziehungen - der sozialintegrativen Bedeutung der Inklusion der Arbeitnehmer(-organisationen) in die „Soziale Marktwirtschaft“ - zu tun hat und deshalb ein attraktives Terrain für produktive Sozialwissenschaftler wurde. Schon ein flüchtiger Blick auf die Geschichte der deutschen Industriosozologie zeigt, daß die Hauptthemen der Industriosozologie im Bereich der inner- und außerbetrieblichen industriellen Beziehungen und der Ko-Evolution von Technik und Arbeit lagen und daß diese Beziehungen vor allem - in Marx-Weberscher Perspektive - unter den Rubren Herrschaft (Thema: Wie (un-)gleich sind die Partner der industriellen Beziehungen?) und Rationalisierung (Thema: Wie setzt sich das marktwirtschaftliche Prinzip unter Bedingungen von Sozialpartnerschaft durch?) beobachtet wurden.¹¹

11 Beckenbach nennt drei Schwerpunkte der deutschen industriosozologischen Forschung der Nachkriegszeit: „1. Technik und Industriearbeit, 2. Technisch-ökonomische Rationalisierung und betriebliche Herrschaft, 3. Industrielle Konflikte, Arbeiterbewußtsein und Mitbestimmung“ (Beckenbach 1991, S. 5).

Heute blickt man auf die Erfolgsgeschichte der Industriosozologie schon vor dem Hintergrund gewisser Erosionserscheinungen der etablierten Praktiken und Deutungen in der Industriosozologie zurück. Über die Begriffe Risiko (Kaufmann 1992) und Reflexivität (Beck 1986) lassen sich Anschlüsse an die neuere gesellschaftstheoretische Debatte finden, die allerdings von dem klassischen gesellschaftstheoretischen Paradigma der Industriosozologie wegführen, in dem die moderne Gesellschaft als „Industriegesellschaft“ porträtiert wurde. Die Industriosozologie ist hervorgegangen aus der im 19. Jahrhundert entstandenen Theorie der industriellen Gesellschaft, die die mit der industriellen Revolution einhergehenden sozialen Veränderungen als Charakteristika der modernen Gesellschaft betrachtete: Industrielle Gesellschaft war moderne Gesellschaft. „Industrialization meant, certainly, the transformation of the productive forces of society through the application of a machine technology and the factory system; but it also meant urbanization, secularization, the ‘rationalization’ of thought, institutions, and behaviour, the individualization of consciousness and conduct, and a host of other changes in family life, politics, and culture“ (Kumar 1986, S. 55; s. auch Aron 1964). Die moderne Industriosozologie, die zwar von einigen Ansprüchen der in das 19. Jahrhundert zurückgreifenden Theorien der Industriegesellschaft Abstand genommen hat, versteht sich jedoch immer noch als „Strukturanalyse der Industriegesellschaft“ (Beckenbach 1991, S. 3), wie die fortwährende Zentralstellung von Begriffen wie Arbeit, Herrschaft und Rationalisierung belegt. Insofern hat die Industriosozologie nach wie vor teil an der konzeptuellen Grundstimmung jener klassischen, mit den Namen Marx’ und Webers verbundenen Theorie der modernen Gesellschaft.

Gewiß sind der Industriosozologie nicht die grundlegenden Strukturveränderungen moderner Gesellschaft entgangen. Mit der Krise des Fordismus (Hirsch, Roth 1986) und der Massenproduktion (Piore, Sabel 1985) treten große Betriebe als Orte fundamentaler technischer Veränderungen und wegweisender sozialer Konflikte etwas weiter in den Hintergrund. Die Diskussionen über das „Ende der Arbeitsgesellschaft“ (Dahrendorf 1980; Dahrendorf 1983; Offe 1983) haben den relativen Bedeutungsverlust von Arbeit für die Selbstbeschreibung moderner Gesellschaften aufgedeckt. Die Theorien der „postindustriellen Gesellschaft“ (Touraine 1973; Bell 1975) haben verdeutlicht, daß der gesellschaftliche Reichtum keineswegs mehr überwiegend vom „produzierenden Gewerbe“, geschweige denn von den klassischen „smoke-stack“-Industrien er-

zeugt wird. Die Krise des klassischen Rationalisierungsansatzes (Altmann u.a. 1986) schließlich hat die Zentralität des Produktionsprozesses für die betriebliche und industrielle Reproduktion ein Stück weit in Frage gestellt. Alle diese theoretischen und empirischen Befunde lassen es zweifelhaft erscheinen, daß die moderne Gesellschaft des 20. Jahrhunderts noch mit den älteren Beschreibungsmitteln einer Theorie der Industriegesellschaft erfaßt werden kann.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob sich die Industriesoziologie zu einer Spezialdisziplin betrieblicher und industrieller Fragen (weiter-)entwickelt und Abschied von dem Ehrgeiz nimmt, zu einer Theorie moderner Gesellschaft beizutragen; oder ob sie ihr Profil verändert und Fragestellungen integriert, die die *infrastrukturelle* Reproduktion einer Gesellschaft betreffen. Damit könnte sich die Industriesoziologie wieder als eine paradigmatische Subdisziplin der Soziologie profilieren.

Literatur

- Allerbeck, K.R.; Hoag, W.J.: Utopia is Around the Corner - Computerdiffusion in den USA als soziale Bewegung. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 1, Jg. 18, 1988, S. 35-53.
- Altmann, N.; Deiß, M.; Döhl, V.; Sauer, D.: Ein „Neuer Rationalisierungstyp“ - neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Heft 2/3, 37. Jg., 1986, S. 191-206.
- Aron, R.: Die industrielle Gesellschaft - 18 Vorlesungen, Frankfurt 1964.
- Asdonk, J.; Bredeweg, U.; Kowol, U.: Innovation als rekursiver Prozeß - Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 4, 1991, S. 290-304.
- Astley, W.G.: The Two Ecologies: Population and Community Perspectives on Organizational Evolution. In: Administrative Science Quarterly, Vol. 30, 1985, pp. 224-241.
- Beck, U.: Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt 1986.
- Beckenbach, N.: Industriesoziologie, Berlin 1991.
- Bell, D.: Die nach-industrielle Gesellschaft, Frankfurt/New York 1975.
- Bieber, D.: Systemische Rationalisierung und Produktionsnetzwerke. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 271-293.

- Bieber, D.:** Der diskrete Charme des technologischen Determinismus - Zur Bedeutung von Technikhärkten für die industrielle Rationalisierung. In: B. Aulenbacher; T. Siegel (Hrsg.): Diese Welt wird völlig anders sein - Denkmuster der Rationalisierung, Pfaffenweiler 1995, S. 229-245.
- Bieber, D.; Möll, G.:** Technikentwicklung und Unternehmensorganisation - Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie, Frankfurt/New York 1993.
- Callon, M.:** Die Kreation einer Technik - Der Kampf um das Elektroauto. In: W. Rammert u.a. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 2, Frankfurt 1983, S. 140-160.
- Child, J.:** Information Technology, Organization and the Response to Strategic Challenges. In: California Management Review, No. 1, Vol. XXX, 1987, pp. 33-50.
- Daft, R.L.; Weick, K.E.:** Toward a Model of Organizations as Interpretation Systems. In: Academy of Management Review, No. 2, Vol. 9, 1984, pp. 284-295.
- Dahrendorf, R.:** Im Entschwinden der Arbeitsgesellschaft - Wandlungen der sozialen Konstruktion des menschlichen Lebens. In: Merkur, Heft 387, 34. Jg., 1980, S. 749-760.
- Dahrendorf, R.:** Wenn der Arbeitsgesellschaft die Arbeit ausgeht. In: J. Matthes (Hrsg.): Krise der Arbeitsgesellschaft? - Verhandlungen des 21. Deutschen Soziologentages in Bamberg 1982, Frankfurt/New York 1983, S. 25-37.
- Deiß, M.; Döhl, V. (Hrsg.):** Vernetzte Produktion - Automobilzulieferer zwischen Kontrolle und Autonomie, Frankfurt/New York 1992.
- Deutschmann, Ch.:** Reflexive Verwissenschaftlichung und kultureller „Imperialismus“ des Managements. In: Soziale Welt, Heft 3, 1989, S. 374-396.
- Halfmann, J.:** Unsicherheit durch Wissenschaft - Die Folgen der „Industrialisierung der Wissenschaft“ für die Industrie. In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9, Göttingen 1994, S. 379-391.
- Hirsch, J.; Roth, R.:** Das neue Gesicht des Kapitalismus - Vom Fordismus zum Post-Fordismus, Hamburg 1986.
- Joppke, Ch.:** The Social Struggle over Nuclear Energy - A Comparison of West Germany and the United States, Berkeley 1992.
- Kaufmann, F.-X.:** Der Ruf nach Verantwortung - Risiko und Ethik in einer unüberschaubaren Welt, Freiburg 1992.
- Keck, O.:** Experten und Interessen, oder: Eier für den Schnellen Brüter. In: K.M. Michel; T. Spengler (Hrsg.): Kursbuch 85, Berlin 1986, S. 87-108.
- Kleinman, D.L.; Kloppenburg, J.:** Aiming for the Discursive High Ground: Monsanto and the Biotechnology Controversy. In: Sociological Forum, No. 3, Vol. 6, 1991, pp. 427-447.
- Kowol, U.; Krohn, W.:** Innovationsnetzwerke - Ein Modell der Technikgenese. In: J. Halfmann u.a. (Hrsg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8, Frankfurt/New York 1995, S. 77-105.

- Krohn, W.:** Die Innovationschancen partizipatorischer Technikgestaltung und diskursiver Konfliktregulierung, IWT-paper 9, Bielefeld 1995.
- Krohn, W.; Weyer, J.:** Die Gesellschaft als Labor. In: J. Halfmann u.a. (Hrsg.): Riskante Entscheidungen und Katastrophenpotentiale, Opladen 1990, S. 89-122.
- Kubicek, H.; Gerpen, H. van; Seeger, P.:** Informatisierung von Waren- und Kreditwirtschaft als Verhandlungsprozeß - Exemplarische Analysen der Bedeutung und Aushandlung branchenübergreifender Standardisierung von Daten für die zwischenbetriebliche Vernetzung. In: B. Lutz (Hrsg.): Technik in Alltag und Arbeit, Berlin 1989, S. 167-185.
- Kuhn, K.:** Zur Stellung von Forschung und Entwicklung in der Organisationsstruktur von Technologieunternehmen. In: R. Bühner (Hrsg.): Führungsorganisation und Technologiemanagement - Festschrift für Friedrich Hoffmann zum 65. Geburtstag, Berlin 1989, S. 91-119.
- Kumar, K.:** Prophecy and Progress - The Sociology of Industrial and Postindustrial Society, London 1986.
- Lawrence, P.R.; Lorsch, J.W.:** Differentiation and Integration in Complex Organizations. In: Administrative Science Quarterly, Vol. 12, 1967, pp. 1-47.
- March, J.G.; Olsen, J.P.:** Ambiguity and Choice, Bergen 1976.
- Mayntz, R.:** Modernisierung und die Logik von interorganisatorischen Netzwerken. In: Journal für Sozialforschung, Heft 1, 32. Jg., 1992, S. 19-32.
- Mendius, H.G.; Wendeling-Schröder, U. (Hrsg.):** Zulieferer im Netz - Zwischen Abhängigkeit und Partnerschaft, Neustrukturierung der Logistik am Beispiel der Automobilzulieferung, Köln 1991.
- Mensch, G.:** Das technologische Patt - Innovationen überwinden die Depression, Frankfurt 1975.
- Meyer, J.W.; Rowan, B.:** Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. In: American Journal of Sociology, No. 2, Vol. 83, 1977, pp. 340-363.
- Milling, P.:** Produkt- und Prozeßinnovationen als Formen des technischen Fortschritts, Beiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Osnabrück, Beitrag Nr. 8612, Osnabrück 1986.
- Monse, K.:** Zwischenbetriebliche Vernetzung in institutioneller Perspektive. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 295-314.
- Müller-Jentsch, W.:** Soziologie der industriellen Beziehungen, Frankfurt/New York 1986.
- Offe, C.:** Arbeit als soziologische Schlüsselkategorie? In: J. Matthes (Hrsg.): Krise der Arbeitsgesellschaft? Frankfurt/New York 1983, S. 38-65.
- Piore, M.J.; Sabel, Ch.F.:** Das Ende der Massenproduktion - Studie über die Requalifizierung der Arbeit und die Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft, Berlin 1985.

- Rammert, W.:** Das Innovationsdilemma - Technikentwicklung im Unternehmen, Opladen 1988.
- Stückemann, Th.:** Reflexivität der Technikentwicklung? - Über die Modernität der neuen Biotechniken. In: Sociologia Internationalis, Heft 1, 1996.
- Tacke, V.:** „Netzwerk“ als Formel für die Selbstbeschreibung von Organisationen - Eine organisationssoziologische Perspektive auf Prozesse der interorganisationalen Vernetzung im Wirtschaftssystem. In: H.-J. Weißbach; A. Poy (Hrsg.): Neue Formen medialer Steuerung in der Vernetzungswirtschaft, Berlin 1996.
- Teubner, G.:** Die vielköpfige Hydra - Netzwerke als kollektive Akteure höherer Ordnung. In: W. Krohn; G. Küppers (Hrsg.): Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung, Frankfurt 1992, S. 189-216.
- Touraine, A.:** Die postindustrielle Gesellschaft, Frankfurt 1973.
- Wehrsig, Ch.; Tacke, V.:** Funktionen und Folgen informatisierter Organisationen. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 219-239.
- Weick, K.E.:** Der Prozeß des Organisierens, Frankfurt 1985.
- Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D.:** The Machine that Changed the World, New York/Toronto etc. 1990.

Probleme unternehmensübergreifender Organisation von Innovationsprozessen

Die Industriosozologie war sich sehr lange, vielleicht zu lange, gewiß, daß sich durch Analysen auf der Ebene der materiellen Produktion Rückschlüsse auf allgemeine gesellschaftliche Entwicklungen ziehen lassen könnten. In einer historischen Situation, in der sich Sozialwissenschaftler eher der „Aufklärung“ als der „Beratung“ verpflichtet fühlten, konnten in der akademischen Soziologie diejenigen mit einem hohen Maß an Aufmerksamkeit rechnen, die sich mit den empirisch nachweisbaren Veränderungen auf der Ebene industrieller Arbeitsprozesse befaßten. Wer ernstzunehmende Gesellschaftstheorie betreiben wollte - so das allgemeine Verständnis -, hatte sich auch mit den Entwicklungstendenzen von Arbeit zu befassen. Und wer sich mit den Problemen der Organisation industrieller Arbeitsprozesse beschäftigte, war gleichsam eben dadurch auch schon auf dem Weg zu einer „elaborierten“ Gesellschaftstheorie. Industriosozologie war nicht nur in den Augen der Vertreter des Fachs ein wesentlicher, wenn nicht der wichtigste Baustein jedweder Gesellschaftstheorie.

So einfach liegen die Dinge nun nicht mehr - und dies kann zugleich bedauert und begrüßt werden. In jedem Fall ist die Verunsicherung, die daher rührt, daß sich theoretisch bedeutsame Aussagen über Gesellschaft (scheinbar) ohne Rekurs auf „Arbeit“ machen lassen, produktiv, da sie die Industriosozologen zwingt, ihre axiomatischen Grundaussagen zu überdenken und den Beweis für die Bedeutung ihres Gegenstandsreichs wieder neu anzutreten. Auch die Notwendigkeit, bestimmte außerhalb der Disziplin entwickelte Ansätze auf das Themenspektrum der Industriosozologie zu beziehen, ist durchaus zu begrüßen.¹

1 Beispielsweise ist die Frage, ob Unternehmen immer „rational“ handeln (i.S. eines eindeutig definierbaren Zweck-Mittel-Verhältnisses), im Rahmen der

Es stellt sich aber zunehmend die Frage, ob der Gegenstandsbereich der Industriesoziologen selbst weiterhin so verstanden werden kann, wie das bis vor kurzem noch auf breiter Front selbstverständlich war. Wenn Industriesoziologen sich mit „der Industrie“ befaßten, so konzentrierten sich ihre Bemühungen weitgehend auf den Bereich der materiellen Produktion - der Bereich der industriellen Dienstleistungen (wie überhaupt der Dienstleistungen bzw. der Dienstleistungsindustrie) blieb bis auf die bekannten Ausnahmen (Baethge, Oberbeck 1986; Biervert u.a. 1996; Littek u.a. 1992; Rock u.a. 1990) außerhalb des Interesses der Forschung.

Man kann hier von einem produktivistischen Mißverständnis sprechen, demzufolge Produktion immer (und eben auch ausschließlich) die Handarbeit an einem materiellen Gegenstand impliziert. Gegenüber diesem allzu glatten Produktivismus wurden allerdings bereits zu Beginn der 80er Jahre zaghafte Bedenken angemeldet, und zwar vor allem in einer Stadt, die - um in einem Bild von Günter Ortman (1995) zu bleiben - auf dem industriesoziologischen Mainstream ungefähr in der Mitte zwischen München und Göttingen liegt. Ganz im Sinn der These von Kern (s. den Beitrag in diesem Band), daß zu eng geknüpft (und nach außen weitgehend abgeschirmte) Netze grundlegendere Innovationen eher behindern als befördern, war die Begeisterung über die programmatische Forderung von Lothar Hack und Gerhard Brandt doch sehr bescheiden, die Industriesoziologie müsse - gerade wenn sie sich weiter mit „der Industrie“ befassen wolle - ihren Gegenstandsbereich über die Sphäre der unmittelbaren Produktion hinaus ausweiten (Hack, Hack 1985; Brandt 1984). Zwar wurde durchaus zugegeben, daß in der Industrie nicht ausschließlich materielle Produktion stattfindet; aber weder wurde konzediert, daß es dort weitreichende Veränderungen - etwa bezogen auf die (abnehmende) Bedeutung der Produktion im Verhältnis zur Forschung und Entwicklung oder in bezug auf industrielle Personalstrukturen - gegeben hatte, noch wurde akzeptiert, daß damit auch grundlegendere Fragen theoretischer Art aufgeworfen wurden. Dies ließe sich beispielhaft an der (inzwischen beigelegten) Kontroverse über die Reichweite neuer Produktionskonzepte (vgl. Malsch, Seltz 1987) oder an der Auseinandersetzung über den Begriff der systemischen Rationalisierung nachvollziehen (Sauer 1995; Sauer, Wittke 1994).

überlieferten theoretischen Konstruktionen der Industriesoziologen kaum diskutierbar, weil unterstellt wird, daß Unternehmen prinzipiell rational handeln. Sobald man zugesteht, daß Unternehmen und die in ihnen tätigen Akteure „Fehler“ machen können, zeigt sich empirisch eine Vielzahl von Phänomenen, die den herrschenden Rationalitätsvorstellungen nicht entsprechen.

In zweierlei Hinsicht hat sich die Lage inzwischen grundlegend verändert. Zum einen setzen sich immer mehr Vertreter des Fachs vehement dafür ein, sich mit Fragen der Organisation von Innovationsprozessen auseinanderzusetzen, die Frage nach dem „Wie“ der Produktion durch die Frage nach dem „Was“ zu ergänzen (Wittke 1995). Zum anderen wird zunehmend erkannt, daß die Fähigkeit, schnell und kostengünstig Innovationen zu erzeugen, für die Konkurrenzfähigkeit der Industrie - und namentlich der deutschen Industrie - gegenüber der Fähigkeit, materielle Produktionsprozesse zu „rationalisieren“, stark an Bedeutung gewinnt. In diesem Zusammenhang wird neuerdings auch verstärkt der Frage nachgegangen, worin die spezifischen Innovationsprobleme der deutschen Industrie liegen und wie ihre Potentiale besser genutzt werden könnten (vgl. Kern in diesem Band). Der „Zugriff“ der Industriesoziologie auf ihren Gegenstand wird ein anderer: Man widmet sich auch Fragestellungen, die außerhalb der Sphäre der materiellen Produktion liegen, und zwar in einer Weise, die deutlich werden läßt, daß es die Forschung drängt, endlich „praktisch“ werden zu können.

Jenseits aller Bedenken, die man gegen eine vorschnelle (Selbst-)Verpflichtung der industriesoziologischen Forschung auf die Anforderungen industrieller „Praxis“ anmelden kann, droht für die Theoriebildung die Gefahr, daß das Kind mit dem Bad ausgeschüttet wird und eine Innovationsforschung ohne Bezug zur materiellen Produktion entsteht. Es wäre dies eine Forschung, die sich zwar einerseits der Sorge um den Standort Deutschland verpflichtet weiß und in der Förderung der Innovationsfähigkeit den Schlüssel zum Wohl aller - also zur Gewinnung der Zukunftsfähigkeit der deutschen Industrie, zur Sicherung von Arbeitsplätzen und zur Wiedergewinnung von Stärke der Gewerkschaften - zu sehen glaubt, die aber andererseits den systemischen Zusammenhang der Organisation von Produktions- und Innovationsprozessen aus dem Blick zu verlieren droht.

Damit ist eine grundlegende Hypothese des Forschungsprogramms angesprochen. Es geht im folgenden darum, einen etwas spezifischeren Ausschnitt der zunehmenden Autonomisierung der Technikentwicklung zu beleuchten, der nach unserer Auffassung neben anderen Faktoren (s. die Beiträge von Böhle, Düll/Meil und Hirsch-Kreinsen in diesem Band) dafür verantwortlich ist, daß die Anforderungen der industriellen Praxis nur noch sehr vermittelt an diejenigen Institutionen zurückgespielt werden, die mit der Entwicklung von Produktionstechnik befaßt sind. Die

zentrale These der folgenden Ausführungen thematisiert das Aufbrechen bewährter Rückkoppelungsschleifen zwischen der Entwicklung von Produktionstechnik und der industriellen Praxis und die zunehmend bedeutender werdende Rolle unternehmensübergreifender Arbeitsteilung.

Der Beitrag hat drei Teile. Im ersten Teil gehe ich auf die Thesen von Jost Halfmann ein und diskutiere, was sich von den in seinem Text enthaltenen Anregungen aus wissenschaftssoziologischer Perspektive für die Industriosozologie nutzen läßt. Im zweiten Teil soll dargelegt werden, in welcher Weise sich bei der unternehmensübergreifenden Organisation von Produkt- und Prozeßinnovation Kooperationsprobleme und Konflikte ergeben, und im dritten Teil möchte ich mich mit einigen, in der letzten Zeit - nicht nur von Jost Halfmann - immer wieder geäußerten Auffassungen auseinandersetzen, in denen der Industriosozologie geraten wird, doch einen veritablen Paradigmenwechsel zu vollziehen. Dort wird dann der in dieser Einleitung angesprochene Perspektivenwechsel der Industriosozologie noch einmal thematisiert und auf das hier vorgestellte Programm bezogen.

1.

Aus industriosozologischer Sicht enthält der Beitrag von Jost Halfmann zwei wichtige Anregungen, denen ich im folgenden ein wenig nachspüren will.

Die zentrale These Halfmanns ist, daß Unternehmen technische Innovationen vorantreiben, um sich gegenüber turbulenten Umwelten ein Mindestmaß an Autonomie zu bewahren. Um der Unsicherheit und Komplexität der sie umgebenden Umwelt standhalten zu können, reiche es nicht aus, den unmittelbaren Produktionsprozeß zu beherrschen, vielmehr müsse man auch technische Innovationen vorantreiben, sie von der Invention zur Implementation bringen - und dabei treffe man auf verschiedene Akteure, die nicht immer innerhalb des gleichen Bezugssystems operierten wie die Unternehmen. Dies könne zu Problemen bezüglich der sozialen Einbettung von Innovationen führen. Insgesamt entstehe dadurch die paradoxe Situation, daß Unternehmensstrategien, die zur Reduzierung von Unsicherheit führen sollen, die zu bewältigende Unsi-

cherheit und Komplexität erhöhen.² Der Industriesoziologie wird empfohlen, Innovationsprozesse in Unternehmen zu einem zentralen Gegenstand ihrer Forschung zu machen und dabei auf Konzepte der betriebswirtschaftlichen Organisationsforschung wie auch der Organisationssoziologie zurückzugreifen.

Bezogen auf die Forderung nach einer Ausweitung des Gegenstandsreichs der Forschung rennt Halfmann damit bei Industriesoziologen inzwischen nicht mehr ganz so fest verschlossene Türen ein. Wurden einige „Frühstarter“ wie Werner Rammert, Lothar Hack und Gerhard Brandt noch mit etwas Verwunderung bedacht, wenn sie die Aufnahme von „immateriellen Produktionsprozessen“ in den Themenkatalog der Industriesoziologie forderten, doch gibt es heute eine Reihe von vielversprechenden Ansätzen gerade industriesoziologischer Technikgeneseforschung.³ So hat sich etwa der Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, zu dem auch eine Reihe von Industriesoziologen gehören, der Fragestellung der „Organisation technischer Innovationen“ verschrieben (Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung 1995, S. 50 ff.). Dabei wird - und dies scheint mir das Spannende gerade industriesoziologischer Technikforschung zu sein - der Innovationsprozeß als nicht ausschließlich in den FuE-Abteilungen der Industrie stattfindend thematisiert. Vielmehr wird der Frage nachgegangen, wie Innovationen erzeugt und in den Unternehmen durchgesetzt werden, welche Auswirkungen sich daraus für den Produktionsprozeß ergeben und welche gesellschaftlichen Voraussetzungen und Folgen sich mit den untersuchten Innovationen bzw. Innovationsprozessen verbinden. Typisch für industriesoziologische Auseinandersetzungen mit dem Innovationsthema ist also - wie für andere Disziplinen auch - ein gleichsam subsystemübergreifender Zugang, dessen Fokus aber das einzelne Unternehmen und die Beziehungen bilden, in denen es agiert.⁴ Es ist demnach auch unter Industriesoziologen

2 Man kann sich das gleichsam als „Risikospirale“ vorstellen: Probleme werden nicht endgültig gelöst, sondern entstehen immer wieder - auf erweiterter Stufenleiter - neu (vgl. Bieber, Möll 1993, S. 342).

3 Zur Ehrenrettung der Disziplin kann sogar gesagt werden, daß es nicht zuletzt Industriesoziologen waren, die in Deutschland die Frage nach den Innovationsproblemen in der Industrie hoffähig gemacht haben.

4 So verdientvoll es ist, die Arbeits- und Kommunikationsprozesse in Forschungslaboratorien einer soziologischen Analyse zugänglich gemacht zu haben, so können dennoch die Entstehungs- und Verwendungskontexte der industriellen Forschung nicht außer acht bleiben (vgl. zur Kritik der konstruk-

guter Brauch, analytisch zwischen Innovations- und Implementationsphasen zu unterscheiden.

Hier setzt Halfmann an und macht einen spekulativen, aber reizvollen Vorschlag, der nicht vorschnell verworfen werden sollte. Dieser zielt darauf ab, den Implementationsprozeß neuer Technologien als Prozeß sozialer Einbettung zu thematisieren. Damit wird der Bezugsrahmen der Analyse über den einzelnen Betrieb hinaus ausgedehnt und zwischen verschiedenen Einbettungskontexten unterschieden (Anwender, Betroffene, Regulatoren, das innovierende Unternehmen).⁵ Halfmann geht hier von zwei Prämissen aus: Zum einen ist der Implementationsprozeß von Technik - und das gilt, so kann hinzugefügt werden, auch für Produktionstechnik - immer riskant. Zum anderen produziert der Implementationsprozeß technischer Innovationen nicht nur die Notwendigkeit, sich über unmittelbar „rechenhafte“ ökonomische Formbestimmungen mit der Umwelt rückzukoppeln, sondern auch mit Umwelten zu kommunizieren, die nicht oder nicht ausschließlich in Marktkategorien denken und handeln. Gegenüber diesen internen oder externen Umwelten muß das Unternehmen einen Weg finden, der geeignet ist, die Implementation technischer Neuerungen voranzutreiben. Für Halfmann, wie auch für andere, besteht dieser Weg in wie auch immer gearteten Formen der Netzwerkbildung (etwa Sydow 1992; Bieber 1992; Mill, Weißbach 1992; kritisch zur „Vorreiterrolle“ von Netzwerken in der Automobilindustrie: Pohlmann u.a. 1995). Netzwerken kommt dieser Lesart zufolge das Verdienst zu, das schwierige Problem der „Einbettung“ von Innovationen in eine Umwelt, die Neuem nicht per se wohlwollend gegenüberstehen muß, besser lösen zu können als andere Formen der Implementation.⁶

tivistischen Wissenschaftssoziologie Bieber, Möll 1993, S. 369 ff.; Bender 1996).

- 5 Die Unterscheidung zwischen „Betreibern“ und „Betroffenen“ industrieller Reorganisation findet sich auch bei Deutschmann u.a. (1995), wo sie allerdings auf das Management, also die interne Unternehmenswelt, bezogen wird.
- 6 Zwar wird vielfach heute noch ähnlich argumentiert, indem Netzwerke als Erfolgsgaranten zur Bewältigung neuartiger Marktanforderungen verstanden werden. Dennoch erscheint mir eine Perspektive, wie sie von der Organisationsforschung an die Industriosozologie herangetragen wird, sinnvoller zu sein, nämlich die Frage nach der Unwahrscheinlichkeit des Erfolgs betrieblicher Rationalisierungsanstrengungen (Wehrsig, Tacke 1992; Tacke 1996). In dieser Perspektive sind Netzwerke dann zunächst nichts anderes als der immer auch mit den Möglichkeiten des Scheiterns verbundene Versuch, mit

Wenn ich Halfmann richtig interpretiere, bezieht er den Netzwerkgedanken allerdings nur auf den Prozeß der Erzeugung technischer Innovationen, nicht aber auf den Prozeß ihrer Durchsetzung gegenüber irritierenden Umwelten. Dies ist insofern inkonsequent, als Innovationsnetzwerke nach Halfmann gut geeignet sind, die Spannungen zwischen wissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Rationalität zu reduzieren.⁷ Warum nicht auch die Unsicherheit gegenüber den „Nicht-Unternehmensumwelten“ durch Netzwerkbildung eingegrenzt werden kann, muß hier offenbleiben, zumal es durchaus Versuche gibt, durch Mediationsverfahren, also durch die Herstellung von „weak ties“, die Akzeptanz risikoreicher Technologien zu erhöhen.

Während Kern bestimmte Bedenken gegen das „Einbettungsargument“ (vgl. Granovetter 1992) anführt und seine Plausibilität zumindest für den Bereich der Basisinnovationen in Zweifel zieht, spielt es für Halfmann doch eine zentrale Rolle: Die Produktinnovation muß in die Gesellschaft implementiert werden; dies hat man sich als einen Prozeß vorzustellen, in dem nicht nur ökonomische, sondern auch soziale Momente eine zentrale Bedeutung haben. So weit, so gut. Was aber für die Phase der Implementation gilt, sollte ebenso für die Phase der Generierung neuer Technologien gelten - in beiden spielen soziale wie ökonomische Faktoren eine gewichtige Rolle. Schließlich sind die durch unterschiedliche gesellschaftliche Rahmenbedingungen beeinflussen, also kontingenten, kognitiven Konstruktionen der Wissenschaftler und Ingenieure wie bei anderen sozialen Akteuren sozial (mit-)konstituiert. Die am Prozeß der Technikgenese wie der Technikimplementation beteiligten Akteure könnten ebenfalls in Anwender, Regulatoren und Betroffene unterschieden werden. Die Organisation von Innovationsprozessen in Unternehmen ist in-

veränderten Anforderungen der Umwelt klarzukommen (Ortmann 1995). Ob eine „Strategie“ sich als „rational“ erweist, läßt sich immer erst ex post feststellen - auch eine scheinbar rationale Strategie zur Stärkung der eigenen Position im Wettbewerb kann sich in kapitalistischen Gesellschaften nachträglich als Moment des Scheiterns erweisen.

- 7 Für Soziologen ist es höchst interessant zu untersuchen, wie bei Innovationsprozessen unterschiedliche Rationalitäten oder „Orientierungskomplexe“ (Krohn, Rammert 1985) aufeinander bezogen werden, wie der Prozeß der Kommensurabilisierung dieser nicht-identischen Maßstäbe geleistet wird, und welche Dimension sich letztlich als die dominante erweist bzw. ob dies überhaupt der Fall ist (vgl. Bieber, Möll 1993, S. 292 ff., S. 77 ff.). Komplikationen ergeben sich aus Überlegungen, die eine soziale Wirklichkeitskonstruktion auch für den Bereich der Wissenschaft, der Technik oder des Marktes postulieren (vgl. z.B. den Beitrag von Knie in diesem Band).

zwischen zu einem bevorzugten Feld der Rationalisierung geworden - zum einen weil der Bereich der Forschung, Entwicklung und Konstruktion bislang stark vernachlässigt wurde, zum anderen weil man sich durch eine veränderte Organisation große Effizienzgewinne verspricht. Mir ist nicht ganz einsichtig, warum an diesem Punkt, der für Industriosozologen spannende Fragen aufwirft, die von Halfmann selbst vorgeschlagene Integration der Sichtweisen nicht durchgehalten und die klassische Interpretation nach dem Muster „Technikentwicklung und soziale Folgen“ aufrechterhalten wird, indem die soziologische Betrachtung der Innovations- und Implementationsprozesse gleichsam erst nach Vollendung der Tatsachen, nach dem Abschluß bedeutender Entwicklungsschritte, einsetzt (vgl. Knie und die Kritik von Düll/Meil in diesem Band). Es gibt eine Reihe von Hinweisen darauf, daß für den Prozeß der Technikgenese, sofern er in industriellen Kontexten stattfindet, die von Halfmann erst für den Prozeß der Einbettung von neuen Technologien in die Gesellschaft benannten Kategorien ebenfalls eine Rolle spielen (vgl. Hirsch-Kreinsen 1995; Bieber, Möll 1993; Bender 1996).

Interessant ist die Veränderung des Innovations- bzw. Implementationsbegriffes selbst, die sich im Denken von Halfmann feststellen läßt. Hatte er noch in seiner Geschichte der Mikroelektronik (Halfmann 1984, S. 63) gegenüber allen möglichen anderen Definitionsversuchen betont, eine Basisinnovation unterscheide sich von einer „normalen“ Innovation durch den Grad ihres Einflusses auf den gesellschaftlichen Arbeitsprozeß, so unterstellt er nun, daß Innovationen weit über das System der gesellschaftlichen Arbeit hinausgreifen und Gesellschaft als solche tangieren. Angesichts der „Zukunftstechnologien“ - Gentechnik, Multimedia usw. -, deren Erfolg, entgegen anderslautenden Bekundungen, keinesfalls dem Zufall, also den Marktkräften, überlassen werden darf, macht eine solche Erweiterung des Forschungshorizontes großen Sinn. Man sollte aber nicht aus den Augen verlieren, in welchen strukturellen Kontexten die wesentlichen Verwendungsbedingungen neuer Technologien vorentschieden werden - auch wenn derartige Bemühungen nicht immer und automatisch von Erfolg gekrönt sein müssen. In Anlehnung an ein derzeit sehr prominentes industriosozologisches Forschungsprogramm könnte man hierin einen Beleg für das Reflexivwerden des (FuE-)Managements sehen, das sich eben nicht länger darauf verläßt, daß die Ergebnisse seiner Bemühungen von der Gesellschaft problemlos akzeptiert werden. Vielmehr versucht es, die innerhalb und außerhalb des Unternehmens lauenden Störpotentiale rechtzeitig zu identifizieren, um dar-

auf angemessen reagieren zu können. Gerade dann, wenn man nicht länger unterstellt, daß die Innovations- und Rationalisierungsanstrengungen der Industrie notwendig von Erfolg gekrönt sein werden, gewinnt die Überlegung wieder an (theorie-)strategischer Bedeutung, daß Ziel innovatorischen Handelns in Unternehmen nicht die Schaffung von Arbeitsplätzen oder die Entwicklung eines nachhaltigen Wirtschaftsraumes („sustainable Germany“) oder dergleichen mehr ist, sondern die schnelle Eroberung von Marktanteilen, die Beobachtung der Wettbewerber, in letzter Konsequenz die effiziente Nutzung des eingesetzten Kapitals. Offen ist nur, wie dieses Ziel in konkretes Handeln umgesetzt wird - und mit welchem Erfolg.

Gegen Ende seiner Ausführungen wirft Halfmann die Frage nach den paradigmatischen Konsequenzen einer Aufnahme von Fragestellungen, wie der nach dem „Innovationsdilemma“, auf und empfiehlt der Industriesoziologie einen Perspektivenwechsel. Dieser hätte, so Halfmann, die Tatsache zu würdigen, daß die Gleichsetzung von moderner Gesellschaft mit Industriegesellschaft aufgrund der abnehmenden Bedeutung von „Arbeit“ nicht mehr trägt und deshalb eine Industriesoziologie, die immer noch Begriffe wie Arbeit, Herrschaft und Rationalisierung zentralstellt, kaum den Anspruch erheben könne, Gesellschaft umfassend zu begreifen. Um wieder in den Rang einer „paradigmatischen Subdisziplin der Soziologie“ aufsteigen zu können, hätte sich die Industriesoziologie mit der infrastrukturellen Reproduktion moderner Gesellschaften zu befassen, die, so kann vermutet werden, mehr umfaßt als die Analyse betrieblicher und industrieller Problemlagen.

Bevor ich mich aber den eher paradigmatischen Schlußfolgerungen Halfmanns nähere, möchte ich kurz erläutern, was die Fragestellungen sind, die in unserem Projektzusammenhang eine zentrale Rolle spielen.

2.

