

Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen: zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen

Fritz Böhle

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Böhle, Fritz. 1992. "Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen: zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen." In *ArBYTE - Modernisierung der Industriosozilogie?*, edited by Thomas Malsch and Ulrich Mill, 87–132. Berlin: edition sigma.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Herausgeber: IUK GmbH - Institut für sozialwissenschaftliche Technikforschung,
Dortmund

Thomas Malsch
Ulrich Mill (Hg.)

ArBYTE

Modernisierung der
Industriesoziologie?

edition
sigma





CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

ArBYTE : Modernisierung der Industriegesellschaft /
[Hrsg.: IUK GmbH - Institut für Sozialwissenschaftliche
Technikforschung, Dortmund]. Thomas Malsch ; Ulrich
Mill (Hg.). - Berlin : Ed. Sigma, 1992
ISBN 3-89404-335-0

NE: Malsch, Thomas [Hrsg.]; Institut für Sozialwissenschaftliche
Technikforschung <Dortmund>

Copyright 1992 by edition sigma® rainer bohn verlag, Berlin.
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen, Übersetzungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Umschlaggestaltung: RB

Druck: WZB

Printed in Germany

924705

Inhalt

Vorwort

7

Thomas Malsch, Ulrich Mill

Einführung

9

ARBEIT UND INFORMATION

Werner Rammert

Neue Technologien - neue Begriffe?

29

Lassen sich die Technologien der Informatik mit den traditionellen Konzepten der Arbeits- und Industriegesellschaft noch angemessen erfassen?

Rudi Schmiede

Information und kapitalistische Produktionsweise Entstehung der Informationstechnik und Wandel der gesellschaftlichen Arbeit

53

MODELL UND REALITÄT

Fritz Böhle

Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen

87

Zur industriegesellschaftlichen Verortung von Erfahrungswissen

Barbara Becker, Michael Paetau

Von der kognitiven zur interaktiven Adäquatheit?

133

Expertensysteme zwischen Substitution und Assistenz menschlicher Problemlösungen

Thomas Malsch

Vom schwierigen Umgang der Realität mit ihren Modellen

157

Künstliche Intelligenz zwischen Validität und Viabilität

5

Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen

Zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen¹

1. Empirische Befunde zum Erfahrungswissen und ihre Interpretation im Rahmen bisheriger Konzepte

Das Phänomen des Erfahrungswissens ist für die Industriesoziologie nicht neu, jedoch finden sich in der jüngeren Diskussion einige neue Akzente in der Thematisierung. In früheren Untersuchungen wurde das Erfahrungswissen der Arbeitskräfte zumeist als ein mehr oder weniger *alltäglicher* Bestandteil der Qualifikation von Arbeitskräften angesehen, den es zwar zu beachten, aber nicht weiter zu erklären und zu durchleuchten galt. Auch war - zumindest implizit - die Annahme leitend, daß Erfahrungswissen im Kontext fortschreitender Verwissenschaftlichung und Technisierung sich zunehmend als unzureichend, wenn nicht gar störend erweist. Dem entspricht, daß der Begriff des *Erfahrungswissens* eher im Sinne einer Residualkategorie oder eines Sammelbegriffs zur Bezeichnung von Qualifikationen verwendet wird, die in der betrieblichen Praxis neben beruflichem Fachwissen und Fertigkeiten zur Anwendung kommen.² In der neueren Diskussion erfährt demgegenüber das Erfahrungswissen eine besondere Beachtung. Es scheint, daß es gerade das Erfahrungswissen der Arbeitskräfte ist, das angesichts fortschreitender Verwissenschaftlichung und Technisierung den Einsatz von Arbeitskraft für die Betriebe notwendig oder zumindest vorteilhaft macht. Beispiele hierfür sind

- 1 Dieser Beitrag beruht auf Arbeiten im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 333 der Universität München "Entwicklungsperspektiven von Arbeit", Teilprojekt A 2: "Widersprüchliche Arbeitsanforderungen und Gefährdungen sinnlicher Erfahrung - Neue Belastungen in hochtechnisierten Produktionssystemen" (Böhle/Milkau/Moldaschl/Rose).
- 2 Vgl. zu diesem Verständnis von Erfahrungswissen ausführlicher Abschnitt 3.1, sowie zu einem erweiterten Verständnis Abschnitte 2 und 5.3.

etwa die These von der Abhängigkeit des Planungswissens vom Erfahrungswissen der Arbeitskräfte (Malsch 1987), die empirischen Belege für die These von den "Neuen Produktionskonzepten" (Kern/Schumann 1984), ebenso wie die Argumente, die in der Gegenüberstellung von technikzentrierten und anthropozentrierten Rationalisierungskonzepten vorgebracht werden (Brödner 1986). Diese Untersuchungen verweisen einerseits auf Tendenzen zu einer *Requalifizierung*, andererseits zeigen sie, daß diese aber nicht nur oder primär auf höheren Anforderungen an theoretisch-wissenschaftliche Kenntnisse beruht. Dies war auch einer der überraschenden und irritierenden Befunde der Berliner Projektgruppe Automation und Qualifikation.³ Unsere eigenen Untersuchungen unterstreichen ebenfalls die Bedeutung des Erfahrungswissens in der rechnergestützten Produktion (Böhle/Milkau 1988; Böhle/Rose 1990).

Wie sind solche empirischen Befunde gesellschaftspolitisch einzuschätzen, und zwar sowohl in der Perspektive von Gefährdungen bzw. Entwicklungschancen von Arbeitskraft als auch gesellschaftlicher Entwicklungen insgesamt? Eine Beantwortung dieser Frage erweist sich auf der Grundlage bisheriger industriesoziologischer Konzepte zur Analyse betrieblicher Rationalisierung und der Qualifikation von Arbeitskräften als ein äußerst zwiespältiges Unterfangen. Genau besehen läßt sich hier kaum etwas sonderlich Positives ausmachen - eher im Gegenteil.

Im Rahmen der Qualifikationsforschung rangiert Erfahrungswissen gemeinhin am unteren Ende der Rangskala, nach der Kenntnisse und Fertigkeiten von Arbeitskräften beurteilt werden. Oft wird es auch mit *praktischen Fertigkeiten* gleichgesetzt und den beruflichen Kenntnissen, insbesondere dem *Fachwissen*, gegenübergestellt.

Vor diesem Hintergrund eröffnet der Verweis auf das Erfahrungswissen von Arbeitskräften - als eine Begründung für den betrieblichen Einsatz von Arbeitskraft und Tendenzen zu einer Requalifizierung - gesellschaftspolitisch kaum neue Perspektiven. Eher bestätigt es ein weiteres Festhalten an tayloristischen Prinzipien der Arbeitsorganisation, insbesondere der Trennung von planender und ausführender bzw. geistiger und körperlicher Arbeit. Die Feststellung, daß Betriebe Arbeitskräfte gerade wegen ihres Erfahrungswissens einsetzen, kann in dieser Perspektive auch als eine neue Variante der hinlänglich bekannten *Automatisierungslücken* interpretiert werden. Waren diese in der

³ Ursprüngliche Absicht war es, in diesen Untersuchungen empirische Belege nicht nur für die Verwissenschaftlichung der Produktion, sondern auch für die Verwissenschaftlichung von Arbeit zu finden. Dies konnte jedoch nicht stichhaltig belegt werden, vielmehr stieß man gerade in hochtechnisierten Produktionsprozessen auf die Bedeutung des Erfahrungswissens, was in gewisser Weise eine Relativierung der Ausgangsthese notwendig machte (Projektgruppe Automation und Qualifikation 1987).

Vergangenheit primär durch Anforderungen an stark restriktive *physische Arbeitsleistungen* charakterisiert (z.B. einfache Zuarbeiten), so sind es nun primär Anforderungen an spezifische *Praxiskenntnisse*, die von den Arbeitskräften zur Gewährleistung eines reibungslosen Ablaufs technischer Systeme eingebracht werden müssen. Werden in diesem Zusammenhang - zumindest teilweise - auch das Tätigkeitsspektrum und Dispositionsmöglichkeiten erweitert (Requalifizierung), so kann einer positiven Einschätzung solcher Entwicklungen entgegengehalten werden, daß sich hier die Beurteilung an einer eher handwerklich-konservativen Struktur von Industriearbeit orientiert, mit der zugleich eine weitere Zementierung schicht- und klassenspezifischer Lebenschancen einhergeht.

Ungeachtet der qualifikatorischen Einschätzung des Erfahrungswissens ist letztlich aber auch ungewiß, ob es sich hier nicht lediglich um ein vorübergehendes Phänomen handelt. So hat z.B. Lothar Hack darauf hingewiesen, daß sich mit einer fortschreitenden Verwissenschaftlichung der Produktion die Relationen zwischen Erfahrungswissen und Planungswissen grundlegend ändern. Die These, daß Planungswissen auf Erfahrungswissen aufsitzt und somit immer wieder in neuer Weise generiert werden muß (Malsch), gilt demnach nur für die Phase der wissenschaftlichen Betriebsführung, wo es darum ging, die Faustregeln der Arbeit in objektivierbare Regeln zu transformieren. Demgegenüber habe bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert mit der "Science based Industry" eine konkurrierende Entwicklung begonnen, in der sich die Konturen der eigentlichen Verwissenschaftlichung der Produktion deutlich abzeichnen. Nicht das Erfahrungswissen der Arbeiter ist hier der Ausgangspunkt; vielmehr werden mit Hilfe von wissenschaftlich begründeten Gesamtkonzepten, die man in technologische Systemkonzepte transformiert, Abläufe installiert, die dem Erfahrungswissen der Arbeiter zuvorkommen und es in seinen Strukturen ersetzen oder zumindest weitgehend festlegen. So geht es ja gerade in der Verwissenschaftlichung der Industrie um die "Systematisierung und Vervollständigung von Prozessen der symbolischen Antizipation realer Abläufe und, damit gekoppelt, die verbindliche Vorwegdefinition der realen Prozesse und deren Regulierung" (Hack 1988, S. 230).

Frägt man nach den Gründen für die dennoch empirisch feststellbaren Grenzen und Probleme bei der technischen Beherrschung von Produktionsprozessen, so werden von der Industriesoziologie eine Reihe von Erklärungen angeboten. Dabei ist - implizit oder explizit - durchweg die Annahme leitend, daß sie nicht grundsätzlich technisch bedingt sind (vgl. Brandt/Papadimitriou 1990). Erklärungen richten sich primär auf die gesellschaftlichen Bedingungen und Einflußgrößen, denen technische Entwicklungen sowie ihre Anwendungen unterliegen. In der Tradition der politischen Ökonomie sind es hier die Verwertungsinteressen von Kapital, die einerseits technische Entwicklung und ihre

Anwendung antreiben, zum anderen aber auch jeweils in spezifischer Weise begrenzen; in eine ähnliche Richtung verweist auch die Gegenüberstellung von Produktionsökonomie und Marktökonomie, gemäß der die planmäßige technisch-wissenschaftliche Organisation des Produktionsprozesses durch die "Anarchie des Marktes" beständig blockiert und verunmöglicht wird (Sohn-Reithel 1972); ferner wird aber auch auf Defizite in den betrieblichen Planungs- und Entscheidungsprozessen bis hin zu Interessenkollisionen und Inkompetenzen im betrieblichen Management verwiesen (z.B. Lullies/Weltz 1983), und schließlich gehört es zum Bestand industriesoziologischer Erkenntnisse, daß der Einsatz von Arbeitskraft in keiner deterministischen Abhängigkeit vom Entwicklungsstand und dem Einsatz von Produktionstechniken steht (vgl. Lutz 1983). Demnach können empirisch feststellbare Begrenzungen in der technischen Beherrschung von Produktionsprozessen (und ein entsprechender Einsatz von Arbeitskraft) auch Ergebnis betrieblicher Strategien sein, technische Möglichkeiten nicht (oder noch nicht) voll auszuschöpfen.

Diese Hinweise sollen genügen, um deutlich zu machen, daß auf der Grundlage der bisher vorherrschenden industriesoziologischen Konzepte eine Auseinandersetzung mit der Rolle des Erfahrungswissens im Produktionsprozeß kaum zu neuen Einsichten führt. Anders verhält es sich jedoch, wenn einige der bisher mehr oder weniger hinterfragten Prämissen industriesoziologischer Konzepte zur Diskussion gestellt werden. Dann nämlich könnte das Phänomen des Erfahrungswissens zugleich einen Einstieg geben in Modifikationen und teilweise Revisionen bisheriger Einschätzungen der Qualifikation von Arbeitskräften, ebenso wie der Grenzen und Probleme bei der Verwissenschaftlichung und Technisierung von Produktionsprozessen. Hierzu ist an drei Punkten der bisherigen Forschung anzusetzen:

1. Der Analyse und Beurteilung von Kenntnissen und Fertigkeiten, die von Arbeitskräften im Produktionsprozeß eingesetzt und genutzt werden;
2. der Erklärung von Grenzen und Brüchen der Verwissenschaftlichung und technischen Beherrschung von Produktionsprozessen sowie
3. dem Verhältnis von Arbeitsorganisation und Technik bzw. dem Einfluß der Produktionstechnik auf den Einsatz von Arbeitskraft.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf den zweiten Punkt; jedoch seien ihnen einige Hinweise zu neueren Forschungsansätzen und -diskussionen zum ersten Punkt vorangestellt, ebenso sei versucht, abschließend auch einige Konsequenzen für die Diskussion des Verhältnisses von Technik und Arbeitskräfteeinsatz zu geben.

2. Neue Zugänge und Fragestellungen

Im Rahmen der psychologischen Forschung wurde es seit der sog. *kognitiven Wende* nach dem Zweiten Weltkrieg zu einem weitreichenden Konsens, menschliches Denken und Erkennen primär nach dem Modell kognitiv-rationaler Informationsverarbeitung zu interpretieren. Hierauf beziehen sich auch maßgeblich Theorien, Modelle und praktische Versuche, menschliches Denken und Wahrnehmen technisch zu simulieren und zu ersetzen. Zugleich wurde in der Auseinandersetzung mit der sog. *Künstlichen Intelligenz* (im weiteren Sinne) aber auch die Frage nach dem, was eigentlich menschliches Wissen und Erkennen ausmacht, in gewisser Weise neu thematisiert. Betont werden nun gerade auch sog. *nicht-rationale* Faktoren und Phänomene wie etwa Intuition, Assoziation bis hin zu Gefühlen und körperlich-sinnlicher Erfahrung. Diese Forschungsansätze richten sich gegen eine Verkürzung menschlichen Denkens und Erkennens auf primär *rationale* und weithin *entkörperlichte* geistige Vorgänge. Exemplarisch hierfür ist die Diskussion der Grenzen künstlicher Intelligenz, wie sie etwa von Dreyfus/Dreyfus (1986; 1985) dargelegt wurden; ebenso die insbesondere von Volpert im Rahmen der Handlungsregulationstheorie neuerdings eingebrachten Ergänzungen und teilweise auch Korrekturen (Volpert 1983; 1986). Auch unsere eigenen Arbeiten zu "subjektivierendem Handeln", die sich im Grenzbereich zwischen Psychologie und soziologischer Handlungstheorie bewegen, sind hier zu nennen (Böhle/Milkau 1988; Böhle/Rose 1990). Diese Forschungsansätze machen darauf aufmerksam, daß Erfahrungswissen sich weder auf ein bloßes *Ausführungswissen* oder *Routine* noch auf ein lediglich *vorwissenschaftliches Alltagswissen* beschränkt. Erfahrungswissen ist in dieser Perspektive ein wesentlicher und unverzichtbarer Bestandteil menschlichen Wissens, der durch andere Wissensformen (insbesondere wissenschaftlich gewonnenes und geleitetes Wissen) weder beliebig ersetzbar noch hierauf reduzierbar ist.

Ich möchte im folgenden diese Auseinandersetzung mit dem Phänomen des Erfahrungswissens in einer stärker sozialwissenschaftlich-soziologischen Perspektive fortsetzen und ergänzen. Dabei gilt es, ein Problem zum Ausgangspunkt zu machen, das bei der psychologisch-handlungstheoretisch orientierten Untersuchung angesprochen, aber letztlich nicht befriedigend beantwortet wird (bzw. werden kann). Daß menschliches Denken, Wahrnehmen und Erkennen auch durch *nicht-rationale* Faktoren sowie körperlich-sinnliche Erfahrungen beeinflusst wird und hiervon abhängt, ist - genau besehen - hier nicht der eigentlich strittige Punkt; ebenso auch nicht, daß der Mensch Dinge kann, die technisch nicht simulierbar sind. Entscheidend - in unserer Fragestellung - ist vielmehr, ob im Produktionsprozeß jene Fähigkeiten, die von den Kritikern *künstlicher Intelligenz* vorgebracht werden, überhaupt eine Rolle spielen und

wenn, ob dies auch zukünftig so bleiben muß.⁴ Verweist man in diesem Zusammenhang auf Probleme bei der Technisierung sozialer Interaktions- und Kommunikationsprozesse, so ist dies - zumindest im Bereich der Sozialwissenschaften - noch am ehesten plausibel. Allerdings wird die Argumentation bereits schwieriger, wenn sie anhand planmäßig organisierter Betriebsabläufe diskutiert wird. Brüche und Diskrepanzen zwischen der Planung und der Praxis erscheinen auch hier allzu leicht als Folgen einer *defizitären* Praxis, die es auf ein höheres Niveau der *Rationalisierung* (im doppelten Sinne) zu stellen gilt.⁵ Noch weit ungesicherter ist das Terrain, wenn man sich im Bereich der technischen Beherrschung physikalisch-chemischer Prozesse bewegt. Doch genau hier liegt m.E. die eigentliche Brisanz der Auseinandersetzung mit der Rolle des Erfahrungswissen.

Dies führt zur Frage nach Ursachen von empirisch feststellbaren Grenzen in der Verwissenschaftlichung und technischen Beherrschung von Produktionsprozessen. Ich möchte mich im weiteren hierauf konzentrieren und einige Argumente für eine Ergänzung der zuvor genannten Erklärungen anführen. Die These ist, daß Grenzen in der Verwissenschaftlichung und Technisierung weit mehr wissenschafts- und technikimmanent sind, als dies bisher angenommen wird. Dies besagt auch, daß die konkreten Auswirkungen bestimmter Produktionstechniken keineswegs nur oder primär von den Bedingungen ihrer Anwendung abhängen. Zur Diskussion stehen somit nicht gesellschaftliche Faktoren, durch die Wissenschaft und Technik in ihrer Entwicklung und praktischen Nutzung beeinflusst werden, sondern vielmehr die Prämissen der Verwissenschaftlichung und einer hierauf beruhenden Technik selbst.