Wie in verschiedenen Beiträgen dieses Bandes betont wird, befaßt sich das Münchner Forschungsprojekt mit den Tendenzen einer zunehmenden Abkoppelung der Entwicklung von Produktionstechnik von den Anforderungen industrieller Praxis. Dieser Prozeß wird durch verschiedene Variablen gesteuert, u.a. durch die Ausdifferenzierung derjenigen Insti-

tutionen, die in den Prozeß der Entwicklung neuer Produktionstechnologien involviert sind (s. den Beitrag von Hirsch-Kreinsen in diesem Band). In dem hier fokussierten Kontext geht es vor allem um jene Probleme, die aus der organisatorischen Verkoppelung von Unternehmen beim Innovationsprozeß resultieren und mit einer Auflösung der Mechanismen einhergehen, die bislang die Vermittlung von Praxisanforderungen an die innovativen Abteilungen der beteiligten Unternehmen sicherstellten. Dabei gehen wir von der Vermutung aus, daß diese Autonomisierungstendenz durch die ökonomisch und technisch begründete Notwendigkeit einer Koppelung von Produkt- und Prozeßinnovationen zusätzlich an Dynamik gewinnt. Diese Arbeitshypothese soll an der Automobilbranche überprüft werden, die in gewisser Weise als Kontrastfall zum Maschinenbau gelten kann. Sie ist eine Branche, in der seit einiger Zeit eine neuartige Verbindung des Paradigmas der Massenproduktion mit dem der flexibilisierten Produktion zu beobachten ist.

Im folgenden sollen mehrere Trends, die bei Innovationsprozessen in der Automobilindustrie festzustellen sind, im Mittelpunkt der Überlegungen stehen. Dies impliziert zum einen die Frage nach den Formen der Kooperation zwischen Abnehmern und Zulieferern in Produktionsnetzwerken - wobei es auf die Spezifika der Zusammenarbeit im Bereich der Produktinnovation ankommen soll -, zum anderen die Auseinandersetzung mit den Problemen der Integration von Produkt- und Prozeßinnovation und schließlich die Frage, wie sich die zwischen Zulieferern und Abnehmern zu beobachtenden Kooperationsprobleme auf die Herstellungsprozesse von Produktionstechnik auswirken.

Beginnen möchte ich mit einer nahezu banal anmutenden Feststellung, die scheinbar - folgt man der einschlägigen Wirtschaftsberichterstattung - überhaupt nichts mit eher grundsätzlichen Trends wie den hier postulierten zu tun hat. In der Automobilindustrie, aber auch in anderen Branchen, die technologisch avancierte Produkte (mit komplexen Produktionstechnologien) herstellen, gibt es regelmäßig - und in den letzten Jahren verstärkt - bei Produktionsumstellungen Anlaufkurven, die ganz anders als gewünscht oder prognostiziert ausfallen. Vielfach ist von erheblichen Qualitätsproblemen und Fehlerraten die Rede, die viel länger als erwartet auftreten (derzeit prominentes Beispiel ist die neue Fabrik von BMW in den USA). Dies erstaunt um so mehr, als viele Unternehmen von der FuE (Forschung und Entwicklung) bis zur Fertigung verschiedene betriebliche Funktionsbereiche einer umfassenden Fehlermöglich-

keitseinfluß-Analyse (FMEA) unterziehen und ihre Abläufe vollständig dokumentieren, um das begehrte DIN/ISO 9000 ff.-Zertifikat zu bekommen. Mit großem Aufwand versuchte die Automobilindustrie, die klassische Prüfung fertiger Produkte durch Qualitätssicherung im Prozeß und ein durchgehendes präventives Qualitätsmanagement zu ersetzen. Diese eher organisatorische als technische Innovation wurde nicht nur in den eigenen Werken, sondern auch gegenüber den Zulieferern als verbindliche Form der Qualitätssicherung durchgesetzt. Obwohl also mehr Zeit und Geld in die antizipative Sicherstellung von Qualität investiert wird, lassen die Ergebnisse dieser Bemühungen noch sehr zu wünschen übrig (Deiß 1997). Es handelt sich hier um eine der bei Rationalisierungsanstrengungen immer wieder anzutreffenden „Risikospiralen“, die von der Forschung bislang relativ wenig Aufmerksamkeit erfahren haben.

Die Unwägbarkeiten jedweder kapitalistischer Produktion (Markt-, Produktions- und Innovationsrisiken; vgl. Bieber, Möll 1993; Child 1987; Halfmann 1994) verschärfen sich natürlich in dem Maß, wie der unternehmensübergreifende Austausch für das einzelne Unternehmen an Gewicht gewinnt. Dabei ist die Tatsache, daß Produktion (im klassisch industriesoziologischen Sinn) in einigen Branchen in zunehmendem Maß unter Einbezug anderer Unternehmen stattfindet, an sich überhaupt nichts Neues. Seit Beginn der industriellen Produktion mußten Rohstoffe oder Produktionstechniken häufig bei anderen Unternehmen eingekauft werden. Die „integrierte Produktion“ nach dem Muster Henry Fords war immer ein Ideal, dem viele Unternehmen (und in deren Folge auch viele Industriosozologen) folgten, das aber in der Realität relativ selten vollständig umgesetzt worden ist. Ford kam es darauf an, soweit möglich sämtliche Prozesse „inhouse“, also direkt innerhalb des eigenen Unternehmens, ablaufen zu lassen - dies galt auch für die entsprechenden Dienstleistungen. Wenn zur Produktion von Gütern aber immer schon der unternehmensübergreifende Austausch konstitutiv war, dann kann die Bildung von Netzwerken per se kaum als innovativ angesehen werden. Innovativ ist vielmehr die gesellschaftliche Form der Arbeitsteilung, die insgesamt zu einer bedeutenden Steigerung der Produktivität der beteiligten Unternehmen führt.⁸

8 Wenn man den Begriff der Basisinnovation nicht nur auf Technologien beschränken will, sondern organisatorische bzw. sozialstrukturelle Veränderungen ebenfalls in das Kalkül einbezieht, dann ist die „Erfindung“ von Produktionsnetzwerken im hier beschriebenen Sinne sicher auch als Basisinnovation

Entgegen dem klassisch tayloristisch-fordistischen Modell emanzipiert sich die Steuerungskapazität eines Unternehmens inzwischen nahezu vollständig von den tatsächlichen Eigentumsverhältnissen, die sich intern als „Hierarchie“ abbilden. Der Durchgriff reicht über das eigene Unternehmen hinaus, seine Grenze wird zur strategischen Größe und verflüssigt sich (Altmann u.a. 1986; Bieber 1992; Picot, Reichwald 1994). Unter bestimmten Bedingungen (Marktzugang, Kapitalgröße, Wissenspotentiale usw.) können Unternehmen versuchen, die Abläufe in einem Produktionsnetzwerk umfassend zu steuern (Sauer, Döhl 1994). Unternehmen, die als Zentrum eines Produktionsnetzwerkes zu begreifen sind, kann man als „fokale Unternehmen“ bezeichnen. Diese sind in der Lage, sowohl die stoffliche (FuE, Konstruktion, Qualitätssicherung, Logistik) als auch die wertmäßige Seite des Austausches (Lieferkonditionen, Preise) zu steuern (Bieber, Sauer 1991). Denkbar ist, daß die beteiligten Unternehmen versuchen, zu einem „fair share“ bezüglich der gemeinsam produzierten Werte zu kommen. Die Realität sieht indes etwas anders aus. Je nach aktualisierbaren Machtpotentialen versuchen die in Netzwerke integrierten Unternehmen, ihren Anteil am arbeitsteilig erzielten Gewinn zu steigern - und zwar im Zweifel auch über den von ihnen verantworteten „realen“ Anteil hinaus.⁹ Für diesen Sachverhalt ist der Terminus technicus „Profittransfer“ ganz angemessen (ebd.; Bieber 1992). Er beschreibt nicht, wie sich gleichsam im Weg eines „ungerechten Tauschs“ ein Unternehmen die Gewinne eines anderen aneignet, sondern versucht begrifflich zu fassen, wie Kooperation auf erweiterter Stufenleiter zu einer gesellschaftlichen Produktivkraft werden kann, deren Nutzen sich dann allerdings nicht gleich verteilt. Entscheidend ist dabei das Moment des Anreizes, die eigene Produktivität gemeinsam mit dem Abnehmer zu steigern, auch wenn viele Firmen kaum die Möglichkeit haben, sich dem „Anreiz“ zu verweigern und dieser vielfach die Form eines Oktroi an-

nach Halfmann (1984) zu begreifen: Sie verändert das Produktivitätsniveau einer Gesellschaft (vgl. Bieber 1992; Sauer, Döhl 1994).

- 9 Was der wirkliche Anteil eines Unternehmens an der Wertschöpfung einer gemeinsam produzierten Ware ist, kann nur über sehr viele Vermittlungsschritte „objektiv“ festgestellt werden. In der Realität weiß trotz aller Anstrengungen niemand genau, ob er mit dem Preis x bereits ein Zugeständnis macht oder erst mit dem Preis $x - y$. Zu den „realen“ Kosten gesellen sich noch die „idealen“ Gewinnerwartungen des jeweils für sich kalkulierenden Unternehmens - und hier spätestens gehen unterschiedliche Erwartungen bezüglich der Höhe des gerechten Gewinns in die Berechnung ein, die nicht ausschließlich durch „objektive“ Gesetzmäßigkeiten, sondern auch durch gesellschaftliche Erwartungen geprägt sind.

nimmt (Semlinger 1993, S. 334 f.). Dies gilt insbesondere für die stofflichen Veränderungen, zu denen Zulieferunternehmen angeregt werden, vor allem in der Logistik (JIT-Lieferung, Bieber 1994) oder im Bereich Qualitätssicherung (Deiß 1996). Da die Abnehmerunternehmen in der Regel über die Marktmacht - und die Definition dessen, was Markt ist - verfügen, können sie in den Preisverhandlungen Druck ausüben und den Partner ggf. zwingen, sein Produkt zu sinkenden Preisen zu verkaufen. Die „Aneignung“ der in anderen Unternehmen produzierten Gewinne erfolgt demnach über das Abschöpfen (zumindest) derjenigen Gewinnanteile, die aus gemeinsam erzeugten Produktivitätssteigerungen resultieren. Unternehmensübergreifende Kooperation ist also ein beständig mit Kommunikations- und anderen Risiken („Störfällen“) behafteter Prozeß (Endres 1995; Endres, Wehner 1996) und kann durchaus sehr antagonistische Formen annehmen (vgl. hierzu z.B. Pohlmann u.a. 1995).¹⁰

Ein wichtiges Element der angestrebten Produktivitätssteigerungen ist die Verbesserung der Kooperation in FuE und Konstruktion. Dabei spielt der Umstieg vom traditionellen Modell der Entwicklung hin zu „simultaneous engineering“ oder von sequentieller zu reziproker Interdependenz im Entwicklungsprozeß eine maßgebliche Rolle (hierzu allgemein: Thompson 1967). Weniger organisationstheoretisch ausgedrückt bedeutet dies, daß verschiedene am Wertschöpfungsprozeß beteiligte Unternehmen bei der Entwicklung neuer Produkte kooperieren und die Zulieferer nicht mehr nach Anweisung produzieren, sondern relativ früh in den Prozeß der Entwicklung integriert werden sollen. Diese Kooperation lange vor dem Start der Fertigung eines neuen Produktes kann zunächst als Versuch verstanden werden, eine aufwendige und letztlich risikoreiche Tätigkeit des Abnehmers auf den Zulieferer zu übertragen. Damit wäre die Verlagerung von Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben auf den Zulieferer nichts anderes als das derzeit an allen Fronten sehr weit getriebene Spiel der Externalisierung von Funktionen, die nicht unmittelbar „wertschöpfend“ i.S. des fokalen Unternehmens

10 Neuerdings ist viel von „virtuellen Unternehmen“ die Rede, also von Unternehmen, die nur dank ihrer Vernetzung überhaupt fähig sind, am Markt aufzutreten. Denkbar ist, daß man hier eher als in den fest geknüpften Produktionsnetzwerken zu einer Preisbildung kommt, die dem Anteil des einzelnen Unternehmens an der Wertschöpfung entspricht. Durchaus möglich ist aber auch, daß dergleichen ins Reich der „virtuellen Realität“ gehört.

sind. Der Versuch, durch neue Formen der Kooperation mit den Zulieferern zu einer höheren Produktivität des Gesamtsystems zu kommen, geht aber über die bloße Kostenminimierung auf Seiten der fokalen Unternehmen hinaus. Diese wollen durch eine reziprok interdependente Form der Entwicklungskooperation zwei unterschiedliche Probleme zugleich angehen: Zum einen geht es um eine Verkürzung der sog. „time to market“, also der Entwicklungszeit neuer Produkte, zum anderen um die Lösung des Problems, daß der traditionelle Weg einer Konstruktion durch den Hersteller zu wenig Rücksicht auf die konkreten Produktionsmöglichkeiten und auf die Fertigungsrealität bei den Zulieferern genommen hat.¹¹ Ziel war also, Produktivitätspotentiale durch eine näher an den Ort der Produktion herangeführte Entwicklung („co-location“) zu erschließen.¹² Die Übernahme von Konstruktionsaufgaben durch die Zulieferer sollte nicht zuletzt einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der in der Massenproduktion üblichen Anlaufprobleme leisten, die entweder aus einer nicht optimalen Qualität oder aus einem verzögerten Anlauf der Produktion beim Zuliefererunternehmen resultieren.

Zwischenbetriebliche bzw. unternehmensübergreifende Arbeitsteilung impliziert in verschiedenen Funktionsbereichen durchaus Unterschiedliches. Während fokale Unternehmen in anderen Feldern der unternehmensübergreifenden Kooperation (Logistik, Qualitätssicherung, Preis- und Mengenverhandlungen) vertraglich geregelte Absprachen anstreben, auf die bei Bedarf mit der notwendigen Härte zurückgegriffen werden kann, können sie im Bereich FuE und Konstruktion ihre Machtpotentiale kaum in ähnlicher Form aktualisieren, da dies zu suboptimalen Ergebnissen führen würde. Die Form der Kooperation zwischen verschiedenen Unternehmen richtet sich also nach dem spezifischen Funktionsbezug und kann zwischen Oktroi und vertrauensvoller Zusammenarbeit schwanken. Insbesondere im Bereich FuE und Konstruktion bedarf es in stärkerem Maß einer vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen den

-
- 11 Den national je unterschiedlichen Formen, in denen Unternehmen der Automobil- und der Elektronikindustrie sowie des Maschinenbaus versuchen, Produkte schnell zur Marktreife zu führen, wurde in einem größerem Projekt des WZB nachgegangen (vgl. u.a. Lippert u.a. 1996).
 - 12 Die Folgen derartiger Maßnahmen, wie etwa eine Segmentierung der Entwicklungsabteilungen nach Kunden oder ihre örtliche Verlagerung direkt in die Hallen „vor Ort“, können hier nicht weiter erörtert werden.

beteiligten Unternehmen.¹³ Das „Handling“ der unterschiedlichen Kooperationsformen innerhalb desselben Unternehmens ist eine schwierige und andauernde Aufgabe vor allem für jene Organisationen, die sich eher in einer abhängigen Position sehen.

Trotzdem gibt es die paradoxe Situation, daß sich dort, wo eine vertrauensvolle Form der Kooperation für deren Erfolg am wichtigsten ist, Momente identifizieren lassen, die auf eine nicht immer vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen den Akteuren aus verschiedenen Unternehmen verweisen. Anders formuliert: Gerade in einem Feld, in dem es im Interesse der fokalsten Unternehmen liegen müßte, für eine reibungslose Zusammenarbeit in ihrem Verantwortungsbereich Sorge zu tragen, lassen sie es an der notwendigen Sorgfalt fehlen. Sie gehen sehr fahrlässig mit den Potentialen um, die sie doch durch Kooperation mit ihren Zulieferern gemeinsam nutzen wollen. Dies kann im wesentlichen auf vier verursachende Faktoren zurückgeführt werden.

(1) In Branchen, in denen eine scharfe Innovationskonkurrenz mit hohen Innovationsrisiken für das einzelne Unternehmen herrscht, müssen neue Produkte nicht nur kostengünstig, sondern vor allem schnell entwickelt werden. Die rasche Eroberung großer Marktanteile rangiert in der Zielhierarchie vieler Unternehmen höher als die Reduzierung der Entwicklungskosten, da - in der Wahrnehmung der entscheidenden Manager - Nachzügler häufig das Nachsehen haben. Dies erzeugt einen enormen Zeitdruck in den mit der Produktion von Innovationen beschäftigten Abteilungen der Unternehmen. Nach unseren Beobachtungen (vgl. Bieber u.a. 1997) kann der hohe Zeitdruck, unter dem heute Innovationen zur Marktreife gebracht werden müssen, zu einer Vernachlässigung derjenigen Fragen führen, die mit der Fertigungsrealität in den beteiligten Unternehmen zu tun haben. Weil das Produkt entweder ganz oder zu relevanten Teilen neu konstruiert werden muß, widmet man sich eher der Produkt- als der Prozeßmodellierung (Wolf u.a. 1992). Zwar im-

13 Als wesentliche Charakteristika von Vertrauen können u.a. angesehen werden: das Fehlen einer festen Vereinbarung über Leistung und Gegenleistung, ein einseitiger Vertrauensvorschuß des Vertrauenden bzw. eine zeitliche Verzögerung zwischen Vorschuß und erwarteter Gegenleistung (Zündorf 1986, S. 40 f.). In Anlehnung an Preisendörfer (1995, S. 264) kann der Mechanismus des Vertrauenschenkens auch als Bewältigung des allen sozialen Beziehungen eigenen Zeit- und des damit zusammenhängenden Informationsproblems verstanden werden.

pliziert das Idealmodell von „simultaneous engineering“ durchaus den Einbezug auch jener Funktionen, die mit Fragen der Fertigung resp. der Fertigungsvorbereitung beschäftigt sind; die klassisch sequentielle Form der Organisation von Innovationsprozessen ist aber in der Realität noch immer dominant.¹⁴ Daraus resultieren dann zumindest teilweise die oben angesprochenen Anlaufprobleme.

(2) Ein weiteres wesentliches Problem bei der Rationalisierung des Innovationsprozesses ist in den - entgegen anderslautenden programmatischen Erklärungen - nicht umfassenden, sondern sehr selektiven und letztlich sogar stochastischen Informationsflüssen zu sehen, die zwischen den an der Entwicklung eines Produkts beteiligten Unternehmen ablaufen. Hier fällt auf, daß der vollständige und in beide Richtungen laufende Informationsfluß, eine der Grundvoraussetzungen von „simultaneous engineering“, eben nicht so klappt, wie es dem Modell einer auf das Gesamtoptimum angelegten Strategie entsprechen würde. Informationszurückhaltung und organisatorische Probleme des Informationsflußmanagements lassen sich nach unserer Einschätzung auf die Einstellung der Akteure in den fokalen Unternehmen zurückführen, derzufolge scheinbar „nachrangige“ Entwicklungsingenieure in den vorgeschalteten Wertschöpfungsstufen der Zulieferer nicht immer rechtzeitig und umfassend über den aktuellen Stand der Entwicklung informiert werden müssen - was dort den bereits bestehenden Zeitdruck verschärft und die Fehlermöglichkeiten stark anwachsen läßt. Wir führen diesen Zusammenhang auf die Asymmetrie in den Machtpotentialen der beteiligten Unternehmen zurück. Mit Renate Mayntz könnte man hier von stabilen, asymmetrischen Dependenzbeziehungen sprechen (Mayntz 1992, S. 27).

(3) Dies gilt nicht nur für das Verhältnis zwischen Abnehmern und Zulieferern, sondern auch für die Beziehungen zwischen Technikutzern - seien es Zulieferer oder Abnehmer - und Produktionsmittel herstellenden Unternehmen. Die Konzentration auf den Prozeß der Produktinnovation und die ungleichgewichtigen Informationsströme führen dann dazu, daß die Produktionsmittel herstellenden Unternehmen (etwa Maschi-

¹⁴ In der Automobilindustrie wird neuerdings von „front loading“ gesprochen. Dies bedeutet, daß man möglichst viele Entwicklungsarbeiten an den Beginn des Entwicklungsprozesses verlegt, weil dann die Möglichkeiten, Änderungen zeitunkritisch durchzuführen, noch größer sind und der gesamte Prozeß beschleunigt werden kann.

nen- und Werkzeugbauer) zu spät in den Prozeß der Produktentwicklung eingebunden und ihrerseits unter einen Zeitdruck gesetzt werden, der zu Problemen führt, die evtl. erst beim Serienanlauf oder noch später sichtbar werden. Die derzeit vorherrschenden Strategien konzentrieren sich vor allem auf die Markt- und Produktdifferenzierung einzelner Unternehmen, nicht aber auf die abgestimmte Aktion mehrerer Unternehmen, die zusammen ein Produktionsnetzwerk bilden (Rose 1995).

Die angesprochenen Probleme des Zeitdrucks und der Machtasymmetrie in den Beziehungen der am Innovationsgeschehen beteiligten Unternehmen untereinander lassen sich über den Technikmarkt, d.h. über den Markt für Produktionstechnologien, nur sehr schwer lösen. Dies liegt daran, daß sich nicht nur in den Beziehungen zwischen Abnehmern und Zulieferern, sondern auch in den Beziehungen zwischen Techniknutzern und Technikherstellern (und darüber hinaus zwischen den Produzenten der einzelnen Komponenten von produktionstechnischen Systemen) jene Probleme wiederfinden lassen, die durch Macht induziert sind. So können etwa marktbeherrschende Hersteller von Produktionstechnik technische Lösungen in Betriebe hineindrücken, die der dortigen Situation mehr oder weniger unangemessen sind (Deiß, Hirsch-Kreinsen 1994).

(4) Auf der Ebene der Entwicklung von Produktionstechnologien kompliziert sich die Lage zusätzlich durch den Widerspruch zwischen den allgemeinen Funktionsbestimmungen produktionstechnischer Entwicklung und der materialen Struktur der Technik selbst, die zunehmend umfassenderen Anforderungen genügen muß.

Bedingt durch die in der Automobilindustrie zu beobachtende Tendenz zu unternehmensübergreifender Arbeitsteilung haben sich die Anforderungen an Produktionstechnik gewandelt. Da die Produktion innerhalb industrieller Netzwerke (Bieber 1992) - und die damit verbundene Segmentierung und Integration einzelner Schritte der Wertschöpfung (Sauer, Döhl 1994) - einen sehr hohen Steuerungsaufwand erfordert, sind auch die einzusetzenden Produktionstechnologien, insbesondere die für die Steuerung unternehmensübergreifender Abläufe wichtigen Einheiten (Qualitätssicherung, Informationslogistik etc.), erheblich komplexer auszulegen als früher. Es ändert sich also die materiale Struktur der Produktionstechnik, und zwar in einer Weise, die mit einer gewissen Notwendigkeit den Trend zunehmender Verwissenschaftlichung verstärkt. Dieser läuft - idealtypisch gesprochen - darauf hinaus, daß Produktionstechni-

ken nicht länger durch Detailverbesserungen der am Produktionsprozeß unmittelbar beteiligten Ingenieure und Arbeiter weiterentwickelt werden, sondern fernab der Sphäre der Fertigung, von dieser räumlich und sozial getrennt, in den „Labors“ der Fertigungsmittel produzierenden Industrie. Nicht die Erfahrung der Ingenieure in den Anwenderbetrieben prägt die Richtung des „technischen Fortschritts“, sondern die vergleichsweise abstrakten, möglicherweise sogar virtuellen Modellwelten der Entwickler in den Labors der Herstellerbetriebe. Es ist nicht zuletzt dieses Absehen von den praktischen Anforderungen und den sozialen Bezügen industrieller Produktion, die - neben der (nichtintendierten) Konzentration der Innovationsbemühungen auf die Produktentwicklung - für erhebliche Reibungsverluste bei der Implementation von Innovationen sorgt.

Damit läßt sich für die Entwicklung von Produktionstechnik ein Trend festhalten, dessen Merkmale (zunehmende Komplexität und „verwissenschaftlichte“ Erzeugungsbedingungen) zu einer wachsenden sozialen Distanz zur unmittelbaren Produktion führen.

Hinzu treten Entwicklungen, die aus den generellen Anwendungsbedingungen von Produktionstechnik folgen. Deren Funktion besteht vor allem darin, einen Beitrag zur Erzielung von Gewinnen zu leisten. Dazu sollte sie Kosten senken oder einen höheren Output ermöglichen - im Idealfall beides zusammen. Aus dieser sehr allgemeinen Funktionsbestimmung resultiert ein ständiger, wenn auch sehr vermittelter Anwenderdruck auf Verbesserungen der Produktionstechnik, deren Hersteller einem mehr oder weniger direkten Einfluß der Anwenderunternehmen ausgesetzt sind. Die Innovationen der Fertigungstechnik entstehen somit in einem engen Kreislauf zwischen Entwicklung, Anwendung und Weiterentwicklung. Das Problem aber besteht in der durch Zeitdruck und unvollkommene Informationsströme verursachten Unangepaßtheit der Produktionstechnik bezüglich den aktuellen Anforderungen der fokalen Unternehmen. Der Informationskreislauf ist demnach sehr fragil, und die Tatsache, daß in diesem Kreislauf Unternehmen mit durchaus gegensätzlichen Interessen und unterschiedlich großen Machtpotentialen eingebunden sind, kompliziert die Lage zusätzlich. Aus diesem Grund sind die Anwender von Produktionstechnik immer bestrebt, die Innovationsrisiken möglichst klein zu halten.

Dies bedeutet, bei der Rationalisierung möglichst immer auf der sicheren Seite zu bleiben, auf eine nur schrittweise und allmähliche Weiterentwicklung und Modifizierung technischer Anlagen und Systeme zu setzen. Entwicklungssprünge oder „technologische Paradigmenwechsel“ fertigungstechnischer Entwicklung, die durch die Nutzung von neuem wissenschaftlichen und technologischen Wissen oder von grundlegend neuen industriellen Rationalisierungsstrategien angestoßen werden, sind deshalb eher die Ausnahme denn die Regel (Hirsch-Kreinsen 1993).

Die zwischen Herstellern und Anwendern zunehmende Intransparenz bezüglich der jeweiligen (technischen und sozialen) Anforderungen an die produktionstechnische Entwicklung führt dazu, daß diese potentiell hinter den jeweils gegebenen wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten zurückbleibt.

Unternehmensübergreifende Rationalisierung mit der ihr eigenen Tendenz in Richtung auf flexibel einsetzbare Produktionstechnologien verstärkt die Abkoppelung der Entwicklung von Produktionstechnik von ihren Anwendungsfeldern und damit auch von den jeweils besonderen Gegebenheiten auf der Ebene der unmittelbaren Produktion. Dadurch werden neue Anstrengungen erforderlich, die neuen technischen Möglichkeiten mit den konkreten Bedingungen industrieller Praxis zu vermitteln (Böhle 1992, S. 119).

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Die „Wertschöpfungsgemeinschaft“ zwischen Abnehmer- und Zulieferunternehmen, die neuerdings häufiger beschworen wird, leidet also unter strukturell bedingten Ineffizienzen. Unterstellt wird demnach nicht umstandslos - wie von verschiedener Seite immer wieder moniert wird - der (sich gleichsam automatisch einstellende) Erfolg von unternehmensübergreifenden Rationalisierungsbemühungen; vielmehr soll von der Überlegung ausgegangen werden, daß man sich durch Strategien, die von seiten der Industriesoziologie als „systemisch“ charakterisiert worden sind, Probleme auf einem neuen Niveau einhandelt, die wiederum etwas mit den industriestrukturellen Voraussetzungen vernetzter Produktion zu tun haben. Die Frage, deren Klärung im Rahmen des Teilprojektes ein Stück weit nachgegangen werden sollte, gilt also den Vermittlungen des Paradoxons antagonistischer Kooperation oder den stabil asymmetrischen Dependenzbeziehungen bei der unternehmensübergreifenden Organisation von (Produkt- und Prozeß-)Innovationen. Ob diese gelingen, muß erst empirisch

geprüft werden. Es gibt jedenfalls genügend Anhaltspunkte dafür, daß sich aufgrund der unterschiedlichen, wenn nicht gegensätzlichen Interessen der beteiligten ökonomischen Akteure der Erfolg systemischer Rationalisierungsanstrengungen nicht schnell, umfassend und ohne Friktionen und Rückschläge einstellen wird.

3.

Kehren wir noch einmal zum Beitrag Jost Halfmanns zurück. Hier erscheinen mir drei den engeren Rahmen des Themas überschreitende Argumente wesentlich. Sie können in diesem Zusammenhang nur sehr knapp entwickelt werden.

(1) Der Forderung nach einer Gegenstandserweiterung der Industriesoziologie kann zugestimmt werden; dergleichen ist in der „Zunft“ inzwischen unstrittig (vgl. Wittke 1995). Es ist wohl auch Konsens, daß es nicht ausreicht, nur die Probleme der industriellen Produktion zu analysieren; notwendig ist auch eine Analyse der Probleme des Innovationsprozesses.¹⁵ Noch interessanter wird es allerdings, wenn man die Frage nach der Produkt- mit der Frage nach der Prozeßinnovation verknüpft. Ganz abgesehen davon, daß in verschiedenen Branchen (etwa den sog. „science based industries“, aber auch in Branchen, in denen mittels avancierter Technologien konstruiert und produziert wird) beides notwendig miteinander verkoppelt angegangen werden muß, liegt die besondere Stärke industriesoziologischer Technikforschung in der integrierten Betrachtungsweise. Hier wird nicht von den spezifischen Verwendungs- und Erzeugungskontexten neuen Wissens abgesehen. Damit ist freilich noch nichts darüber gesagt, mit welchen Ansätzen die theoretische Weiterentwicklung speziell industriesoziologischer Innovationsforschung am besten gelingen kann. Ganz sicher ist, daß es heute nicht mehr ausreicht, in funktionalistischer Manier die Entwicklung bestimmter Technologielinien aus den Systemnotwendigkeiten kapitalistischer Produktion zu deduzieren. Auch müßte der instrumentalistische Technikbegriff, der zu den Traditionsbeständen der materialistischen Theoriebildung wie auch der

15 Von Bedeutung ist demnach nicht nur eine Analyse der materiellen Prozesse in der Produktion, sondern auch eine Analyse der „Logistik des Wissens“ (vgl. Lullies u.a. 1993). Dabei wären allerdings von vornherein unternehmensübergreifende Aspekte einzubeziehen.

Industriesoziologie gehört, überwunden werden.¹⁶ Der hier einschlägigen Argumentationsfigur zufolge wird eine Technik erst durch ihren spezifischen Verwendungszusammenhang problematisch. Demgegenüber erscheint eine Konzeptualisierung von Technik sinnvoll, die die Trennung von Technischem und Sozialem aufhebt und analysiert, wie „das Soziale“ in „die Technik“ kommt. Deshalb (und nur in diesem Sinn) kommt es in Zukunft verstärkt darauf an, der - wenn man so will - sozial begründeten, aber mächtigen „Eigenlogik“ technischer Artefakte vor allem im Prozeß ihrer Entstehung stärkere Aufmerksamkeit zu widmen. Angesichts der Theorieentwicklung in diesem Bereich muß aber derzeit noch offenbleiben, welche Ansätze hier den größten Ertrag versprechen. Es spricht jedenfalls einiges dafür, die „black box“ zu öffnen und etwa die Entwickler (bzw. ihre Konstruktionsprinzipien) daraufhin zu befragen, welche „Bilder“ oder Stereotypen von Arbeitskraft auf die Konstruktion von Produktionstechnik durchschlagen („männliche Facharbeit“ vs. „unqualifizierte Frauenarbeit“, „Störpotential“ vs. „intelligente Nutzer“ usw., vgl. den Beitrag von Düll/Meil in diesem Band).

Des weiteren gibt es eine Reihe empirisch noch nicht hinreichend untersuchter Technologiefelder, die insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer Simultanität von Produkt- und Prozeßinnovation interessant sind (zu Halbleitern vgl. Buss, Wittke 1996). Darüber hinaus sollte auch die Fixierung des Innovationsbegriffs an materielle Produkte aufgegeben werden. So kann selbst die traditionelle Innovationsforschung davon profitieren, wenn sich Industriesoziologen Innovationen wie etwa dem Internet annähern (Wittmann 1996). In Zeiten, in denen angesichts verschärfter Konkurrenz um Aktionäre und Weltmarktanteile auch die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen wieder Ziel von Maßnahmen zur Steigerung von Effektivität und Effizienz werden, und darüber hinaus die Unternehmen daran gehen, auch in diesem Bereich Kosten zu senken, würde man sich mehr Studien zur Rationalisierung von Innovationsprozessen wünschen.

Es reicht nach meiner Auffassung - insbesondere wenn man gesellschaftstheoretische Ambitionen noch nicht ganz aufgegeben hat - nicht aus, sich gleichsam kontextfrei mit dem Prozeß der Produktion wissen-

16 Dazu würden des weiteren ein Ernstnehmen sowie eine Relativierung der (traditionellen) Kritik des „technologischen Determinismus“ gehören, die in der Industriesoziologie (Bieber 1995) wie in der materialistischen Theorietradition eine bedeutende Rolle gespielt hat (Reinfelder 1980).

schaftlich-technischer Erkenntnisse zu befassen (wie das etwa die im Umfeld des Sozialkonstruktivismus durchgeführten Laborstudien getan haben). Es reicht auch nicht aus, in klassisch innovationstheoretischer Manier den Durchsetzungsprozeß von Innovationen auf Märkten zu analysieren. Beides ist wichtig und bedarf der Weiterführung; es dürfte aber auch unstrittig sein, daß zwischen der Erzeugung von innovativen Erkenntnissen in den FuE-Abteilungen und ihrer Durchsetzung auf dem Markt das „Reich der Notwendigkeit“ liegt. Die Sphäre der gesellschaftlichen Produktion sollte also nicht vorschnell aus dem Katalog interessanter Fragen verabschiedet werden. Um es noch einmal zu sagen: In der Sicherstellung eines umfassenden Bezugs auf die gesellschaftliche Umwelt, auf den unternehmensbezogenen Entstehungszusammenhang und den betrieblichen Produktionsprozeß liegt - immer noch ausbaufähig - eine der Stärken industriesoziologischer Thematisierungsformen des Innovationsprozesses.

(2) Unternehmen - so argumentieren die Befürworter einer organisationssoziologischen Umorientierung der Industriesoziologie - agieren in turbulenten Umwelten und müssen danach trachten, die äußere Unsicherheit so zu transformieren, daß sie betrieblich abgearbeitet werden kann. Autonomie des Handelns oder Entscheidens ergibt sich aus der Umsetzung von gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in Größen, die mit den Ressourcen des einzelnen Unternehmens beherrschbar gehalten werden können.

Man rennt in München also durchaus offene Türen ein, wenn man fordert, organisationssoziologische Kategorien für die industriesoziologische Analyse fruchtbar zu machen.¹⁷ Bereits einer der ersten Versuche, industriesoziologische Forschung theoretisch zu fundieren, ging mit einer gründlichen Auseinandersetzung mit den organisationssoziologischen Ansätzen der damaligen Zeit einher. Das Ergebnis dieser Bemühungen hat unter dem Label „Münchener Ansatz betrieblicher Autonomiestrate-

17 Hin und wieder macht es durchaus Sinn, darauf hinzuweisen, daß es einen einheitlichen theoretischen Ansatz des ISF nicht gibt (vgl. Altmann u.a. 1992). Zu unterschiedlich sind inzwischen die Themen, aber auch die Ansätze. Wohl aber gibt es so etwas wie einen gemeinsamen theoretischen Background, der in der Tat in den Ergebnissen der Auseinandersetzung mit organisationssoziologisch begründeten Überlegungen der frühen 70er Jahre liegt. Die (immer wieder neu anregenden) Versuche Günter Bechtle's, Systemtheorie und materialistische Theorietradition aufeinander zu beziehen, sind hier einschlägig (Altmann, Bechtle 1971; Bechtle 1980; Bechtle 1994).

gien“ einen gewissen Bekanntheitsgrad erreicht, da es offenkundig in der Lage war, empirische Forschungen anzuregen (Altmann, Bechtle 1971). Eine zentrale Einsicht der Autoren war, daß sich in den Dimensionen der Arbeit, der Technik und der (Arbeits-)Organisation analytische Begriffe wie „Ökonomisierung“, „Rationalisierung“ und „Herrschaft“ bewähren.¹⁸ Dergleichen war in den 70er Jahren vielleicht nicht übermäßig aufregend, weil sich die gesellschaftstheoretische Diskussion um diese oder ähnliche Fragestellungen drehte. Als spannend wurde der „Münchener Betriebsansatz“ außerhalb der engen Grenzen der bayerischen Metropole angesehen, weil es mit ihm möglich schien, theoretisch geleitete empirische Forschung zu betreiben und sich anzuschauen, wie die strukturelle und sehr abstrakte Anforderung, „Umweltkomplexität“ in „betriebliche Autonomie“ zu verwandeln, in die Realität umgesetzt wird (Altmann u.a. 1978). Und wenn man die allgemeinen Aussagen des situativen Ansatzes auf die Empirie des Industriebetriebs und der dort ablaufenden Prozesse bezieht, stellt sich doch relativ schnell (und immer noch) der Eindruck ein, daß sich hinter abstrakten Begriffen wie z.B. „Systemrationalität“ recht handfeste Herrschaftsinteressen verbergen (Altmann, Bechtle 1971, S. 10). Selbst wenn es also an der Zeit ist, bestimmte konzeptuelle Verkürzungen industriesoziologischer Ansätze zu überprüfen - etwa die vielfach immer noch sehr starken Vorstellungen, Technik und Ökonomie determinierten auf die eine oder andere Weise soziale Realität -, so stellt sich doch die Frage, ob damit der Verzicht auf das Zentralstellen von Kategorien wie Herrschaft verbunden sein muß.¹⁹

18 Diskutiert werden muß allerdings, ob der traditionelle Rationalisierungsbegriff der Industriesoziologie, der die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gleichsam stillstellt und ausschließlich auf den innerbetrieblichen Versuch einer Effizienzsteigerung abhebt, auch in Umbruchphasen trägt (Wittke 1996, S. 15 ff.). Zu fragen ist demnach, ob industrieller Strukturwandel hinreichend zu begreifen ist, wenn man sich ausschließlich auf bestehende Großunternehmen, existierende Wertschöpfungsketten, vorhandene Produktspektren und etablierte Akteure bezieht (ebd., S. 192 f.).