Als Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen möchte ich nochmals auf einige neuere empirische Befunde zurückkommen. In der Vergangenheit waren empirisch feststellbare Begrenzungen in der technischen Beherrschung von Produktionsprozessen (Mechanisierung/Automatisierung) überwiegend Ergebnis einer expliziten, vielfach bereits im Planungsstadium erfolgenden Favorisierung von menschlicher Arbeitskraft gegenüber rein technischen Lösungen. So wird auch als ein wichtiges Merkmal bisheriger Rationalisierungsstrategien - im Unterschied zu den "neuen" Rationalisierungsformen (systemische Rationalisierung etc.) - das punktuelle, selektive und inselförmige Vorgehen der Betriebe herausgestellt (Altmann et al. 1986). Demgegenüber scheint es, daß

4 So wird unseren Untersuchungen zur Rolle "subjektivierenden Arbeitshandeln" nicht von ungefähr oft entgegengehalten, daß wir zwar durchaus auf wichtige Phänomene im Arbeitsprozeß aufmerksam machen; es läßt sich allein hieraus aber noch keineswegs schließen, daß sie auch zukünftig eine Rolle spielen oder/und hierdurch maßgeblich weitere Prozesse der Technisierung und Rationalisierung industrieller Produktion beeinflussen würden.

5 Vgl. zur Kritik einer solchen Sichtweise z.B. Weltz 1988; 1990.

bei den gegenwärtig zu beobachtenden Automatisierungsprozessen sich der letztendlich notwendige Einsatz von Arbeitskraft überwiegend erst im Verlauf der praktischen Verwirklichung zeigt und zum Teil erheblich von den Zielen der Planung abweicht; er ergibt sich offenbar überwiegend *hinter dem Rücken* der technischen Planung. Dies gab es sicher auch schon in der Vergangenheit; es ist ein allgemeiner industriesoziologischer Befund, daß ex ante im Stadium der technischen Planung vielfach die exakten Auswirkungen auf den Einsatz von Arbeitskraft nicht präzise absehbar und benennbar sind. Gleichwohl scheint ein wichtiger Unterschied zur bisherigen Praxis zu bestehen: War es in der Vergangenheit üblich, daß in der Einführungs- und Erprobungsphase neuer Produktionsanlagen die personelle Besetzung vergleichsweise umfangreich gehandhabt wurde und dann sukzessive eine *Verdünnung* erfolgte, so scheint es nun eher umgekehrt zu sein. Man plant und beginnt mit wenig oder gering qualifiziertem Personal und stellt dann eher überraschend fest, daß es nicht geht. Das kann so weit gehen, daß auch noch nach längerer Zeit ein mehr oder weniger offener Konflikt zwischen den Vorgaben der technischen Planung und der Praxis auf Produktionsebene besteht. Ich beziehe mich hier vor allem auf Ergebnisse einer Untersuchung, die wir zur Zeit in hochtechnisierten Produktionsbereichen der Prozeßindustrie durchführen (Böhle/Rose 1992). Als ein Beispiel hierfür kann auch der Einsatz von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen in der Metallbe- und -verarbeitung angesehen werden. Man ging hier zunächst davon aus, daß programmgesteuerte Maschinen auch von gering qualifizierten Arbeitskräften bedient und extern programmiert werden können. In der Praxis zeigte sich dann aber, daß - insbesondere bei flexibler Produktion - sich letztlich doch der erfahrene Facharbeiter zur Optimierung und Erstellung der Programme sowie zur Vermeidung von Störungen als notwendig oder zumindest für die Betriebe vorteilhaft erweist.⁶

Die Erklärung der genannten empirischen Befunde allein durch betriebliche Strategien bei der Technikanwendung und der Nutzung von Arbeitskraft ist unbefriedigend. Pointiert formuliert zeigt sich nämlich - zumindest in Teilbereichen der Industrie - durchaus ein Interesse an einer weitestmöglichen Ersetzung menschlichen Arbeitsvermögens; ebenso finden sich auch technische Entwicklungen, die hierauf abzielen. In der Praxis zeigt sich dann aber, daß die anvisierten Ziele nur zum Teil erreicht werden; irritierend und verblüffend ist, daß - im betrieblichen Jargon - ein *Rest* übrig bleibt, den man nicht unmittelbar *in den Griff* bekommt. Dieser *Rest* erweist sich vielfach als eine *Hydra*: Bei jedem weiteren Fortschreiten der technischen Beherrschung entsteht er in eigentümlicher Weise neu, indem er auch durch die technischen Systeme selbst

6 Die empirischen Befunde hierzu sind mittlerweile zahlreich; vgl. zusammenfassend Rose 1991.

hervorgebracht wird. Dies etwa ist der Sachverhalt, der von Bainbridge als "Ironies of Automation" bezeichnet wurde (Bainbridge 1987). Ähnlich argumentiert z.B. auch Friedrich Gerstenberger in einer kritischen Reinterpretation der empirischen Befunde in der SOFI-Studie zur systemischen Rationalisierung im Angestelltenbereich. Gerstenberger war selbst an den empirischen Erhebungen beteiligt. Er stellt fest, daß die von der Automatisierung ausgesparten Tätigkeiten - nach den vorherrschenden sozialwissenschaftlichen Kriterien - kaum gemeinsame Merkmale aufweisen; weder handelt es sich generell um hloße Restfunktionen, noch aber um besonders anspruchsvolle Tätigkeiten. Auch ging man vielfach bei der Planung davon aus, solche Tätigkeiten zu ersetzen. Daß dies dann faktisch nicht erfolgte, läßt sich - so die Folgerung - nicht unmittelbar auf ökonomische oder sonstige betriebliche Interessen zurückführen; ebenso aber auch nicht auf Forderungen und Widerstände seitens der Arbeitskräfte (Gerstenberger o.J.).

Empirische Befunde der genannten Art lassen die Frage aufkommen, ob hier nicht auch Eigentümlichkeiten und Besonderheiten des stofflichen Produktionsprozesses, der Materialien und Produkte bis hin zu den technischen Apparaturen eine Rolle spielen. Selbst wenn grundsätzlich eine weitergehende technische Beherrschung nicht ausgeschlossen wird, so bestehen doch offenbar ganz erhebliche Schwierigkeiten hinsichtlich der praktischen Realisierbarkeit. Mit empirischen Befunden allein kann hier jedoch die Diskussion kaum weitergeführt werden. In der Auseinandersetzung mit Ingenieuren und Naturwissenschaftlern befindet sich der Sozialwissenschaftler zumeist in der Situation des Wettlaufs zwischen Hase und Igel: Verweist man auf empirisch feststellbare Grenzen, Brüche, Dysfunktionalitäten der Verwissenschaftlichung und Technisierung, so erhält man zumeist die Antwort, daß dies bestenfalls eine Frage des aktuellen Stands der technischen Entwicklungen ist. Jedoch gibt es - zumindest in der Tendenz - hierzu auch andere Aussagen, überwiegend von Ingenieuren und Technikern, die durch ihre Stellung im Betrieb oder berufliche Biographie eine gewisse Nähe zum Produktionsprozeß aufweisen. Da ist z.B. von einer Vielzahl von *Imponderabilien* die Rede, die man nicht alle berechnen kann und in den Griff bekommt. Das Material wird als *lebendig* beschrieben, dessen Reaktionen immer wieder unterschiedlich sind. Auch wird auf den Verschleiß von Produktionsanlagen und Störquellen hingewiesen, die quasi *unendlich* oder zumindest in ihrem konkreten Auftreten nicht vorhersehbar sind, weil sie durch *unterschiedliche Wirkungszusammenhänge* verursacht werden (Böhle/Milkau 1988, S. 143; Böhle/Rose 1992).

Diese Hinweise auf empirische Befunde sollen hier genügen. Ich möchte sie zum Anlaß nehmen, die Prämissen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und einer hierauf beruhenden Technisierung etwas genauer zu durchleuchten. Dieses Vorhaben erscheint im Rahmen einer sozialwissenschaftlichen Analyse

vermessen, und nicht von ungefähr wird dieses Thema auch zumeist ausgespart. Doch geht es hier nicht um eine Gegenüberstellung von naturwissenschaftlicher Erkenntnis einerseits und den tatsächlichen Gegebenheiten andererseits. Die folgenden Überlegungen konzentrieren sich vielmehr auf die historisch-gesellschaftliche Genese naturwissenschaftlicher Erkenntnis und einer hierauf beruhenden Technikentwicklung. Hierzu sollen drei Zusammenhänge etwas näher beleuchtet werden: der Zusammenhang von Verwissenschaftlichung und Technikentwicklung, die historisch-gesellschaftlichen Grundlagen der Entstehung der modernen Naturwissenschaften und - damit verbunden - die historisch-gesellschaftliche Formung und Verortung sinnlicher Wahrnehmung und Erkenntnis.

Im Zentrum steht dabei die Frage, worauf eigentlich der Anspruch der neuzeitlichen Naturwissenschaft beruht, eine der *Natur der Sache* angemessene Form der Erkenntnis zu sein, und unter welchen Bedingungen sie diesen Anspruch praktisch geltend macht bzw. machen kann. Mit den folgenden Überlegungen verbindet sich die Absicht, einen argumentativen Rahmen zu entfalten, der Fragestellungen für weitere Diskussionen und Untersuchungen absteckt.

3. Gesellschaftliche Grundlagen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und ihrer Anwendung im Produktionsprozeß

3.1 Verwissenschaftlichung und Technik

Die Entwicklung und der Einsatz neuer Produktionstechniken wird in industri soziologischen Untersuchungen zumeist als Indiz für eine fortschreitende Verwissenschaftlichung der Produktion gewertet. Technik wird als Vergegenständlichung naturwissenschaftlicher Erkenntnis angesehen. Diese Verbindung zwischen Technisierung und Verwissenschaftlichung verleiht technischen Innovationen einen im Grundsatz *fortschrittlichen* Charakter, sei es im emphatischen Sinn als Grundlage menschlicher Emanzipation von naturhaften Zwängen und Beschränkungen oder - etwas nüchterner - im Sinne fortschreitender Erkenntnis und Ausweitung von Wissen. Diese Sichtweise wird abgestützt durch ein allgemeines Deutungsmuster, das zum Repertoire eines aufgeklärten Weltverständnisses gehört. Die naturwissenschaftliche Begründung technischer Entwicklung ist zugleich Indiz für eine fortschreitende *rationale* Erkenntnis und löst das ein, was Max Weber als "Entzauberung der Welt" bezeichnet hat: die Gewißheit, daß die Welt letztlich durch rationales Wissen erklärt werden kann und erkennbar ist. (Selbst in der Perspektive eines kritischen Rationalismus stehen naturwissenschaftliche Erkenntnisse zumindest für das, was der

menschlichen Erkenntnis über die Natur zugänglich ist.) Dies hat auch Konsequenzen für die Einschätzung und soziale Verortung anderer Formen des Wissens; wie z.B. des sog. *Erfahrungswissen*.

Wissenschaftlich geleitete Erkenntnis (im oben definierten Sinn) gilt als die elaborierteste Form von Erkenntnis und Wissen. Dies schließt den praktischen Nutzen und die Notwendigkeit anderer Formen des Wissens nicht aus; sie bewähren sich aber letztlich nur unter dem Kriterium der praktischen Nützlichkeit, nicht aber unter dem Kriterium von objektiv richtiger Erkenntnis. Verbunden mit der Annahme, daß letztlich nur objektiv richtige Erkenntnis auch zu dem führt, was sich praktisch bewährt, ist wissenschaftliche Erkenntnis sowohl theoretisch als auch praktisch letztlich allen anderen Formen des Wissens überlegen. Erfahrungswissen ist in diesem Verständnis eine Vorstufe zu wissenschaftlich geleitetem Wissen, findet dort Anwendung und hat seinen Nutzen, wo es sich um Bereiche handelt, die (noch nicht) Gegenstand wissenschaftlicher Durchdringung sind. Erfahrungswissen wird daher auch oft als ein vorwissenschaftliches Alltagswissen bezeichnet oder/und als eine Basis, aus der sich Anstöße für systematisch geleitete wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben. Eine andere - aber im Prinzip gleichgelagerte - Einschätzung begreift Erfahrungswissen als Ergänzung wissenschaftlich geleiteter Erkenntnis. Hier geht es sowohl um die praktische Überprüfung als auch praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Erfahrungswissen ist hier quasi das Medium, über das allgemeine wissenschaftliche Kenntnisse an konkrete Gegebenheiten angepaßt werden. Erfahrungswissen steht auch für die praktische Verwirklichung bzw. *Ausführung* allgemein formulierter Ziele und Konzepte; so etwa in der Gegenüberstellung von wissenschaftlich geleitetem Planungswissen einerseits und empirisch begründetem Ausführungswissen andererseits. In einer solchen Sicht sind letztlich nur *pragmatische* Gründe für die Ergänzung wissenschaftlich geleiteter Erkenntnis ausschlaggebend; daß Erfahrungswissen grundsätzlich einer exakten wissenschaftlichen Durchdringung zugänglich sowie hierdurch ersetzbar ist und dies auch die wesentliche Grundlage für technische Entwicklungen darstellt, steht nicht in Frage. Nach dieser Auffassung geraten jedoch wichtige Aspekte der Technikentwicklung nicht oder nur verkürzt ins Blickfeld.

Historische Untersuchungen zeigen, daß nicht nur in der vorindustriellen handwerklichen Produktion, sondern auch in der industriellen Produktion technische Innovationen keineswegs nur auf einer fortschreitenden Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse beruhten. Dies gilt auch für die sog. "Science based Industries" wie etwa die Chemieindustrie (Radkau 1989, S. 40f.). In der Technikgeschichte - so die Befunde - begegnet man dem Phänomen der *Erfahrung* praktisch auf *Schritt und Tritt*, insbesondere im Bereich der Großtechnik, dem Bau und Betrieb großer und komplexer Anlagen, "wo lang-

fristige Materialeigenschaften, schwer überschaubare Wechselwirkungen zwischen der Vielzahl der Komponenten und auch sehr seltene, zunächst mehr hypothetische Störfallmöglichkeiten ins Gewicht fallen, und wo die Optimierung nicht mehr mit einigen Grundideen, sondern mit einem langen Strom von Detail- und Verbesserungsinnovationen zu tun hat" (ebd.). Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts war offenbar die Bedeutung der Erfahrung im Rahmen technischer Entwicklungen noch eine *Selbstverständlichkeit*. Dabei waren - in der historischen Entwicklung - nicht nur Facharbeiter und erfahrene Produktionsarbeiter lange Zeit die wesentliche Rekrutierungsbasis für *Ingenieure*; technische Entwicklungen wurden umgekehrt auch vielfach von den Produktionsarbeitern im praktischen Einsatz modifiziert und umgebaut. Des weiteren waren die Übergänge zwischen Maschinenbedienung und Instandhaltung und Reparatur fließend. Ferner dokumentieren historische Untersuchungen, daß sich z.B. im Zuge der Akademisierung und Professionalisierung des Ingenieurwesens zugleich die *Technologie* als eine auf empirischen Methoden beruhende Eigendisziplin gegenüber Mathematik und Physik konstituiert hat. Dabei ging es nicht nur "um die experimentelle, im Labor zu reproduzierende, sondern auch um die in der Praxis gewonnene, einmalige und personengebundene Erfahrung" (ebd.). Überdies ist darauf hinzuweisen, daß sich in der Geschichte der Technikentwicklung technisches Wissen "nicht auf die anzuwendenden wissenschaftlichen Erkenntnisse reduzieren läßt; stets beinhaltet technisches Wissen auch die Kenntnis des Feldes, in dem diese Anwendung stattfinden soll; und nicht selten liegt, wie noch zu zeigen, in dieser Kenntnis, in der von ihr implizierten Vertrautheit mit der feldspezifischen Stofflichkeit und in der mit ihr einhergehenden Fähigkeit, auch unter partieller Unbestimmtheit und Unsicherheit angemessen zu handeln, der Kern dessen, was man technische Kompetenz nennen kann. Eine zentrale Funktion dessen, was man als die 'soziale Strukturierung' technischen Wissens und technischer Kompetenz bezeichnen kann, besteht darin, sicherzustellen, daß in einer konkreten Anwendungskonstellation die Wissensbestände und Kompetenzen präsentiert sind, die eingesetzt werden müssen, damit die jeweils gewählte Lösung dem 'Stand der Technik' entspricht. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen" (Lutz/Veltz 1989, S. 259).

Gleichwohl ist unverkennbar, daß spätestens seit Ende des 19. Jahrhunderts insbesondere in Deutschland das Selbstbewußtsein der wissenschaftlichen Theorie und ihrer institutionellen Verankerung zunimmt. "Das Pathos der Verwissenschaftlichung enthielt die Zuversicht, daß über kurz oder lang alle Erfahrung durch theoretische Deduktion abgelöst werde, wenn nicht gar schon jetzt zu ersetzen sei" (Radkau 1989, S. 44). Unter anderem zeigt sich dies in einer fortschreitenden Akademisierung und Professionalisierung technischer Entwicklung und Planung im Rahmen industrieller Produktion sowie einer damit

verbundenen Ablösung vom unmittelbaren Produktionsprozeß. Es verändert sich damit sowohl die Rekrutierung wie auch Stellung der Ingenieure in der betrieblichen Hierarchie. Nicht nur die räumliche, sondern auch die soziale Distanz zum unmittelbaren Produktionsprozeß nimmt zu (z.B. Lutz/Kammerer 1975; Lutz/Veltz 1989). Praktische Erfahrungen kommen damit zunehmend nur mehr *nachträglich* zum Tragen, d.h. bei der Implementation technischer Entwicklungen und - zumindest in der Tendenz - immer weniger als Ausgangspunkt und Grundlage ihrer Entwicklung.