19 Wie Günter Ortman und andere nicht müde werden zu betonen, hat die Auseinandersetzung mit der Organisationssoziologie der damaligen Zeit, insbesondere mit dem situativen oder kontingenztheoretischen Ansatz, zu industriesoziologischen Konzeptualisierungen geführt, die eine allzu mechanistische Wirkungskette zwischen den Umweltanforderungen, der betrieblichen Strategie und Struktur sowie der Effizienz der Organisation postulieren. Die Kritik des situativen Ansatzes (vgl. Türk 1989; Ortman 1995, S. 272; Bieber, Möll 1993, S. 89 ff.) hat jedoch gezeigt, daß die Betriebe Möglichkeiten haben, die dort (wie übrigens auch im Ansatz der systemischen Rationalisierung) systematisch ausgeblendet werden. Zum einen können sie in bezug auf

(3) Ein letztes: Mit Verweis auf die „Krise der Massenproduktion“, die „Krise des Fordismus“ und das „Ende der Arbeitsgesellschaft“ kann sicher einiges begründet werden - vielleicht sogar, daß der Stellenwert von Arbeit für die Selbstbeschreibung moderner Gesellschaften abnimmt (vgl. als explizite Kritik an derartigen Vorstellungen Baethge u.a. 1988). Immerhin scheinen einige empirische Trends derartige Aussagen zu stützen: Es ist unbezweifelbar, daß der Anteil industrieller Tätigkeiten im engeren Sinn gegenüber Dienstleistungen (im weiteren Sinn) an der Erwerbsarbeit abnimmt. Vor allem aber bietet die post-tayloristische Gesellschaft immer weniger Arbeit an. Während der Reichtum der klassischen Industriegesellschaften immer mehr zunimmt, obwohl bzw. weil sie im engeren Sinn keine Industriegesellschaften mehr sind, werden immer mehr Menschen von der Teilhabe an diesem Reichtum ausgeschlossen und von den Möglichkeiten ferngehalten, in langjährigen Sozialisationsprozessen erworbene Fähigkeiten einzusetzen. Angesichts der Tatsache, daß - allen gegenteiligen Bekundungen zum Trotz - niemand mehr ernsthaft darangeht, die beständig wachsende Zahl der Arbeitslosen wirklich zu minimieren, kann der Eindruck entstehen, in dieser Gesellschaft habe Arbeit nicht mehr den zentralen Stellenwert. Doch selbst wenn die Protagonisten des Endes der Arbeitsgesellschaft daran festhalten, daß „Arbeit zumindest auch ein Herrschaftsinstrument ist. Wenn sie ausgeht, verlieren die Herren der Arbeitsgesellschaft das Fundament ihrer Macht“ (Dahrendorf 1983, S. 26), so vergessen sie doch gern, daß auch die Verfügung über Arbeitslosigkeit ein wichtiges Herrschaftsmittel sein kann. Vertreter einer alternativen Organisation der Ökonomie, die eine gesellschaftliche Umwertung der Arbeit einfordern, sind bislang jedenfalls den Beweis schuldig geblieben, daß Erwerbsarbeit durch andere „Tätigkeiten“ zu ersetzen ist - v.a. für die Betroffenen, die bis zu ihrer Entlassung aus dem Arbeitsleben immerhin ein - in der Regel bescheidenes - Auskommen hatten (Negt 1995).

Vergleichbares läßt sich zu einer Argumentationsfigur sagen, die hin und wieder als Beleg für die hoffnungslos altbackenen Vorstellungen der Industriesoziologen herangezogen wird. Hält man sich an die internationale Managementliteratur, so liegt das Zeitalter der Massenproduktion weit hinter uns, und der traditionelle Taylorismus ist nicht länger die vorherr-

die interne Strategie und Struktur Wahlentscheidungen treffen, da es immer funktionale Äquivalente gibt; zum anderen können sie ihre Umwelt „wählen“ bzw. haben u.U. die Möglichkeit, diese selbst zu beeinflussen oder gar zu steuern.

schende Organisationsform betrieblicher Produktion. Betrachtet man die Realität z.B. in den Betrieben der Automobilindustrie und ihrer Zulieferer, so erweisen sich derartige Aussagen zwar nicht als vollkommen falsch, aber dennoch als stark übertrieben. Neue Managementkonzepte und neue Formen der Arbeitsorganisation entfalten durchaus ambivalente Wirkungen in bezug auf die Gewinnung von Autonomie und Demokratie im Betrieb (vgl. Moldaschl 1996). Gerade eine Industriesoziologie, die nicht Abschied nehmen will von dem Ehrgeiz, zu einer Theorie moderner Gesellschaft beizutragen, ist gut beraten, der Differenz zwischen Programm und Realität von neuen Konzepten der Unternehmens- und Arbeitsorganisation nachzuspüren. Wenn sich hinter Entwicklungstendenzen dieser Art mehr verbirgt als neue Sprachregelungen im Umgang mit dem menschlichen Arbeitsvermögen, sind sie bezüglich ihrer Bedeutung für Entwicklungstrends fortgeschrittener kapitalistischer Gesellschaften sehr sorgfältig zu kalkulieren.

Dabei befindet man sich als Industriesoziologe regelmäßig in einer schwierigen Situation. Angesichts der letztlich bescheidenen Veränderungen, die sich empirisch dingfest machen lassen, neigt man zur Kritik überzogener Interpretationen (wie der vom „Ende der Arbeitsgesellschaft“) und gerät dann leicht in den Verdacht, der letzte, wenn auch rein theoretische Vertreter des Taylorismus-Fordismus zu sein. Weist man etwa darauf hin, daß auch heute noch an bestimmten Punkten der Produktion in Netzwerken der „fordistische Massenarbeiter“ genutzt wird, kann man sicher sein, auf einem völlig falschen Pferd zu sitzen. In jedem Fall paßt man nicht in den modischen Modernisierungsdiskurs, der die Debatten inzwischen beherrscht. Das aber ist ja vielleicht - in the long run - auch ganz gut so.

Literatur

- Altmann, N.; Bechtle, G.: Betriebliche Herrschaftsstruktur und industrielle Gesellschaft, München 1971.
- Altmann, N.; Bechtle, G.; Lutz, B.: Betrieb - Technik - Arbeit - Elemente einer soziologischen Analytik technisch-organisatorischer Veränderungen, Frankfurt/New York 1978.
- Altmann, N.; Deiß, M.; Döhl, V.; Sauer, D.: Ein „Neuer Rationalisierungstyp“ - neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Heft 2/3, 37. Jg., 1986, S. 191-206.

- Altmann, N.; Köhler, Ch.; Meil, P. (eds.): *Technology and Work in German Industry*, London/New York 1992.
- Baethge, M.; Kern, H.; Schumann, M.: *Arbeit und Gesellschaft - Rückblicke und Ausblicke aus 25 Jahren Göttinger soziologischer Forschung*. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 15, Göttingen 1988, S. 1-16.
- Baethge, M.; Oberbeck, H.: *Zukunft der Angestellten - Neue Technologien und berufliche Perspektiven in Büro und Verwaltung*, Frankfurt 1986.
- Bechtle, G.: *Betrieb als Strategie - Theoretische Vorarbeiten zu einem industriesoziologischen Konzept*, Frankfurt/New York 1980.
- Bechtle, G.: *Systemische Rationalisierung als neues Paradigma industriesoziologischer Forschung?* In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9*, Göttingen 1994, S. 45-64.
- Bender, G.: *Gegenwartserzeugung durch Zukunftssimulation - Transnationale Technologieentwicklung als eine Form der europäischen Integration*, Frankfurt 1996.
- Bieber, D.: *Systemische Rationalisierung und Produktionsnetzwerke*. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): *ArBYTE - Modernisierung der Industriosozologie?* Berlin 1992, S. 271-293.
- Bieber, D.: *Umgestaltung des Güterverkehrssystems als Reaktion auf veränderte Beschaffungsstrategien*. In: G. Ernst u.a. (Hrsg.): *Zukunft von Arbeit in logistischen Systemen*, Dortmund 1994, S. 193-204.
- Bieber, D.: *Der diskrete Charme des technologischen Determinismus - Zur Bedeutung von Technikmärkten für die industrielle Rationalisierung*. In: B. Aulenbacher; T. Siegel (Hrsg.): *Diese Welt wird völlig anders sein - Denkmuster der Rationalisierung*, Pfaffenweiler 1995, S. 229-245.
- Bieber, D.; Deiß, M.; Hirsch-Kreinsen, H.; Schmierl, K. (Hrsg.): *Neue Strukturen des Technikmarktes - Zur Entwicklung und Auslegung von Rechnersystemen für die industrielle Produktion*, hektogr. Bericht, München 1997.
- Bieber, D.; Möll, G.: *Technikentwicklung und Unternehmensorganisation - Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie*, Frankfurt/New York 1993.
- Bieber, D.; Sauer, D.: *"Kontrolle ist gut! Ist Vertrauen besser?" - "Autonomie" und "Beherrschung" in Abnehmer-Zulieferbeziehungen*. In: H.G. Mendius; U. Wendeling-Schröder (Hrsg.): *Zulieferer im Netz - Zwischen Abhängigkeit und Partnerschaft*, Köln 1991, S. 228-254.
- Biervert, B.; Monse, K.; Bruns, Fromm, M.; Reimers, K.: *Überbetriebliche Vernetzung im Handel - Konzepte und Lösungen im ISDN*, Schriftenreihe der ISDN-Forschungskommission des Landes Nordrhein-Westfalen, Opladen 1996.
- Böhle, F.: *Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen - Zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen*. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): *ArBYTE - Modernisierung der Industriosozologie?* Berlin 1992, S. 87-132.
- Brandt, G.: *Marx und die neuere deutsche Industriosozologie*. In: *Leviathan*, Heft 2, Opladen 1984, S. 195-215 (auch in Brandt 1990, S. 254-280).

- Buss, K.-P.; Wittke, V.: **Organisation von Innovationsprozessen in der US-Halbleiterindustrie - Zur Veränderung von Unternehmensstrategien und Innovationskonzepten seit Mitte der 80er Jahre.** In: *SOFI-Mitteilungen*, Nr. 23, Göttingen 1996, S. 45-66.
- Child, J.: **Information Technology, Organization and the Response to Strategic Challenges.** In: *California Management Review*, no. 1, vol. XXX, 1987, pp. 33-50.
- Dahrendorf, R.: **Wenn der Arbeitsgesellschaft die Arbeit ausgeht.** In: J. Matthes (Hrsg.): *Krise der Arbeitsgesellschaft? - Verhandlungen des 21. Deutschen Soziologentages in Bamberg 1982*, Frankfurt/New York 1983, S. 25-37.
- Deiß, M.: **Kooperation statt Beherrschung oder Beherrschung durch Kooperation? - Zur Entwicklung der Abnehmer-Zulieferer-Beziehungen in der deutschen Automobilindustrie.** In: L. Kißler (Hrsg.): *Toyotismus in Europa*, Frankfurt/New York 1996, S. 163-180.
- Deiß, M.: **Qualitätsmanagement in unternehmensübergreifenden Produktionsnetzwerken der Automobilindustrie - Anforderungen, Probleme, Ansatzpunkte.** In: H. Hirsch-Kreinsen (Hrsg.): *Organisation und Mitarbeiter im TQM*, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997, S. 189-244.
- Deiß, M.; Hirsch-Kreinsen, H.: **Technikmarkt, systemische Rationalisierung und (Arbeits-)Folgen neuer Produktionstechniken.** In: J. Weyer (Hrsg.): *Theorien und Praktiken der Technikfolgenabschätzung*, München/Wien 1994, S. 153-175.
- Deutschmann, C.; Faust, M.; Jauch, P.; Notz, P.: **Veränderungen der Rolle des Managements im Prozeß reflexiver Rationalisierung.** In: *Zeitschrift für Soziologie*, Heft 6, 24. Jg., 1995, S. 436-450.
- Endres, E.: **Kooperation als Integrationsmodus bei der Neubestimmung der zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung.** In: J. Fischer; S. Gensior (Hrsg.): *Netzspannungen*, Berlin 1995, S. 115-140.
- Endres, E.; Wehner, Th.: **Zwischenbetriebliche Kooperation aus prozessualer Perspektive.** In: D. Sauer; H. Hirsch-Kreinsen (Hrsg.): *Zwischenbetriebliche Arbeitsteilung und Kooperation*, Frankfurt/New York 1996, S. 81-120.
- Granovetter, M.: **Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness.** In: M. Granovetter; R. Swedberg (eds.): *The Sociology of Economic Life*, San Francisco/Oxford 1992, pp. 53-81.
- Hack, L.; Hack, I.: **Die Wirklichkeit, die Wissen schafft - Zum wechselseitigen Begründungsverhältnis von „Verwissenschaftlichung der Industrie“ und „Industrialisierung der Wissenschaft“**, Frankfurt/New York 1985.
- Halfmann, J.: **Die Entstehung der Mikroelektronik**, Frankfurt/New York 1984.
- Halfmann, J.: **Unsicherheit durch Wissenschaft - Die Folgen der „Industrialisierung der Wissenschaft“ für die Industrie.** In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9*, Göttingen 1994, S. 379-391.
- Halfmann, J.: **Die gesellschaftliche 'Natur' der Technik**, Opladen 1996.

Hirsch-Kreinsen, H.: NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt/New York 1993.

Hirsch-Kreinsen, H.: Institutionelle und personelle Innovationsvoraussetzungen des Werkzeugmaschinenbaus. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995, S. 11-38.

Hirsch-Kreinsen, H.: Dezentralisierung: Unternehmen zwischen Stabilität und Desintegration. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 6, 24. Jg., 1995a, S. 422-435.

Krohn, W.; Rammert, W.: Technologieentwicklung - Autonomer Prozeß und industrielle Strategie. In: B. Lutz (Hrsg.): Soziologie und gesellschaftliche Entwicklung, Frankfurt/New York 1985, S. 411-433.

Lippert, I.; Jürgens, U.; Drüke, H.: Arbeit und Wissen im Produktentstehungsprozeß. In: G. Schreyögg; C. Konrad (Hrsg.) Managementforschung, Band 6, Berlin/New York 1996, S. 235-261.

Littek, W.; Heisig, U.; Gondek, H.-D. (Hrsg.): Organisation von Dienstleistungsarbeit - Sozialbeziehungen und Rationalisierung im Angestelltenbereich, Berlin 1992.

Lullies, V.; Bollinger, H.; Weltz, F.: Wissenslogistik - Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben, Frankfurt/New York 1993.

Lutz, B.; Schmidt, G.: Industriesoziologie. In: R. König (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Band 8, 2. Auflage, Stuttgart 1977, S. 101-262.

Malsch, Th.; Seltz, R. (Hrsg.): Die neuen Produktionskonzepte auf dem Prüfstand, Berlin 1987 (2. Aufl. 1988).

Mayntz, R.: Modernisierung und die Logik von interorganisatorischen Netzwerken. In: Journal für Sozialforschung, Heft 1, 31. Jg., 1992, S. 19-32.

Mill, U.; Weißbach, H.-J.: Vernetzungswirtschaft: Ursachen, Funktionsprinzipien, Funktionsprobleme. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 315-342.

Moldaschl, M.: Der Preis der Autonomie - Dezentralisierung und widersprüchliche Arbeitsanforderungen, unveröffentl. Manuskript, München, September 1996.

Negt, O.: Die Krise der Arbeitsgesellschaft: Machtpolitischer Kampfplatz zweier „Ökonomien“. In: Aus Politik und Zeitgeschichte (Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament), B 15, 7.4.1995, S. 3-9.

Ortmann, G.: Formen der Produktion - Organisation und Rekursivität, Opladen 1995.

Picot, A.; Reichwald, R.: Auflösung der Unternehmung? - Vom Einfluß der IuK-Technik auf Organisationsstrukturen und Kooperationsformen. In: ZfB, Heft 5, 64. Jg., 1994, S. 547-570.

Pohlmann, M.; Apelt, M.; Buroh, K.; Martens, H.: Industrielle Netzwerke - Antagonistische Kooperationen an der Schnittstelle Beschaffung-Zulieferung, München/Mering 1995.

- Preisendörfer, P.:** Vertrauen als soziologische Kategorie. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 4, 24. Jg., 1995, S. 263-272.
- Reinfelder, M.:** Introduction: Breaking the Spell of Technicism. In: P. Slater (ed.): Outlines of a Critique of Technology, London 1980, pp. 9-37.
- Rock, R.; Ulrich, P.; Witt, F.H.:** Dienstleistungsrationalisierung im Umbruch - Wege in die Kommunikationswirtschaft, Opladen 1990.
- Rock, R.; Ulrich, P.; Witt, F.H.:** Strukturwandel der Dienstleistungsrationalisierung, Frankfurt/New York 1990a.
- Rose, H.:** Herstellerübergreifende Kooperation und nutzerorientierte Technikentwicklung als Innovationsstrategie. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995, S. 195-218.
- Sauer, D.:** Vernetzte Produktion und Transformation - Das Beispiel der Automobilindustrie in Thüringen. In: J. Fischer; S. Gensior (Hrsg.): Netz-Spannungen, Berlin 1995, S. 237-259.
- Sauer, D.; Döhl, V.:** Arbeit an der Kette - Systemische Rationalisierung unternehmensübergreifender Produktion. In: Soziale Welt, Heft 2, 45. Jg., 1994, S. 197-215.
- Sauer, D.; Wittke, V.:** Vom Wandel der Industriearbeit zum Umbruch industrieller Produktion - Bericht aus dem Schwerpunkt Technik und Arbeit. In: R. Mayntz; B. Meisheit (Hrsg.): Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Mitteilungen, Heft 12, Köln 1994, S. 42-59.
- Semlinger, K.:** Effizienz und Autonomie in Zulieferungsnetzwerken - Zum strategischen Gehalt von Kooperation. In: W.H. Staehle; J. Sydow (Hrsg.): Managementforschung, Band 3, Berlin/New York 1993, S. 309-354.
- Sydow, J.:** Strategische Netzwerke - Evaluation und Organisation, Wiesbaden 1992.
- Tacke, V.:** „Netzwerk“ als Formel für die Selbstbeschreibung von Organisationen - Eine organisationssoziologische Perspektive auf Prozesse der interorganisationalen Vernetzung im Wirtschaftssystem. In: H.-J. Weißbach; A. Poy (Hrsg.): Neue Formen medialer Steuerung in der Vernetzungswirtschaft, Berlin 1996.
- Thompson, J.:** Organization in Action, New York 1967.
- Türk, K.:** Neuere Entwicklungen in der Organisationsforschung - Ein Trend Report, Stuttgart 1989.
- Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung:** Die Organisation technischer Innovationen - Zur thematischen Fokussierung des Verbundes Sozialwissenschaftlicher Technikforschung, Mitteilungen, Heft 14, 1995, S. 50-58.
- Wehrgig, Ch.; Tacke, V.:** Funktionen und Folgen informatisierter Organisationen. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 219-239.
- Wittemann, K.P.:** Warum sollte sich die Industriesoziologie mit den Veränderungen von Konsumformen beschäftigen? - Plädoyer für einen anderen Zugriff auf industrielle Restrukturierung. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 23, Göttingen 1996, S. 119-127.

- Wittke, V.:** Wandel des deutschen Produktionsmodells: Beschleunigen oder Umsteuern? In: SOFI (Hrsg.): Im Zeichen des Umbruchs, Beiträge zu einer anderen Standortdebatte, Opladen 1995, S. 109-124.
- Wittke, V.:** Wie entstand industrielle Massenproduktion? - Die diskontinuierliche Entwicklung der deutschen Elektroindustrie von den Anfängen der "großen Industrie" bis zur Entfaltung des Fordismus, Berlin 1996.
- Wolf, H.; Mickler, O.; Manske, F.:** Eingriffe in Kopfarbeit - Die Computerisierung technischer Büros im Maschinenbau, Berlin 1992.
- Zündorf, L.:** Macht, Einfluß, Vertrauen und Verständigung. In: R. Seltz u.a. (Hrsg.): Organisation als soziales System, Berlin 1986, S. 33-56.

Zur Differenz von Wissenschaft und Technik¹

Nach populärer Auffassung wurde der technische Fortschritt spätestens seit der Industriellen Revolution in zunehmendem Maße von der Anwendung naturwissenschaftlicher Kenntnisse getragen. Exakte wissenschaftliche Erkenntnis löste demnach Erfahrungswissen ab. Abstraktion und Automatisierung wurden zu Leitbildern der Technikentwicklung. Mit der Objektivierung technischer Prozesse ging eine Entwertung nicht-intellektueller und vor allem nicht schriftlich faßbarer Qualifikationen einher. Dank der wissenschaftlichen Durchdringung der Produktionstechnik ging die Kontrolle des Produktionsergebnisses von den Arbeitern auf die neue Gruppe der Ingenieure über, die sich ihrerseits als Übersetzer physikalischer und chemischer Grundlagenforschung verstanden. Die Wahrheit und Reichweite naturwissenschaftlicher Theorie setzte sich in diesem Bild mehr oder weniger umstandslos in die Perfektion der Technik um. Die Differenz von Wissenschaft und Technik hebt sich tendenziell dadurch auf, daß die Technik immer stärker in die Wissenschaft inkorporiert wird. Glaubt man der NASA, dann hat „Science“ und nicht „Technology“ Menschen auf den Mond gebracht. Und auch einige irritierende Befunde aus den westlichen Industrieländern, wie etwa die inverse Korrelation von Nobelpreisen in den harten Wissenschaften (Physik/Chemie) und Wirtschaftswachstum oder die gleichzeitige Steigerung von Automatisierungsgrad und Qualifikationsniveau in der verarbeitenden Industrie, haben diese Orthodoxie lange nicht stören können.

Dies hat sich in den letzten Jahren geändert. Wie es um die Differenz von Technik und Wissenschaft steht, ob sie zunimmt, abnimmt oder überhaupt noch besteht, erfahren wir am ehesten, wenn wir uns zunächst einmal an die Anfänge unseres wissenschaftlich-technischen Zeitalters be-

1 Bei diesem überarbeiteten Vortragstext wurde auf Anmerkungen verzichtet. Lediglich wörtliche Zitate werden nachgewiesen. Die wichtigste verwendete Literatur findet sich im Anhang.

geben. In der Technik- wie in der Wissenschaftsgeschichte besteht seit langem Einigkeit, daß es sich hierbei um ein spezifisch christliches Phänomen handelt, dem man sich am besten über die Glaubensinhalte der frühen Neuzeit nähert.

Die Entstehung des naturwissenschaftlich-technischen Weltbildes

Nach christlicher Lehre ist die Welt der natürlichen Dinge etwas Geschaffenes und nichts Göttliches. Mit einer neuen, aggressiveren Lesart von „Machtet euch die Erde untertan“ (Genesis 1:28) wird die Erde am Ende der Renaissance allmählich zu einem willenlosen Objekt menschlichen Handelns. Der aus der Antike stammende Gegensatz von Natur und Technik wird durch die Verschmelzung beider in einer einheitlichen Schöpfungslehre überwunden. Indem Natur und Technik nun denselben göttlichen Prinzipien folgen, werden sie nicht nur kompatibel, sondern der technische Zugriff auf die Natur auch zu einem gottgefälligen Tun, das sich an der Offenbarung der Schöpfung orientiert. Man muß diesen Umbruch in der Zeit Galileis (1564-1642) und Newtons (1643-1727), also im 17. Jahrhundert, sehen. Hieß es bei Luther noch: „Kein Vernunft kann auch die natürlichen Werk der Schöpfung Gottes begreifen und verstehen“, so sah es Newton etwa 200 Jahre später bereits als Ziel seiner wissenschaftlichen Arbeit, die Existenz Gottes zu beweisen, in dem er einen „geschickten Mechaniker und Geometer“ sah, der die Struktur der Welt nicht nur geschaffen und in Gang gesetzt habe, sondern auch weiterhin in Ordnung halte (beide Zitate nach Groh 1991, S. 26 und 27).

Für Newton war es durchaus noch erwiesen, daß Gott z.B. die Bahnen der Planeten von Zeit zu Zeit überprüfte und bei Bedarf nach seinem Plan korrigierte. Göttliche Willkür und Gnade blieben damit immer noch letzte Instanz einer rational zwar nachzuvollziehenden, jedoch nicht zu beherrschenden Schöpfung. Dies ändert sich erst im Laufe des 18. Jahrhunderts. An die Stelle der von Gott selbst betriebenen Himmelsmaschine des Planetensystems tritt nun das himmlische Perpetuum mobile, eine göttliche Schöpfung, die so perfekt ist, daß sie keiner Intervention mehr bedarf. Gottes Vollkommenheit blieb damit zwar gewahrt, doch wurde er für das Funktionieren seiner Schöpfung entbehrlich und konnte vom Positivismus Comtes, einem Atheismus spezifisch christlicher Prägung, beerbt werden.

Der entscheidende Wandel fand jedoch in der Zeit zwischen Galilei und Newton statt, indem die theozentrische Welt des Mittelalters allmählich zur kosmozentrischen Welt des 17. und 18. Jahrhunderts transformiert wurde. Damit begann jene „Entzauberung der Welt“, von der Max Weber in seinen Aufsätzen zur Religionssoziologie spricht. Diese Weltauffassung war säkular im ursprünglichen Wortsinne, als Laien sie sich aneignen konnten und nicht etwa der Vermittlung durch den Klerus bedurften. Die Welt war nicht länger nur ein Durchgangsstadium. Sie wurde zu einem eigenen Ziel, denn schließlich war sie in der Genesis (1:31) ja für gut befunden. Und dies wurde auch sogleich handlungsanleitend.

Seit Leonardo da Vinci gründeten Ingenieure ihr Vertrauen auf die „Concinnitas“, das göttlich inspirierte Gefühl für die Richtigkeit ihres Handelns, das sich allmählich zu systematischen Überlegungen weiterentwickelte. Zur Zeit Galileis und Newtons finden wir eine größere Zahl sogenannter „Maschinen-Bücher“ von Praktikern, die Parallelen zwischen dem Maschinenbauenden Menschen und dem Schöpfergott ziehen. Newtons „geschickter Mechaniker und Geometer“ wird hier zum unmittelbaren Vorbild des technisch handelnden Menschen, insofern „der Allweise Gott und Schöpfer aller Creatures die Machination mit seinen eigenen Händen selber Praktizieret hat .. (und weiter), daß er die überaus schöne Machina, Himmels und der Erden ... bereitet hat.“²

Die Gottebenbildlichkeit des Menschen wird hier unmittelbar praktisch. Und es wird nicht nur Gottes Schöpfungsgedanke, sondern seine Schöpfungstat selbst nachvollzogen. Dadurch wird es dem Menschen schließlich sogar wieder möglich, daß er „durch die guten Künst ... aus der tiefen Finsternis sich aufrichten, und durch die ware erkantnus, (sich) seiner ersten Perfection neheren möchte ...“³ Das wäre dann das selbst wiedergewonnene Paradies und nicht nur ein Schlaraffenland.

Wichtig ist hier festzuhalten, daß dieses technische Handeln durch die Offenbarung Gottes legitimiert ist, der gottesfürchtige Techniker also kaum etwas grundsätzlich falsch machen kann. Technisches Gelingen war Ausdruck göttlicher Gnade; technische Katastrophen wurden dagegen

2 Andreas Jungnickel: Schlüssel zur Mechanik. Das ist: Gründliche Beschreibung der Vier Haupt Instrumenten der Machination, Nürnberg 1661. Zitiert nach Stöcklein 1969, S. 16.

3 Rivius: Von rechtem verstandt, Wag und Gewicht. Hier zitiert nach Stöcklein 1969, S. 129.

ebenso wie Naturkatastrophen als Sanktionen eines „unentrinnbar straffenden Schicksalsgotts“ verstanden. Beides endet dann allmählich im Laufe des 19. Jahrhunderts mit dem alleinigen Wahrheitsanspruch einer rationalen Naturwissenschaft, die im Säkularisierungsschub des Positivismus mit dem Erklärungsmonopol auch das Verantwortungsmonopol des sich offenbarenden Schöpfergottes erbt.

Legitimation der Technik durch Naturwissenschaft

In der Welt der Techniker erleben wir diesen Wandel mit dem Niedergang des alten „Kunst“-Begriffs. Der Maschinenbau der frühen Neuzeit war die „Mühlenbaukunst“, der Techniker ein „Künstler“, einer, der etwas konnte und möglicherweise sogar sehr viel konnte, weil er „begnadet“ war, eben der Gnade Gottes teilhaftig, der ihm das Buch der Schöpfung offenbarte - „offenbarte“ und nicht „erklärte“! Sein Erkenntnisfortschritt war empirisch gesättigte Intuition, die sich zu einer Ästhetik der Konstruktion, jener „Concinnitas“ Leonardos, verdichtet hatte. Dabei konnte diese Empirie durchaus in mathematische Formeln oder auch proprietäre Faustformeln gefaßt sein, die wiederum eine eigene Ästhetik der Erkenntnis begründeten, wie sie sich später im Kult der „einfachen“ und „klaren“ Formel niederschlug.

Ein Beispiel für ersteres ist der berühmte Schweizer Brückenbauer Hans Ulrich Grubenmann (1709-1783), der Mitte des 18. Jahrhunderts für die Stadt Schaffhausen eine Brücke über den Rhein bauen sollte. Sein Vorschlag sah eine Holzkonstruktion vor, die den 110 m breiten Fluß ohne einen einzigen Pfeiler überspann. Obwohl Grubenmann einen hervorragenden Ruf genoß, war dem Stadtrat doch nicht wohl bei dem Projekt. Auch eine erfolgreiche Demonstration am Modell konnte ihn nicht umstimmen. Schließlich war Grubenmann Analphabet, „sehr dem Trunke ergeben“ und in keiner Weise in der Lage oder vielleicht auch schlicht unwillig, seine Begründung für den Plan transparent zu machen. Grubenmanns Reputation beruhte nicht nur auf der Vielzahl gelungener Brücken- und Hallenbauten, sondern vor allem darauf, daß eine seiner Holzbrücken im Jahre 1743 als einzige dem verheerenden Hochwasser der Linth standgehalten hatte.

Gleichwohl, der Schaffhauser Stadtrat verlangte, die kühne Holzkonstruktion für die neue Brücke auf einem von der alten Steinbrücke stehengebliebenen Pfeiler abzustützen, wodurch die freie Spannweite auf immer noch sensationelle 60 m verkürzt wurde. Die Brücke hielt, bis sie 1799 von französischen Revolutionstruppen niedergebrannt wurde. Grubenmanns Problem war, daß sein in jahrzehntelanger Praxis erworbenes „Wissen“ nicht abstrakt vermittelbar war, er seinen Plan daher nicht „wissenschaftlich“ legitimieren konnte. Das wurde aber nun zunehmend verlangt! Und zwar von gegenüber der Technik Außenstehenden, die über keine „Kunst“ verfügten! Legitim wurden solche Brückenkonstruktionen erst ein halbes Jahrhundert später, als sie von dem französischen Ingenieur Louis Navier, der als Schöpfer der baustatischen Grundgesetze gilt, nacherfunden und in der formalisierten Sprache der Baustatik beschrieben wurden.

Waren die Entscheidungsträger im Beispiel Schaffhausens noch der Stadtrat mit seinen gelehrten Mitgliedern, so bildeten die Staaten bald eigene „Wissenschaftler“ für diesen Zweck aus. Ausgehend von Frankreich und im 19. Jahrhundert dann auch in Deutschland, den Habsburger Ländern usw., wurden Technische Hochschulen bzw. deren Vorläufer gegründet, um den Staat, nicht die Industrie(!), mit technischen Kontroll- und Planungsbehörden zu versehen. In den ersten zwei Dritteln des 19. Jahrhunderts gingen die meisten Absolventen der Technischen Hochschulen in den Staatsdienst. Daß Deutschland bereits im 19. Jahrhundert so viele Technische Hochschulen hatte, lag nicht an einer besonderen technischen Bildungsbeflissenheit, sondern allein daran, daß es hier so viele Fürsten gab, deren jeder solche Beratungsstäbe brauchte. Das zentralisierte Frankreich kam da mit weniger aus.

Diese Genehmigungsingenieure in den Staatsverwaltungen verlangten nun nachvollziehbare Berechnungen und Erklärungen für Großbauten und genehmigungspflichtige Produktionsanlagen, hinter denen die Gewerbeförderung und letztlich das fiskalische Interesse standen. Nun waren diese Genehmigungsingenieure in retrospektiver Naturwissenschaft ausgebildet und hatten selbst keineswegs die antizipative „Kunst“ der bauenden Ingenieure durch jahrelange Anschauung erlernt. Ihnen fehlte darum auch jene empirisch gesättigte, intuitive Sicherheit, mit der ein Grubenmann pfeilerlose Holzbrücken großer Spannweite „wagen“ konnte. Sollten sie eine Brücke oder was auch immer genehmigen, für deren Finanzierung der Fürst dann Obligationen begeben mußte, so konnte das

nur auf der Basis einer von ihnen und den Erbauern gemeinsam verstandenen Sprache geschehen - proprietäres Wissen, wie Faustformeln und Gespür, schied hier aus. Es schied natürlich nie aus der Arbeit der bauenden Ingenieure aus, aber aus dem Legitimationsdiskurs, der sie mit der Öffentlichkeit und ihren „sachverständigen“ Repräsentanten verband.

Techniker gewöhnten sich nun allmählich ab, ihr „Heil“ und ihre „Kunst“ zu beschwören und ließen sich statt dessen auf den reduktionistischen „wissenschaftlichen“ Diskurs ein, der freilich nicht die Totalität ihres Schaffens beschreiben konnte. Insofern ging es hier auch nicht mehr um die Gesamtheit ihrer „Kunst“, sondern nur um jene Teilmenge, die sich in einer allgemein akzeptierten Sprache der Wissenschaft - meistens der Mathematik - ausdrücken ließ. Indem das Kriterium der „Wahrheit“ allmählich jenes des „Gelingens“ verdrängte, verlor der Technikdiskurs auch die Laien und Ingenieure verbindende Basis. An die Stelle gemeinsamer Erfahrung trat immer mehr der Geltungsanspruch des Expertenwissens, das auf der einen Seite ein höheres theoretisches Niveau des Technikdiskurses durchsetzte, auf der anderen Seite aber zugleich all jene Formen der Erfahrung diskreditierte, die sich nicht in seiner formalisierten Sprache abbilden ließen.

Natürlich war es den Ingenieuren des 19. Jahrhunderts bewußt, daß sich nicht alle technischen Sachverhalte für die Welt der nun so genannten „exakten“ Naturwissenschaften operationalisieren ließen. Darum mußten bestellte Fachgutachter auch weiterhin zunächst einmal ihre „Kunst“ unter Beweis gestellt haben, ehe sie die weiten Wissenslücken mit der Autorität ihres nachgewiesenen „Heils“ schließen und damit ein Projekt überhaupt erst auf den Weg bringen konnten. Gleichwohl waren jene Elemente der Begründungen privilegiert, die exakt wissenschaftlich waren oder zumindest so aussahen. Es ging schließlich in erster Linie um Legitimation technischen Handelns. Man wollte ja Brücken, Fabriken, Gasanstalten usw., traute sich aber als aufgeklärter Monarch oder Regierungspräsident nicht mehr, dies der in der „Kunst“ offenbar werdenden göttlichen Gnade anzuvertrauen. Es ging um ein Höchstmaß an Sicherheit in einem grundsätzlich unsicheren Geschäft. Wer ein technisches Projekt durchsetzen wollte, mußte darum die unerklärten Reste so klein wie möglich halten - in der Außendarstellung den Anteil der „Kunst“ also minimieren.

Antizipative Technik mußte in der Sprache der retrospektiven Naturwissenschaft dargestellt werden, um akzeptiert zu werden. So kennt die

Technikgeschichte des 19. Jahrhunderts viele Beispiele von geradezu absurden „wissenschaftlichen“ Begründungen, deren einzige Aufgabe es war, die Anwendung einer Technik zu legitimieren. Für die Funktionsfähigkeit der Anlagen und Verfahren spielte es dabei oftmals keine Rolle, daß die „wissenschaftliche“ Erklärung nach unseren heutigen Kenntnissen völlig falsch oder zumindest grob unvollständig war. Daß die Thermodynamik der Dampfmaschine mehr verdankt als umgekehrt, ist heute ein Gemeinplatz. Die modernen Massenstahlverfahren wurden in Preußen auf der Grundlage eines Gutachtens eingeführt und genehmigt, an dem außer der Beschreibung der Apparate so gut wie nichts stimmt. Mit dem Modell des Benzolrings wurden synthetische Farben hergestellt, lange bevor nachgewiesen war, daß es ihn tatsächlich gibt.