Für die weiteren Überlegungen ist hier festzuhalten: Technik - speziell Produktionstechnik - ist nicht zwangsläufig identisch mit der praktischen Anwendung (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Verwissenschaftlichung von Technik ist vielmehr als ein Prozeß der historisch-gesellschaftlichen Entwicklung zu begreifen; nach vorliegenden historischen Befunden handelt es sich um eine fortschreitende Überformung und Beeinflussung der Technikentwicklung durch Wissenschaft (vgl. Rammert 1982). In dieser Perspektive spricht vieles dafür, daß im Zusammenhang mit der Entwicklung der Mikroelektronik sowie rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien die Dynamik einer weitergehenden Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung zunimmt und diese Entwicklungen maßgeblich hierdurch geprägt sind. Damit wird die Frage virulent, welche spezifische Prägung technische Entwicklungen durch ihre Verwissenschaftlichung erfahren. Darin geht die Vermutung ein, daß sich die Verwissenschaftlichung von Technik (bzw. Technikentwicklung) nicht nur als ein linearer Prozeß der beständigen Erweiterung und praktischen Anwendung von Wissen über physikalisch-organische Gegebenheiten darstellt; vielmehr scheinen sich hieraus auch erhebliche Auswirkungen auf die qualitative Ausprägung und die Zielsetzung technischer Entwicklungen zu ergeben. Ins Blickfeld rücken damit nicht primär die Bedingungen der Technikanwendung noch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, durch die eine Verwissenschaftlichung der Technikentwicklung hervorgerufen und in ihren konkreten Ausformungen beeinflußt wird. Die hier formulierte Frage zielt vielmehr unmittelbar auf die Beeinflussung technischer Entwicklungen durch die Prämissen und Erkenntnisprinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnis selbst. Diese werden gemeinhin als *ahistorische* Kategorien menschlicher Erkenntnis aufgefaßt, die im Prozeß gesellschaftlicher Modernisierung zwar zur Entfaltung kommen, aber - in gewisser Weise - über diesen hinausweisen und hiervon unabhängig Geltung haben. Diese Sicht läßt jedoch offenbar wichtige gesellschaftlich-historische Bedingungen naturwissenschaftlicher Erkenntnis außer acht.

Im folgenden sei dies näher umrissen. Als Ausgangspunkt werden zunächst einige allgemeine Prämissen naturwissenschaftlicher Erkenntnis kurz benannt. Dabei geht es weniger um bestimmte Theorien und Theoreme, sondern eher um die ihnen zugrunde liegenden Prinzipien und Prämissen der Erkenntnis.

3.2 Prämissen der neuzeitlichen Naturwissenschaften

Grundlegend für die neuzeitlichen Naturwissenschaften, die sich etwa seit dem 17. Jahrhundert herausbilden, ist die Unterscheidung zwischen physikalisch-organischen Gegebenheiten einerseits und dem subjektiven, auf eigenem Willen sowie geistigen und psychischen Prozessen beruhendem menschlichen Handeln andererseits. In dieser Perspektive konstituieren die modernen Naturwissenschaften ein Weltbild, das für eine rationale Weltauffassung charakteristisch ist. Nicht von ungefähr macht daher z.B. Habermas die Durchsetzung eines rationalen Weltbildes an der Zurückdrängung animistischer und mystischer Vorstellungen über Natur fest (Habermas 1981). Ein zweites Merkmal der neuzeitlichen Naturwissenschaften ist die Annahme von der grundsätzlichen Mathematisierbarkeit physikalisch-organischer Gegebenheiten und Vorgänge. Dies besagt, daß sämtliche der jeweils konstitutiven Faktoren und Zusammenhänge durch Quantifizierung und allgemeine, abstrakt formulierbare logische Regeln erfaßbar sind. Damit verbindet sich als ein drittes Merkmal die Zurückführung konkreter Erscheinungsformen physikalisch-organischer Gegebenheiten und Abläufe auf im Prinzip invariante (gleichbleibende) Gesetze und Gesetzmäßigkeiten. *Naturgesetze* gelten - so die Prämisse - unabhängig von zeitlich-historischen und räumlich-geographischen Veränderungen. Schließlich ist die Annahme leitend, daß sich solche Gesetzmäßigkeiten nicht allein auf dem Wege sinnlicher Erfahrung und Wahrnehmung erkennen lassen; sie sind der sinnlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich. Die neuzeitlichen (Natur-)Wissenschaften definieren sich zwar als erfahrungsbezogen bzw. als *Erfahrungswissenschaften*, zugleich ist hiermit in der historischen Entwicklung aber nicht eine Aufwertung, sondern eine massive Abwertung *sinnlicher Wahrnehmung* als Medium der Erkenntnis verbunden. Die Auseinandersetzung mit den Grenzen sinnlicher Erfahrung und der Sinnestäuschung stehen mit im Zentrum der neuzeitlichen *Erfahrungswissenschaft*. Zum Ausgangspunkt wird die Auffassung, daß die Sinneserkenntnis die Natur nicht so wiedergibt, wie sie geschaffen ist. Allein dem menschlichen Verstand obliegt es, die Natur, so wie sie wirklich ist, zu erkennen und zu verstehen. Die sinnliche Wahrnehmung ist nur soweit nützlich und notwendig, als sie die verstandesmäßigen Erkenntnisse unterstützt; folglich muß sie sich auch hieran ausrichten und unterordnen. Im Experiment reduziert sich auf diese Weise die Sinnesstätigkeit primär auf die Funktion eines hypothesengeleiteten Registrierens einzelner Meßgrößen und Abläufe. Damit einher geht die Forderung nach *Objektivität* der Wahrnehmung.⁷

⁷ Siehe ausführlicher hierzu Abschnitt 3.4.

Soweit in den Sozialwissenschaften Kritik an diesen Prämissen naturwissenschaftlicher Erkenntnis formuliert wird, richtet sich dies primär gegen ihre Ausweitung und Übertragung auf soziale und kulturelle Phänomene; es bleibt dabei die den neuzeitlichen Naturwissenschaften zugrunde liegende Sicht der materiellen *physikalisch-organischen* Gegebenheiten selbst unangetastet. Demgegenüber sei im folgenden eine Diskussion aufgegriffen, in der nicht nur die Hervorbringung naturwissenschaftlicher Erkenntnis, sondern auch deren Erkenntnisprinzipien und Prämissen in Abhängigkeit von gesellschaftlich-historischen Entwicklungen gesehen wird.

3.3 Gesellschaftliche Grundlagen formal-abstrakten Denkens

Richtungsweisend für eine gesellschaftskritische Reflexion der Prämissen und Erkenntnisprinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnis sind die Untersuchungen von Alfred Sohn-Rethel zur Entsprechung von "Warenform" und "Denkform".

Diese Untersuchungen sind zwar mittlerweile vielfach diskutiert und kritisiert worden (vgl. Woesler 1978, S. 93f.; Dombrowski et al. 1978); sie wurden jedoch kaum in der industriesoziologischen Auseinandersetzung mit der Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeitsorganisation aufgegriffen oder gar weitergeführt. Die industriesoziologische Debatte hat sich im wesentlichen an der Gegenüberstellung von Markt- und Produktionsökonomie festgemacht, in der - wie noch zu zeigen sein wird - m.E. wichtige Konsequenzen (Ergebnisse) aus den Untersuchungen zur "Warenform" und "Denkform" - auch von Sohn-Rethel selbst - nicht oder nur verzerrt zum Tragen kommen.

Sohn-Rethel führt in seinen Untersuchungen den Nachweis, daß formal-abstraktes Denken, wie es seinen besonderen Niederschlag in den neuzeitlichen Naturwissenschaften findet, mit Abstraktionen korrespondiert, die in der gesellschaftlichen Praxis beim Warentausch stattfinden und hierfür notwendig sind. Herausstreichen möchte ich in unserer Fragestellung drei Zusammenhänge; sie beziehen sich auf die zuvor genannten Prämissen naturwissenschaftlicher Erkenntnis.⁸

Beim Austausch von Waren findet eine Abstraktion sowohl von der Produktion als auch Konsumtion statt. Im Prozeß des Austauschs konstituieren damit die Waren eine "Objektwelt, aus der der Mensch selbst als Subjekt sich zurückgezogen hat" (Sohn-Rethel 1972, S. 88). Damit etwas zur Ware wird, muß es ein frei verfügbares "Objekt" sein, d.h. sich nicht nur von einem mit einem Willen, Bedürfnissen etc. ausgestatteten "Subjekt" unterscheiden, sondern es darf hieran auch nicht grundsätzlich gebunden sein. Diese Hinweise mögen

genügen, um die Richtung der Argumentation deutlich zu machen: Die für das neuzeitliche "rationale Weltverständnis" konstitutive "Subjekt-Objekt-Trennung" entspricht dem Verhältnis zu den "Dingen", wie sie im Warentausch hervorgebracht und hierfür notwendig sind. Ergänzend zu Sohn-Rethel ist darauf hinzuweisen, daß sich diese Subjekt-Objekt-Trennung in der neuzeitlichen Entwicklung nicht nur gegenüber der "äußeren" Natur vollzieht, sondern auch gegenüber der "eigenen" Natur. Ihr zufolge kommt es zur Spaltung des menschlichen Subjekts in seine natürlichen Grundlagen, dem Körper und Organismus einerseits und dem eigentlichen menschlichen, den geistigen, psychischen Eigenschaften, Bedürfnissen und Interessen andererseits. Dies wiederum korrespondiert mit der Reduzierung des Menschen im Warentausch auf die abstrakte Qualität des "Besitzers" oder "Käufers" von Waren sowie des praktischen Umgangs mit Waren primär auf "Willensäußerungen".