In diesem Zusammenhang sei auch noch einmal darauf hingewiesen, daß die von Galilei so effektiv behauptete Drehung der Erde erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts durch den Foucaultschen Pendelversuch bewiesen wurde, also auch erst seitdem als „exakt wissenschaftliche“ Erkenntnis gelten kann. Bis zu diesem Zeitpunkt war sie streng genommen nicht mehr als eine ungemein praktische Hypothese, die sich ebenso bewährt hatte wie Grubenmanns weitgespannte Holzbrücken. Im Unterschied zu Grubenmann, dessen Brückenkonstruktionen heute auch als rechnerisch „richtig“ gelten, war es den Nachfolgern Galileis jedoch frühzeitig gelungen, ihre Intuition oder deutende „Kunst“ zu entpersonalisieren und damit zu legitimieren. Das gleiche gilt allerdings auch für viel „wissenschaftlichen Unfug“.

Gleichwohl bleibt, daß auch dieser „Unfug“ für die Durchsetzung der technischen „Kunst“ im alten Sinne unverzichtbar war. Damit soll nicht in Abrede gestellt werden, daß viele naturwissenschaftliche Erkenntnisse, die sich schließlich bewährt haben, der technischen Entwicklung eine immer breitere Grundlage gegeben haben und Voraussetzung für „künstlerisches“ Arbeiten auf immer höherem Niveau waren. Insofern baut technischer Fortschritt tatsächlich und in großem Maße auf naturwissenschaftlicher Erkenntnis auf. Ich bestehe jedoch darauf, daß die „Kunst“ im alten Sinne auch weiterhin die notwendigerweise antizipativ arbeitende Technik vorangetrieben hat und nicht die retrospektive Naturwissenschaft mit ihren „ceteris paribus“-Welten, für die kein Ingenieur arbeiten kann. Letztere hat lediglich erreichte Positionen abgesichert und die Elemente geliefert, mit denen das intuitiv-strategische Denken der Technikgestaltung operieren konnte.

Wenn diese naturwissenschaftlichen Elemente im Technikdiskurs seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert dominieren, so ist dies eher Ausdruck des veränderten Diskurses und der gewandelten Legitimationsbasis technischen Schaffens als einer grundsätzlichen neuen Art, Technik hervorzubringen. Die Verwissenschaftlichung der Technik seit dem 19. Jahrhundert war in vieler Hinsicht auch eine Kolonisierung ergebnisorientierter Technik durch deutungsorientierte Wissenschaft, die in der Spätrenaissance begann und mit dem Positivismus des 19. Jahrhunderts ihrer religiösen Rückversicherung beraubt wurde.

Tacit Knowledge

Der gleichzeitig mit der Herausbildung des neuen Technikdiskurses gestartete Versuch, die behauptete, allein naturwissenschaftliche Begründung der Technik praktisch werden zu lassen, scheiterte dagegen. Im berühmten Theorie-Praxis-Streit des deutschen Maschinenbaus am Ende des 19. Jahrhunderts setzt sich schließlich jene Schule durch, die Konstruktion nicht als Ableitung aus der theoretischen Mechanik verstand, sondern auf ausgedehnten Versuchen - eben systematisiertem Trial and Error - bestand. Es ist die Zeit, in der an den Hochschulen Versuchslaboratorien entstehen, in denen weite Wissenslücken durch Rationalisierung und Bürokratisierung von Empirie geschlossen werden. Es entstehen in großer Zahl moderne Prüfbücher und Tabellenwerke, die mehr mit den Rezepten der Maschinenbücher des 16. Jahrhunderts gemein haben als mit der reduktionistischen Theoriebildung der Physik. Gleichwohl werden die Methoden der exakten Naturwissenschaften - insbesondere die leistungsfähige Sprache Mathematik - zur Datenerhebung wie zur Beschreibung von Zusammenhängen in reichem Maße genutzt. Aus dieser Sprach- und Methodengemeinschaft leitet sich dann auch der Anspruch der „Wissenschaftlichkeit“ ab, der mit dem symbolträchtigen Kampf um das Promotionsrecht der Ingenieure durchgesetzt wurde. Die um die Jahrhundertwende zu beobachtende Theoretisierung der Technik zu den Technikwissenschaften ist zugleich Bestandteil der Emanzipation der Ingenieure und ihres Ringens um gesellschaftliche Anerkennung. Die neuen Technikwissenschaften sind dabei der Reaktionsraum, in dem diese Methodenbegegnung mit den Naturwissenschaften stattfindet, ohne daß die unterschiedlichen Ziele von Technik und Naturwissenschaft dabei verlorengehen.

Das intuitive Schließen von Wissenslücken, das auch die Theoriebildungsphase in den Naturwissenschaften prägt, ohne dort jedoch als Ergebnis akzeptiert zu werden, bleibt konstitutiver Bestandteil technischer Lösungen. Wenn schon die Schaltungsmöglichkeiten eines einfachen 800-Transistor-Chips, wie er heute in Waschmaschinen und Küchengeräten zu finden ist, nicht mehr vollständig zu überschauen sind, so gilt dies erst recht für komplexe Artefakte. Bei der Auswahl von Konstruktionsmaterialien und Funktionsmodellen ist hier nach wie vor „Kunst“ gefragt, da Vollständigkeit schon in der Komponentenanalyse, geschweige denn in der Beurteilung des Systemverhaltens, überhaupt nicht in übersehbar endlicher oder gar nützlicher Zeit zu erreichen ist.

Ein gutes Gespür erscheint für erfolgreiche Konstruktionen mindestens ebenso wichtig wie formale Ausbildung. Es war ein Kennzeichen der zu Recht gerühmten deutschen Technischen Hochschulen, daß sie seit dem späten 19. Jahrhundert zunehmend praktische Forschungsanteile in die letzte Phase der Studiengänge integriert haben und sich nicht nur als reine Vermittler abstrakten Wissens verstanden. Auf diese Weise wurde sichergestellt, daß die jungen Absolventen eigene Erfahrungen in Forschung und Entwicklung an neuester Technik hatten und dabei vor allem jenes „tacit knowledge“ erwarben, ohne das eine erfolgreiche Übersetzung akademischer Forschung in industrielle Entwicklungsarbeit gar nicht möglich gewesen wäre. Oder in den Worten des „Report on Engineering Design“ selbst noch im Jahre 1961: „It is usually a shock to [engineering] students to discover what a small percentage of decisions made by a designer are made on the basis of the kind of calculation he has spent so much time learning in school.“⁴

„Tacit knowledge“, das vorwissenschaftliche Gespür für die Machbarkeit eines Projektes, die Vertrautheit mit den apparativen Hilfsmitteln, war von Anbeginn der Industrialisierung die Schlüsselqualifikation für die rasche Umsetzung von abstraktem Wissen in funktionierende Produkte. Der im internationalen Vergleich überaus schnelle und breite Ausbau des technischen Hochschulwesens hat der deutschen Industrie seit dem späten 19. Jahrhundert ein überdurchschnittlich großes und qualifiziertes Reservoir an Ingenieuren beschert, die mit der Spitzenforschung ihrer Zeit im Sinne der oben beschriebenen systematisierten Empirie - nicht etwa der abstrakten Kreidephysik und -mathematik wie an den ver-

4 Journal of Engineering Education 51, no. 8 , April 1961. Hier zitiert nach Ferguson 1992, S. 2.

gleichsweise unfruchtbaren französischen Eliteschulen - unmittelbar in Berührung gekommen waren und von daher Startvorteile bei der Umsetzung in Produkte hatten. Dies spiegelte sich in der jahrzehntelangen Vorrangstellung der deutschen Industrie bei technologieintensiven Produkten wider.

Während die Naturwissenschaften den Wahrheitsgehalt ihrer Aussagen durch immer stärkere Einengung ihres Untersuchungsgegenstandes steigerten und in ihrer Spitzenforschung mittlerweile bei den Komponenten des Atomkerns oder der DNA-Fäden angekommen sind, hat die Technik auf der anderen Seite die Komplexität ihrer Artefakte und Systeme in entgegengesetzter Richtung vervielfacht - eine Komplexität, die immer nur partiell (aber nie vollständig!) in Theorien abbildbar ist. Dabei wirkte die Privilegierung der Sprache der exakten Naturwissenschaften, die historisch zur Legitimationsbeschaffung herangezogen wurde, langfristig in Richtung einer reduzierten Wahrnehmung der Bedingungen für die Hervorbringung von Technik wie auch ihrer Anwendung.

Die Ausgrenzung des „Kunst“-Diskurses erschwerte die Wahrnehmung jener Fähigkeiten, mit denen die weiten, nicht determinierten Bereiche der Artefakte und Systeme strategisch beherrscht werden können. Wo Handlungsanschlüsse im Zuge dieser mittlerweile säkularen Diskursverschiebung nicht mehr an zentraler Stelle thematisiert wurden, wuchs die Gefahr, daß sie entweder mißlingen oder in ihrem produktiven Potential völlig unterschätzt wurden. Augenfälligster Ausdruck der so entstandenen Sprachlosigkeit zwischen sich naturwissenschaftlich-reduktionistisch legitimierenden Konstrukteuren und industriellen wie privaten Nutzern, die mit technischer Hilfe „vollständige“ Leistungen erbringen müssen, ist das „Anwenderversagen“. Auf der anderen Seite hat es dagegen fast schon etwas Subversives, wenn Produktionsarbeiter und Hausfrauen Steuerungsautomaten außer Gefecht setzen, um bestimmte Produktionsziele zu erreichen oder eine Multifunktionalität von Artefakten herstellen, die nie geplant war.

Ausblick

Um nun zur Ausgangsfrage zurückzukommen: Auch wenn der technische Fortschritt spätestens seit der Industriellen Revolution von der Anwendung naturwissenschaftlicher Kenntnisse mitgetragen wurde und da-

bei Abstraktion und Automatisierung zu Leitbildern der Technikentwicklung avancierten, so blieb die vielbeschworene Objektivierung technischer Prozesse über weite Strecken unvollkommen und wird es auf absehbare Zeit auch bleiben. Ohne ein gehöriges Maß an intuitiv begründeter „Kunst“ bei der Erzeugung wie bei der Anwendung von Technik wird es kaum gehen. In einigen technischen Disziplinen schlägt sich diese Einsicht bereits zögernd in Buchtiteln nieder. So etwa das dreibändige Standardwerk des Informatikers Donald Knuth: „The Art of Computer Programming“. Und wenn das Metier des Historikers auch eher die Vergangenheit ist, so wage ich doch die Prognose, daß mit weiter steigender Komplexität unserer Artefakte zu deren Nutzung eher mehr als weniger spezifisch darauf gerichtete Intuition und „Kunst“ vonnöten sein werden.

Literatur

- Dasgupta, S.: *Technology and Creativity*, Oxford 1996.
- Ferguson, E.S.: *Engineering and the Mind's Eye*, Cambridge/Mass. 1992.
- Funkenstein, A.: *Theology and the Scientific Imagination - From the Middle Ages to the Seventeenth Century*, Princeton 1986.
- Gispert, K.: *New Profession, Old Order - Engineers and German Society, 1815-1914*, Cambridge 1989.
- Groh, R.; Groh, D.: *Weltbild und Naturaneignung*, Frankfurt 1991.
- Jaspers, K.: *Leonardo als Philosoph*, Bern 1953.
- Nüesch-Gautschi, R.: *Baumeister H.U. Gruhenmann von Teufen, Teufen* 1985.
- Polanyi, M.: *Personal Knowledge - Towards a Post-Critical Philosophy*, London 1958.
- Stöcklein, A.: *Leitbilder der Technik - Biblische Tradition und technischer Fortschritt*, München 1969.

Verwissenschaftlichung als sozialer Prozeß

Zum Einfluß der Naturwissenschaft auf die Organisation und Ziele technischer Entwicklungen

1. Neue Fragen in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung

Die von Wengenroth dargelegte Differenz zwischen Wissenschaft und Technik in der historischen Entwicklung wirft für sozialwissenschaftliche Forschungen zur Technikgenese neue Fragen auf: Weder kann Technikentwicklung umstandslos als eine praktische Anwendung (Vergegenständlichung) naturwissenschaftlicher Erkenntnisse angesehen werden, noch - und hierin liegt die eigentliche Brisanz - steht die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für eine beständige Steigerung von Effizienz und Innovationen in der Technikentwicklung. Die historischen Untersuchungen von Wengenroth verweisen hier nicht nur auf die - auch anderweitig aufgedeckte - empirisch- und erfahrungsgeleitete Entwicklung von Produktionstechnik (vgl. Kalkowski, Manske 1993; König 1989); vielmehr wird die begrenzte und partielle Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnis keineswegs als ein Defizit, sondern als ein eigenständiges Potential für technische Innovationen gesehen. Pointiert wird dies in der These formuliert, daß nicht allein in der forcierten „Verwissenschaftlichung“, sondern nur in ihrer Verbindung mit anderen Ressourcen, wie sie z.B. historisch in der Verschränkung von Wissenschaft und Kunst in der Renaissance gegeben war, zukünftig die notwendigen Innovationspotentiale mobilisiert und gefördert werden können. Die Notwendigkeit wie Nützlichkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse wird damit keineswegs bestritten, jedoch werden deren Leistungen erheblich relativiert - insbesondere hinsichtlich innovativer Technikentwicklung.

Knüpft man an solche Ergebnisse und Thesen historische Untersuchungen an, zeigen sich für die soziologische Analyse zwei bisher noch kaum

beachtete, geschweige denn bearbeitete Forschungsdefizite: Zum einen wurde bisher nicht systematisch analysiert, auf welchen anderen als wissenschaftlichen „kognitiven Ressourcen“ technische Innovationen beruhen. Bezeichnungen wie „praxisorientierte Innovationsmuster“ oder „empirisch und erfahrungsgeleitete Technikentwicklung“ oder auch „Kunst“ sind hier primär phänomenologische Beschreibungen und verbinden sich - nach vorherrschender Lesart - mit Assoziationen, die - vor allem, was die Entwicklung von Technik angeht - eher auf Unzulänglichkeiten oder bestenfalls pragmatische Nützlichkeit verweisen und nicht auf eigenständige, durch wissenschaftliche Erkenntnisse nicht ersetzbare Wissensformen und Verfahren. Auch der Hinweis, daß wissenschaftliche Erkenntnisse in der Technikentwicklung immer durch besondere praktische Kenntnisse der Anwendungsfelder ergänzt werden müssen (vgl. Lutz, Veltz 1989, S. 258 ff.; Hirsch-Kreinsen 1993, S. 33 ff.), benennt zwar wichtige Unterschiede zwischen (natur-)wissenschaftlichem und technologischem Wissen, läßt es aber weithin offen, ob es sich hier nur um eine Konkretisierung und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse handelt, die im Paradigma der „Verwissenschaftlichung“ grundsätzlich vorgesehen sind (wenngleich auch praktisch oft vernachlässigt!), oder ob hier das notwendige „praktische Wissen“ ein „besonderes Wissen“ darstellt, das außerhalb des Bezugsrahmens wissenschaftlich begründeter Erkenntnis liegt. Zu erinnern ist hier daran, daß die neuzeitlichen Naturwissenschaften sich nicht auf allgemeine „Theorie“ reduzieren lassen: Zum einen definieren sich naturwissenschaftlich begründete Gesetzmäßigkeiten zwar als „abstrakte“, aber gleichwohl reale, universell gültige Prinzipien, die konkreten empirischen Gegebenheiten zugrundeliegen; zum anderen ist (daher) die Ergänzung (Auffüllung) der allgemeinen gültigen Prinzipien bei ihrer praktischen Anwendung durch jeweils konkrete Anwendungsbedingungen (Anwendungsfelder) im Selbstverständnis naturwissenschaftlicher Kenntnisse enthalten.

Entscheidend ist daher nicht die Ergänzung naturwissenschaftlicher Erkenntnis durch besondere anwendungsbezogene Praxiskenntnisse, sondern die Beurteilung und Bewertung des hierfür erforderlichen Wissens. Im Bezugsrahmen naturwissenschaftlicher Erkenntnis erscheinen das empirische Wissen zwar notwendig, die hierfür erforderlichen kognitiven Leistungen aber als untergeordnet bzw. „einfach“. Entsprechend wird der Wert des sog. „Erfahrungswissens“ oder „praktischen Wissens“ auch keineswegs bestritten, jedoch wird ein solches Wissen auf den unteren Rängen menschlicher Wissensformen plazierte (Böhme 1980, S. 27 ff.).

Mit dem Verweis auf die Verschränkung von „Wissenschaft und Kunst“ verläßt Wengenroth den Bezugsrahmen einer solchen Betrachtung: Hier geht es nicht mehr nur um praktische Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und deren Voraussetzung, sondern um die Verschränkung wissenschaftlich fundierten Wissens mit anderen Formen der Erfassung und des Umgangs mit materiell-technischen Gegebenheiten. Festzuhalten ist hier zunächst, daß in den Sozialwissenschaften die Prämisse, daß für die Erkenntnis wie praktische Nutzung materiell organischer Gegebenheiten naturwissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse gegenüber anderen - historisch vorfindbaren - Erkenntnis- und Wissensformen nicht nur überlegen, sondern auch der „Natur der Sache“ angemessen sind, bisher kaum ernsthaft angezweifelt und kritisch reflektiert wurde. Fraglos übernommen wird damit auch die Auffassung, daß die Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Erkenntnis nicht nur zu einer quantitativen und qualitativen Steigerung von Wissen führt, sondern daß diese auch für einen evolutionären Prozeß der Herausbildung „richtigen“ Wissens steht. Die Trennung von Wissenschaft und Kunst in der neuzeitlichen Entwicklung geht solchermaßen einher mit einer Relativierung des Erkenntnis- und Wahrheitsanspruchs künstlerischer Tätigkeiten und einer Monopolisierung des Wissens über die Welt „so wie sie ist“ (bzw. menschlicher Erkenntnis grundsätzlich zugänglich ist) durch Wissenschaft. Doch gerade der damit verbundene Gültigkeits- und Leistungsanspruch von Wissenschaft wird - zumindest was deren praktische Anwendung im Bereich der Technikentwicklung betrifft - von Wengenroth in Frage gestellt. Tangiert wird damit aber nicht nur das Selbstverständnis naturwissenschaftlicher Erkenntnis, sondern ebenso auch deren sozialwissenschaftliche Deutung.

Zum anderen - und dies ist eine zweite, sich aus der historischen Analyse ergebende Konsequenz - stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Verwissenschaftlichung auf technische Entwicklungen hat, in einer anderen als der bisher gewohnten Weise: Verwissenschaftlichung kann nicht mehr fraglos als notwendige Voraussetzung für die Steigerung von Effizienz und Innovationsfähigkeit interpretiert werden, wobei es dann lediglich darum geht, die Prozesse, durch die die Verwissenschaftlichung hervorgebracht und gesellschaftlich durchgesetzt wird (welche Hemmnisse dem entgegenstehen, welche Voraussetzungen hierfür erfüllt sein müssen etc.), zu analysieren; zentral wird vielmehr die Frage, ob und in welcher Weise durch die Verwissenschaftlichung die gesellschaftliche Organisation ebenso wie die Inhalte und Ziele technischer Entwicklung in spezifi-

scher Weise gesteuert werden. In dieser Sicht wäre Verwissenschaftlichung nicht nur eine Voraussetzung für technische Entwicklungen schlechthin, sondern ein Medium der gesellschaftlichen Steuerung, durch das maßgeblich die Richtung technischer Entwicklungen beeinflusst und - dies ist entscheidend - andere mögliche Alternativen, deren Leistungen und Tragfähigkeit nicht a priori geringer sind, verhindert oder zumindest eingeschränkt werden. Auf eine solche Fragestellung ist die sozialwissenschaftliche Technikgeneseforschung bisher kaum vorbereitet. Zwar gehört mittlerweile die Frage nach alternativen Entwicklungspfaden in der technischen Entwicklung und deren Untersuchung zum Repertoire sozialwissenschaftlicher Forschung, doch werden diese nicht oder bestenfalls implizit auf Prozesse der Verwissenschaftlichungen und deren Auswirkungen bezogen (Noble 1984; Hirsch-Kreinsen 1993; Knie 1991). Gleichwohl liegen aber Analysen vor, die zeigen, daß speziell die Entwicklung der Mikroelektronik und deren praktische Anwendungen für die Automatisierung von Produktionstechnik ohne massive Forcierung und Nutzung wissenschaftlich organisierter Technikentwicklung im Sinne einer „Industrialisierung von Wissenschaft“ und Verwischung der Grenzen zwischen grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung kaum möglich gewesen wären (vgl. Halfmann 1984; Kreibich 1986; Hack 1988; Bieber, Möll 1993).

Während somit der Prozeß der Verwissenschaftlichung durchaus Aufmerksamkeit erfahren hat, wurde die Frage, was hiermit ggf. eingeschränkt und verhindert wurde (wird), nicht nur nicht beantwortet, sondern erst gar nicht gestellt. Eine solche Frage erscheint banal, da ihre Beantwortung bestenfalls einem auf Bewahrung und Beharrung ausgerichteten Sozialkonservatismus entgegen kommt. Doch der Preis hierfür ist nicht unbeträchtlich: Denn auch wenn mit Akribie die Verflechtung der Verwissenschaftlichung mit ökonomischen oder militärischen Interessen nachgewiesen wird, entpuppen diese sich gleichwohl als „Promoter“ des wissenschaftlich-technischen Fortschritts (sofern dieser nicht gänzlich in Frage gestellt wird). In dieses Dilemma waren von jeher polit-ökonomisch orientierte Analysen der Technikentwicklung insbesondere im Bereich der Produktionstechniken verstrickt. Angesichts zunehmend offensichtlich werdender natürlicher Zerstörungen, ebenso wie auch von Grenzen technisch-wissenschaftlicher Naturbeherrschung und mobilisierbarer Innovationskraft, kann sich jedoch die Immunisierung der „Verwissenschaftlichung“ gegenüber kritischer Reflexion als höchst verhängnisvoll erweisen. Zumindest wird die Frage ausgeblendet, in welcher Weise Ver-

wissenschaftlichung selbst (und nicht nur ihre Anwendung bzw. Instrumentalisierung) keineswegs eine gegenüber historisch entwickelten polit-ökonomischen Strukturen und Interessen indifferente, ahistorische Dimension gesellschaftlicher Entwicklung darstellt und daher ebenso wie politische, soziale und ökonomische Strukturen und Prozesse in die kritische Analyse einzubeziehen wäre.

Die in unseren Arbeiten im Sonderforschungsbereich begonnene Auseinandersetzung mit der Verwissenschaftlichung von Technikentwicklung greift Fragen, wie sie soeben umrissen wurden, auf. Die Deutung der historischen Entwicklung, wie sie Wengenroth vorgestellt hat, bekräftigt u.E. sowohl die Dringlichkeit als auch den Reiz und möglichen Ertrag, die sich mit einer solchen Überschreitung bisher etablierter Forschungsgrenzen verbinden. Für die soziologische Forschung geht es hierbei nicht nur um eine Ausweitung des Forschungsfeldes, sondern vor allem um eine Erweiterung des kategorialen Rahmens, durch den ein neuer Blick auf die Verwissenschaftlichung und die sozialen wie kognitiven Grundlagen technischer Entwicklungen möglich wird. Es versteht sich von selbst, daß beim gegenwärtigen Stand der Forschung derzeit noch keine gesicherten Ergebnisse hierzu vorgelegt werden können. Jedoch scheint es möglich, hierzu konzeptuell und empirisch begründete Thesen zu formulieren und zur Diskussion zu stellen. Ziel ist, damit Überlegungen, wie sie von Wengenroth anhand der historischen Entwicklung umrissen wurden, weiterzuführen und sichtbar zu machen, welche Konsequenzen sich hieraus ergeben, wenn man solche Befunde nicht nur als „Geschichte“ liest, sondern als Hinweise auf grundlegende, gesellschaftliche Konstitutionsbedingungen der Technikentwicklung „erst“ nimmt. In dieser Perspektive zeigen sich bemerkenswerte Kongruenzen zwischen der von Wengenroth aufgezeigten Differenz zwischen Wissenschaft und Technik einerseits und den von uns thematisierten Grenzen wissenschaftlich-technischer Naturbeherrschung andererseits. Dies sei im folgenden zunächst unter Bezug auf Ergebnisse von Untersuchungen zur Unterscheidung zwischen einem objektivierenden und subjektivierenden Arbeitshandeln (Abschnitt 2) sowie anhand neuer Probleme bei der Technikanwendung (Abschnitt 3) näher erläutert. Daran anschließend sei ein Bündel von Thesen formuliert, die sich auf die soziale Steuerung technischer Entwicklungen durch „Verwissenschaftlichung“ richten. Thematisiert werden dabei sowohl die soziale Organisation (Abschnitt 4) als auch die Inhalte und Ziele der Entwicklung von Produktionstechniken (Abschnitt 5). Im Rahmen unseres Forschungsprogramms geht es hier insbe-

sondere darum aufzuzeigen, in welcher Weise Prozesse der Verwissenschaftlichung zu einer Entkopplung der Technikentwicklung gegenüber ihrer praktischen Anwendung führen bzw. wie solche Entwicklungen in spezifischer Weise durch die Verwissenschaftlichung abgestützt und mit hervorgebracht werden. In einem letzten Abschnitt (6.) sollen vor diesem Hintergrund ein Bezugsrahmen für die Analysen einer Ergänzung und Alternativen zur Verwissenschaftlichung angedeutet werden.

2. Tacit Knowledge und das Konzept subjektivierenden Arbeitshandeln

Im letzten Teil seiner Ausführungen bezieht sich Wengenroth auf die Bedeutung des sog. „tacit knowledge“ für die Technikentwicklung. Es zeigen sich hier deutliche Parallelen zu unseren Untersuchungen zur Arbeit mit hochtechnisierten Systemen. In ihnen konnte nachgewiesen werden, daß sich bei der Arbeit mit hochautomatisierten technischen Systemen Anforderungen ergeben, die weder durch eine einfache, weitgehend routinierbare und regelgeleitete Bedien- und Überwachungstätigkeit noch durch qualifizierte primär planende und dispositive „geistige“ Arbeit zu bewältigen sind. Ausschlaggebend hierfür sind Unregelmäßigkeiten im Prozeßverlauf wie auch in den Wirkungen und der Funktionsfähigkeit der technischen Systeme selbst, die weder exakt prognostizierbar noch eliminierbar sind. Sie nehmen mit fortschreitender Technisierung nicht ab, sondern eher zu, insbesondere im Zusammenhang mit einer zunehmenden Komplexität der technischen Systeme, ihrer Vernetzung und der gleichzeitigen Flexibilisierung von Produkten und Verfahren (Böhle, Rose 1992, S. 39 ff.). Offensichtlich werden hieran systematische Grenzen der wissenschaftlich-technischen Beherrschung konkreter Produktionsprozesse, d.h. die Erfassung physikalisch-organischer Gegebenheiten mittels objektivierbarer Merkmale und regelhafter gesetzmäßiger Wirkungszusammenhänge; ihre Modellierung stellt letztlich immer nur einen „selektiven“ Zugriff auf konkrete Gegebenheiten dar. Die Neutralisierung des hierdurch Nichterfaßten kann bestenfalls unter Laborbedingungen, in der betrieblichen Praxis aber - wenn überhaupt - immer nur partiell gelingen. Des weiteren zeigen die durchgeführten Untersuchungen, daß es sich hier nicht nur um das Problem einer „einfachen“ Ergänzung bzw. Anpassung der wissenschaftlich geleiteten Erfassung und Modellierung handelt. Neben dem wissenschaftlichen Zugriff sind vielmehr ande-

re „Methoden“ der Auseinandersetzung mit praktischen Gegebenheiten (Produktionsbedingung, Technik) notwendig, die sich auf Eigenschaften und Wirkungszusammenhänge richten, die sich einem auf Objektivierung, Berechenbarkeit und Regelmäßigkeit ausgerichteten Zugriff entziehen. Sofern solche Anforderungen an menschliches Arbeitsvermögen in Praxis wie Wissenschaft registriert werden, wird zumeist eher pauschal und im Sinne einer Residualkategorie auf das notwendige „Erfahrungswissen“ hingewiesen, ohne daß allerdings genauer geklärt wäre, worin die Besonderheit eines solchen Wissens besteht. Aufschlußreicher sind daher auch eher einzelne Phänomene, die hier in den Blick geraten, wie z.B. das Gefühl für eine Anlage, das Wahrnehmen einer Unregelmäßigkeit und von Störungen, noch bevor die technischen Anzeigen dies signalisieren, blitzschnelle Entscheidungen ohne langes Nachdenken, die Orientierung an Geräuschen u.ä.

Mit dem Konzept „subjektivierendes Arbeitshandeln“ wurde ein systematischer sozialwissenschaftlicher Zugang zu solchen Arbeitspraktiken eröffnet. Mittlerweile liegt hierzu eine Reihe von Untersuchungen vor, in denen diese Erweiterung in der Analyse von Arbeit sowohl konzeptuell als auch empirisch in verschiedenen Produktionsbereichen vertieft und ausgearbeitet wurde (Böhle, Milkau 1988; Böhle, Rose 1990; 1992; Bolte 1993; Schulze, Carus 1995; Carus, Schulze 1995). Diese Untersuchungen belegen, daß beim Umgang mit technischen Systemen neben einem technisch-wissenschaftlich geleiteten, objektivierenden Handeln Qualifikationen und Arbeitsweisen notwendig sind, die sich einem Verständnis von Arbeit als „zweckrationales“ Handeln entziehen. Sie beruhen auf einer anderen Handlungsstruktur und -logik. Das sog. „Erfahrungswissen“ bzw. Phänomene wie Gespür für die Anlage u.ä. beruhen demnach auf der Verbindung einer komplexen sinnlichen Wahrnehmung, auf wahrnehmungs- und verhaltensnahen Formen des Denkens (assoziatives anschauliches Denken etc.), dialogisch-interaktiven und explorativen Vorgehensweisen sowie einer persönlichen und emotional gefärbten Beziehung zu Arbeitsmitteln und Materialien. Subjektive Faktoren wie Gefühle und Empfindungen sind hier keine störenden bzw. verzerrenden Elemente, sondern vielmehr zentrale Grundlagen kognitiver Prozesse und praktischen Handelns. Ein solches „subjektivierendes Arbeitshandeln“ erfordert spezifische Kompetenzen (Wahrnehmungsfähigkeit, Vorstellungsvermögen u.ä.), die ebenso herangebildet und erlernt werden müssen wie das sog. Fachwissen, oder auch analytisches Denken, systematisch-planmäßiges Vorgehen u.ä. Doch während letzteres primär in for-

malisierten Ausbildungswegen erfolgt (bzw. hier berücksichtigt wird), bleibt das „subjektivierende Arbeitshandeln“ überwiegend der beruflichen Praxis überlassen, d.h. dem „learning by doing“, der praktischen Demonstration durch Kollegen und informellen Weitergabe einzelner Arbeitspraktiken u.ä.

3. Neue Probleme beim Einsatz und bei der Nutzung von Produktionstechnik

Vor dem Hintergrund der hier referierten Befunde werden bisher kaum beachtete Probleme der Technikentwicklung sichtbar, die sich bei fortschreitender Technisierung und Automatisierung - so wie sie sich gegenwärtig vollzieht - zunehmend verschärfen. Die technischen Systeme sind - insbesondere an der Mensch-Maschine-Schnittstelle - auch dann, wenn ergonomische Gesichtspunkte berücksichtigt werden, überwiegend auf ein technisch-rationales, objektivierendes Arbeitshandeln ausgelegt. Seinen Niederschlag findet dies in der Mediatisierung des Verhältnisses der Arbeitenden zu den Produktionsabläufen durch eine wissenschaftlich strukturierte Informations- und Eingriffsstruktur. Signale, Zahlen und Zeichen sowie planmäßig sequentiell durchzuführende Operationen sind hierfür charakteristisch. Das in der Praxis notwendige subjektivierende Arbeitshandeln wird hierdurch zugleich zurückgedrängt und erschwert. In der Praxis ergeben sich hieraus erhebliche „Anwenderprobleme“; sie führen für die Arbeitskräfte zu neuartigen Belastungen und für die Betriebe zu neuen Risiken in der Prozeßbeherrschung und Qualitätssicherung.¹

Bei der Frage nach den Ursachen für solche Entwicklungen scheint bemerkenswert: Auch dann, wenn die Arbeit mit technischen Systemen in den Betrieben als qualifiziert und verantwortungsvoll definiert wird, ist insbesondere auf höheren Ebenen des Managements die Annahme vorherrschend, daß im sog. Normallauf - also nach dem Anfahren, Ingangsetzen eines Systems - die notwendige Arbeitsleistung überwiegend in einer eher passiven, mitlaufenden Kontrolle besteht, und sofern Eingriffe notwendig sind, diese aus vergleichsweise einfachen, regelgeleiteten

1 Vgl. zur Arbeit mit CNC-Maschinen Rose, Lennartz 1995, S. 83 ff.; zur Arbeit an komplexen Anlagen mit Prozeßleitsystemen Böhle u.a. 1993, S. 67 ff.

Operationen bestehen. Verantwortungsvolles und qualifiziertes Arbeitshandeln wird somit vor allem darin gesehen, daß nicht systemwidrig eingegriffen wird und die geforderten Operationen - sofern notwendig - zuverlässig (vorschriftsmäßig) ausgeführt werden. Eine solche Einschätzung beruht wesentlich auf der Annahme, daß beim vorschriftsmäßigen Umgang mit den technischen Systemen und der Einhaltung der geforderten Rahmenbedingungen (Verfügbarkeit der erforderlichen Materialien etc.) der Prozeßverlauf und die Wirkungsweise der technischen Systeme antizipierbar und auf dieser Basis beherrschbar sind. Speziell in Verbindung mit dem Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien und den damit eröffneten neuen Möglichkeiten der Automatisierung führt dies zur Tendenz, die Funktionsfähigkeit technischer Systeme zu überschätzen und die in der Praxis auftretenden Imponderabilien und Unregelmäßigkeiten zu unterschätzen. Diese Tendenz ist auch dort anzutreffen, wo die Automatisierung von vornherein nur schrittweise vorangetrieben oder grundsätzlich begrenzt werden soll und die Notwendigkeit menschlichen Arbeitsvermögens auch von technischer Seite grundsätzlich anerkannt und berücksichtigt wird. So zeigen sich in der Praxis teils erhebliche Diskrepanzen zwischen den ex ante erfaßten Prozeßparametern und der Modellierung realer Abläufe einerseits und den tatsächlichen Gegebenheiten auf Produktionsebene andererseits. Solche Diskrepanzen bleiben im betrieblichen Gesamtsystem jedoch vielfach verdeckt, d.h., sie werden zwar durchaus auf Produktionsebene erfahren und teilweise auch thematisiert, jedoch schlagen sie nicht notwendigerweise auf der Ebene der technischen Planung und Entwicklung durch (Böhle, Rose 1992, S. 35 ff.).

Mit der Tendenz zur Überschätzung der Möglichkeiten einer technischen Beherrschung von Produktionsprozessen verbindet sich zugleich die Tendenz einer Unter- und Fehleinschätzung der Leistungen menschlichen Arbeitsvermögens. Dies betrifft vor allem die Rolle des Erfahrungswissens. In der betrieblichen Praxis und insbesondere auf den unteren Ebenen des Managements ist zwar durchaus die Bedeutung von Erfahrungswissen bekannt. Aber selbst dort, wo man sich der Notwendigkeit des Erfahrungswissens bewußt ist, werden die genannten Probleme seines Erwerbs wie seiner Anwendung (s.o.) nicht gesehen. Auch dann, wenn Erfahrungswissen als notwendig angesehen wird, betrachtet man es entweder eher als eine besondere persönliche Fähigkeit der Arbeitskräfte oder als selbstverständliche Leistung, die stillschweigend vorausgesetzt wird. Aus einer solchen Unterschätzung des sog. Erfahrungswissens fol-

gen auch einseitige und teils unzutreffende Einschätzungen dessen, was die Stärke und Schwäche menschlichen Arbeitsvermögens im Umgang mit technischen Systemen ausmacht. Sieht man die Leistungen menschlichen Arbeitsvermögens primär in einer an objektivierbaren Kriterien und algorithmisierbaren Verfahren orientierten Aufnahme und Verarbeitung von Informationen wie Ausübung technischer Operationen, so erweist sich die technische Ersetzung menschlichen Arbeitsvermögens nicht nur als möglich, sondern vielfach auch als die zuverlässigere effizientere Lösung. Der Mensch erscheint hier gegenüber der Technik leicht als unzuverlässig, fehlerhaft und ggf. als Störquelle, die es - soweit möglich - technisch zu ersetzen gilt. Zugleich laufen die Arbeitskräfte Gefahr, daß ihr subjektivierendes Arbeitshandeln einerseits, solange es zum technischen Funktionieren der Systeme beiträgt, kaum geachtet wird und andererseits, sofern damit Störungen nicht vermieden oder behoben werden können, gerade solche Arbeitspraktiken als Indiz für menschliche Unzulänglichkeit und Fehlverhalten angesehen werden.

Nun scheint es jedoch unzulänglich und verkürzt, die Ursachen für die hier umrissenen Probleme bei der Technikentwicklung auf ein fehlendes Wissen oder auf allgemein ökonomische und herrschaftsbedingte Interessen zurückzuführen. Im folgenden sei daher die Frage diskutiert, in welcher Weise solche Probleme aus strukturellen Bedingungen technischer Entwicklungen resultieren und welchen Einfluß hierauf speziell die „Verwissenschaftlichung“ der Technikentwicklung hat.