Des weiteren zeigt Sohn-Rethel, daß im Warentausch eine Unterwerfung aller konkreten qualitativen Besonderheiten der Waren unter quantifizierende Begriffe und Prinzipien erfolgt (ebd., S. 89). Damit der Tausch von in ihren konkreten Erscheinungsformen unterschiedlichen Waren erfolgen kann, ist es notwendig, daß ihre Anzahl in abstrakten Quantitäten gefaßt und ihre qualitativen Ausprägungen auf abstrakte Meßgrößen bezogen werden. "Wenn der Tauschvollzug nicht zustande kommt, so deshalb, weil zwischen den Warenposten ein zuviel oder zu groß ... ein zuwenig oder zu klein ... waltet anstatt der erforderlichen Gleichheit." Sohn-Rethel kommt hier zu dem Schluß: "Es ist diese absolute, von Qualität überhaupt 'abgelöste' Quantität relationaler Natur, welche dem reinen mathematischen Denken als Formbestimmtheit zugrunde liegt" (ebd., S. 75).

Schließlich bezieht sich Sohn-Rethel auch auf Entsprechungen zwischen den Bedingungen des Warentauschs und der historisch-zeitlichen wie geographisch-räumlichen Invarianz von Naturgesetzen. Beim Warentausch muß davon ausgegangen werden, daß Objekte des Austauschs während der Verhandlungen und der Besitzübertragung keinen physischen Veränderungsprozessen unterliegen. Damit erfolgt im Austausch von Waren in zweierlei Weise eine Abstraktion von Veränderungen, denen die Qualität und Quantität von Waren unterliegt. Zum einen sind es "die Arbeit, in der die Waren produziert und die Akte, in denen sie verbraucht werden ..., von denen der Warentausch isoliert werden muß, damit er stattfinden kann" (S. 77); zum anderen ist es quasi das "Stillstellen" sämtlicher Veränderungen im Prozeß des Austauschs selbst. Zeitliche wie auch räumliche Veränderungen bleiben gegenüber der "Substanz" der Waren folgenlos, können bestenfalls Modifikationen vom äußeren Erscheinungsbild hervorrufen (ebd., S. 56, 81ff., 87). "Die Waren befinden sich durch den ganzen Verlauf ihrer Besitzübertragung hindurch in ihrer Austauschbarkeitsform und in unveränderter quantitativer Bestimmtheit ... Diese Bedingun-

⁸ Zu der genannten vierten Prämisse siehe im folgenden Abschnitt 3.4.

gen verleihen dem Raum und der Zeit, wohin sie sich bewegen, ihre eigentümliche Kontinuität und Gleichförmigkeit. Die Bewegung mag sich ändern und Unterbrechungen erleiden, aber Raum und Zeit müssen ihren gleichförmigen ununterbrochenen Zusammenhang behalten, da ohne das die Kontrolle über die gleichbleibende Wertgröße der Waren sich verlieren würden" (ebd., S. 84).

Diese Untersuchungen von Sohn-Rethel⁹ verweisen darauf, daß zentrale Erkenntnisprinzipien der neuzeitlichen Naturwissenschaften keine ahistorischen Kategorien menschlichen Denkens sind; sie haben ihre Grundlagen in *gesellschaftlichen Verhältnissen*. In einer ähnlichen Weise argumentieren auch neuere Untersuchungen zu historischen Veränderungen im Naturverständnis. Das Bild, das sich Menschen von der Natur machen, entspringt demgemäß nicht einer *fortschreitenden Naturerkenntnis*, sondern vielmehr den gesellschaftlichen Verhältnissen, durch die ihr Verhältnis zu den natürlichen, physikalisch-organischen Lebensbedingungen geformt wird (vgl. Moscovici 1982; Oechsle 1988). Bei einer solchen Interpretation liegt es nahe, die hierfür maßgeblichen gesellschaftlichen Verhältnisse primär im Produktionsbereich zu suchen, also dort, wo eine unmittelbare Auseinandersetzung des Menschen mit den natürlichen Lebensbedingungen stattfindet. Demgegenüber zeigen die Untersuchungen von Sohn-Rethel aber - und hier liegt die eigentliche Pointe - daß "die Begriffsformen des exakten naturwissenschaftlichen Denkens überhaupt nicht dort entspringen, wo sie vorzüglich Anwendung haben, nicht also in den Produktionsprozessen der großen Industrie, sondern daß sie im Gegenteil der Zirkulationssphäre entstammen, wo die Menschen in ein Verhältnis zueinander, aber nicht zur Natur treten. Dies ist das Paradoxe des Sachverhalts" (Sohn-Rethel 1972, S. 105).

Damit stellt sich die Frage, weshalb dennoch wissenschaftliche Erkenntnisse im Produktionsprozeß Anwendung finden und dies auch einen wesentlichen Antrieb zu ihrer Weiterentwicklung darstellt. Für eine Beantwortung und Weiterführung dieser Frage erscheint es uns jedoch notwendig, zunächst die Untersuchung von Sohn-Rethel um einen wichtigen Punkt zu ergänzen. Sohn-Rethel untersucht die gesellschaftlichen Grundlagen für die Herausbildung formal-abstrakten Denkens und damit auch die Ablösung intellektuell-geistiger Vorgänge von der sinnlichen Wahrnehmung. Er thematisiert aber nicht die Veränderungen, die hierdurch die sinnliche Wahrnehmung als Grundlage und Medium der Erkenntnis erfährt. So wurde auch gegen die Untersuchungen von Sohn-Rethel eingewandt, daß hier naturwissenschaftliche Erkenntnis auf die rein *theoretische* Erkenntnis reduziert wird und die empirische Basis der natur-

9 Mittlerweile liegen neben Kritik auch Erweiterungen und Differenzierungen zu den Untersuchungen von Sohn-Rethel vor (vgl. insbesondere Müller 1977; siehe zusammenfassend auch v. Gleich 1989, S. 26f.; sowie die hier enthaltenen Literaturverweise zur Diskussion der Untersuchungen von Sohn-Rethel).

wissenschaftlichen Erkenntnis, wie sie insbesondere im Experiment zum Ausdruck kommt, ungenügend berücksichtigt wird (z.B. Hieber 1977). Sohn-Rethel selbst verweist zwar in seinen Untersuchungen auf die reduzierte Sinnestätigkeit im Experiment (Sohn-Rethel 1972, S. 62); er untersucht jedoch nicht, wie es hierzu kommt und auf welchen gesellschaftlichen Grundlagen dies beruht. So bleibt der Eindruck, daß es sich bei der sinnlichen Wahrnehmung - im Unterschied zum formal-abstrakten Denken - um letztlich ahistorische, anthropologisch angelegte Bedingungen menschlicher Erkenntnis handelt und damit naturwissenschaftliche Erkenntnis dem Rechnung trägt, was der *Natur der Sinne* entspricht. Was für das *Denken* gilt, gilt jedoch auch für die *sinnliche Wahrnehmung*.

3.4 Gesellschaftliche Grundlagen sinnlicher Wahrnehmung und Erkenntnis

Mit der sich im Prozeß gesellschaftlicher Modernisierung seit dem 16. und 17. Jahrhundert vollziehenden Durchsetzung von *Rationalitätsstrukturen*, wie sie im besonderen ihren Niederschlag in der naturwissenschaftlichen Erkenntnis finden, verbinden sich nicht nur Veränderungen auf einer *kognitiv-intellektuellen* Ebene (*Aufklärung*); in dieser Entwicklung erfolgen auch tiefgreifende Veränderungen im Gebrauch der Sinne und des Körpers. Die Rolle, die der sinnlichen Wahrnehmung im Kontext (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnis zukommt, ist Ausdruck einer umfassenden historisch-gesellschaftlichen Entwicklung, in der der Gebrauch der Sinne eine spezifische Formung erfährt. Dies bezieht sich nicht nur auf die Ebene der Interpretation der Sinneswahrnehmung und ihre Lenkung; es reicht vielmehr bis in die physisch-organischen Strukturen sinnlicher Wahrnehmung und des Gebrauchs der Sinne hinein.¹⁰

10 Es ist hier auch darauf hinzuweisen, daß die für das neuzeitliche Denken charakteristische Skepsis gegenüber der Erkenntnisleistung der Sinne nicht nur im Gegensatz steht zu einem Verständnis, wie es für sog. vorindustrielle Gesellschaften charakteristisch ist; es steht auch im Gegensatz zu erkenntnistheoretischen und philosophischen Traditionen, die den Sinnen und dem Körper als Medium der Erkenntnis weit mehr zugestehen. Die sinnliche Erkenntnis verbleibt hier nicht nur an der bloßen *Oberfläche* der faktischen Erscheinungen, sondern im Gegenteil: Es geht gerade auch um die sinnlich-praktische Erfassung des *Wesens der Dinge*, indem diese am *eigenen Leib* erfahren werden. Hierin unterscheidet sich z.B. die erkenntnistheoretische Position der Alchimisten von den modernen Naturwissenschaften. In der alchimistischen Tradition geht es gerade um eine körperliche und sinnliche Verschmelzung mit der Natur, um deren *Gesetze* zu erkennen. Eine solche erkenntnistheoretische Position beruht auf der Prämisse, daß sowohl die Eigenschaften der Dinge als auch die Prozesse, durch die sie bestimmt sind, von denen sie abhängen und auf die sie einwirken, in der gegenständlichen Struktur vorhanden und in dieser Weise auch grundsätzlich

Im Rahmen (natur-)wissenschaftlich geleiteter Erkenntnis ergibt sich die untergeordnete Rolle sinnlicher Wahrnehmung vor allem aus der Kritik am Erkenntnisvermögen der Sinne sowie der Sinnestäuschung und subjektiven Verzerrung des sinnlich Wahrgenommenen. Damit sinnliche Wahrnehmung somit überhaupt in den Prozeß wissenschaftlicher Erkenntnis eingehen kann, muß sie in spezifischer Weise geformt werden.¹¹

Im Zentrum steht die Forderung nach *Objektivität*; dies besagt vor allem, daß die sinnliche Wahrnehmung vom subjektiven Empfinden abgekoppelt werden muß. Der Mensch selbst, sofern er ein empfindsames Wesen ist, erweist sich als das größte Hindernis für eine *objektive* (sinnliche) Wahrnehmung. Ferner verbindet sich hiermit eine spezifische Formung des Gebrauchs der Sinne: Zum Ideal wird der distanzierte, affektneutrale Blick. Charakteristisch wird eine partikulare, isolierte Nutzung einzelner Sinne, speziell des Auges, bei gleichzeitiger Suspendierung der übrigen Sinne und des Körpers insgesamt. Nicht nur Affekt-Neutralität ist gefordert, sondern auch eine Ruhigstellung und entsprechende Neutralisierung des Körpers und menschlicher Sinnestätigkeit insgesamt. Damit kommt es zu einer - für das vorneuzeitliche Denken kaum nachvollziehbaren - Scheidung zwischen der Sinnestätigkeit im Erkenntnisprozeß einerseits und der Sinnlichkeit als rein sinnlich-affektives Erleben und subjektives Empfinden andererseits. Die modernen Naturwissenschaften erkennen somit zwar die Sinne als unverzichtbare Elemente der Erkenntnis an, zugleich werden sie jedoch in spezifischer Weise beschnitten und funktionalisiert.¹² Anhand historischer Befunde läßt sich zeigen, daß sich dies keineswegs nur auf den Bereich der Wissenschaften (im engeren Sinn) beschränkt: es finden sich auch entsprechende Entwicklungen in der gesellschaftlichen Praxis.

Mittlerweile liegen eine Reihe von Untersuchungen zu historisch-gesellschaftlichen Veränderungen im Gebrauch der Sinne vor. Bei den hier beschrie-

der sinnlichen Erfahrung zugänglich sind. Ein entscheidendes methodisches Prinzip ist dabei die Entdeckung von Ähnlichkeiten, und zwar insbesondere gerade zwischen Objekt und Subjekt der Erkenntnis. Das Postulat, daß die Dinge am eigenen Leib erfahren werden müssen, beschreibt hier - modern ausgedrückt - ein subjektives Nachvollziehen. Erkenntnis des *Außeren* erfolgt in dieser Weise durch Bezug auf bereits subjektiv *Bekanntes*. Dies setzt allerdings voraus, daß zwischen dem Menschen als Subjekt und der sog. gegenständlichen Welt keine grundsätzliche Differenz postuliert wird (vgl. z.B. Keller 1985).

¹¹ Siehe ausführlicher hierzu insbesondere die Untersuchungen von Kutschmann 1986 und Heidelberger/Thiessen 1981.

¹² Das Ideal der naturwissenschaftlichen Erkenntnis entspricht dabei weitgehend dem, was als *rationale Erkenntnis* angesehen wird. Wie neuere erkenntnistheoretische Untersuchungen zeigen, radikalisiert hier z.B. Kant die Prämissen und Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnis zu einer Theorie menschlicher Erkenntnis überhaupt (vgl. Böhme/Böhme 1985).

benen Entwicklungen geht es jedoch nicht schlicht - wie oft unterstellt - um eine bloße Zurückdrängung und Ausgrenzung des Körpers; der Gebrauch des Körpers und der Sinne wird vielmehr in spezifischer Weise gesellschaftlich (neu) geformt und (neu) definiert. Damit einher geht - so unsere These - ganz ähnlich wie in der Sicht der modernen Naturwissenschaften vor allem eine Neutralisierung des Körpers und der Sinne als Medium von Erkenntnis. Im einzelnen lassen sich die hier relevanten Veränderungen im Gebrauch der Sinne und des Körpers auf fünf Ebenen festmachen: der Disziplinierung und Kontrolle körperlicher Bedürfnisse, der Abkopplung sinnlicher Wahrnehmung vom subjektiven Erleben (Objektivierung), der Partikularisierung der Sinne bzw. der Zurückdrängung der Nahsinne zugunsten der Fernsinne (Auge), der Beschränkung der Eigenaktivität der Sinne, d.h. die Kontrolle und Beschneidung der Sinnesfreude und Sinneslust, und schließlich der Ästhetisierung sinnlicher Wahrnehmung und Entwicklung von Innerlichkeit als spezifische Form subjektiven Erlebens (vgl. Böhle 1990).

Noch so detaillierte empirisch historische Belege für Veränderungen im Gebrauch der Sinne erklären jedoch noch nicht, wodurch diese zustande gebracht werden. Soweit Erklärungen hierfür angeboten werden, beziehen sich diese entweder allgemein auf den Prozeß gesellschaftlicher Rationalisierung (z.B. Elias 1976) oder auf herrschaftsmäßig durchgesetzte Disziplinierungen (z.B. Foucault 1976). Versuche, solche Veränderungen primär auf Entwicklungen im Produktionsprozeß und hier speziell auf die Nutzung von Arbeitskraft zurückzuführen, sind - insbesondere was historische Entwicklungen betrifft - unbefriedigend (Krovoza 1976); jedoch lassen sich - ähnlich wie bei den gesellschaftlichen Grundlagen formal-abstrakten Denkens - eine Reihe von Entsprechungen zu gesellschaftlichen Voraussetzungen des Warentauschs festmachen. Es sei versucht, zumindest die Richtung anzugeben, in der die Untersuchungen von Sohn-Rethel zu ergänzen wären.¹³

Im Warentausch spielen körperlich-praktische Betätigungen - im Vergleich zur Produktion und Konsumtion - eine vergleichsweise geringe Rolle; die Waren wechseln ihren Besitzer, ohne daß an sie praktisch Hand angelegt werden muß. Soweit dies der Fall ist, bezieht sich dies auf räumliche Bewegungen, nicht aber auf Veränderungen, Umgestaltungen etc. der Waren. Der körperlich praktische Bezug ist - sofern überhaupt notwendig - lediglich ein *dispositiver*. Er erfordert keine sinnlich-praktische Auseinandersetzung mit dem Gegenstand (bzw. verbietet diesen sogar); der Akt des Kaufs und Verkaufs konstituiert soziale Beziehungen, in denen sprachlich und über andere Zeichen vermittelte Kommunikationsprozesse ablaufen, bestenfalls durch körperliche Gesten

¹³ Bislang liegen hierzu kaum Untersuchungen vor. Ansätze finden sich bei Oetzel 1978 sowie Schmiede 1983.

ergänzt, nicht aber durch sinnlich-körperliche Kontakte geprägt werden. Dies findet eine besondere Entsprechung in der Priorität der Fernsinne und speziell in der visuellen Wahrnehmung. Sie ermöglicht eine sinnliche Wahrnehmung aus der Distanz heraus, d.h., ohne daß eine spezifische soziale Beziehung zum Gegenstand der Wahrnehmung hergestellt ist (bzw. hergestellt werden muß). Tasten, Fühlen, Riechen erlangen bestenfalls ergänzende Hilfsfunktionen; sie müssen aber zugleich in der ihnen innewohnenden Tendenz zur *persönlichen Nähe und Intimität* - im Prozeß des Warentauschs - beschränkt und in den Bereich des daran anschließenden Gebrauchs verwiesen werden. Die Eigenaktivität der Sinne, ihre Neugierde und Lust, sich zu betätigen, sind zwar für den Warentausch wichtige Voraussetzungen, damit die Waren Aufmerksamkeit erlangen und zum Bedürfnis werden; der Kauf und Verkauf von Waren kann aber nur zu Wege gebracht werden, wenn die *sinnliche Begierde* der Kontrolle unterworfen und im Zaum gehalten werden kann. Das Medium hierzu ist der Verstand, das rationale Kalkül, das abzuwägen hat zwischen dem potentiell Möglichen (dem Angebot) und dem jeweils faktisch Realisierbaren. Stimulierung der Sinne und ihre gleichzeitige Kontrolle bedingen sich somit im Warentausch wechselseitig. Versagt die (verstandesmäßige) Kontrolle, bringt die Stimulierung der Sinne eine permanente Verletzung der Tauschregel mit sich.

Ferner muß sich die sinnliche Wahrnehmung primär auf objektivierbare Merkmale und Eigenschaften der Waren beziehen, d.h. auf solche Merkmale, die sich auf einen allgemeinen Maßstab beziehen und wechselseitig vergleichen lassen. Die Quantifizierung qualitativer Merkmale, ebenso wie deren Beurteilung nach allgemein festgelegten Normierungen und Standards sind hier die entscheidenden Orientierungsgrößen für eine *objektive* sinnliche Wahrnehmung. Die Bewertung der Waren nach Maßgabe ihres Tauscherts vollzieht sich somit nicht nur im Zuge einer gedanklichen Abstraktion von den stofflich konkreten Eigenschaften, sie hat auch Rückwirkungen auf die sinnliche Wahrnehmung.