4. Verwissenschaftlichung und die soziale Organisation der Technikentwicklung

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist die These, daß die Verwissenschaftlichung technischer Entwicklungen - so wie sie speziell in der neueren Entwicklung sowohl gefordert als auch realisiert wird - nicht nur zu einer Steigerung der Effizienz technischer Innovationen führt, sondern zugleich eine spezifische soziale Steuerung der Technikentwicklung beinhaltet, durch die eine Autonomisierung der Entwicklung von Produktionstechniken gegenüber den praktischen Erfordernissen bei ihrer Anwendung forciert wird. Das Problem der Verwissenschaftlichung reduziert sich dabei jedoch nicht auf die (einfache) Frage des Verlustes oder der (Wieder-)Herstellung eines Praxisbezuges. Aus der Perspektive

der Verwissenschaftlichung wird die praktische Anwendung technischer Artefakte nicht einfach negiert und vernachlässigt. Als sehr viel problematischer erweist sich, daß diese sehr wohl berücksichtigt wird, dabei aber Annahmen und Sichtweisen vorherrschen, durch die - trotz Berücksichtigung - zugleich wichtige Aspekte der Praxis nicht gesehen oder/und nicht angemessen beurteilt werden können. Pointiert ausgedrückt: Praxis muß durch das Nadelöhr der „Objektivierung“ und „Berechenbarkeit“. Betriebliche Produktionseinheiten weisen jedoch eine Vielzahl von Konstellationen auf, die nicht vollständig mit objektivierbaren (meßbaren) Parametern und Algorithmen abbildbar und damit auch nur begrenzt berechenbar und prognostizierbar sind. Es bedarf daher jeweils spezifischer Ergänzungen des wissenschaftlichen Zugriffs. Diese werden jedoch im Prozeß der Verwissenschaftlichung zugleich selbst zunehmend ausgegrenzt bzw. durch wissenschaftsbasierte Organisationsformen substituiert.

Ausgangspunkt der hiermit umrissenen Analyse der Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung ist, daß die „Verwissenschaftlichung“ auf einem Konzept der Naturbeherrschung beruht, das durch folgende Prämissen charakterisiert ist (vgl. Böhle 1995, S. 76):

- Unterscheidung zwischen subjektiven und objektiven Sachverhalten bzw. Subjekt und Objekt. Insbesondere materielle Gegebenheiten sind demnach von sog. subjektiven Gegebenheiten grundsätzlich verschieden.
- Grundlage der Erkenntnis ist eine verstandesmäßig (intellektuell) geleitete Analyse. Wissen und Kenntnisse werden in Form eines kategorialen und formalisierten Wissens dargelegt, wobei davon ausgegangen wird, daß sich die Eigenschaften und Bewegungen insbesondere von physikalisch-organischen Gegebenheiten durch ein solches Wissen umfassend beschreiben lassen.
- Die sinnliche Wahrnehmung hat sich darauf zu richten, möglichst exakt objektive Informationen aufzunehmen. Dies gelingt um so eher, als sie vom subjektiven Empfinden getrennt wird und die einzelnen Sinne - ähnlich wie technische Instrumente - jeweils isoliert und spezialisiert eingesetzt werden. Insbesondere die visuelle Wahrnehmung erweist sich hier - im Unterschied zu den sog. Nahsinnen - als am ehesten für eine objektive und verstandesgemäße Wahrnehmung geeignet. Die Wahrnehmung praktischer Gegebenheiten wird

damit nicht ausgegrenzt - jedoch gerät sie nur soweit ins Blickfeld, als sie sich durch objektivierbare Kriterien erfassen, definieren und beurteilen läßt.

- Dieser Form der Erkenntnis entspricht, daß die Gewinnung von Wissen vom unmittelbar praktischen Handeln abgelöst wird und im Vollzug praktischer Handlungen der Planung vorgeschaltet ist. Planung und praktische Realisierung sind dabei zwei getrennte und sowohl sequentiell als auch hierarchisch einander zugeordnete Prozesse.

Die genannten Merkmale wissenschaftlich geleiteter Methodik sind dabei nicht notwendigerweise identisch mit konkret beobachtbaren Arbeitsweisen im Rahmen wissenschaftlich organisierter Arbeitsprozesse. Sie sind eher „idealtypische“ Merkmale, an denen sich wissenschaftlich geleitete Arbeit orientiert - unabhängig davon, in welcher Weise dies auch faktisch eingelöst wird bzw. werden kann. Die Verwissenschaftlichung technischer Entwicklung beschreibt - so unsere These - einen Prozeß, in dem solche Handlungsprinzipien zu strukturierenden Momenten der sozialen Organisation technischer Entwicklung werden. Die „Verwissenschaftlichung“ der Technikentwicklung beinhaltet daher nicht nur auf einer kognitiven Ebene die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens; es verbindet sich hiermit auch eine umfassende gesellschaftliche Strukturierung technischer Innovationsprozesse. Dabei erscheinen vier Aspekte der betrieblichen und gesellschaftlichen Organisation von Innovationsprozessen bedeutsam:²

(1) *Die organisatorisch-institutionelle Trennung zwischen Entwicklung und Fertigung:* Die Trennung zwischen Entwicklung und Fertigung, die zu einer der grundlegenden Merkmale betrieblicher Organisation geworden ist, beinhaltet nicht nur eine funktionale Ausdifferenzierung, sondern zugleich auch eine spezifische hierarchische Zuordnung. In vielen Betrieben wird sie heute als ein neues Problem erkannt, und es wird nach neuen Wegen der Kooperation und des Informationsaustauschs zwischen Fertigung und Entwicklung gesucht. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, daß eine solche Organisation in spezifischer Weise der naturwissenschaftlichen Methodik entspricht und hierdurch abgestützt wird. Sie entspricht sowohl der Trennung als auch sequentiellen und hier-

2 Im folgenden und in Abschnitt 5 werden Überlegungen aufgegriffen und weitergeführt, wie sie bereits in Böhle 1995 umrissen wurden.

archischen Zuordnung von Planung und Ausführung. Anwendungsbedingungen und Probleme erlangen in dieser Perspektive die Funktion praktischer Tests (Überprüfung) unter der Annahme, daß solche Gegebenheiten sich grundsätzlich durch wissenschaftlich definierbare und nutzbare Parameter beschreiben lassen. Die Berücksichtigung der praktischen Anwendung beinhaltet somit - aus der Sicht der Verwissenschaftlichung - nicht, daß Planungsprozesse offengehalten und eine technische Weiterentwicklung im Rahmen praktischer Anwendung vorgesehen ist.

(2) *Methodisches Entwickeln und Konstruieren*: Für die Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeit führt die Verwissenschaftlichung nicht nur zur praktischen Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern vor allem auch zur Orientierung an einem systematisch-methodischen Vorgehen bei der Suche nach technischen Lösungen. Damit sollen vor allem ein lediglich praktisches Experimentieren sowie sog. „intuitive“ Entscheidungen überwunden werden. Die wissenschaftliche Methodik wird damit umstandslos als eine Voraussetzung für die Steigerung der Effizienz von Innovationsprozessen angesehen. Dies mag für die Organisation kontextunabhängiger Innovationsprozesse, die aus der Distanz zur Praxis weitergetrieben und arbeitsteilig gesteuert und kontrolliert werden können, zutreffend sein. Fraglich ist aber, ob durch die wissenschaftliche Methodik in gleicher Weise auch die für technische Innovation notwendige Kreativität sowie ein explorativ-experimentelles Vorgehen bei der Suche nach neuen Lösungen gefördert werden. Doch gerade hierin scheint derzeit ein neuralgischer Punkt in der Technikentwicklung zu liegen; zumindest wird speziell die Förderung der Innovationsfähigkeit in der neueren Diskussion als eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung der Überlebensfähigkeit von Unternehmen thematisiert. Kaum beachtet wird dabei jedoch die Frage, in welcher Weise zugleich die fortschreitende Verwissenschaftlichung zu Arbeits- und Organisationsformen führt, durch die die Freisetzung von Innovationspotentialen eher behindert als gefördert wird.

(3) *Akademisierung des technischen Personals*: Insbesondere in Zusammenhang mit der Bildungsexpansion der 70er Jahre zeigt sich eine deutliche Tendenz, das technische Personal nicht (mehr) aus der Produktion, sondern zunehmend aus Hochschulen zu rekrutieren. Damit werden zugleich traditionelle Aufstiegswege von Facharbeitern aus der Fertigung eingeschränkt (vgl. Drexel 1993). Ein unmittelbarer Transfer von Kenntnissen über die konkreten Anwendungsbedingungen von Produktions-

techniken in die Technikentwicklung wird hierdurch erschwert. Doch besteht - so unsere These - das Problem der „Akademisierung“ hier nicht darin, daß akademisch sozialisierte Ingenieure keine konkreten Kenntnisse über die Anwendungsfelder von Technik mitbringen. Auch ein Ingenieur, der zunächst als Facharbeiter tätig war und in die Entwicklungsabteilung wechselt, hat nach einigen Jahren keine Kenntnisse (mehr) über die jeweils konkreten Anwendungsbedingungen. Entscheidend sind daher nicht nur Kenntnisse im Sinne eines „konkreten Kontext-Wissens“. Zentral erscheinen vielmehr die Erfahrung und die Sensibilität für die Grenzen wissenschaftlicher Methodik in der Erfassung konkreter Gegebenheiten und Abläufe beim Einsatz technischer Systeme und der Arbeit mit ihnen.

Des weiteren wird durch die Akademisierung die Tendenz verstärkt, Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben nicht nur aus dem Zuständigkeitsbereich von Produktionsarbeit auszugrenzen, sondern diese auch qua Definition als qualifikatorisch ungeeignet einzustufen. Das für technische Entwicklungen notwendige und angewandte Wissen wird solchermaßen berufsspezifisch monopolisiert. Anstöße aus der Fertigung und praktischen Anwendung von Technik treffen damit auf spezifische Kommunikations- und Akzeptanzbarrieren. Obwohl in der betrieblichen Praxis derzeit unterschiedliche Versuche unternommen werden, die Kommunikation und Kooperation zwischen technischem Personal und der Fertigung zu intensivieren (z.B. durch den Aufbau von Projektgruppen usw.), werden die hiermit angesprochenen Kooperationsbarrieren kaum beachtet. Sofern solche Probleme registriert werden, verbindet sich mit der Verwissenschaftlichung zugleich ein einseitiger „Anpassungsdruck“ an das Werkstattpersonal, ihre Erfahrungen und Kenntnisse in wissenschaftsbasierte Sprach- und Kommunikationsformen zu transformieren.

(4) *Technisierung von Entwicklung und Konstruktion*: Die Technisierung von Entwicklungsprozessen war lange Zeit auf Hilfswerkzeuge begrenzt. Erst in neueren Entwicklungen wurde auf der Basis von CAD-Systemen eine umfangreiche technische Unterstützung des Konstruktions- und Entwicklungshandelns angestrebt. Deren Einfluß auf die Arbeitsorganisation und auf das Arbeitshandeln besteht jedoch weniger als ursprünglich erwartet in einer Taylorisierung der Ingenieurarbeit, sondern vielmehr - so die These - in einer Forcierung ihrer Ausrichtung auf eine wissenschaftsbasierte Methodik. Von Bedeutung erscheinen hier vor allem die Sammlung und Aufbereitung eines ex ante gespeicherten Wissens

über praktische Gegebenheiten sowie hierauf bezogene technische Lösungen. Technikentwicklung vollzieht sich auf dieser Basis unter Anwendung von Kombination und Modifizierung vorhandener „Bausteine“, die ihrerseits eine eigene „Realität“ und Anwendungsdynamik generieren.

5. Verwissenschaftlichung und die Gestaltung von Technik

Mit der im vorangehenden umrissenen sozialen Strukturierung der Technikentwicklung verbindet sich - so unsere These - auch eine spezifische inhaltliche Steuerung technischer Entwicklungen. Sie findet ihren Ausdruck in spezifischen Leitbildern für den „technischen Fortschritt“, dem Bild von Arbeitskraft bzw. im Verhältnis von Technik und menschlichem Arbeitsvermögen sowie der stofflichen Struktur von Technik. Es sei versucht, auch diese These kurz näher zu erläutern und zu begründen, jedoch nicht - wie auch im vorangehenden - in der Absicht, zu einer abschließenden Beurteilung zu gelangen, sondern eher um die Richtung der Fragestellungen zu präzisieren, die bei einer solchen Diskussion der Verwissenschaftlichung aufzugreifen und weiter zu bearbeiten wären.

(1) *Abstraktion von konkreten Anwendungsbedingungen*: Verwissenschaftlichung von Technik begünstigt eine Technikentwicklung, die aus der Distanz zur Praxis erfolgt. Die Anwendungsbedingungen in der Praxis werden nicht negiert, jedoch besteht die Tendenz, sie auf generalisierbare, betriebs- und situationsübergreifende Bedingungen auszurichten. Dies gelingt um so mehr, als praktische Gegebenheiten selbst in diese Richtung gestaltet und transformiert werden. Die Standardisierung nicht nur technischer Lösungen, sondern auch der Anwendungsfelder beschreibt solchermaßen einen wechselseitigen Anpassungsprozeß, der der Verwissenschaftlichung von Technik entspricht. Technische Artefakte werden - in der Tendenz - zu Objekten, die ohne spezifische raum-zeitliche Einbindung in konkrete Gegebenheiten Geltung beanspruchen. In der neueren Entwicklung ist hier etwa der PC ein sehr eindrucksvolles Beispiel. Es wird eine Technik zuwege gebracht, die von ihrem konkreten Verwendungszusammenhang abstrahiert und damit für unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten „offen“ ist. Diese Vielfalt in der Einsetzbarkeit ist jedoch nur möglich, sofern in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen universell gültige Bedingungen gegeben oder notfalls geschaffen werden (s.o.). Damit verbindet sich einerseits eine Generalisie-

rung (Universalisierung) der Anwendbarkeit von Technik, andererseits entstehen jedoch entweder massive Anpassungserfordernisse in der konkreten Anwendung, oder/und der Einsatz von Technik induziert (erzwingt) eine - auf universelle Prinzipien bezogene - Standardisierung von Anwendungsbedingungen. Hieraus resultiert die eigentümliche Dialektik von fortschreitender Pluralität der Anwendungsfelder und gleichzeitiger Tendenz ihrer Vereinheitlichung nach Maßgabe der Anforderungserfordernisse von Technik.

(2) *Automatisierung als technisches Leitbild*: Es ist eine weitverbreitete Annahme, daß die Tendenz zur Automatisierung eine quasi immanente „Sachlogik“ technischer Entwicklungen darstellt. Demgegenüber sei hier die These formuliert, daß die Automatisierung als Leitbild für technische Innovationen einem wissenschaftlich geprägten Technikverständnis entspricht und hierdurch in der historischen Entwicklung hervorgebracht und begründet wird. Sie korrespondiert mit einem Begriff von Technik als eigenständigem gegenüber menschlichen Eingriffen abgeschottetem Wirkungszusammenhang nach dem Modell einer nach eigenen, objektiven Gesetzmäßigkeiten ablaufenden „Objektwelt“, die in keiner unmittelbaren Interaktion mit menschlichem Handeln steht. Der naturwissenschaftlich fundierte Begriff von „Natur“ wird solchermaßen auch zum Ideal für die technisch reproduzierte „zweite Natur“. Kriterium für den „technischen Fortschritt“ ist demnach die Realisierung bzw. Annäherung an das technische Konzept des „geschlossenen Regelkreises“. Ein Verständnis von Technik als „Werkzeug“, das den Anwender von Technik nicht als tendenziell zu „eliminierende Restgröße“ begreift, sondern als Akteur, der die Wirkungen von Technik (mit-)beeinflußt, erscheint in dieser Perspektive nicht erstrebenswert, sondern eher als Stadium einer (noch) nicht voll ausgereiften Technik. Hinzuweisen ist hier darauf, daß in der historischen Entwicklung sich keineswegs eine - wie oft unterstellt - lineare Weiterentwicklung von manuell zu steuernden Maschinen zu Automaten findet, sondern - wie z.B. im Werkzeugmaschinenbau - sowohl automatisch als auch manuell zu steuernde Maschinen technisch weiterentwickelt werden (vgl. Ruby 1995; Benad-Wagenhoff 1993).

(3) *Technik und menschliches Arbeitsvermögen*: Soweit Arbeitsvermögen nicht eliminiert wird, erscheint in der Perspektive der Verwissenschaftlichung menschliches Arbeitsvermögen entweder als planende und kontrollierende oder ausführende praktische Arbeit. Die planende Arbeit entspricht der wissenschaftlichen Tätigkeit. Sie gilt daher auch als höherwertigste bzw. erstrebenswerteste Form menschlicher Arbeit. Ihr „Ideal“

ist, technische Systeme sowie deren Anwendung zu planen, ohne jedoch selbst in den Prozeß praktischer Anwendung eingebunden zu sein. Soweit in der konkreten Handhabung von Technik Arbeit nicht eliminierbar ist, entspricht der Verwissenschaftlichung die Kontrolle und Überwachung technischer Systeme, ergänzt durch eine (grundsätzlich) begrenzte Regulierung und Steuerung. Sie bezieht sich auf ein Verständnis von Technik als - in der Tendenz - selbststeuerndes automatisch vollziehendes System; im unmittelbar konkreten Umgang mit Technik fällt dementsprechend menschlicher Arbeit primär nur die Aufgabe zu, darüber zu wachen, daß die Systeme so ablaufen, wie es geplant ist. Menschliches Arbeitsvermögen hat sich dabei darauf zu richten, möglichst exakt und zuverlässig Informationen wahrzunehmen und gemäß rational vollziehbarer Regeln zu interpretieren. Dies entspricht der Rolle sinnlicher Wahrnehmung im Rahmen wissenschaftlich geleiteten Handelns. Subjektive Deutungen und Empfindungen ebenso wie diffuse, nicht präzise definierbare Informationsquellen (wie z.B. Geräusche, Farbveränderungen usw.) gelten demgegenüber als unzuverlässig. Die Dominanz visueller Wahrnehmung bei Überwachungstätigkeiten ist solchermassen kein „technischer Sachzwang“. Die visuelle Wahrnehmung eignet sich vielmehr in besonderer Weise für den Zweck der Objektivierung und verstandesmäßigen Kontrolle und Anleitung sinnlicher Wahrnehmung; sie findet daher auch im Kontext der Herausbildung neuzeitlicher Naturwissenschaften eine besondere Beachtung (vgl. Kutschmann 1986; Klauf 1990).

Infolge eines solchen Gebrauchs der Sinne werden Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten daher auch eher der „geistigen Arbeit“ zugerechnet und gegenüber einem direkten körperlich-praktischen Umgang mit Arbeits- und Produktionsmitteln unterschieden. Diese erscheint weithin als eine „geistlose“ ausführende Arbeit. Ihre Anleitung und Kontrolle gilt daher sowohl sachlich notwendig als auch legitim. Exemplarisch findet dies seinen Niederschlag in der Definition der körperlich-ausführenden Arbeit im Konzept der wissenschaftlichen Betriebsführung bei Taylor. Körperlich-praktische Arbeitsverrichtungen zählen demnach - überspitzt formuliert - nicht zu den eigentlich menschlichen Anteilen von Arbeit, sondern zur „Objektwelt“, die es instrumentell einzusetzen und zu nutzen gilt (dies kann sich sowohl auf den eigenen als auch „fremden“ Umgang mit dem Körper und den Sinnen beziehen). Der sog. Taylorismus, der eine Anwendung ingenieur- und naturwissenschaftlicher Prinzipien auf die Betriebs- und Arbeitsorganisation darstellt, veranschaulicht die hier umrissene Definition menschlichen Arbeitsvermögens. Jedoch darf

er nicht mit der Anwendung naturwissenschaftlicher Prinzipien schlechthin gleichgesetzt werden. Dies ist ebenso eine Verkürzung wie die Festschreibung der Naturwissenschaften auf ein einfaches „mechanistisches“ Weltbild. Modifikation und Weiterentwicklungen in Richtung kybernetischer Systeme, Selbststeuerung bis hin zur Chaostheorie werden hier z.B. ausgeblendet; in gleicher Weise besagt die Auflösung tayloristischer Betriebs- und Arbeitsformen noch keineswegs, daß damit auch die Sicht des menschlichen Arbeitsvermögens durchbrochen wird; Veränderungen wie der Abbau von Hierarchien, Requalifizierungen usw. können vielmehr gerade auch als neue Formen einer technisch-wissenschaftlichen Organisation von Arbeit interpretiert werden (vgl. Böhle 1994, S. 187 ff; S. 200 ff.; Böhle, Schulze 1996).

(4) *Entstofflichung von Technik*: Entsprechend einer „Geschichte der Sieger“ liegt es nahe, den Übergang von mechanischer zu elektrischer bzw. elektronischer Steuerung und die Entwicklung der Mikroelektronik als eine immanente Logik technischer Weiterentwicklung zu begreifen. Demgegenüber sei hier die These formuliert, daß die hiermit einhergehenden Veränderungen in der „Stofflichkeit“ von Technik in engem Zusammenhang mit der Verwissenschaftlichung technischer Entwicklungen stehen - und zwar in einer zweifachen Weise: Zum einen erscheinen in der Sicht wissenschaftlichen Zugriffs stoffliche Qualitäten und Ausformungen von nachrangiger Bedeutung; sie sind Konkretionen allgemeiner Prinzipien und nicht selbst von substantieller Bedeutung. Pointiert formuliert: Stofflich-konkrete Bedingungen erscheinen primär als „widerständig“ und „Störgrößen“ bzw. „Unbestimmtheiten“, die es zu beherrschen, zu kontrollieren und zu eliminieren gilt. Die Vergegenständlichung „abstrakter“ Gesetzmäßigkeiten - so unsere These - gelingt dabei um so mehr, als die stoffliche Struktur von Technik selbst „abstrakt“ wird; d.h. eine materiale Gestalt annimmt, deren Eigenschaften und Wirkungen berechenbar, prognostizierbar und gegenüber raum-zeitlichen Invarianzen immunisierbar sind. Des weiteren hat die Verwissenschaftlichung aber auch Auswirkungen auf die Wahl und Definition der technisch zu bearbeitenden Probleme. Präferiert werden - so unsere These - Gegenstandsbereiche, die günstige Voraussetzungen für die wissenschaftlich geleitete Bearbeitung, Beherrschung und Manipulation aufweisen. So gesehen wird durch die Verlagerung technischer Entwicklungen auf die Be- und Verarbeitung von Informationen ein Gegenstandsbereich eröffnet, der sich in besonderer Weise für eine Gestaltung nach formal-logischen Prinzipien und objektivierbaren Merkmalen eignet und daher

weitreichende Gestaltungs- und Innovationspotentiale eröffnet.³ Allerdings setzt dies voraus, daß Informationen als eindeutig definierbare und von der Einbindung in konkret stoffliche Bedingungen abgelöste Zeichen und Signale definiert werden bzw. nur das als verwertbare Information gilt, was sich in dieser Form ausdrücken und erfassen läßt.

Die Entwicklung rechnergestützter Informations- und Steuerungssysteme richtet sich demnach sowohl auf eine stoffliche Struktur technischer Systeme als auch auf die des zu bearbeiteten „Materials“, bei denen die im wissenschaftlichen Zugriff auf konkrete Bedingungen vollzogenen Objektivierungen, Abstraktionen und Modellierungen unmittelbar eine „Vergegenständlichung“ erfahren. Brüche und Anpassungen in der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praktische Gegebenheiten können auf diese Weise bei der Technikentwicklung selbst weitgehend ausgeschaltet werden. Oder anders ausgedrückt: Die Auseinandersetzung mit konkret-stofflichen Bedingungen, die z.B. nicht nur bei der Anwendung, sondern auch beim Bau von Maschinen und technischen Anlagen eine wichtige Reibungsfläche darstellen, wird im Rahmen der Technikentwicklung selbst minimiert. Die Entwicklung technischer Systeme wird damit zur Domäne „geistiger“ Arbeit. Einen unmittelbar sicht- und erfahrbaren Ausdruck erhält dies u.a. in dem rapid anwachsenden Anteil der „Software“ an der Technikentwicklung und einer damit einhergehenden Verlagerung beruflicher und institutioneller Zuständigkeiten (Software-Entwickler versus Maschinenbauer) (vgl. Lutz, Veltz 1989). Doch - so unsere These - werden damit zugleich die Differenzen zwischen der wissenschaftlichen Modellierung einerseits und den konkreten Bedingungen andererseits von der Technikentwicklung auf die Ebene der Technikanwendung verschoben. Mit den Entwicklungen im Rahmen rechnergestützter Informations-, Kommunikations- und Steuerungstechniken wurden zwar für technische Innovationen neue Bereiche und Märkte eröffnet. Zugleich wird damit jedoch eine Technikentwicklung forciert, deren Schwergewicht sich zunehmend auf die Technisierung von Informations- und Steuerungsprozessen verlagert. Damit verbindet sich nicht nur die Tendenz zu einer Vernachlässigung des auf die Be- und Verarbeitung stofflich materieller Gegebenheiten bezogenen Maschinen- und Anlagenbaus, sondern auch die Tendenz, Investitionsentscheidungen der Anwender von Produktionstechniken auf die Steuerungstechnik

3 Vgl. zu der hier umrissenen Entsprechung zwischen Informatisierung und Verwissenschaftlichung Schmiede 1992; Hollin, Kempin 1989.

u.ä. zu lenken. (Dementsprechend konzentriert sich z.B. bei der Beurteilung von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen die Diskussion vornehmlich auf die Programmierverfahren und die Optionen, die durch die Steuerungstechnik angeboten werden. Die Leistungen der Maschinen bei der Metallbearbeitung und insbesondere deren Handhabung durch die Arbeitskräfte erscheinen demgegenüber als eher nachrangig.)

6. Verwissenschaftlichung und andere Ressourcen der Technikentwicklung

Eine Auseinandersetzung mit der Verwissenschaftlichung von Technik, wie sie zuvor umrissen wurde, läuft Gefahr, etwas zu kritisieren, was als unabwendbar gilt bzw. nur in der Polarität zwischen Rückschritt und Fortschritt diskutierbar erscheint. Um aus einer solchen, für kritische Analysen der Verwissenschaftlichung typischen Diskussionslage herauszukommen (vgl. Abschnitt 1), ist es u.E. notwendig, zumindest ansatzweise die Möglichkeit „anderer“ kognitiver Ressourcen und institutioneller Formen zur Förderung technischer Entwicklungen zu umreißen und zu begründen. Hierzu wären forschungsstrategisch zwei miteinander verschränkte Fragestellungen weiter zu verfolgen. In diesem Beitrag ist nicht beabsichtigt, dies weiter auszuformulieren, jedoch sei die Richtung angedeutet, in der hier weitere Arbeiten zu gehen hätten.

(1) *Verwissenschaftlichung und gesellschaftliche Interessen*: Eine erste Frage richtet sich auf den Zusammenhang zwischen Prozessen der Verwissenschaftlichung und gesellschaftlicher Interessen. Zu erinnern ist hier an die bereits von Ullrich (1977) herausgestellte „strukturelle Affinität“ zwischen den Prinzipien neuzeitlicher Naturwissenschaften einerseits und der Logik der Kapitalverwertung andererseits. Schmiede verweist in diesem Zusammenhang ebenfalls auf eine Korrespondenz zwischen Informatisierung, formaler Rationalität und den Prinzipien einer auf Kapitalverwertung beruhenden Ökonomie (Schmiede 1992). Doch scheint uns hier die These von einer „Instrumentalisierung“ von Wissenschaft zu kurz zu greifen. Verwissenschaftlichung wäre u.E. vielmehr als ein Medium zu begreifen, über das Erfordernisse der Kapitalverwertung in die Formung und Handhabung stofflich-materieller Gegebenheiten umgesetzt werden. Eine solche Interpretation knüpft einerseits an die Tradition polit-ökonomischer Analysen an, erfordert andererseits aber eine Er-

weiterung des kategorialen Rahmens. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind hier nicht mehr - so wie es im Marxschen Theoriegebäude noch dezidiert formuliert wird - eine revolutionäre Dimension gesellschaftlicher Entwicklung (vgl. Müller 1994, S. 73), sondern in die kapitalistische Ökonomie eingebunden und durch sie geprägt, und zwar nicht nur in ihrer Anwendung, sondern auch in ihren erkenntnisleitenden Methoden und Prämissen. Vor allem letzteres wird auch dort, wo Zusammenhänge zwischen Verwissenschaftlichung und Kapitalverwertung thematisiert werden, nicht systematisch aufgegriffen. Daher geraten das Spannungsverhältnis zwischen verwissenschaftlichter Technik und realen Produktionsprozessen bzw. die Grenzen und Widersprüche technisch-wissenschaftlicher Beherrschung von Produktionsprozessen nicht in den Blick; die im Selbstverständnis und der gesellschaftlichen Deutung neuzeitlicher Naturwissenschaft begründeten „Geltungsansprüche“ bleiben damit letztlich unberührt. Demgegenüber wäre jedoch in der von uns umrissenen Perspektive der Frage nachzugehen, in welcher Weise der in der polit-ökonomischen Tradition formulierte Doppelcharakter des Produktionsprozesses als „Verwertungsprozeß“ und stofflich-materieller „Arbeitsprozeß“ sich nicht nur in der Dualität stofflich-materieller Produktion und ihrer ökonomischen Formung darstellt, sondern zugleich seinen Ausdruck in der Dualität und im Spannungsverhältnis zwischen der technisch-wissenschaftlichen Modellierung und Beherrschung von Produktionsprozessen einerseits und den konkret-stofflichen Bedingungen realer Produktionsabläufe und den Wirkungsweisen technischer Systeme andererseits erhält.

Weiterführend könnten bei einer solchen Fragestellung Überlegungen sein, die eine Affinität zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und Kapitalverwertung nicht unmittelbar im Produktionsprozeß ansiedeln, sondern in der Transformation stofflich-konkreter Gegebenheiten in „Waren“.⁴ Verwissenschaftlichung von Technik richtet sich demnach nicht primär auf die Beherrschung konkreter Produktionsprozesse, ihre zentralen Effekte wie auch Impulse liegen vielmehr in der Transformation technischer Artefakte in „Waren“. Die zuvor umrissenen Merkmale der Verwissenschaftlichung von Technik erscheinen in dieser Perspektive nicht „defizitär“, sondern verkörpern und formulieren genau jene Bedingungen, die die „Warenförmigkeit“ von Technik erfordert (Abstraktion von konkreten Anwendungsbedingungen, Trennung zwischen Technik-

4 Vgl. Sohn-Rethel 1972 und hieran anknüpfend Böhle 1992.

entwicklung und -anwendung, allgemeine und objektivierbare Definition der Wirkungsweise usw.). Die Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung und ihre praktische Anwendung stehen in dieser Interpretation in Zusammenhang mit der Transformation einer primär „produktionsbezogenen“ in eine primär „marktbezogene“ Technikentwicklung. Der „Gebrauchswert“ von Technik wird damit nicht gegenstandslos bzw. negierbar, jedoch wird er zunehmend durch die Imperative der „Warenförmigkeit“ überlagert und kann nur mehr hierüber vermittelt zur Geltung kommen. Daß damit beim konkreten Einsatz von Produktionstechniken Probleme entstehen, und zwar nicht nur für die, die unmittelbar damit arbeiten, sondern auch für die Betriebe, die sie einsetzen, ist in dieser Perspektive Ausdruck spezifischer Spannungen und Konflikte zwischen marktorientierten Hersteller- und produktionsbezogenen Anwenderinteressen.

Unabhängig oder ergänzend zu solchen polit-ökonomisch orientierten Analysen und deren Erweiterung wäre aber auch der Frage nachzugehen, in welcher Weise die Verwissenschaftlichung eine eigene Dynamik aufweist, die wesentlich durch die sozio-kulturelle Strukturierung wissenschaftlicher Erkenntnis hervorgebracht und geprägt wird. Die Verwissenschaftlichung von Technik wäre in dieser Perspektive rückzubeziehen auf die Bestandsvoraussetzungen und Interessen wissenschaftlicher Einrichtungen und Forschungsinstitute bis hin zu dem beruflichen Selbstverständnis und Interessen der Akteure, die Wissenschaft betreiben und/oder sie im Rahmen von Technikentwicklung praktisch anwenden. Innerhalb des betrieblichen Systems wäre hier z.B. an Konzepte der Mikropolitik anzuknüpfen (vgl. Ortmann 1995; Lullies u.a. 1993). Verwissenschaftlichung erscheint hier als eine besondere Formierung von Technik, durch die ihre Entwicklung ebenso wie ihre Verwendung spezifischen gesellschaftlichen „Gruppen“ zugänglich und verfügbar gemacht werden. Verwissenschaftlichung begründet damit spezifische Ausgrenzungen und Selektionen, und zwar sowohl was mögliche technische Lösungen als auch die sozialen Akteure und Institutionen, die für technische Entwicklungen als zuständig und kompetent erachtet werden, betreffen. In der historischen Entwicklung wären hierfür z.B. die Tendenz zur Monopolisierung der Technikentwicklung durch von der Technikanwendung abgeordnete Experten und Institutionen sowie die damit einhergehende Professionalisierung und Akademisierung der Ingenieur Tätigkeit exemplarisch.

(2) *Zur Systematik „anderer“ Ressourcen der Technikentwicklung:* Ein Ausgangspunkt der vorangegangenen Überlegungen war die von Wengenroth formulierte Differenz zwischen Wissenschaft und Technikentwicklung. Vor dem Hintergrund der skizzierten Thesen zur gesellschaftlichen Steuerung der Technikentwicklung durch ihre Verwissenschaftlichung sei daher abschließend nochmals die Frage nach den Grundlagen und der Systematik nicht-wissenschaftlich geleiteter Vorgehensweisen oder Wissensbestände aufgegriffen. Die zentrale Frage ist in dem hier umrissenen Zusammenhang, in welcher Weise Prozesse der Verwissenschaftlichung nicht - wie dies zumeist unterstellt wird - nur auf eine „unvollkommene“ wissenschaftliche Fundierung treffen, sondern vielmehr auf eigenständige Ressourcen für technische Innovationen. Unsere These ist, daß dabei Wissens- und Handlungsformen, wie sie in der Anwendung technischer Systeme speziell bei der Auseinandersetzung und Bewältigung von Unbestimmbarkeiten und Unwegbarkeiten zum Tragen kommen, auch bei der Technikentwicklung eine wichtige Rolle spielen, die jedoch im Zuge der Prozesse der Verwissenschaftlichung eher zurückgedrängt als systematisch genutzt werden. Das Konzept „subjektivierenden Arbeitshandelns“ könnte demnach nicht nur für den Umgang mit technischen Systemen, sondern auch für die Technikentwicklung einen analytischen Bezugsrahmen darstellen, mit dem „Abweichungen“ von der wissenschaftlich geleiteten Methodik einer systematischen sozialwissenschaftlichen Analyse zugänglich werden. Aufschlußreich ist hier - in den von Wengenroth bereits aufgeführten Beispielen -, daß in der historischen Entwicklung Abgrenzungen der Ingenieur Tätigkeit gegenüber den Naturwissenschaften u.a. durch die „Rückbindung an die unendliche Vielgestalt und Unregelmäßigkeit der technischen Wirklichkeit“ begründet werden (Dienel 1992, S. 35 sowie S. 122).

Zu betonen ist in diesem Zusammenhang, daß in der Perspektive eines „subjektivierenden Arbeitshandelns“ auch physikalisch-organische Gegebenheiten und Gegenstände grundsätzlich Eigenschaften und Verhaltensweisen aufweisen, die nicht voll berechenbar, prognostizierbar und beherrschbar sind. Sie werden daher sowohl im kognitiven als auch im praktischen Umgang nicht primär wie berechenbare und instrumentell beherrschbare „Objekte“, sondern als bzw. wie „Subjekte“ wahrgenommen.

Eine systematische Analyse der Technikentwicklung auf dieser (konzeptuellen) Grundlage liegt derzeit (noch) nicht vor. Doch scheint eine sol-

che Analyse insbesondere in einer zweifachen Richtung weiterführend und erfolgversprechend. Zum einen ergibt sich hieraus ein erweiterter Zugang zur Analyse der Ingenieur Tätigkeit bzw. des Ingenieurhandelns. Es liegt eine Reihe von Hinweisen dazu vor, daß im konkreten Arbeitshandeln neben der wissenschaftlich geleiteten Methodik in der Praxis andere Vorgehensweisen wie intuitive Problemlösungen oder bildhaft-gegenständliches und assoziatives Denken eine wichtige Rolle spielen. Sie scheinen - nach vorliegenden Berichten aus der Praxis - gerade auch im Kontext „verwissenschaftlichter“ Arbeitsprozesse von Bedeutung, bleiben hier jedoch gleichwohl eher verdeckt und rangieren außerhalb dessen, was „offiziell“ als sachgemäß gilt. Die hierzu vereinzelt bereits vorliegenden Untersuchungen, etwa zur Rolle visuell-bildhaften Denkens (Ferguson 1992), verweisen ebenfalls nachdrücklich auf die (vermutete) Bedeutung subjektivierenden Arbeitshandelns in der Technikentwicklung. Zum anderen wäre - ebenso wie der Prozeß der Verwissenschaftlichung - die Rolle eines subjektivierenden Handelns nicht nur auf die Ingenieur Tätigkeit (im engeren Sinn) zu beziehen. Zu fragen wäre vielmehr, in welcher Weise durch die Systematik eines subjektivierenden Handelns auch eine spezifische soziale Organisation der Technikentwicklung wie auch deren inhaltliche Gestaltung hervorgebracht wird. Dies kann und soll hier nicht weiter ausgeführt und vertieft werden. (Erste Ansätze hierzu finden sich bei Böhle 1995, S. 95 ff.) Die von Wengenroth umrissene Forderung einer neuen Verschränkung von Wissenschaft und „Kunst“ wäre in dieser Perspektive nicht nur auf der Ebene der konkreten Entwicklungsarbeit, d.h. Qualifikation und Arbeitsweise jener, die Technik entwickeln, zu lokalisieren, sondern hätte zugleich auch weitreichende Konsequenzen für die soziale Organisation technischer Entwicklungen und deren Leitbilder. Fragwürdig werden damit sowohl das Konzept der Automatisierung als auch die Entstofflichung und Entsinnlichung von Technik als quasi immanente Logik technischer Entwicklung; zur Debatte steht damit auch nicht nur die Annahme der Berechenbarkeit und Beherrschbarkeit naturhafter physikalisch-organischer Gegebenheiten, sondern ebenso auch technischer Systeme selbst.

Folgt man der hier umrissenen Fragestellung, so läßt sich das Problem der Entkopplung technischer Entwicklungen gegenüber ihrer Anwendung nicht durch die „einfache“ (Wieder-)Herstellung bestimmter Rückkopplungsmechanismen lösen. Erforderlich wäre vielmehr zugleich eine Ergänzung und Modifizierung der Prozesse der Verwissenschaftlichung durch die Systematik „subjektivierenden Handelns“. Die Verwissen-

schäftlichung von Technik hat hier - ganz ähnlich wie bei der Technikanwendung - die weithin unbeachtete „Nebenfolge“, daß im Interesse der Steigerung von Innovationsfähigkeit wichtige Ressourcen für technische Innovationen eher zerstört als gefördert werden. Doch zieht man dabei die zuvor umrissene Einbindung von Prozessen der Verwissenschaftlichung in spezifische gesellschaftliche Interessen in Betracht, so wird erkennbar, daß es sich hier eben nicht nur um eine Frage der Sicherung und Steigerung der Innovationsfähigkeit handelt, sondern diese zutiefst mit Entscheidungen über die Richtung des „technischen Fortschritts“ verknüpft ist.

Literatur

- Benad-Wagenhoff, V.: Industrieller Maschinenbau im 19. Jahrhundert - Werkstattpraxis und Entwicklung spanabhebender Werkzeugmaschinen im deutschen Maschinenbau 1870-1914, Stuttgart 1993.
- Bieber, D.; Möll, G.: Technikentwicklung und Unternehmensorganisation - Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie, Frankfurt/New York 1993.
- Böhle, F.: Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen - Zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992, S. 87-132.
- Böhle, F.: Auf der Suche nach dem „Knöpfchendrucker“ - Arbeit an CNC-Maschinen bei flexibler Produktion und Massenfertigung. In: LTA-Forschung (Landesmuseum für Technik und Arbeit), Heft 10, Mannheim 1993, S. 41-65.
- Böhle, F.: Negation und Nutzung subjektivierenden Arbeitshandelns bei neuen Formen qualifizierter Produktionsarbeit. In: N. Beckenbach; W. van Treeck (Hrsg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit, Soziale Welt, Sonderband 9, Göttingen 1994, S. 183-206.
- Böhle, F.: Technikentwicklung zwischen Verwissenschaftlichung und Erfahrung - Zur Begründung eines neuen Forschungs- und Entwicklungsfeldes. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995, S. 69-102.
- Böhle, F.; Milkau, B.: Vom Handrad zum Bildschirm - Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß, Frankfurt/New York 1988.
- Böhle, F.; Moldaschl, M.; Rose, H.; Weishaupt, S.: Neue Belastungen und Risiken bei qualifizierter Produktionsarbeit. In: ISF-München u.a. (Hrsg.): Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1993 - Schwerpunkt: Produktionsarbeit, Berlin 1993, S. 67-137.

- Böhle, F.; Rose, H.: Erfahrungsgeleitete Arbeit bei Werkstattprogrammierung - Perspektiven für Programmierverfahren und Steuerungstechniken. In: H. Rose (Hrsg.): Programmieren in der Werkstatt, Frankfurt/New York 1990, S. 11-95.**
- Böhle, F.; Rose, H.: Technik und Erfahrung - Arbeit in hochautomatisierten Systemen, Frankfurt/New York 1992.**
- Böhle, F.; Schulze, H.: Subjektivierendes Arbeitshandeln - zur Überwindung einer gespaltenen Subjektivität. In: Ch. Schachtner (Hrsg.): Technik und Subjektivität, Frankfurt 1996.**
- Böhme, G.: Alternativen der Wissenschaft, Frankfurt 1980.**
- Bolte, A.: Planen durch Erfahrung - Arbeitsplanung und Programmerstellung als erfahrungsgeleitete Tätigkeiten von Facharbeitern mit CNC-Werkzeugmaschinen, Kassel 1993.**
- Braverman, H.: Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß, Frankfurt/New York 1977 (1. Auflage 1974).**
- Carus, U.; Schulze, H.: Leistungen und konstitutive Komponenten erfahrungsgeleiteter Arbeit. In: H. Martin (Hrsg.): CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit, London/Berlin/Heidelberg etc. 1995, S. 48-82.**
- Carus, U.; Schulze, H.: Technikbedarf aus der Perspektive erfahrungsgeleiteter Arbeit in der industriellen Produktion. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995a, S. 123-149.**
- Dienel, H.L.: Herrschaft über Natur - Naturvorstellungen deutscher Ingenieure 1891-1914, Stuttgart 1992.**
- Drexel, I.: Das Ende des Facharbeiteraufstiegs? - Neue mittlere Bildungs- und Karrierewege in Deutschland und Frankreich - ein Vergleich, Frankfurt/New York 1993.**
- Ferguson, E.S.: Engineering and the Mind's Eye, Cambridge/London 1992.**
- Hack, L.: Vor Vollendung der Tatsachen - Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution, Frankfurt 1988.**
- Halfmann, J.: Die Entstehung der Mikroelektronik, Frankfurt/New York 1984.**
- Hirsch-Kreinsen, H.: NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt/New York 1993.**
- Hollin, E.; Kempin, P.: Identität, Geist und Maschine - Auf dem Weg zur technologischen Zivilisation, Reinbek b. Hamburg 1989.**
- Kalkowski, P.; Manske, F.: Innovation im Maschinenbau - Ein Beitrag zur Technikgeneseforschung. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 20, Göttingen 1993, S. 62-85.**
- Kern, H.; Schumann, M.: Das Ende der Arbeitsteilung? - Rationalisierung in der industriellen Produktion, München 1984.**
- Kern, H.; Schumann, M.: Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein, (1. Auflage 1970), Frankfurt 1985.**

- Klauß, H.:** Zur Konstitution der Sinnlichkeit in der Wissenschaft - Eine soziologische Analyse der Wandlungen des Subjekt-Objekt-Verhältnisses, Rheda-Wiedenbrück 1990.
- Knie, A.:** Diesel - Karriere einer Technik, Genese und Formierungsprozesse im Maschinenbau, Berlin 1991.
- König, W.:** Konstruieren und Fertigen im deutschen Maschinenbau unter dem Einfluß der Rationalisierungsbewegung. In: Technikgeschichte, Band 56, Heft 3, 1989, S. 183-204.
- Kreibich, R.:** Die Wissenschaftsgesellschaft, Frankfurt 1986.
- Kutschmann, W.:** Der Naturwissenschaftler und sein Körper, Frankfurt 1986.
- Lullies, V.; Bollinger, H.; Weltz, F.:** Wissenslogistik - Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben, Frankfurt/New York 1993.
- Lutz, B.; Veltz, P.:** Maschinenbauer versus Informatiker - Gesellschaftliche Einflüsse auf die fertigungstechnische Entwicklung in Deutschland und Frankreich. In: K. Düll; B. Lutz (Hrsg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich, Frankfurt/New York 1989, S. 213-285.
- Müller, S.:** Phänomenologie und philosophische Theorie der Arbeit, Band II, Freiburg/München 1994.
- Noble, D.F.:** Forces of Production - A Social History of Industrial Automation, New York 1984.
- Ortmann, G.:** Formen der Produktion - Organisation und Rekursivität, Opladen 1995.
- Rose, H.; Lennartz, K.D.:** Bedarf und Perspektiven zur technischen Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit. In: H. Martin (Hrsg.): CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1995, S. 83-94.
- Ruby, J.:** Maschinen für die Massenfertigung, Stuttgart 1995.
- Schmiede, R.:** Information und kapitalistische Produktionsweise. In: Th. Malsch; U. Mill (Hrsg.): ArBYTE - Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin 1992.
- Schulze, H.; Carus, U.:** Systematik und Topologie kritischer Arbeitssituationen. In: H. Martin (Hrsg.): CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1995, S. 30-47.
- Schumann, M.; Baethge-Kinsky, V.; Kuhlmann, M.; Kurz, C.; Neumann, U.:** Trendreport Rationalisierung - Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie, Berlin 1994.
- Sohn-Rethel, A.:** Geistige und körperliche Arbeit, Frankfurt 1972.
- Ullrich, O.:** Technik und Herrschaft - Vom Handwerk zur verdinglichten Blockstruktur der industriellen Produktion, Frankfurt 1977.
- Wood, S.:** Neue Technologien, Arbeitsorganisation und Qualifikation: Die britische Labour-Process-Debatte. In: Prokla 62, März 1986, S. 74-104.

Die Rückkehr der Eigendynamik in die Technik¹

1.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst einmal einige Aspekte des Gründungskontextes der Technikgenese-Forschung. Im ersten Memorandum des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung - hier wurde Technikgenese erfunden - heißt es: „Erst eine systematische Erweiterung der Wirkungsforschung um den bisher weit weniger untersuchten Prozeß der Erzeugung und Durchsetzung technischer Innovationen ... wird die sozialwissenschaftliche Technikforschung in den Stand setzen, den Anforderungen aus der gesellschaftlichen Praxis verantwortungsvoll zu genügen“. Die verkaufstaktische Färbung einmal beiseite gelassen, sind zumindest in der Berliner Interpretation mit der Einführung des Forschungsprogramms Technikgenese zwei ganz wichtige Prämissen verknüpft gewesen:

- Von den Ergebnissen der Technikgenese-Forschung wird erwartet, neue Erkenntnisse zur Gestaltung technischer Verlaufsformen beisteuern zu können, um frühzeitig durch politische Einflußnahme negative Folgen weitgehend verhindern zu können.
- Der Prozeß der unmittelbaren Technikerzeugung scheint als Analyseraum deshalb von großer Bedeutung, da die für die Entstehung bestimmenden Umstände in das artefizielle Design eingeschrieben sind, als geronnene technische Lösung fixiert bleiben und in späteren Verlaufsphasen nicht mehr oder nur noch rudimentär zurückzuschreiben sind.

1 Die folgenden Überlegungen entstammen dem Projekt „Technikgenese in organisatorischen Kontexten“, das mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) zur Zeit noch am WZB sowie am Institut für Soziologie der Technischen Universität Berlin bearbeitet wird. Der Endbericht ist in Vorbereitung.

2.

Etwas genauer betrachtet, sind mit der Formulierung dieser beiden Prämissen einige Unvereinbarkeiten mit den Grundaxiomen moderner sozialwissenschaftlicher Technikforschung verbunden. Denn seit einigen Jahrzehnten ist sich die Gemeinde darin einig, Technik als sozialen Prozeß zu konzeptualisieren, um damit die dort angelegten impliziten Wertentscheidungen anzudeuten und sich gegen einseitige objektivistische Erklärungsansätze abzugrenzen. Damit scheint also eine paradoxe Situation gegeben zu sein: Mit dieser Hypothese von der frühen Prägung konstruktiver Grundlagen muß die Technikgenese-Forschung in der Post-Genesephase eine eigendynamische, wenn nicht sogar eigenlogische Verlaufsform unterstellen und argumentativ belegen. Die jüngste Forschungsgeneration scheint damit einerseits zwar das Produkt des neuen Technikverständnisses zu sein, andererseits auch schon wieder dagegen zu verstoßen und zur Revision liebgewordener Annahmen zu zwingen.

3.

Ist also das mühsam präparierte neue Verständnis von Technik als ein durch und durch soziales Ereignis trotz des normativ-emanzipatorischen Impetus doch nicht brauchbar für die tägliche Forschungspraxis, oder läßt sich diese Paradoxie auflösen? Vermutlich rührt das Unbehagen gegenüber eigendynamischen Verlaufsinterpretationen aus einem umfassenden und traditionellen Steuerungsverständnis sozialer Prozesse. Selbst wenn mittlerweile „steuern“ mehr durch das etwas vornehmere „gestalten“ ersetzt wurde, sind doch mächtige Beeinflussungs- und Durchdringungsphantasien - wahrscheinlich aus der sozialdemokratischen Globalsteuerungsära stammend - damit verbunden. Implizit wird gerade in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte in dem Wunsch nach einer besseren Welt oftmals eine Formbarkeit sozialer Prozesse unterstellt, die nahezu diktatorische Vollmachten benötigen würde und auch im Grunde den eigenen analytischen Ergebnissen widerspricht. Ob es sich um die alltäglich sichtbare Zerstörung der natürlichen Umwelt oder um die langsame Erosion sozialstaatlicher Grundpfeiler handelt, kausale Zusammenhänge sind bei den destruktiven Tendenzen nicht herstellbar, eine personale Zuweisung nicht möglich und daher umgekehrt auch nicht aktivierbar. Wenn wir also zu einem feiner justierten Steue-

rungsverständnis kämen, das von der Wünschbarkeit kurzfristiger und grundlegender Reformpotenz Abschied nimmt und Eigenläufigkeit, Eigengesetzlichkeit und Eigendynamik geradezu als typische soziale Produkte anerkennt, dann wäre in dieser Sache wieder Vereinbarkeit erreicht.

4.

Voraussetzung ist also, daß die explizite Verwendung der Begriffe Eigendynamik oder Eigenlogik keinen Verzicht auf sozialwissenschaftliche Geltungsbereiche bedeutet. Es gehört offensichtlich zu den großen Mißverständnissen in der jüngeren sozialwissenschaftlichen Technikdebatte, in dem sozialkonstruktivistischen Ansatz, der als methodische und theoretische Innovation die Szenerie bereichert hat, einen Kronzeugen für besonders gestaltungssensible Forschungsansätze zu vermuten. Wenn naturwissenschaftliche Grundregeln - wie beispielsweise die Thermodynamik - nicht als Naturgesetze gehandelt, sondern als sozial konstruierte Konventionen bezeichnet werden und wenn technische Überlegenheit nicht als Ergebnis objektiver Bewertungsmaßstäbe, sondern als sozial erzeugte Tatsachen definiert werden, bedeutet dies keinesfalls die automatische soziale Machbarkeit der Ergebnisse oder gar die Existenz beliebiger Gestaltungsmöglichkeiten. Naturwissenschaftlich-technische Grundgesetze oder gar die grammatikalischen Regeln einer Sprache sind gegenüber tagespolitischer Einflußnahme immun. Ergebnisse sozialer Aushandlungsprozesse bleiben sie dennoch, aber eben in einem Zustand höchster Stabilität, was häufig den Rückgriff auf Metaphern wie Versteinerung oder Verriegelung provoziert. Jedenfalls muß die Etikettierung technischer Produkte als soziales Ereignis von der Frage der Gestaltbarkeit dieser Ergebnisse analytisch erst einmal entkoppelt werden.

5.

Wie aber konstituiert sich nun diese Eigendynamik der Technik, die ja zumindest in bestimmten Verlaufsphasen von der Technikgenese-Forschung unterstellt wird? Die Antwort auf diese Frage läßt sich zunächst einmal mit einer weiteren Frage nahebringen. Was ist eigentlich Tech-

nik? Die sozialwissenschaftliche Technikforschung laboriert bekanntlich trotz eines bereits sehr umfangreich abgearbeiteten empirischen Forschungsprogramms noch an einer brauchbaren Definition ihres Gegenstandsbereiches. Erschließen lassen sich elementare Merkmale von Technik über deren alltäglichen Gebrauch. Wenn wir abends den Wecker stellen, erwarten wir, daß er morgens klingelt; ob auf mechanischem oder elektronischem Weg, ist für uns zweitrangig, wichtig ist unbedingte Zuverlässigkeit. Schalten wir die Kaffeemaschine ein, erwarten wir die Ingangsetzung eines exakten Arbeitsprogramms mit einem genau definierten Ergebnis. Mit dem Einsteigen ins Automobil sind weitere genau bestimmte Programmschritte und Erwartungen verbunden. Technik wird also für definierte Zwecke eingesetzt und folgt in genau vorhersehbarer Weise bestimmten, exakt aufeinander abgestimmten Arbeitsschritten. Wenn dies nicht geschieht, wenn Arbeitsschritte nicht abgearbeitet oder übersprungen werden, erfüllt die Technik ihre Funktion nicht mehr. Wir erwarten aber zusätzlich, daß die Funktionsfähigkeit von Technik kein einmaliges Ereignis ist. Wir kaufen in der Regel technische Geräte, weil wir von einer prinzipiellen Wiederholung des Funktionierens ausgehen und wollen uns dabei auch nicht durch Örtlichkeiten begrenzen lassen. Wecker, Kaffeemaschine und Automobil müssen ihre fest einprogrammierten Funktionsweisen auch ortsunabhängig im Urlaub in Italien erfüllen. Solche Geräte unterscheiden sich in vielen Dingen, u.a. in der Menge der hintereinander oder parallel geschalteten Operationen, also in der Komplexität. Prinzipieller erscheint die Unterscheidung zu sein, ob das Funktionsprogramm mit den stofflichen Komponenten „fest verdrahtet“ ist oder ob Hard- und Software entkoppelt sind. Während ersterer Typ als „klassische Maschine“ bezeichnet werden kann, liegt mit der Trennung von Funktionsanweisung und Maschinenkörper eine „transklassische Maschine“ vor. Der Übergang von der NC- zur CNC-Maschine markiert einen solchen Wechsel von der klassischen zur transklassischen Maschine.

Obwohl mit dem Begriff Technik in der alltagspraktischen Verwendung sehr verschiedene Phänome verbunden sind, soll hier einmal eine Verengung auf Maschinen vorgenommen werden, da es in den Auseinandersetzungen um angemessene Deutung in der technischen Welt doch im wesentlichen um den Techniktyp geht, der menschliche Handlungen ersetzt, während Werkzeuge, die die manuellen menschliche Fähigkeiten unterstützen, in dieser Defintion erst einmal ausgeklammert bleiben.

Wesentlich für die Definition von klassischen wie transklassischen Maschinen ist also die genau definierte Zweckbestimmung, ein orts- und zeitunabhängig verlaufendes, prinzipiell vorhersehbares und stabiles und wiederholungsfähiges Funktionsprogramm. Stoffliche Beschaffenheit oder die Anzahl der miteinander gekoppelten Teilschritte sind nachrangig. Maschinen können als Module miteinander verbunden werden und komplexe Maschinen-Systeme bilden. Die strenge, logische Funktionsausrichtung als elementares Definitionsmerkmal bleibt davon unberührt.

6.

Dieser vielleicht etwas angestrengt wirkende Definitionsaufwand scheinbar banaler Sachverhalte soll aber bereits die Randbedingungen technischer Arbeit zu illustrieren versuchen. Denn folgt man dieser Technikdefinition, dann ist die Konstruktionsarbeit durch das Auffinden und Optimieren von reproduktionsfähigen Funktionsregeln bestimmt. Technische Arbeit ist so gesehen im wesentlichen strukturierende Tätigkeit, die sich mehr um Regeltreue und Passung kümmern muß als um originelle Lösungsansätze. Georg Schlesinger, einer der ersten „Maschinenbau-Päpste“ in Deutschland, soll seinen Studenten an der damaligen Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg daher auch den dringenden Rat mit auf den Berufsweg gegeben haben: „Du sollst nicht mit dem Erfindungstick ans Konstruieren gehen“. Stabile Regelmäßigkeit im Abspulen eines genau definierten Funktionsmusters ist eine konstitutive Eigenschaft von Maschinen. Ein einmal festgelegter Programmablauf, der sich als reproduzierbar erwiesen hat, wird nicht ohne Not aufgegeben, sondern im Funktionsablauf optimiert. Die Phase des Suchens und Tastens, Tüftelns und Probierens, die für die Qualität einer technischen Lösung scheinbar so wichtige „Öffnung“ des Entwicklungsprozesses, darf paradoxerweise im Interesse eines Erfolges nicht zu weit ausgedehnt werden, sondern muß organisatorisch rasch in eine „Schließungsphase“ überführt werden. Schließen bedeutet das Festschreiben von Grundannahmen, die Eini-gung und Anerkennung eines maschinellen Gefüges und damit die Begründung einer Übereinkunft. Unsicherheit und Unübersichtlichkeit werden drastisch reduziert, eine strukturierte, mit festen Randbedingungen ausgestattete Arbeitsumgebung geschaffen.

Damit setzt eine De-Kontextualisierung der technischen Arbeitsergebnisse ein, da im Schließungs- und anschließenden Konsolidierungsprozeß eine Entkopplung von den unmittelbaren Umständen beginnt. Denn eine regional begrenzt funktionierende Technik gibt es nicht. Während aber die Festlegung des Zweckes noch ein weitgehend gesellschaftliches Ereignis sein kann, verändert die getroffene Schließung die Situation grundlegend. Ein Debatte um die Zwecksetzung darf es jetzt nicht mehr geben, die Perspektive der Arbeit ist quasi nach „innen“ auf die Optimierung des festgelegten Programmablaufs gerichtet. Die Fähigkeit zur flexiblen Aufnahme neuer Erkenntnisse ist damit stark eingeschränkt bzw. erfolgt nun nicht mehr voraussetzungslos. Ein kognitives Grundgerüst zur Strukturierung der Konstruktionsarbeit existiert jetzt und wirkt als Filter bei der Aufnahme neuer Erkenntnisse.

Mit der getroffenen Schließungsentscheidung sind nun keinesfalls Entwicklungsarbeiten beendet. Im Gegenteil. Betriebsintern wird dieser Phasenwechsel zumeist durch den Übergang eines Projekts von der Forschung zur Entwicklung organisiert. Damit sind sozusagen erst die sozialen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Optimierungsarbeit gegeben, da nun die Randbedingungen fixiert sind und die für den Konstruktionsprozeß notwendige Übersichtlichkeit geschaffen ist.

7.

Die artifiziellen Ergebnisse der Schließungs- und Konsolidierungsprozesse werden aber nur dann auch wirklich zu Produkten, wenn die Nutzer mit diesen Gerätschaften etwas anfangen. Zur erfolgreichen Technikgenese muß daher neben der konstruktiven Leistung auch eine gesellschaftliche Sinnkonstituierung hinzutreten. Nutzer eignen sich die hergestellten Dinge an, versehen diese mit einer eigenen Bedeutung. So erhalten Gegenstände erst in der Beziehung mit Menschen einen Sinn. Dieser Aneignungsprozeß muß dabei keineswegs der von den Entwicklern ursprünglich einmal gedachten Verwendungslogik entsprechen, sondern läßt sich durchaus auch als eigensinniger Prozeß denken. Wenngleich also der Schließungsvorgang für den unmittelbaren Raum der Konstruktion reserviert ist, können die in den Maschinen eingeschriebenen Funktionsabläufe im Verwendungskontext einem Bedeutungswandel unterliegen. Die Dynamik dieser Prozesse wird sicherlich auch davon bestimmt,

ob es sich mehr um ein Investitionsgut handelt, dessen Verwendung in weitgehend funktional bestimmten Räumen erfolgt, oder um ein Konsumgut. Hier unterliegt die Nutzung im öffentlichen Raum oftmals mehrschichtigen Motiven. Dieser als Re-Kontextualisierung beschriebene Vorgang verläuft nicht völlig beliebig. Sicherlich können Produkte, Gerätschaften, Systeme oder andere artifizielle Dinge „klassischen Typs“ mit vielfältigen Symbolen belegt und kulturell kodifiziert werden. Eine Öffnung der Black box, ein Zurückschreiben oder eine Revidierung der konstruktiven Schließungsentscheidungen findet aber nicht mehr statt, das maschinelle Gefüge bleibt auch im Aneignungsprozeß erhalten.

Bei transklassischen Maschinen scheint es sich etwas anders zu verhalten. Da bei diesen Maschinentypen keinerlei stoffliche Beschränkungen mehr existieren, muß der Prozeß der Bedeutungszuschreibung offensichtlich als ein Teil des Konstruktionsprozesses verstanden werden, bei der die abstrakten Funktionsanweisungen erst ihre konkrete Gestalt erhalten und die Techniknutzer hier möglicherweise selbst Akteure des Schließungsprozesses sind.

Die mit der Schließung verbundene Fixierung maschineller Programmabläufe, deren kognitive Strukturierungsvorteile offenkundig Immunsierungstendenzen gegenüber prinzipiellen Änderungen in der Post-Genese-phase erzeugen, läßt sich daher als einen - etwas überspitzt formuliert - „genetischen Imperativ“ in der Technikentwicklung beschreiben.

8.

Dieser „genetische Imperativ“ hat Konsequenzen für das Verständnis von Technik. Technische Arbeit in modernen Zeiten wie den unseren ist daher praktisch auf keinem Anwendungsgebiet mehr voraussetzungslos. Eine Suche nach neuen technischen Lösungsansätzen dürfte daher kaum ohne Kenntnis bereits existierender Wissensbestände erfolgen. Der vorhandene, höchst ausdifferenzierte und festgeschriebene Wissenskanon verkörpert damit wohl oder übel bereits vorgeformte oder auch vorgeordnete Lösungsansätze, die natürlich auch auf die Art und Weise der Zwecksetzungen zurückwirken. Hans Freyer brachte das hieraus entstehende Dilemma bereits 1960 auf den Punkt: „Das bedeutet eine Umkehrung der geistigen Grundsituation um hundertachtzig Grad. Es wird nicht mehr vom Zweck auf die notwendigen Mittel, sondern von den Mitteln,

d.h. von den verfügbar gewordenen Potenzen auf die möglichen Zwecke hin gedacht“. Eine im besten Wortsinne naive Zweck-Mittel-Relation scheint heutzutage fast ausgeschlossen. Damit ist die Anschlußfähigkeit zu den Münchner Vertretern einer Autonomisierung der Technikentwicklung von den Praxisanforderungen industrieller Produktion hergestellt. Der technische Wissenskanon wird zu einem autonomen Prozeß, der sich gegenüber den konkreten, sinnlichen und praktischen Arbeitswelten immunisiert. Die im Münchener Projektzusammenhang konstatierten Tendenzen der Ausdifferenzierung, Verwissenschaftlichung und Autonomisierung sind Ausdrucksformen einer Entkopplung von Dynamik und Logik der Erzeugung und Strukturierung einerseits und der Anwendung von Wissensbestandteilen andererseits, deren funktionale Begründung in dem oben genannten „Schließungsprozeß“ zu suchen ist.

9.

In welcher Weise kognitive Erfordernisse in soziale Regeln überführt werden, scheint dabei allerdings durchaus von kulturellen Kontexten abhängig zu sein. In Deutschland ist schon im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts im Zuge der Gründungswelle technischer Hochschulen eine ausgeprägte Akademisierung der Konstruktionstätigkeiten erkennbar. Dahinter verbarg sich nicht nur die Orientierung an der naturwissenschaftlichen Forschung, sondern auch der Wunsch nach einem zielgerichteten Konstruieren. Der Berliner Maschinenbauprofessor Franz Reuleaux hatte schon 1875 in seinem Buch „Theoretische Kinematik“ die programmatischen Grundlagen für „kinematische Synthese auf wissenschaftlicher Grundlage“ gelegt: „Ich glaube, daß wir hoffen dürfen, nach Erkenntnis der Gesetzmäßigkeit und nach Verbreitung dieser Erkenntnis die Planlosigkeit des Suchens nach neuen Lösungen sich vermindern und allmählich verschwinden sehen“. Die Systematisierung des Lehrstoffs, die Definition von Regeln und Lehrsätzen und die Schulung in rein deduktiven Methoden wurden offenkundig so intensiv betrieben, daß sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein Grundsatzstreit über die technische Hochschulausbildung entwickelte, ausgedrückt in der berühmten Reuleaux-Riedler-Kontroverse. Selbst wenn Alois Riedler, der zur bestimmenden Figur der hochschulpolitischen Szenerie der Jahrhundertwende aufstieg, das Feld als Sieger verließ - er hatte die Verwissenschaftlichungstendenzen als „Akademisches Pneuma von Drehkranken

und Wirklichkeitsblinden“ bezeichnet -, blieb in hochformierten und traditionsreichen Branchen die strikte Regelbindung in der Konstruktionsarbeit erhalten. Der erzeugte Wissenskanon wurde systematisiert, geordnet, hierarchisiert und in allgemein gültigen Gesetze ausgedrückt. Die in Deutschland vergleichsweise starken Professionsverbände gehören zu den wichtigen Trägereinrichtungen, die in einigen Branchen die Techniker, Konstrukteure und Entwickler auf eine fast kultische Verehrung der „reinen Lehre“ in vorwettbewerblichen Sektoren verpflichten konnten. Selbst wenn in Deutschland diese akademisch-universitäre Orientierung in der technischen Arbeit als dominantes Orientierungsraster durch weitere Differenzierungen an Bindungskraft etwas verloren hat, bleibt doch für viele Branchen und Disziplinen der deutsche Professor weiterhin die Lichtgestalt technischer Arbeit.

10.

Die Argumentationskette kann somit wie folgt zusammengefaßt werden: Technik wird als Entwurf und Bau von klassischen und transklassischen Maschinen definiert. Kennzeichnendes Element von Maschinen ist weniger ihre stoffliche Struktur als vielmehr ihr strenger logischer Aufbau. Aus dem dekontextualisierten Funktionsmuster werden die Konsequenzen für die technische Arbeit bestimmt. Die Herstellung sicherer Randbedingungen zur strukturierten Problemsuche fördert eine Affinität zur Fixierung stabiler, reproduktionsfähiger Grundmuster. Einmal gefundene Programmläufe bleiben dann über ihren eigentlichen Entstehungskontext erhalten und konstituieren die Filter zur Aufnahme neuer Optionen.

Die Inhalte der so beschriebenen Arbeit haben daher durchaus eine eigene Logik, die aber wahrscheinlich so lange stabil und damit steuerungsresistent bleibt, so lange wir keinen anderen Techniktyp, einen unscharfen oder mehrdeutigen haben, über den in der modernen Welt zugegebenermaßen noch wenig bekannt ist. Sicherlich gibt es in verschiedenen Phasen der Erzeugung und Verstetigung von Techniken unterschiedlich Grade in der Robustheit dieser Prozesse, verbunden mit unterschiedlichen theoretischen Eingriffstiefen. Der qualitative Kern einer technischen Lösung ist sicherlich in der Post-Schließungsphase kaum modifizierbar, auch wenn die sozialen Aneignungsweisen eine weitere und

völlig unabsehbare Dynamik hervorbringen können. So banal es auch klingen mag, die höchstmögliche Einwirkungschance liegt offenkundig zu Beginn des Technisierungsprozesses bei der Definition der Aufgabenstellung. Hier wird entschieden, welche menschlichen Tätigkeitsbereiche in maschinelles Handeln überführt bzw. welche Bereiche menschlicher Tätigkeit von maschinellen Mustern tangiert werden. Es scheint aber höchst fraglich, ob die Suche nach möglichen Optionen ganz unverfänglich, ohne den bereits durch die existierenden Konstruktionselementen vorformatierten Blick möglich ist.

Wir können also jede Menge an Dynamik konstatieren, die von sozialen Akteuren erzeugt wird, die in Regeln kristallisiert eine extrem hohe Selbstbindung der Akteure verrät. Soziale Realität konstituiert sich aber leider in komplexen Handlungsketten, verwoben in vielfältigen institutionalisierten und ritualisierten Regelumwelten mit dicht geknüpften Erwartungshaltungen, die sich subjektlos negativ koordinieren. Dieser Selbststeuerung ist keinesfalls ein Mehr an Rationalität zuzuschreiben, und sie ist sicherlich auch nicht prinzipiell unbeeinflussbar. Substantielle Umsteuerungsversuche müßten dann aber eine völlige Neuordnung der Handlungsketten und institutionellen Bezüge erreichen, die nicht ohne die Bereitstellung von Ersatzstrukturen zu schaffen wären. In diesem Zusammenhang müssen wir auch zur Kenntnis nehmen, daß wir uns selbst Ordnungsstrukturen schaffen und in höchstem Maße selbst daran binden. Denn schließlich leben wir alle im Zeitalter der „riskanten Freiheiten“, in denen die Auflösung traditioneller Wertesysteme und Orientierungssysteme den Bedarf an neuen Sinnvermittlungsinstanzen wachsen läßt, die wir uns selbst schaffen, aber deren Zugriff wir vom Zeitpunkt der Gültigkeit an durch die allgemeine Anerkennung verlieren.

Jedenfalls könnte sich die sozialwissenschaftliche Forschung allmählich einmal von dem belasteten Verhältnis zu Eigenlogik oder Eigendynamik befreien. Diese hausgemachten Probleme sind nur mit starken Referenzen zu globalen Steuerungsmodellen erklärbar. Denn die Ausweisung sozialer Prozesse als Eigenlogik macht ja nur vor dem Hintergrund einer unterstellten kollektiven Gesamtlogik Sinn.

Literatur

Bammé, A. u.a.: Maschinen-Menschen Mensch-Maschinen - Grundrisse einer sozialen Beziehung, Reinbek 1983.

- Bijker, W.E.; Law, J. (eds.): *Shaping Technology / Building Society - Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge 1992.
- Dierkes, M.: *Die Technisierung und ihre Folgen - Zur Biographie eines Forschungsfeldes*, Berlin 1993.
- Dierkes, M.; Knie, A.: *Geräte und ihr Sinn - Technikgenese im institutionellen Geflecht mächtiger Verständigungen*. In: W. Zapf; M. Dierkes (Hrsg.): *Institutionenvergleich und Institutionendynamik*, WZB-Jahrbuch 1994, Berlin 1994, S. 83-105.
- Engelhardt, H.T.; Caplan, A.L. (eds.): *Scientific Controversies*, Cambridge 1987.
- Gehlen, A.: *Die Seele im technischen Zeitalter*, Hamburg 1957.
- Joerges, B.: *Technische Normen - Soziale Normen*. In: *Soziale Welt*, Heft 1/2, 1989, S. 242-258.
- Knie, A.: *Hauptsätze der Thermodynamik mit überschrittenem Verfallsdatum?* In: *Wechselwirkung*, Nr. 54, 1992, S. 13-17.
- Lutz, B.: *Tendenzen und Probleme sozialwissenschaftlicher Technikforschung: Eine Zwischenbilanz des Projektverbunds*. In: B. Lutz (Hrsg.): *Technik in Alltag und Arbeit*, Berlin 1989, S. 7-18.
- Rammert, W.: *Technik aus soziologischer Perspektive*, Opladen 1993.
- Wagner, P.: *Soziologie der Moderne*, Frankfurt 1995
- Weingart, P. (Hrsg.): *Technik als sozialer Prozeß*, Frankfurt 1989.

Gesellschaftliche Bilder von Arbeitskraft als Steuerungsgrößen der Technikentwicklung?

In unserem Kommentar zu den Thesen von Andreas Knie über die „Rückkehr der Eigendynamik in die Technik“ geht es im Kern um die Frage, welchen historischen Wendungen der implizite Arbeitskraftbezug der Produktionstechnik im Prozeß der Technikentwicklung unterliegt und welche Rolle dabei gesellschaftlich vorgeformte Bilder von Arbeitskraft spielen. Immunisiert sich die Technikentwicklung gegenüber Anforderungen und Problemen der industriellen Produktion, wenn sich solche Bilder auf Stereotypen ausführender Arbeit oder die Vorstellung eines abstrakten Nutzers reduzieren?

Vor dem Hintergrund dieser Fragestellung versuchen wir, die Berührungspunkte unserer Forschungsperspektive zu den Thesen von Andreas Knie aufzuzeigen sowie einige tieferliegende Differenzen herauszuarbeiten.

Wir gehen in drei Argumentationsschritten vor. Zunächst skizzieren wir die frageleitenden Hypothesen unserer Forschungsperspektive (I). Dabei greifen wir auf eine Argumentationsskizze zurück, die auch Andreas Knie - gewissermaßen als Diskussionsanreiz - vorgelegen hat; wir haben diese Skizze an einigen Stellen überarbeitet und auch erweitert, um Anregungen aus der Diskussion aufnehmen zu können. Diesen Überlegungen schließt sich eine knappe Stellungnahme zu den Thesen an, die Andreas Knie auf dem Kolloquium vorgetragen hat (II). Abschließend greifen wir auf eine ältere industriesoziologische Diskussion zurück, nämlich die Frage nach dem Technikdeterminismus, und versuchen, die Argumente von Andreas Knie und unsere eigene Position in einem stärker theoretisch ausgerichteten Reflexionszusammenhang zu verorten (III).

I.

1. Ausgangspunkt der nachfolgenden Überlegungen ist der empirische Befund, daß technische Innovationen in weiten Bereichen der industriellen Produktion zu wachsenden Problemen der Arbeitsgestaltung und des betrieblichen Arbeitskräfteeinsatzes führen. Solche Arbeitskraftprobleme sind komplex und beruhen auf vielfältigen Ursachen (z.B. Arbeitskräfteangebot, Qualifikation/Qualifizierung, Arbeitsorganisation). Als eine der Ursachen gerät (auch beim betrieblichen Management) zunehmend die Ausgestaltung der Produktionstechnik ins Blickfeld. Hochautomatisierte Produktionssysteme beruhen überwiegend auf einer Konzeptionslogik, die menschliche Arbeit entweder ganz ausschließt oder auf einfache Bedien- oder Überwachungsfunktionen abdrängt. Vor allem vor dem Hintergrund zunehmender Marktturbulenzen mit entsprechend hohen Flexibilitätsanforderungen zeigt sich, daß solche Produktionssysteme eine Systemkomplexität implizieren, die nur mit stochastisch anfallenden eigenverantwortlichen Steuereingriffen des Bedienpersonals zu bewältigen ist. Lösungsansätze der Betriebe, die Probleme im Umgang mit hochtechnisierten Produktionssystemen durch den (Wieder-)Aufbau qualifizierter Produktionsarbeit oder durch neue Organisationsformen zu bewältigen, stoßen immer wieder auf Grenzen, die durch die technische Auslegung gesetzt sind: Zentralisierung von Informations- und Entscheidungswegen, mangelnde Dialogfähigkeit an der Mensch-Maschine-Schnittstelle, Verriegelung technischer Funktionen etc. (vgl. dazu Böhle, Rose 1992). Wie ist zu erklären, daß solche betrieblichen Probleme der Technikanwendung im Prozeß der Technikentwicklung offensichtlich ausgeblendet werden? Welche Bilder ausführender Produktionsarbeit sind implizit der Entwicklung von Produktionstechnik unterlegt? Sind solche Bilder im historischen Prozeß der industriellen Entwicklung einem grundlegenden Wandel unterworfen? Welche Einflußfaktoren sind darin wirksam, welches sind die Konsequenzen?

2. In einem ersten Annäherungsversuch greifen wir Ergebnisse der international vergleichenden Forschung auf, die den Einfluß nationalspezifischer Kontextbedingungen auf Rationalisierungsverläufe in der industriellen Produktion verdeutlichen. Soziostrukturelle Einflußgrößen - wie etwa das Arbeitskräfteangebot auf den inner- und außerbetrieblichen Arbeitsmärkten, das Bildungs- und Ausbildungssystem, Traditionen und Instrumente der Arbeitspolitik, industrielle Beziehungen etc. - können durchaus zur Erklärung der (z.T. erheblichen) Unterschiede im Arbeits-

kräfteinsatz, in der Arbeitsorganisation oder in der betrieblichen Leistungspolitik herangezogen werden. Im Kern kreisen diese Forschungen um Fragen der Technikanwendung. Gelten ihre Befunde auch für die Entwicklung der Produktionstechnik?

3. Obwohl die Frage in der Industrie- und Techniksoziologie bisher nur vereinzelt aufgegriffen wurde, gibt es doch starke Hinweise, die in diese Richtung zielen. Zu nennen sind hier etwa die Arbeiten von Hirsch-Kreinsen zur Entwicklung der NC-Technologien im deutschen und amerikanischen Werkzeugmaschinenbau. In Deutschland begünstigten das Werkstattprinzip und die dominante Figur des beruflich ausgebildeten Industriefacharbeiters Pfade der Technikentwicklung, die deutlich von der - auf eine dichotomisierte Struktur des Arbeitseinsatzes ausgerichteten - Konzeptionslogik amerikanischer Werkzeugmaschinen (Ingenieure, Informatiker einerseits, angelerntes Bedienpersonal andererseits) abweichen (vgl. Hirsch-Kreinsen 1993).

Aus solchen Befunden wird deutlich: Nationalspezifische Linien der Technikentwicklung beruhen auf komplexen Ursachen, um am obengenannten Beispiel zu bleiben: abweichende Weltmarktstrategie deutscher und amerikanischer Unternehmen, Einfluß des politisch militärischen Komplexes in den USA etc. Unsere Vermutung ist, daß in diesem komplexen Bedingungsgeflecht gesellschaftlich vorgeformte Bilder von Produktionsarbeit und industrieller Arbeitskraft eine wichtige Rolle spielen: Sie gehen implizit als Orientierungsgrößen in die Technikentwicklung ein. Diese Vermutung steht ihrerseits unter der Voraussetzung, daß solche Bilder mit der Realität der betrieblichen Arbeitskräftepolitik korrelieren, denn nur unter dieser Voraussetzung können sich Technikanwendungen unter nationalspezifischen Kontextbedingungen in unterschiedlichen Techniktraditionen niederschlagen oder zur Entstehung von Technikkulturen beitragen.

4. Wir vertreten in unseren Forschungsarbeiten die These, daß in der Entwicklung der Produktionstechnik der für die Technikanwendung konstitutive Arbeitskraftbezug nicht einfach negiert wird - das gilt auch dann, wenn die technische Konzeptionslogik auf die Verdrängung von Arbeitskraft aus dem Produktionsprozeß gerichtet ist bzw. auf ihre Abdrängung auf Hilfs- und Bedienfunktionen. In den Austauschprozessen zwischen der betrieblichen Praxis und der Technikentwicklung übernehmen gesellschaftlich vorgeformte Bilder von Arbeitskraft als soziale Kon-

strukture eine subtile und vielfach verdeckte Mittlerrolle, die ihrerseits dem historischen Wandel unterliegt. Wir vermuten, daß in der Frühzeit der Industrialisierung solche Arbeitskräftebilder noch stark an dem Profil des überwiegend handwerklich (vor-)qualifizierten Industrie(fach-)arbeiters orientiert waren - in dieser Epoche vollzogen sich Rückkopplungen zwischen der industriellen Produktion und der Technikentwicklung mehr oder weniger direkt und in engmaschigen Kommunikationsnetzen. Exemplarisch läßt sich dieser Zusammenhang an dem - allerdings sehr spezifischen - Fall der Entwicklung der Produktionstechnik im deutschen Maschinenbau nachvollziehen, auf die produktionsnahe (graduierte) Ingenieure einen starken, wenn nicht bestimmenden Einfluß ausübten und in der auch Industriemeister mit konkreter Werkstatterfahrung (sog. Meistererfindungen) eine wichtige Stellung einnahmen (Manske 1995).

Mit diesem historischen Beispiel soll keineswegs ein idyllischer Ausgangszustand hypostasiert werden. Bereits zu Beginn unseres Jahrhunderts sind starke Kräfte auszumachen, die auf eine Entkoppelung der Technikentwicklung von der betrieblichen Praxis und auf eine Autonomisierung der Produktionstechnik gegenüber historisch geprägten Figuren industrieller Arbeitskraft abzielen. Als Stichworte seien genannt: Gründung von technischen Hochschulen und zunehmende Akademisierung der Ingenieurberufe, Entstehung eigener Konstruktionsabteilungen in den Großunternehmen, gezielte Rezeptionen von Technikentwicklungen im Ausland, Professionalisierung von Ingenieurverbänden mit gezieltem Know-how-Transfer, wachsende Orientierung des Ingenieurhandelns an naturwissenschaftlich geprägten Leitbildern der Technikentwicklung etc.

5. In diesem Zusammenhang ist ein kurzer Blick auf die Entstehung des Taylorismus/Fordismus als universelles Rationalisierungsmuster lehrreich. Historisch läßt sich der immanente Arbeitskraftbezug der damit eingeleiteten Technikentwicklung etwa an der Entstehung des Fließbandes in der amerikanischen Automobilindustrie der 20er Jahre nachvollziehen. Mit dieser ursprünglich vor allem arbeitsorganisatorisch ausgerichteten Innovation, die die Voraussetzungen für Mechanisierung und schrittweiser Automatisierung schuf, wurde ein doppeltes Ziel verfolgt: Zum einen ging es darum, Kontrolle über eine handwerklich qualifizierte, aber schwer zu disziplinierende Industriearbeiterschaft meist europäischen Ursprungs zu gewinnen, zum anderen sollte ein neues Arbeitsmarktsegment - nämlich unqualifizierte Arbeitskräfte meist ländlichen

Ursprungs - erschlossen und der Industrie als „Massenarbeiter“ zugeführt werden; vor allem diesem Arbeitsmarktsegment entspricht das Menschen- oder genauer: Arbeitskräftebild Taylors (Leistungszurückhaltung, Lohnorientierung, Monotonieresistenz etc.), über das viel geschrieben worden ist (so in den klassischen Arbeiten von Friedmann (1952; 1959), aber auch in den späteren kritischen Taylorismus-Rezeptionen wie z.B. Hoffmann 1985; Schmidt 1974).

Mit der - vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg - einsetzenden starken Verbreitung des fordistisch-tayloristischen Rationalisierungsmodells werden gesellschaftlich vorgeformte Bilder industrieller Arbeit aus der Technikentwicklung keineswegs eskamotiert. Als soziale Konstrukte werden solche Bilder jedoch zunehmend auf Stereotypen „ausführender Arbeit“ reduziert, die von der Vorstellung unbegrenzter Verfügbarkeit über beliebig anpaßbare und bei Bedarf aus dem Arbeitsmarkt austauschbare Arbeitskräfte und einem tiefen Mißtrauen gegenüber dem Einsatz menschlicher Arbeitskraft in Produktionsprozessen geprägt sind. Diesen Stereotypen entsprechen Konzeptionen der Produktionstechnik, die auf technische Kontrollen über ausführende Arbeit, Verriegelung technischer Systeme und/oder zentrale Prozeßsteuerung ausgelegt sind (vgl. etwa Böhle, Rose 1992). Die Herausbildung solcher Stereotypen korreliert mit einem Prozeß der Verwissenschaftlichung des Arbeitseinsatzes im Produktionsprozeß, der sich zunächst auf die Arbeitsorganisation („scientific management“, Zeitökonomie), im Anschluß an die „human factor“-Bewegung aber zunehmend auf die Arbeitskraft selbst und schließlich die Arbeitsbeziehungen (Kooperation, informelle Organisation) richtet. In diesem Prozeß wird einerseits Arbeitskraft auf die Effizienzerwartungen technisch-organisatorischer Produktionssysteme hin „zugerichtet“ (vgl. etwa Blassel u.a. 1984), andererseits entstehen Pflichtenhefte an die Technikentwickler, in denen ebenfalls unter Effizienzkriterien die Beachtung ergonomischer Gestaltungsaspekte eingefordert wird.

Die Durchsetzung des Fordismus/Taylorismus als universelles Rationalisierungsmuster schließt nationalspezifische Differenzierungen, die auch immer Gegenstand von international vergleichend angelegter industriesoziologischer Forschung waren (so etwa im Bereich der Automobilindustrie: Jürgens u.a. 1989 sowie Actes du GERPISA mit zahlreichen internationalen Beiträgen zum Fordismus und Toyotismus), keineswegs aus. Auch lassen sich Zuspitzungen auf bestimmte Arbeitskräftetypen beobachten, wie sie sich etwa an der Schaffung von „Frauenarbeitsplätzen“ in

der nach klassischen Prinzipien der Zeitökonomie organisierten Großserienmontage (etwa im Bereich der Elektroindustrie) nachvollziehen lassen. So wurden etwa in den Arbeitswissenschaften Typen von Frauenarbeit unterschieden (z.B. „Schnelligkeitstyp“, „Genauigkeitstyp“) mit jeweiligen Rückschlüssen auf Arbeitsorganisation und Technikauslegung. Am empirischen Beispiel der Montageautomation haben wir an anderer Stelle aufgezeigt, wie tief die Bilder von hochtaylorisierten Montageabläufen und von Frauenarbeitsplätzen als ihren Äquivalenten im Ingenieurhandeln verankert sind und auch die Entwicklung der Automationstechnik in bestimmte Richtungen lenken (Düll, Bechtle 1991; Moldaschl 1991). So waren beispielsweise die ersten Automatisierungslösungen im Bereich der Leiterplattenbestückung streng sequentiell („pick and place“) ausgelegt und dem Organisationsprinzip manueller Montagebänder nachgebildet. Der Arbeitseinsatz erfolgte nach wie vor im wesentlichen dem tayloristischen Organisationsmuster mit der klassischen Aufgabentrennung zwischen qualifizierten Einrichter- und Instandhaltertätigkeiten einerseits und einfachen Überwachungs- und Entstörungstätigkeiten andererseits. Sobald jedoch in der Fortentwicklung der Automatisierungstechnik das sequentielle Verrichtungsprinzip aufgegeben und durch computergesteuerte integrierte Lösungen (etwa auf der Grundlage der SMD-Technik) ersetzt wurde, fielen tayloristische Organisationsprinzipien der Arbeit und klassische zeitökonomische Strukturen der Leistungsabfrage zunehmend ins Leere: Das neu entstehende Tätigkeitsprofil des „Automationsarbeiters“ in der Serienmontage, das eine offene, zunehmend stochastische Zeitstruktur und ein integriertes Bündel unterschiedlicher Steuerungsaufgaben aufweist, läßt sich nicht ohne weiteres an die vorhandenen Arbeitskräftetypen und die bisher in Arbeitsorganisation und Technikauslegung gewissermaßen eingebrannten Stereotypen ausführender Arbeit anbinden. Welches Arbeitskräftebild wird solchen fortgeschrittenen Lösungen der Automatisierungstechnik oder anderen weiterreichenden Entwicklungen der System- und Steuerungstechnik unterlegt?

6. Bei fortschreitender Verwissenschaftlichung der Produktionstechnik ist der - auf die Stereotypen ausführender Arbeit reduzierte - Arbeitskraftbezug einem Wandel unterworfen. Dieser Wandlungsprozeß weist eine innere Dialektik auf, die man mit den Polen technischer Determinierung einerseits und sozialer Unbestimmtheit andererseits umreißen kann. Einerseits abstraktifiziert sich der implizite Arbeitskraftbezug - er beschränkt sich auf technisch-funktionale Aufgabenzuweisungen, die ge-

wissermaßen Leerstellen in den informationstechnisch gesteuerten Produktionsabläufen markieren (Programmieren, Bedienen, Überwachen, Entstören etc.). Solche Abstraktifizierungstendenzen entsprechen dem Anspruch „moderner Produktionstechnik“ auf universelle Anwendbarkeit, die die internationale Marktgängigkeit von Technikangeboten und Systemlösungen erhöhen soll. Andererseits unterstellt die „moderne“ (informatisierte) Produktionstechnik den „intelligenten Nutzer“, der die in Algorithmen oder Symbolen verschlüsselten Steuerungsbefehle versteht und in adäquate Handlungen umsetzen kann. Sozial ist die in die Produktionstechnik einprogrammierte Figur des „intelligenten Nutzers“ jedoch unbestimmt. Diese Figur entspricht keinem gesellschaftlich vorgeformten Bild industrieller Arbeitskraft, sie ist gewissermaßen gesichtslos und hat keine Entsprechungen in Berufs- und Arbeitsbiographien oder in Segmenten des inner- und außerbetrieblichen Arbeitsmarktes. Es ist allein der betrieblichen Praxis vorbehalten, die Leerstellen in den informatisierten Produktionsabläufen zu schließen und die abstrakte Figur des „intelligenten Nutzers“ mit konkreten Arbeitspersonen zu besetzen.

Um Mißverständnissen vorzubeugen: Das entscheidende Problem liegt nicht in der notwendigen (Re-)Definition eines zunehmend abstrakten Arbeitskraftbezuges der auf dem Technikmarkt angebotenen Systemlösungen - solche (Re-)Definitionen, die spezifische betriebliche Bedürfnisse zu berücksichtigen haben, gehören schon immer zum Aufgabenfeld des betrieblichen Managements im Rahmen der Technikanwendung. Problematisch ist die darüber vollzogene Autonomisierung der Technikentwicklung gegenüber Anforderungen der betrieblichen Praxis. Die Abstraktifizierung des Arbeitskraftbezugs ist keineswegs gleichbedeutend mit einer generellen Offenheit und Gestaltbarkeit der angebotenen Systemlösungen, die Modellierungen entsprechend den jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten, den vorhandenen Qualifikationsstrukturen und dem Arbeitskräfteangebot auf den betrieblichen und außerbetrieblichen Arbeitsmärkten zuließen. Vielmehr ist das Gegenteil der Fall. In Systemauslegung und Systemarchitektur lebt das alte tayloristische Mißtrauen gegenüber ausführender Arbeit fort - der „intelligente Nutzer“ wird schon vom Ansatz her wieder entmündigt. Versuche, Produktionsintelligenz an den sensiblen Stellen hochtechnisierter Produktionssysteme in Form qualifizierter Arbeit neu aufzubauen, stoßen immer wieder an enge, von (starrer) Automatisierung oder zentralistischer Systemarchitektur gezogene technische Grenzen. Je stärker die Marktstrategien beherrschender Steuerungshersteller und Systemanbieter auf universell an-

wendbare technische Lösungen und/oder die Erzeugung spezifischer Systemabhängigkeit der Kunden angelegt sind, desto geringer ist die Chance der technikanwendenden Unternehmen, arbeitskraftbezogene Probleme beim Umgang mit technischen Systemen an die Technikentwicklung zurückzukoppeln. Die Frage, ob sich dieser allgemeine Trend durch Technikanbieter, die solche Anwendungsprobleme als Marktnischen für flexibel anpaßbare und dialogfähige arbeitskraftbezogene technische Lösungen nutzen, umkehren läßt, muß als offen angesehen werden. Gleiches gilt für betriebliche Modellversuche, die neue Kooperationsformen zwischen Technikentwicklern, Produktionsmanagern und Produktionsarbeitern beinhalten oder voraussetzen (z.B. Projektgruppen und/oder partizipative Verfahren, bei denen die Produktionsarbeiter in die Technikgestaltung miteinbezogen werden). Auch hier ist offen, ob solche Lösungsansätze nur vereinzelte Korrekturen am säkularen Prozeß der Immunisierung der Technikentwicklung gegenüber den betrieblichen Problemlagen in der industriellen Produktion beinhalten oder den Ausgangspunkt möglicher Gegenbewegungen markieren.

7. Die skizzierten Probleme der Technikanwendung in der industriellen Produktion, die sich aus dem marktmäßig vermittelten Anspruch auf universelle Anwendbarkeit und der damit verbundenen zunehmenden Abstraktifizierung des Arbeitskraftbezugs ergeben, können sich in Zukunft noch aus einem anderen Grund erheblich verschärfen, der auf den ersten Blick nichts mit der Technikentwicklung zu tun hat. Gemeint ist ein struktureller Wandel des gesellschaftlichen Arbeitskräfteangebots für industrielle Produktionsarbeit, der sich vor allem in den klassischen Industrieländern abzeichnet. In allen westlichen Industriegesellschaften ist eine tiefgreifende Veränderung des Bildungs- und Berufswahlverhaltens der Bevölkerung zu beobachten, die mit einer kaum reversiblen Entwertung industrieller Arbeit herkömmlicher Art verbunden ist. Dieser - ebenfalls säkular angelegte - Prozeß schlägt auf großer Stufenleiter erst mit der Verzögerung einer ganzen Generation auf die Versorgungslage der Industrie mit Arbeitskräften zurück und wird immer wieder von aktuellen Arbeitsmarktentwicklungen und Arbeitsmigrationen überlagert. Aktuelle Hinweise auf diese Entwicklung sind in den vermehrten Klagen vieler Unternehmen über eine wachsende „Facharbeiterlücke“ zu sehen - trotz anhaltender Beschäftigungskrise und eines aktuellen Überangebots an industrieller Arbeitskraft. So werden in Ländern, in denen die Tendenz zur Abkehr von Produktionsarbeit besonders ausgeprägt ist, wie etwa in Frankreich, erhebliche Anstrengungen unternommen, um der in-

dustriellen Produktion Arbeitskräfte mit gehobenen oder höheren Schulabschlüssen zuzuführen (vgl. Düll 1995). Ein dabei möglicherweise entstehender neuer Arbeitskräftetypus entspricht jedoch in keinerlei Hinsicht den bisherigen stereotypen Bildern „ausführender Arbeit“, die der Entwicklung von Produktionstechnik unterlegt sind. Solche - meist jungen - Arbeitskräfte bringen Berufserwartungen und Ansprüche an Produktionsarbeit mit, die sich nur mit einer radikalen Änderung der Arbeitsorganisation und vor allem der Technikgestaltung befriedigen lassen. Diese Entwicklungen können in den Betrieben den Problemdruck im Umgang mit einer hochentwickelten und verwissenschaftlichten Produktionstechnik wesentlich verschärfen und - insbesondere im Bereich der Steuerungstechnik - die Nachfrage nach stärker arbeitskraftbezogenen und dialogfähigen Systemauslegungen erhöhen. Verfehlt wäre allerdings, aus solchen Problemkonstellationen einen Handlungszwang für das betriebliche Management abzuleiten. Und an dieser Stelle muß offen bleiben, ob die skizzierten Wandlungen im gesellschaftlichen Arbeitskräfteangebot die Durchsetzung „neuer Produktionskonzepte“, wie sie von Kern und Schumann etwa für den Aufgabenzuschnitt von Systemregulierern in hochautomatisierten Produktionsprozessen der Automobil- oder der Chemieindustrie beschrieben wurden, begünstigen oder nicht. Anzumerken ist immerhin, daß auch die Protagonisten der „neuen Produktionskonzepte“ ihre hochgesteckten Erwartungen mittlerweile deutlich zurückstecken mußten (vgl. Schumann u.a. 1994).

II.

Auf dem Hintergrund dieser Überlegungen zeichnen sich sowohl Konvergenzen als auch Divergenzen unserer Sichtweise mit den Thesen von Andreas Knie zur „Rückkehr der Eigendynamik in die Technik“ ab. Die bemerkenswerte Stringenz, mit der Andreas Knie seine Argumente vorstellt, erleichtert ein solches Licht- und Schattenspiel, das die gemeinsame Problemstellung aufhellen soll. Zu bedenken ist freilich dabei, daß wir nur einen engen Ausschnitt aus der Gesamtproblematik der sozialen Konfiguration von Technikentwicklung behandeln - die Frage nämlich, welche Rolle gesellschaftlich vorgeformte Bilder von Arbeitskraft als soziale Konstrukte für die Entwicklung der Produktionstechnik spielen und welche historischen Wandlungsprozesse dabei zu beobachten sind.

1. Im Kern stimmen wir mit dem Grundargument der sozialen Eigenlogik und Eigendynamik der Technikentwicklung von Andreas Knie überein. Abweichungen aber ergeben sich im Stellenwert dieses Arguments und in der Herangehensweise. Ein erster Unterschied liegt sicher im Gegenstandsbereich; ein zweiter - tiefergehender - Unterschied betrifft den Erklärungsansatz. Für Andreas Knie ergeben sich Eigenlogik und Eigendynamik der Technikentwicklung aus dem Wechselspiel zwischen der in der Technikentwicklung stattfindenden Dekontextualisierung technischer Produkte und einer über „gesellschaftliche Sinnkonstituierung geleistete Rekontextualisierung auf der Nutzerseite“. In der Konsequenz sind die in Technik einprogrammierten Regeln und Funktionsweisen hochgradig „steuerungsresistent“. Dieses Konzept stellt auf einen Entwicklungsprozeß ab, der keine Beziehung zu Zeit und Raum hat - so, als handle es sich bei Eigenlogik und Eigendynamik der Technikentwicklung um einen strukturimmanenten Imperativ. Dagegen ist unsere Argumentation im Ansatz historisch angelegt. In unserer Sichtweise sind Eigendynamik und Eigenlogik der Technikentwicklung - wie oben skizziert - Ergebnis eines säkular angelegten Autonomisierungsprozesses, in dem direkte Rückkopplungen zwischen den Anforderungen der industriellen Praxis und der Erzeugung von Produktionstechnik erlahmen und durch weitaus komplexere Vermittlungsprozesse ersetzt werden. In diesem Ausdifferenzierungsprozeß spielen Verwissenschaftlichung der Produktionstechnik und Akademisierung der Ingenieurberufe eine wichtige, vielleicht sogar die ausschlaggebende Rolle. Aber in der Sicht dieser historischen Teilaspekte sind wir uns ja wieder einig.

2. Auch über die bereits in der Argumentationsfigur „Dekontextualisierung“ angelegte Immunisierungsthese besteht im Prinzip Einigkeit. Für den Bereich der Produktionstechnik verlängern wir die Reichweite dieser These, die Andreas Knie geradezu als „genetischen Imperativ“ der Technikentwicklung faßt. Immunisierungstendenzen bestehen nicht nur gegenüber „prinzipiellen Änderungen der Post-Genese-Phase“, sondern auch gegenüber dem konkreten Umfeld der Technikanwendung in der industriellen Produktion und - wie Andreas Knie es plastisch umschreibt - gegenüber den „konkreten sinnlichen und praktischen Arbeitswelten.“

3. Gerade aber bei der Verlängerung der Immunisierungsthese im Sinne eines säkular angelegten Autonomisierungsprozesses wird eine tiefergreifende Differenz zwischen einer strukturimmanenten Kritik der Technikgenese und einer stärker historisch verfahrenenden Interpretation sicht-

bar. Es handelt sich gewissermaßen um des „Pudels Kern“ in der Unterschiedlichkeit von Sichtweisen. Es ist kein Zufall, daß der Arbeitskraftbezug in der Argumentation von Andreas Knie keine Rolle spielt. Das Fehlen des Arbeitskraftbezuges in der Technikentwicklung ist eine logische Folge der zentralen Argumentationsfigur der „Dekontextualisierung“. Arbeitskraft hat in der Technikgenese ebensowenig zu suchen wie allgemein die Nutzer technischer Produkte, die sich diese ja erst in der „Post-Genese-Phase“ aneignen. Dagegen erscheint es uns unverzichtbar, die von Andreas Knie apostrophierte „black box“ zu öffnen. Nur in ihrem Inneren lassen sich die Akteure entdecken, deren Handlungen bzw. Strategien für die Perspektiven der Technikentwicklung sinnkonstitutiv sind. Als Technikanwender stehen Industriebetriebe unter dem - über die Konkurrenz vermittelten - Diktat der Produktivität und Effizienzsteigerung. Die Arbeitskraft ist in diese Ziele durch den Arbeitsvertrag eingebunden und wird zudem durch betriebliche Herrschaftsinstrumente permanent auf sie hin ausgerichtet.

Wenn wir der Immunisierungsthese dennoch zustimmen, so haben wir im Grunde einen anderen Zusammenhang im Blickfeld: nämlich die zunehmende Abstraktifizierung des impliziten Arbeitskraftbezuges von Produktionstechnik, die - wie wir in unseren Eingangsthesen angedeutet haben - aus dem Zusammenspiel von fortschreitender Verwissenschaftlichung und dem Anspruch auf universelle Anwendbarkeit folgt, mit denen sich Technikangebote auf den globalisierten Technologiemarkten zu behaupten suchen. Immunisierung ist damit eine Folge von Autonomisierungstendenzen der Technikentwicklung und bedeutet in unserer Sichtweise, daß betriebliche Probleme des Arbeitskräfteeinsatzes, die sich aus dem Umgang mit verwissenschaftlichter Produktionstechnik ergeben, nur mehr als Probleme der Technikanwendung, nicht als Probleme der Technikentwicklung ausgewiesen werden können.

4. Die Hoffnung, daß der Zerfall des fordistisch-tayloristischen Rationalisierungsmodells und eine intensive Suche der Unternehmen nach neuartigen „post-tayloristischen“ Innovationsstrategien auch einen grundsätzlichen Wandel - gewissermaßen eine Revitalisierung - des Arbeitskraftbezugs in der Technikentwicklung einleitet, beruht auch unserer Einschätzung nach auf einem Trugschluß. Mit diesem Argumentationsschritt können wir uns Andreas Knie wieder anschließen. Wachsende Probleme der Technikanwendung in der betrieblichen Praxis, der Ruf nach dem (Wieder-)Aufbau qualifizierter Produktionsarbeit an sensiblen Stellen hoch-

technisierter Produktionssysteme schlagen keineswegs von sich aus auf Prozesse der Technikentwicklung zurück; die Existenz und die Funktionsfähigkeit der dazu notwendigen Rückkopplungsschleifen können nicht blindlings vorausgesetzt werden.

Historisch verfehlt wäre es jedoch, dem Prozeß der gesellschaftlichen Autonomisierung der Technikentwicklung seinerseits eine voll determinierte Kraft zuzuschreiben, die neuartige Arrangements zwischen Technikanbietern und -anwendern ex ante ausschließt; nur können solche Arrangements sich nicht mehr direkte Rückkopplungsschleifen zunutze machen, die in die betriebliche Praxis selbst eingebettet waren. Die Frage nach alternativen Entwicklungspfaden der Produktionstechnik, die zu neuartigen, stärker arbeitskraftbezogenen Lösungen führen, muß zumindest offengehalten werden - sei es, daß, wie erwähnt, Marktnischen erkannt und genutzt werden, sei es, daß neue Kooperationsformen zwischen Technikanbietern und Technikanwendern in der industriellen Produktion entstehen.

In der Konsequenz unseres Erklärungsansatzes gelangen wir damit zu einem weniger ausschließlichen Verdikt über die „Steuerungsresistenz“ der Technikentwicklung, als dies bei Andreas Knie der Fall ist. Auch wenn wir seine Position nicht bestreiten, daß der immanente Sinnbezug von Technik und Technikentwicklung sozial konstruiert sei, so können wir uns doch nicht der Vorstellung einer so großen Determinationsmacht der Technik anschließen und sie als einzigen Motor ihrer eigenen Veränderung anerkennen. Vielmehr erscheint es uns als vordringliche Aufgabe der hier verfolgten Forschungsperspektive, den Blick für Entwicklungen und Probleme der Technikanwendung zu schärfen und potentielle alternative Entwicklungspfade der Produktionstechnik zu erkennen.

III.

Im Anschluß an diesen knappen Kommentar wollen wir den Versuch unternehmen, beide Positionen in einen übergeordneten Rahmen theoretischer Reflexion zu stellen. Dabei knüpfen wir bewußt an eine Auseinandersetzung an, die bis Ende der 70er Jahre im Mittelpunkt der industriesoziologischen Diskussion stand: die Frage nämlich, ob der „technische Fortschritt“ als eine gesellschaftlich exogene oder endogene Größe zu

verstehen sei. Von der Position der gesellschaftlichen Endogenität des „technischen Fortschritts“ wurde führenden Vertretern der Industriesoziologie (z.B. Popitz-Bahrdt, aber auch Kern und Schumann) vorgeworfen, in ihren Analysen und Interpretationen des Wandels von Industriearbeit einem technischen Determinismus aufgesessen zu sein (vgl. etwa Lutz, Schmidt 1977; zur Endogenitätsthese auch Düll 1975). Danach wurden Entwicklungen wie Dequalifizierung bzw. Qualifikationspolarisierung oder Zunahme restriktiver Arbeitssituationen mit der wachsenden Technisierung der Produktionsprozesse - vor allem in Form von Mechanisierung oder Automatisierung - erklärt (die freilich ihrerseits auf Verwertungsinteressen des Kapitals und betriebliche Rentabilitätsinteressen zurückgeführt wurden). Setzen Andreas Knie und auch wir selbst uns nicht demselben Verdikt aus, wenn wir mit unterschiedlichen Begründungen und verschiedenen Akzentsetzungen die These vertreten, daß sich die Technikentwicklung gegenüber den sozialen Kontexten der Technikenutzung oder Technikanwendung autonomisiert?

Um Licht in diese - für die Autoren ja durchaus verfängliche - Frage zu bringen, erscheint es sinnvoll, die Exogenitäts-/Endogenitätsdebatte der Industriesoziologie selbst noch einmal kritisch zu überdenken. In einem ersten - eher analytisch ausgerichteten - Zugriff sind zunächst die Ebenen auseinanderzunehmen, die im Laufe der Debatte immer wieder durcheinandergerieten, was zu Irrtümern, Mißverständnissen und auch Fehleinschätzungen führte: zunächst die Makroebene mit der Frage nach den Antriebskräften der gesellschaftlichen Entwicklung und die Mikroebene mit der Frage nach dem Zusammenwirken von Produktionstechnik, Arbeitsorganisation und Arbeitseinsatz. Weiterhin wäre eine Mesoebene zu unterscheiden, auf der sich die vielfältigen Vermittlungsglieder zwischen Makro- und Mikroebene abbilden lassen, wie etwa das gesellschaftliche Arbeitskräfteangebot einschließlich der Wirkung der Arbeitsmarktstrukturen und des Bildungs- und Ausbildungssystems, die Gesamtheit von Regulierungen im Verhältnis von Kapital und Arbeit, aber auch die Wirkung universeller Rationalisierungsmuster.

Inhaltlich gesehen war die Endogenitätsthese in ihrer ursprünglichen Form als Kritik an der - in den 50er Jahren weit verbreiteten - Ideologie der „industriellen Gesellschaft“ zu verstehen, die den „technischen Fortschritt“ zum Motor der gesellschaftlichen Entwicklung deklarierte und daraus - gewissermaßen als Sachzwang - soziale Anpassungsprozesse folgte. Auch wenn die Vertreter der Endogenitätsthese den „technischen

Fortschritt“ als Artefakt ansahen und gesellschaftliche Interessen - insbesondere Kapitalverwertungsinteressen - als die wesentlichen Steuerungsgrößen auswiesen, so sagte sie damit im Kern noch nichts über das Wirkungsverhältnis von Produktionstechnik, Arbeitsorganisation und Arbeitseinsatz auf der Mikroebene des Betriebes aus. Nur vereinzelt wurden Versuche unternommen, beide Ebenen systematisch miteinander zu verknüpfen. So kann etwa das als „Münchener Betriebsansatz“ bekannt gewordene Theorem der Autonomiestrategien des Einzelkapitals als der theoretisch am weitesten ausgearbeitete Entwurf gelten, die auf der Mikroebene des Betriebes beobachtbaren technisch-organisatorischen Veränderungen mit den gesellschaftlichen Voraussetzungen der Kapitalverwertung auf der Makroebene in Beziehung zu setzen (Bechtle 1980).

Umgekehrt leidet etwa die „Humanisierungsdebatte“ der 70er und 80er Jahre darunter, daß aus der Erkenntnis von Freiheitsgraden in der Gestaltung der Arbeitsorganisation bei gegebener Produktionstechnik unvermittelt und normativ auf politische Gestaltungspotentiale auf der Makroebene geschlossen wurde (vgl. etwa Brandt 1990; Düll 1980; 1985; Malsch, Seltz 1985).

Es ist zweifellos ein Verdienst der international vergleichenden Forschung im Bereich der Industriesoziologie, daß sie mit der Frage nach der Wirkung des gesellschaftlichen Arbeitskräfteangebotes auf Technikauslegung, Arbeitsorganisation und Arbeitskräfteeinsatz systematisch die gesellschaftliche Mesoebene erschloß und damit starke historische Belege für die Endogenitätsthese lieferte (vgl. etwa Maurice u.a. 1982; Gallie 1978; Jürgens u.a. 1989; Düll, Bechtle 1991). Auch wenn diese Forschungsarbeiten - wie eingangs erwähnt - sich im wesentlichen auf Technikanwendung konzentrierten, so wurden doch gesellschaftliche Strukturen benannt, die potentiell auch auf die Prozesse der Technikentwicklung zurückschlagen (z.B. für den Bereich des Werkzeugmaschinenbaus Hirsch-Kreinsen 1993).

Doch zurück zu der Frage, wie die These von der „Rückkehr der Eigendynamik in die Technik“ und unsere eigene These von der - über die Abstraktifizierung des Arbeitskraftbezugs - vollzogenen Immunisierung der Technikentwicklung gegenüber Anforderungen der betrieblichen Praxis sich in diesem Diskussionskontext verorten lassen und welche Schlußfolgerungen daraus zu ziehen sind.

Obwohl Andreas Knie einen starken Akzent auf die Steuerungsresistenz technischer Entwicklungen legt, so weist doch der gesamte Duktus seiner Argumentation ihn hier als einen späten Vertreter der Endogenitätsthese aus: „Eigenständigkeit, Eigengesetzlichkeit und auch Eigendynamik“ der Technikgenese sind in seiner Sichtweise geradezu als „typisch soziale Produkte“ anzusehen. Die Eigengesetzlichkeit der Technikentwicklung beruht gerade nicht auf der strikten Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und daraus folgenden objektiven „Sachzwängen“, sondern auf „sozial konstruierten Konventionen“ - „technische Überlegenheit ist nicht Ergebnis objektiver Bewertungsmaßstäbe, sondern als sozial erzeugte Tatsache definiert“. Aus der Sicht eines dem Sozialkonstruktivismus verpflichteten Ansatzes erscheint die Warnung vor dem vorschnellen und normativen Schluß von der sozialen Programmierung der Technikgenese auf die Technikgestaltung nur folgerichtig: „Jedenfalls muß die Etikettierung technischer Produkte von der Frage der Gestaltbarkeit der Ergebnisse analytisch erst einmal abgekoppelt werden.“

Allerdings setzt sich diese - eher auf der Makro- und Mesoebene angelegte - Argumentation dem Verdacht aus, auf der Mikroebene gewissermaßen unter der Hand den Technikdeterminismus in veränderter Form wieder einzuführen. Zwar muß sich der Techniknutzer technische Produkte in einem als „Rekontextualisierung“ beschriebenen Vorgang aneignen. Jedoch: „Eine Öffnung der Black box, ein Zurückschrauben oder eine Revidierung der konstruktiven Schließungsentscheidungen findet aber nicht mehr statt, das maschinelle Gefüge bleibt auch im Aneignungsprozeß erhalten.“ Auch wenn diese Argumentationen nicht explizit auf die Entwicklung der Produktionstechnik übertragen werden und Andreas Knie sogar einräumt, daß die „Dynamik dieser Prozesse sicherlich davon bestimmt wird, ob es sich um ein Investitionsgut handelt, dessen Verwendung in weitgehend funktional bestimmten Räumen erfolgt“, legen diese Schlußfolgerungen dennoch die Vermutung nahe, daß in dieser Sichtweise die „konstruktive Schließungsentscheidung“ bei produktionstechnischen Entwicklungen die Technikanwendung mehr oder weniger festlegt und wenig Chancen für grundlegende Alternativen der Arbeitsorganisation und des Arbeitseinsatzes läßt.

Auch wir selbst sehen uns mit unserer Version der Immunisierungsthese durchaus in der Tradition der Endogenitätsthese verankert. Die von uns unterstellten säkular angelegten Autonomisierungstendenzen in der Technikentwicklung entspringen ja ebenfalls nicht einem blinden tech-

nisch determinierten Automatismus, sondern sind Ergebnis sozialer Differenzierungsprozesse, die von mächtigen gesellschaftlichen Interessen (Kapital- und Marktinteressen, aber auch Berufs- und Statusinteressen) gesteuert werden. Gesellschaftlich vorgeformte Bilder von Arbeitskraft fungieren in diesem Differenzierungsprozeß als spezifische Vermittlungsglieder zwischen Technikkonzeptionen bzw. Rationalisierungsmustern, dem gesellschaftlichen Arbeitskräfteangebot und den Praktiken und Anforderungen der industriellen Produktion. Es handelt sich dabei um soziale Konstrukte, die ihrerseits geprägt sind von den Strukturen des gesellschaftlichen Arbeitskräfteangebots, von Arbeitsmarktregulierungen und Berufsverlaufsmustern, aber auch von klassenspezifischen Zuweisungen, wie sie etwa in den Dichotomien zwischen geistiger und körperlicher oder zwischen planender und ausführender Arbeit zum Ausdruck kommen. Solche gesellschaftlich vorgeformten Bilder von Arbeitskraft sind immer Stereotypen, da in sie Grundvorstellungen über ausführende Arbeit einfließen, die in der Gesellschaft verbreitet sind und von den Ingenieuren in Technikkonzeptionen und Rationalisierungsmustern gezielt aufgegriffen werden. Mit der These der zunehmenden Abstraktifizierung des immanenten Arbeitskraftbezuges verwissenschaftlichter Produktionstechnik weisen wir auf einen grundlegenden Wandel solcher Stereotypen hin. Auslösende Momente dieses Wandels sind aber nicht etwa der abstrakte Charakter der eingesetzten Technik, z.B. der Mikroelektronik (wie dies etwa noch in den Subsumtionsthesen der Frankfurter Schule anklingt; vgl. Benz-Overhage u.a. 1982), sondern die wachsende Definitionsmacht wissenschaftlich ausgebildeter Ingenieure in den großen Entwicklungsabteilungen von Unternehmen und Technikherstellern sowie der zunehmend dominante Warencharakter von Technikangeboten. Die alte Frage des Technikdeterminismus stellt sich in diesem Zusammenhang nicht mehr als Frage nach der technischen Determination von industriellen Arbeitsprozessen, sondern als Frage nach dem „system“-technischen Ausschluß innovativer Ansätze der Arbeitsorganisation, die sich von den Stereotypen ausführender Arbeit lösen wollen. Im Sinne dieser Frage vermuten wir, daß das entscheidende Dilemma verwissenschaftlichter Produktionstechnik in Zukunft in dieser Dialektik zwischen Unbestimmtheit und Ausschluß liegen wird: Auch wenn mit der Figur des „intelligenten Nutzers“ Arbeitsorganisation und Arbeitskräfteinsatz nicht im einzelnen festgelegt werden, so sind durch die technische Konzeptionslogik gerade jene Lösungen ausgeschlossen oder erschwert, die diese Figur mit Leben erfüllen und etwa als qualifizierte Produktionsarbeit ausgestalten wollen.

Literatur

- Bechtle, G.: **Betrieb als Strategie - Theoretische Vorarbeiten zu einem industriesoziologischen Konzept**, Frankfurt/New York 1980.
- Benz-Overhage, K.; Brumlop, E.; Freyberg, Th. v.; Papadimitriou, Z.: **Neue Techniken und alternative Arbeitsgestaltung - Auswirkungen des Computereinsatzes in der industriellen Produktion**, Frankfurt/New York 1982.
- Blassel, H.; Germe, J.-F.; Michon, F.: **Nutzung und Reproduktion von Arbeitskraft - ein anderer Umsatz zur Bestimmung von Arbeitsbedingungen**. In: K. Düll (Hrsg.): **Industriearbeit in Frankreich**, Frankfurt/New York 1984, S. 71-101.
- Böhle, F.; Rose, H.: **Technik und Erfahrung - Arbeit in hochautomatisierten Systemen**, Frankfurt/New York 1992.
- Brandt, G.: **Das Ende der Massenproduktion - wirklich?** In: G. Brandt: **Arbeit, Technik und gesellschaftliche Entwicklung**, Aufsätze 1971-1987, Frankfurt 1990, S. 303-324.
- Düll, K.: **Industriesoziologie in Frankreich - Eine historische Analyse zu den Themen Technik, Industriearbeit, Arbeiterklasse**, Frankfurt/Köln 1975.
- Düll, K.: **Gesellschaftliche Interventionen in Arbeitsbedingungen - Der Fall Bundesrepublik Deutschland**. In: **Soziale Welt**, Heft 3, 31. Jg., 1980.
- Düll, K.: **Gesellschaftliche Modernisierungspolitik durch neue „Produktionskonzepte?“** In: **WSI-Mitteilungen**, Heft 3, 38. Jg., 1985, S. 141-145.
- Düll, K.: **Organisationsentwicklung und die Zukunft qualifizierter Produktionsarbeit**. In: G. Dybowski u.a. (Hrsg.): **Berufsbildung und Organisationsentwicklung**, Bremen 1995, S. 182-194.
- Düll, K.; Bechtle, G., unter Mitarbeit von Moldaschl, M.: **Massenarbeiter und Personalpolitik in Deutschland und Frankreich - Montagerationalisierung in der Elektroindustrie I**, Frankfurt/New York 1991.
- Friedmann, G.: **Der Mensch in der mechanisierten Produktion**, Köln 1952.
- Friedmann, G.: **Grenzen der Arbeitsteilung**, Frankfurt 1959.
- Gallie, D.: **In Search of the New Working Class**, Cambridge 1978.
- GERPISA-Reseau International, Université d'Evry - Val d'Essonne (ed.): **Actes du GERPISA (Groupe d'Etudes et de Recherche Permanent sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile) 1984-1994** (ca. 20 Veröffentlichungen).
- Hirsch-Kreinsen, H.: **NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik**, Frankfurt/New York 1993.
- Hoffmann, R.W.: **Wissenschaft und Arbeitskraft - zur Geschichte der Arbeitsforschung in Deutschland**, Frankfurt/New York 1985.
- Jürgens, U.; Malsch, Th.; Dohse, K.: **Moderne Zeiten in der Automobilindustrie - Strategien der Produktionsmodernisierung im Länder- und Konzernvergleich**, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1989.

- Lutz, B.; Schmidt, G.: Industriesoziologie. In: R. König (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Band 8, 2. Aufl., Stuttgart 1977, S. 101-262.**
- Malsch, Th.; Seltz, R. (Hrsg.): Die neuen Produktionskonzepte auf dem Prüfstand, Berlin 1985.**
- Manske, F.: Stärken und Schwächen des „deutschen Technikstils - Überlegungen zu einem international vergleichenden Forschungsprogramm. In: H. Rose (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement, Frankfurt/New York 1995, S. 103-121.**
- Maurice, M.; Sellier, F.; Silvestre, J.-J.: Politique d'éducation et organisation industrielle en France et Allemagne - Essai d'analyse sociétale, Paris 1982.**
- Meil, P.: Skillfully (Un)Done: Germany and Restructuring Strategies in Production. Paper presented on the 13th Annual International Labour Process Conference 5th-7th April 1995, Blackpool 1995.**
- Meil, P.: Images of Workers in Technological Development Processes. In: Proceedings of the 13th IFAC World Congress, Vol. B, San Francisco/USA, 30.6.-5.7.1996, pp. 363-367.**
- Moldaschl, M.: Frauenarbeit oder Facharbeit? - Montagerationalisierung in der Elektroindustrie II, Frankfurt/New York 1991.**
- Schmidt, G.: Gesellschaftliche Entwicklung und Industriesoziologie in den USA - Eine historische Analyse, Frankfurt/Köln 1974.**
- Schumann, M.; Baethge-Kinsky, V.; Kuhlmann, M.; Kurz, C.; Neumann, U.: Trendreport Rationalisierung - Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie, Berlin 1994.**

Einige abschließende Überlegungen

Das Ende einer alten und der Beginn einer neuen Debatte

Die „Technikfrage“, bei der es, genauer betrachtet, praktisch ausschließlich um die industrielle Produktionstechnik ging, spielte in der Geschichte der deutschen Industriosozologie zeitweise eine zentrale Rolle. Untersuchungen zu den „sozialen Auswirkungen des technischen Fortschritts“ stellten in den späten 50er und 60er Jahren in vieler Hinsicht den harten Kern der sich zunehmend professionalisierenden industriosozologischen Forschung. Die Frage nach dem gesellschaftlichen Charakter von Technik (bzw. industrieller Produktionstechnik) und der Endogenität oder aber Exogenität ihrer Entwicklung und der Determiniertheit oder Gestaltbarkeit der Formen der Nutzung stand - neben der Frage nach dem Arbeiterbewußtsein, seinen Bestimmungsfaktoren und seinen Veränderungen - im Mittelpunkt der meisten Debatten, die mit gleicher Intensität in der Öffentlichkeit oder im kleinen Kreis von den Industriosozologen der 70er Jahre geführt wurden.

Diese Kontroverse ist spätestens seit den frühen 80er Jahren beendet. Im allgemeinen Verständnis behielten die Kritiker der in den 60er Jahren weitverbreiteten, ja zeitweise dominierenden „technikdeterministischen“ Position die Oberhand. Doch ist auch für jemanden, der die obsiegende Position frühzeitig vertrat, das Ende der industriosozologischen Technikdiskussion wenig befriedigend. Einerseits tun sich Industriosozologen immer noch oder immer wieder - wie am Beispiel der Interpretation des Siegeszugs der Informationstechnik und ihrer Folgen leicht zu belegen - schwer, dem in der öffentlichen Meinung und bei vielen anderen Wissenschaftsdisziplinen vorherrschenden Verständnis einer gewissermaßen naturgesetzlichen Technikentwicklung entgegenzutreten. Andererseits blieben die Vertreter einer sozialkonstruktivistischen Position, die hochgradige Gestaltbarkeit industrieller Produktionstechnik postuliert, immer in der Minderheit, obwohl sie für sich in Anspruch nehmen, als einzige die

Konsequenzen aus der Widerlegung des Technikdeterminismus gezogen zu haben.

Das Ende der industriesoziologischen Technikkontroverse war nicht in erster Linie Ausdruck der Tatsache, daß die Beteiligten zu einem expliziten Konsens gefunden hätten. Es stellt sich rückblickend - und ein kleiner Rückblick auf ein Stück Wissenschaftsgeschichte, das auch ein Stück meiner eigenen Biographie ist, sei mir aus diesem Anlaß gestattet - vielmehr als Ausdruck von zunehmendem Desinteresse und fortschreitender Abwendung von einem früher hochbesetzten Thema dar: In der Industriesoziologie, die inzwischen ein Gutteil ihrer früheren Reputation im Fach verloren hat, traten andere Fragen - von betrieblicher Mikropolitik über zwischenbetriebliche Netze bis hin zur Soziologie des Managements - in den Vordergrund; die sozialwissenschaftliche Technikforschung, die zeitweise mächtigen Aufwind hatte, konzentrierte sich zunehmend auf Untersuchungsfelder, die nichts mit industrieller Produktion zu tun hatten.

Dies läßt im Prinzip zwei Erklärungen zu, von denen die eine (1) vor allem auf die gesellschaftliche Entwicklung, die andere (2) auf wissenschaftsimmanente Faktoren verweist.

(1) Eine erste Erklärungsargumentation versteht das abnehmende wissenschaftliche Interesse an industrieller Produktionstechnik als Folge eines realen Bedeutungsverlustes des Gegenstands: Die Veränderungen in der soziologischen Forschungsagenda sind lediglich eine normale Reaktion auf eine grundsätzliche Veränderung der gesellschaftlichen Problemlagen, die sich mit Begriffen wie postindustrielle Gesellschaft, Informationsgesellschaft oder Wissensgesellschaft etikettieren lassen. Wer an den Fragestellungen festhält, die in den 70er Jahren im Zentrum industriesoziologischer Technikforschung standen, würde also Gefahr laufen, mit dem Gegenstand der industriellen Produktion und Produktionstechnik zunehmend ins Abseits der historischen Entwicklung zu geraten.

Dieser Erklärung, die sich eher auf kurzlebige Eindrücke als auf systematische Analysen stützen kann, ließen sich viele Argumente entgegenhalten, deren wichtigstes wohl die nach wie vor überragende Stellung industrieller Produkte im internationalen Austausch der meisten hochentwickelten Volkswirtschaften ist. Der enge Nexus von Standortdebatte und Innovationsdebatte, auf den Horst Kern zurecht hinweist, ist hierfür

Beleg genug. Die gesellschaftliche Bedeutung von industrieller Produktion und industrieller Produktionstechnik darf nicht einfach an ihrem rasch schwindenden Anteil an der Beschäftigung gemessen werden.

(2) Damit gewinnen alle Argumente an Gewicht, die das insgesamt abnehmende Interesse der Soziologie an der Entwicklung industrieller Produktionstechnik nicht primär aus sinkender Bedeutung des Gegenstands, sondern aus wissenschaftsimmanenten Gründen erklären. Besonders schlüssig scheint mir in diesem Zusammenhang die Vermutung, daß industriesoziologische Technikforschung durch die Lösung aus dem technikdeterministischen Paradigma mit ganz neuen Anforderungen konfrontiert wird, die sie unter den für sie bisher charakteristischen äußeren - institutionellen, personellen und finanziellen - Bedingungen nur sehr schwer erfüllen kann.

Das zentrale Ergebnis der neueren industriesoziologischen Technikforschung, nach der großen Determinismusdebatte, ist ja zweifacher Art:

Einerseits ist unbestritten, daß die Entwicklung industrieller Produktionstechnik keiner naturgesetzlichen Tendenz gehorcht und daß sich die Arbeitsfolgen technischer Innovation nicht zwangsläufig aus ihrer technischen Binnenlogik ergeben.

Andererseits sprechen zahlreiche Befunde und Erfahrungen dafür, daß alle Versuche einer voluntaristischen, an normativen Prinzipien orientierten Gestaltung von Technik und Arbeit rasch an kaum übersteigbare Grenzen stoßen.

Damit stellen sich Fragen, deren Reichweite und Anspruch deutlich über das hinausgeht, was Industriesoziologie bisher zu bearbeiten hatte. Sie erfordern zumindest drei forschungs- und theoriestrategische Innovationen, die man jeweils mit einem Schlagwort bezeichnen kann als

- die notwendige Überwindung des bisher für die Industriesoziologie weithin typischen induktiven Vorgehens,
- die systematische Vermittlung der bisher fast immer je besonderen Analyse der Technikgenese und Techniknutzung und
- die Integration einer makrogesellschaftlich-historischen Perspektive.

Die These bedarf wohl kaum der Begründung, daß es unter den gegenwärtigen Bedingungen dominanter Projektfinanzierung und damit verbundener hochgradiger Außenabhängigkeit praktisch unmöglich ist, diese Innovationen zu leisten, die nicht ohne eine starke Erhöhung des Komplexitätsgrades, hohe konzeptionelle Ansprüche und eine erhebliche Ausweitung von Forschungsfeld und Forschungsperspektive zu haben sind.

Der Sonderforschungsbereich 333 bot - und wohl nicht nur zufälligerweise erst in der Auslaufphase - einer größeren Gruppe von Wissenschaftlern im ISF die Chance, sich wenigstens einige Zeit aus den sonst ihre Arbeit beherrschenden Zwängen der Projektabwicklung zu befreien, ihre Forschungserfahrungen und Wissensbestände zu bündeln, ihre notgedrungen bisher nur sehr vorläufig ausformulierten theoretischen Überlegungen zum Thema systematischer zu diskutieren und gezielt Forschungsperspektiven und Theorien aufzugreifen, die bisher als weit außerhalb der Industriosozologie liegend galten.

Ausgangspunkt war eine - in allen bisherigen Sichtweisen - paradoxe Tatsache: Industrielle Nutzer von Fertigungstechnik haben offenkundig zunehmende Schwierigkeiten, sich die ihren Bedürfnissen entsprechende Technik zu beschaffen; oder sie können mit der auf dem Markt angebotenen Technik ihre je spezifischen Probleme nicht lösen. Zur Erklärung dieses Paradoxons produktionstechnischer Entwicklung bietet sich eine historische These an, die im Zentrum des gemeinsam erarbeiteten Konzepts steht:

Seit Beginn der Industrialisierung ist in der Entwicklung - Invention und Innovation - industrieller Produktionstechnik eine starke Tendenz zur Autonomisierung von unmittelbaren Nutzungs- und Verwertungszusammenhängen angelegt, die aufs engste mit den vielfältigen Bestrebungen zur Leistungssteigerung des Entwicklungsprozesses verbunden ist. Diese Autonomisierungstendenz wurde freilich solange nicht zum Problem der industriellen Praxis, solange starke Rückkoppelungs- und Rückbindungsmechanismen immer wieder dafür sorgten, daß die Bedürfnisse und Interessen der Nutzer von Produktionstechnik, also in erster Linie der Betriebe, trotz ihrer fortschreitenden Autonomisierung in der Technikentwicklung präsent blieben. Personeller Austausch zwischen Technikentwicklung und Techniknutzung, vielfältige Formen der Kooperation zwischen Forschungs- und Entwicklungszentren und industrieller Praxis, re-

regelmäßiger Erfahrungsaustausch zwischen allen Beteiligten, z.B. in technisch-wissenschaftlichen Vereinen, von staatlichen Stellen, nicht zuletzt im Rahmen der Rüstungswirtschaft vorgegebene Entwicklungsprioritäten oder der Ausbau des industriellen Normenwesens sind Beispiele für solche Mechanismen.

Die zentrale Frage lautet dann: Warum kommt es seit einiger Zeit offenkundig zu einem - fortschreitenden? - Versagen dieser Rückkoppelungs- und Rückbindungsmechanismen, und warum hat die Automatisierungstendenz in den letzten Jahrzehnten die Oberhand gewonnen?

Es ist evident, daß diese Frage nicht leicht zu beantworten ist, da dies gleichzeitig retrospektiv die Analyse der bisherigen Rückkoppelungs- und Rückbindungsmechanismen, ihrer Funktionsweise und ihrer Funktionsvoraussetzungen und gegenwartsbezogen die Klärung der Ursachen ihres Versagens voraussetzt. Diese Aufgabe wird dadurch noch weiter erschwert, daß zunächst durchaus offen ist und offen bleiben muß, ob sich das eine mehr oder minder zwangsläufig aus dem anderen ergibt, oder ob das Versagen einer jahrzehntelang gut funktionierenden Rückkoppelung aus einer Häufung kontingenter Einflüsse resultiert.

Deshalb und um die je individuellen Forschungsinteressen und Wissensbestände der Projektbeteiligten optimal zu nutzen, mußte die erste Aufgabe darin bestehen, mehrere analytische Zugänge zur gemeinsamen Fragestellung zu suchen. Diese Zugänge stellen jeweils eigenständige Forschungsperspektiven dar, die parallel und weitgehend unabhängig voneinander bearbeitet werden können, jedoch ausreichend hohe Synergie der Ergebnisse erhoffen lassen. Jeweils ein oder zwei Mitglieder der Projektgruppe konzentrierten sich auf eine der so definierten Forschungsperspektiven, in die sie stets aus ihren bisher bearbeiteten SFB-Projekten, aber auch aus ihren Arbeiten der Auftragsforschung, reichhaltige Vorarbeiten einbringen konnten, empirisches Vorwissen, theoretische Interessen, aber auch bisher kaum systematisch nutzbare Kenntnisse über die theoretische und empirische Debatte in benachbarten Forschungsrichtungen oder Wissenschaftsdisziplinen.

Ohne diese Arbeitsstruktur wäre es wohl kaum möglich gewesen, daß mehr als ein halbes Dutzend „gestandener“, an große Selbständigkeit und Eigenverantwortung gewohnter und immer auch in empirische Projekte mit meist starkem Praxisbezug eingebundener Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen (von denen einige noch nie in einem Projekt zu-

sammengearbeitet hatten) in der knappen Zeit von gut einem Kalenderjahr in einem so schwierigen und komplexen Thema zu Ergebnissen gelangten, die in einem Kolloquium einer kritischen Fachöffentlichkeit zur Diskussion gestellt werden können. Deshalb lag es nahe, auch den Ablauf des Kolloquiums, aus dem dieser Band entstand, an dieser Arbeitsweise zu orientieren, genauer: an den vier analytischen Zugängen, auf die sich die Projektbeteiligten verständigt hatten.

Zwei der vier Forschungsperspektiven fokussieren auf sehr langfristige Entwicklungslinien, in denen sich die allgemeine Tendenz zur Autonomisierung der Technikentwicklung konkretisiert: die Ausdifferenzierung der Institutionen der Technikentwicklung sowie die zunehmende Verwissenschaftlichung und die mit ihr einhergehende Veränderung in der sozialen Organisation von Technikentwicklung. Eine Forschungsperspektive stellt auf eine Veränderungstendenz in der industriellen Unternehmensstruktur ab, die zwar ebenfalls weit zurückliegende Anfänge, aber erst in jüngster Zeit sehr stark an Tempo und Breite gewonnen hat - nämlich die Ausdehnung der Wertschöpfungsketten über einzelne Unternehmen hinweg -, und fragt nach ihrem Einfluß auf die Autonomisierung von Technikentwicklung und das zunehmende Versagen der traditionellen Rückbindungsmechanismen. Die vierte Forschungsperspektive setzt an einer Dimension der Beziehung von Technikentwicklung und Techniknutzung an, nämlich an den arbeitskraftbezogenen Leitbildern der Entwickler von Produktionstechnik, die gegenwärtig für die industrielle Praxis zunehmend problematisch werden.

Die Entscheidung, jede dieser Forschungsperspektiven nicht einfach mit einem Referat eines der Projektbeteiligten vorzustellen, sondern vielmehr Kollegen, die selbst außerhalb der industriesoziologischen Tradition im jeweiligen Feld tätig sind, um eine kritische Sicht zu bitten und dem eigenen Beitrag aus der Projektarbeit den Charakter eines Koreferates zu geben, ist einigermaßen unüblich. Potentielle Kritiker zu Hauptvorträgen einzuladen, ist nicht ohne Risiko. Doch hat sich die Entscheidung aus der Sicht der Verantwortlichen in dreifacher Hinsicht gelohnt - nicht zuletzt, weil die Eingeladenen ihren Part ohne Vorbehalt und in hoher Qualität übernommen haben:

Zum einen entstand auf diese Weise und dank des Engagements aller Autoren eine Publikation, die in jedem Fall eine gute Bilanz des aktuellen Standes der Forschung liefert.

Weiterhin zeigten die Vorträge und die folgenden Diskussionen, daß aus der Perspektive des Forschungsfeldes, das die eingeladenen Referenten überblicken, keine grundsätzlichen Einwendungen gegen den Ansatz des Projektes zu befürchten sind. Die grundlegenden Annahmen und die leitenden Fragestellungen wurden auch von jenen akzeptiert, die sicherlich aufgrund ihres Gegenstandsverständnisses und ihrer theoretischen Verortung einen anderen Weg gesucht und beschritten hätten. Es scheint keine wirklich überzeugende Alternative zu dem Vorgehen zu geben, für das sich die Projektgruppe entschieden hatte, sondern allenfalls eine andere Prioritätensetzung.

Endlich haben alle Projektbeteiligten das Kolloquium, die aktive Teilnahme vieler Kollegen, ihre Bereitschaft, sich mit den Thesen des Projektes ernsthaft auseinanderzusetzen, und die lebhafte Diskussion als Ermunterung und Ermutigung verstanden, auf dem eingeschlagenen Weg zu bleiben, solange die - inzwischen freilich ausgelaufene - Finanzierung durch die DFG dies erlaubt.

Hierfür wie für ihren inhaltlichen Beitrag sei den externen Referenten nochmals ganz ausdrücklich gedankt.

Die Autoren

Daniel Bieber, Dr., ISF München. Arbeitsschwerpunkte: Prozesse technologischer und organisatorischer Innovation, Vernetzung und Logistik, präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz in Industrie und Handel.

Letzte Veröffentlichung: D. Bieber; G. Möll: Technikentwicklung und Unternehmensorganisation - Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie, Frankfurt/New York 1993.

Fritz Böhle, Dr., ISF München, Privatdozent (Universitäten Bielefeld/München). Arbeitsschwerpunkte: Soziale Auswirkungen von IuK-Technologie, Verwissenschaftlichung von Technik, neue Formen innerbetrieblicher Kooperation und Qualifizierung.

Letzte Veröffentlichung: F. Böhle; H. Rose: Technik und Erfahrung - Arbeit in hochautomatisierten Systemen, Frankfurt/New York 1992.

Klaus Düll, Dr., Ass. jur., ISF München. Arbeitsschwerpunkte: Innovations- und Internationalisierungsstrategien von Unternehmen, Organisationsentwicklung und Qualifizierung, industrielle Beziehungen u.a. im internationalen Vergleich.

Letzte Veröffentlichung: K. Düll; G. Bechtle: Massenarbeiter und Personalpolitik in Deutschland und Frankreich - Montagerationalisierung in der Elektroindustrie I, Frankfurt/New York 1991.

Hartmut Hirsch-Kreinsen, Dr., ISF München/Büro Darmstadt, Privatdozent an der TH Darmstadt. Arbeitsschwerpunkte: Empirische und theoretische Fragen aus der Industrie- und Techniksoziologie, insbesondere Internationalisierung der Produktion.

Letzte Veröffentlichungen: H. Hirsch-Kreinsen: NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt/New York 1993.

H. Hirsch-Kreinsen (Hrsg.): Organisation und Mitarbeiter im TQM, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997.

Jost Halfmann, Prof. Dr., Technische Universität Dresden, Philosophische Fakultät, Institut für Soziologie. Arbeitsschwerpunkte: Techniksoziologie, Politische Soziologie und soziologische Theorie.

Letzte Veröffentlichung: J. Halfmann: Die gesellschaftliche 'Natur' der Technik, Opladen 1996.

Horst Kern, Prof. Dr., Soziologisches Seminar der Universität Göttingen. Arbeitsschwerpunkte: Wirtschafts- und Industriesoziologie, soziologische Theorie, insbesondere sozioökonomische Theorien, wirtschaftliche Restrukturierung, internationale Vergleiche.

Letzte Veröffentlichung: H. Kern; M. Schumann: Das Ende der Arbeitsteilung? - Rationalisierung in der industriellen Produktion, 4., um ein Nachwort erweiterte Aufl., München 1990.

Andreas Knie, Dr., Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Privatdozent am Fachbereich Umwelt und Gesellschaft der Technischen Universität Berlin. Arbeitsschwerpunkte: Sozialwissenschaftliche Technikforschung sowie Mobilitäts- und Verkehrsforschung.

Letzte Veröffentlichung: A. Knie: Wankel-Mut in der Autoindustrie - Anfang und Ende einer Antriebsalternative, Berlin 1994.

Burkart Lutz, Prof. Dr., ISF München, seit 1996 auch Zentrum für Sozialforschung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (ZSH), bis Ende 1996 Sprecher des SFB 333. Arbeitsschwerpunkte: Entwicklung moderner Gesellschaften, Bildung und Arbeitsmarkt, Probleme der Transformation post-sozialistischer Gesellschaften sowie Technikentwicklung und Unternehmensstrategien.

Letzte Veröffentlichungen: B. Lutz; H. M. Nickel; R. Schmidt; A. Sorge (Hrsg.): Arbeit, Arbeitsmarkt und Betriebe, Opladen 1996.

B. Lutz (Hrsg.): Strategiefähigkeit und Zukunftssicherung der deutschen Industrie, Düsseldorf 1997.

Pamela Meil, M.A., PhD Cand, ISF München. Arbeitsschwerpunkte: Arbeitsmarkt und Arbeitsorganisation, Internationalisierung der Produktion, Qualifizierung und Berufsstrukturen.

Letzte Veröffentlichung: P. Meil (Hrsg.): Globalisierung industrieller Produktion - Strategien und Strukturen - Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band II, Frankfurt/New York 1996.

Werner Rammert, Prof. Dr., Institut für Soziologie, Freie Universität Berlin. Arbeitsschwerpunkte: Wissenschafts- und Technikforschung, Organisationssoziologie.

Letzte Veröffentlichungen: W. Rammert: Technik aus soziologischer Perspektive, Opladen 1993.

W. Rammert (Hrsg.): Soziologie und künstliche Intelligenz, Frankfurt 1995.

Ulrich Wengenroth, Prof. Dr., Ordinarius für Geschichte der Technik, Technische Universität München. Arbeitsschwerpunkt: z.Zt. Geschichte der Deindustrialisierung.

Letzte Veröffentlichungen: U. Wengenroth (Hrsg.): Technik und Wirtschaft (= Technik und Kultur, Band 8), Düsseldorf 1993.

U. Wengenroth: Enterprise and Technology - The German and British Steel Industries 1865-1895, Cambridge 1994.

DAS INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V. - ISF MÜNCHEN -

RECHTSFORM, LEITUNG, FINANZIERUNG

Das ISF München ist ein eingetragener Verein mit anerkannter Gemeinnützigkeit. Es besteht seit 1965. Mitglieder des Vereins sind Personen, die auf den Forschungsfeldern des Instituts arbeiten. Die Leitung liegt beim Institutsrat (Vorstand), der aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ISF besteht.

Das ISF verfügt über keine öffentliche Grundfinanzierung. Die Forschungsvorhaben werden ausschließlich über zeit- und projektgebundene Mittel finanziert. Auftraggeber sind z.B. Bundes- und Landesministerien, die Europäische Union, verschiedene Stiftungen, Institutionen der allgemeinen Forschungsförderung sowie - im Verbund mit öffentlich geförderten Forschungsprojekten - Unternehmen.

FORSCHUNGSGEBIETE, KOOPERATIONEN

Das ISF forscht über neue Entwicklungen in Betrieb und Gesellschaft. Im Vordergrund stehen betriebliche Rationalisierungsstrategien (Technikgestaltung, Arbeitsorganisation), Personal- und Ausbildungspolitiken und deren Voraussetzungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Bildungssystem und industrielle Beziehungen. Die Untersuchungen richten sich auf die Verknüpfung von praxisbezogener und theoretischer Forschung und auf den internationalen Vergleich. Dazu arbeitet das Institut mit wissenschaftlichen Einrichtungen anderer, auch technischer Disziplinen, mit Unternehmen sowie mit internationalen Experten zusammen.

Kooperationsvereinbarungen bestehen mit der Fakultät für Ökonomie der Tohoku-Universität in Sendai/Japan und mit dem Economic Research Center der Han Nam Universität in Taejon/Korea.

Die Forschungsergebnisse werden für Wissenschaftler und Praktiker aus Unternehmen, Verbänden und öffentlichen Institutionen aufbereitet.

MITARBEITER, FORSCHUNGSORGANISATION

Im ISF arbeiten ca. 30 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit sozial-, wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung sowie studentische Hilfskräfte und freie Mitarbeiter für Spezialgebiete. Die Forschungsarbeiten werden von Projektteams mit hoher Eigenverantwortung durchgeführt. Überlappende Teamkooperation sichert Synergieeffekte, die Zusammensetzung der Belegschaft Interdisziplinarität im Hause. Rund 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erledigen die Aufgaben der Verwaltung und Sachbearbeitung.

Ein Überblick über die bisherigen Arbeiten und Veröffentlichungen ist über das Institut erhältlich.

ISF MÜNCHEN JAKOB-KLAR-STR. 9 80796 MÜNCHEN
TEL. 089/272921-0 FAX 089/272921-60 E-MAIL ISF@LRZ.UNI-MUENCHEN.DE

Ausgewählte Buchveröffentlichungen 1992 - 1997 (Stand Mai 1997)

- Altmann, N.; Köhler, Ch.; Meil, P. (eds.): *Technology and Work in German Industry*, Routledge, London/New York 1992.
- Böhle, F.; Rose, H.: *Technik und Erfahrung - Arbeit in hochautomatisierten Systemen*, Frankfurt/New York 1992.
- Deiß, M.; Döhl, V. (Hrsg.): *Vernetzte Produktion - Automobilzulieferer zwischen Kontrolle und Autonomie*, Frankfurt/New York 1992.
- Grüner, H.: *Mobilität und Diskriminierung - Deutsche und ausländische Arbeiter auf einem betrieblichen Arbeitsmarkt*, Frankfurt/New York 1992.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1992 - Schwerpunkt: Dienstleistungsarbeit*, edition sigma, Berlin 1992.
- Tokunaga, S.; Altmann, N.; Demes, H. (eds.): *New Impacts on Industrial Relations - Internationalization and Changing Production Strategies*, iudicium verlag, München 1992.
- Bieber, D.; Möll, G.: *Technikentwicklung und Unternehmensorganisation - Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie*, Frankfurt/New York 1993.
- Drexel, I.: *Das Ende des Facharbeiteraufstiegs? - Neue mittlere Bildungs- und Karrierewege in Deutschland und Frankreich - ein Vergleich*, Frankfurt/New York 1993.
- Fischer, J.: *Der Meister - Ein Arbeitskrafttypus zwischen Erosion und Stabilisierung*, Frankfurt/New York 1993.
- Hirsch-Kreinsen, H.: *NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß - Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik*, Frankfurt/New York 1993.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1993 - Schwerpunkt: Produktionsarbeit*, edition sigma, Berlin 1993.
- Deiß, M.: *Regulierung von Arbeit in der Krise - Von der Transformation zum globalen Strukturwandel*, Graue Reihe 94-06 der KSPW, Halle 1994.
- Drexel, I. (Hrsg.): *Jenseits von Individualisierung und Angleichung - Die Entstehung neuer Arbeitnehmergruppen in vier europäischen Ländern*, Frankfurt/New York 1994.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1994 - Schwerpunkt: Technik und Medizin*, edition sigma, Berlin 1994.
- Moldaschl, M.; Schultz-Wild, R. (Hrsg.): *Arbeitsorientierte Rationalisierung - Fertigungsinseln und Gruppenarbeit im Maschinenbau*, Frankfurt/New York 1994.
- Bieber, D.; Larisch, J.; Moldaschl, M. (Hrsg.): *Ganzheitliche Problemanalyse und -lösung für den betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz in einem Lager des Lebensmittelhandels, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz - Forschungsanwendung - Fa 33*, Dortmund/Bremerhaven 1995.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1995 - Schwerpunkt: Technik und Region*, edition sigma, Berlin 1995.
- Lutz, B.; Schröder, H. (Hrsg.): *Entwicklungsperspektiven von Arbeit im Transformationsprozeß*, Rainer Hampp Verlag, München/Mering 1995.

- Rose, H. (Hrsg.): **Nutzerorientierung im Innovationsmanagement - Neue Ergebnisse der Sozialforschung über Technikbedarf und Technikentwicklung**, Frankfurt/New York 1995.
- Schmidt, R.; Lutz, B. (Hrsg.): **Chancen und Risiken der industriellen Restrukturierung in Ostdeutschland**. KSPW: Transformationsprozesse, Berlin 1995.
- Schmierl, K.: **Umbrüche in der Lohn- und Tarifpolitik - Neue Entgeltsysteme bei arbeitskraftzentrierter Rationalisierung in der Metallindustrie**, Frankfurt/New York 1995.
- Lutz, B.; Hartmann, M.; Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg.): **Produzieren im 21. Jahrhundert - Herausforderungen für die deutsche Industrie - Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band I**, Frankfurt/New York 1996.
- Lutz, B.; Nickel, H.M.; Schmidt, R.; Sorge, A. (Hrsg.): **Arbeit, Arbeitsmarkt und Betriebe**, Leske + Budrich, Opladen 1996.
- Meil, P. (Hrsg.): **Globalisierung industrieller Produktion - Strategien und Strukturen - Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band II**, Frankfurt/New York 1996.
- Rose, H. (Hrsg.): **Objektorientierte Produktionsarbeit - Neue Konzepte für die Fertigung**, Frankfurt/New York 1996.
- Sauer, D.; Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg.): **Zwischenbetriebliche Arbeitsteilung und Kooperation - Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band III**, Frankfurt/New York 1996.
- Bieber, D. (Hrsg.): **Technikentwicklung und Industriearbeit - Industrielle Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen**, Frankfurt/New York 1997.
- Drexel, I.: **Arbeitnehmervertretung vor neuen Differenzierungen des Bildungssystems - Praxisnahe Bildungsgänge zwischen Dualem System und Hochschule - Entwicklungen, Probleme, Strategien**, Frankfurt/New York 1997 (in Vorbereitung).
- Drexel, I.; Giessmann, B. (Hrsg.): **Berufsgruppen im Transformationsprozeß - Ostdeutschlands Ingenieure, Meister, Techniker und Ökonomen zwischen Gestern und Übermorgen**, Frankfurt/New York 1997.
- Heidling, E.: **Interessenvertretung im Netz - Institutionalisierte Interessenvertretung in Kleinbetrieben unter systemischen Vorzeichen - Das Beispiel des Kfz-Gewerbes**, Frankfurt/New York 1997 (in Vorbereitung).
- Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg.): **Organisation und Mitarbeiter im TQM**, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IFS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): **Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1996 - Schwerpunkt: Reorganisation**, edition sigma, Berlin 1997.
- Lutz, B. (Hrsg.): **Zukunftsperspektiven industrieller Produktion - Ergebnisse des Expertenkreises "Zukunftsstrategien" Band IV**, Frankfurt/New York 1997 (in Vorbereitung).
- Mendius, H.G.; Bauer, R.; Heidling, E.: **Kraftfahrzeug-Servicetechniker - ein innovativer Qualifizierungsansatz für das Handwerk**, Bonn 1997.
- Schultz-Wild, L.; Lutz, B.: **Industrie vor dem Quantensprung - Eine Zukunft für die Produktion in Deutschland**, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997.
- Werle, R.; Lang, Ch. (Hrsg.): **Modell Internet? - Entwicklungsperspektiven neuer Kommunikationsnetze**, Frankfurt/New York 1997 (in Vorbereitung).