Schließlich findet auch die Skepsis gegenüber der Erkenntnisleistung der Sinne im Warentausch ihre Entsprechung. Der Warentausch regelt sich nach Gesetzen, die im Akt des Tausches der sinnlichen Erfahrung nicht zugänglich sind, aber dennoch praktisch wirksam werden. Der Wert der Waren - auch wenn er nicht nur eine gedankliche Fiktion ist - läßt sich dabei aus der stofflichen Struktur der Waren allein nicht gewinnen; eine noch so genaue Kenntnis der Waren führt nicht zur Erkenntnis ihres Werts. Wie bekannt, erhält daher in der historischen Entwicklung der Wert der Waren eine spezifische Vergegenständlichung im Geld. So schafft der Warentausch eine Ding- und Sachwelt, deren Bewegungsgesetze letztlich in den Dingen selbst nicht erkennbar und erfaßbar sind. Auch sind die Waren in ihrer Erscheinung (auf dem Markt) sowohl vom Produktions- wie vom Konsumtionsprozeß abgetrennt; bei noch so

genauer sinnlich-praktischer Auseinandersetzung mit den Waren auf dem Markt ist der Prozeß ihrer Herstellung nicht auffindbar. Dabei handelt es sich nicht nur um eine soziale Ausdifferenzierung unterschiedlicher gesellschaftlicher Prozesse (Produktion, Distribution, Konsumtion). Es werden dabei auch für die sinnliche Erfahrbarkeit qualitativ unterschiedliche Sphären konstituiert: der öffentliche Bereich des Warenverkehrs einerseits und der private Bereich der Produktion und der Konsumtion andererseits.

Diese Überlegungen verweisen darauf, daß die für die neuzeitlichen (Natur-) Wissenschaften charakteristischen Einschätzungen der Erkenntnisfähigkeit der Sinne ihre wesentliche Grundlage in gesellschaftlichen Verhältnissen hat. Die Rolle, die der sinnlichen Wahrnehmung im Warentausch zukommt, wird in der naturwissenschaftlichen Kritik an der Erkenntnisleistung der Sinne zu anthropologischen Grundkonstanten und damit zu grundlegenden Bedingungen für die Erkenntnis physikalisch-organischer Gegebenheiten überhaupt generalisiert.

3.5 Naturwissenschaftliche Erkenntnis und Produktion

Die Untersuchungen von Sohn-Rethel bieten eine Erklärung dafür an, weshalb sich naturwissenschaftliche Erkenntnisse auch unabhängig von ihrer unmittelbaren Anwendung im Produktionsprozeß herausgebildet und weiterentwickelt haben. In den folgenden Überlegungen steht daher die Frage im Vordergrund, weshalb eine auf den Grundlagen des Warentauschs beruhende Naturerkenntnis dennoch im Produktionsprozeß angewendet wird.

Sohn-Rethel verweist hier auf die herrschaftsmäßige Organisation des Produktionsprozesses, wie sie sich mit der Durchsetzung der kapitalistischen Produktionsweise herausbildet und hierfür notwendig ist. Entscheidend ist in dieser Perspektive, daß die auf dem Warentausch beruhende Naturerkenntnis die "Möglichkeit einer theoretischen Naturerkenntnis" beinhaltet, d.h., "es ist eine Erkenntnis aus geistiger Arbeit, unabhängig und getrennt von der körperlichen Arbeit und der direkten Produktionserfahrung" (Sohn-Rethel 1972, S. 104). Die Abstraktion von den konkreten qualitativen Besonderheiten, ihrer Unterwerfung unter rein quantifizierende Bestimmungen und Relationen, ebenso wie die Isolierung zeitlich-historischer sowie räumlich-geographischer Einflüsse, schafft die Grundlagen dafür, daß "exakte Naturerkenntnis in reine Geistesarbeit verwandelt und von jeder Abhängigkeit von der handwerklichen Einheit von Hand und Kopf ... emanzipiert ... wurde" (ebd., S. 162).¹⁴ Damit ermöglicht naturwissenschaftliche Erkenntnis auch eine Trennung von körperlicher

14 Die empirische Überprüfung im Rahmen naturwissenschaftlicher Experimente etc. steht - wie in Abschnitt 3.4 gezeigt - nicht im Gegensatz zu der hier behaupteten *theoretischen Naturerkenntnis*.

und geistiger Arbeit, d.h. die Unterwerfung der körperlichen Arbeit unter die geistige und eine von der Mitwirkung der *körperlichen Arbeit* unabhängige Entwicklung von Produktionstechniken. Naturwissenschaftliche Erkenntnis erweist sich - so das entscheidende Argument - als eine zur Durchsetzung von Verwertungsinteressen geeignete Form der Erkenntnis; sie ist in dieser Perspektive primär eine *herrschaftsmäßig* effiziente und nützliche Form der Naturerkenntnis.

Die Untersuchungen zur gesellschaftlichen Formung sinnlicher Wahrnehmung zeigen ergänzend, daß hierbei ein Verständnis vom Körper und den Sinnen hervorgebracht wird, gemäß denen sie zu den *natürlichen Grundlagen* menschlicher Existenz gerechnet und von den eigentlich menschlichen Fähigkeiten und Eigenschaften abgetrennt und unterschieden werden. Damit wird ein Verständnis vom Körper und den Sinnen entwickelt, das sich in gleicher Weise sowohl für deren Ruhigstellung als auch für ihre Instrumentalisierung eignet. Dies beschreibt zugleich die beiden Pole, in denen der Körper und die Sinne in einem nach Verwertungserfordernissen organisierten Produktionsprozeß Eingang finden und benötigt werden: als Grundlagen für eine primär ausführende, fremden Zwecken und Planungen unterworfenen *körperliche Arbeit* einerseits und einer primär planenden dispositiven und kontrollierenden *geistigen Arbeit* andererseits. Es erfolgt somit nicht nur - wie es etwa die Analyse von Sohn-Reithel unterstellt - eine Abtrennung der geistigen Arbeit von der körperlichen; es erfolgt auch eine spezifische Formung der körperlichen Arbeit: Mit der Trennung von geistiger und körperlicher Arbeit verbindet sich ein Verständnis vom Körper und den Sinnen als primär *nur* physiologisch-organische Gegebenheiten, die zur Natur und damit in gewisser Weise auch zur Sach- oder Objektwelt gehören. Die Unterordnung der körperlichen unter die geistige Arbeit erhält hierdurch eine quasi anthropologische Begründung und Legitimation.

Naturwissenschaftliche Erkenntnis erweist sich - unter den Bedingungen der Kapitalverwertung - aber nicht nur als *politisch* nützlich, sondern auch als *ökonomisch* effizient.

Wie gezeigt, ist für den Tauschprozeß die Isolierung des Tauschvorgangs vom Prozeß der Produktion und Konsumtion grundlegend. Dies korrespondiert im Rahmen naturwissenschaftlicher Erkenntnis mit der Prämisse, daß *Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten* physikalisch-organischer Gegebenheiten und Vorgänge unabhängig von den zeitlich-historischen wie geographisch-räumlichen Bedingungen, unter denen sie stattfinden, Geltung haben. Exemplarisch hierfür ist das Experiment sowie die isolierte Betrachtung einzelner Wirkungszusammenhänge. Der Gesamtzusammenhang wird in Einzelelemente aufgespalten, die einer jeweils eingegrenzten, isolierten Betrachtung unterzogen werden. Eine solche Form der Naturerkenntnis entspricht einem zentralen Prinzip und Erfordernis einer auf Verwertung von Kapital beruhenden Produktion.

Es ist dies die Möglichkeit zur Abstraktion (Negation) sowohl von den gesellschaftlichen Voraussetzungen als auch Folgen der Nutzung natürlicher Ressourcen und Arbeitskraft. Die gesellschaftlichen Voraussetzungen für die Reproduktion von Arbeitskraft und natürlicher Ressourcen sowie die betriebliche Abhängigkeit hiervon treten nur mehr als "externe" Beschränkungen einer im Prinzip "schrankslosen" Durchsetzung von Verwertungsinteressen in Erscheinung (Bechtle 1980).

Ferner folgt aus der Prämisse der Gesetzmäßigkeit und Mathematisierbarkeit, daß physisch-organische Gegebenheiten und Abläufe grundsätzlich berechenbar und in diesem Sinne auch vorhersehbar und bestimmbar sind. Damit liefern naturwissenschaftliche Erkenntnisse die Grundlage für eine Organisation von materiellen Produktionsabläufen und technischen Artefakten nach Maßgabe sich beständig wiederholender und durch objektivierbare Regeln determinierbarer Abläufe. Angelegt sind darin sowohl die Anpassung und Unterwerfung menschlichen Arbeitsvermögens unter die *Gesetze der Technik*, ebenso wie auch die Eliminierung menschlichen Arbeitsvermögens überhaupt.

Diese Hinweise auf die "Affinität" (Ullrich 1977) zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und Verwertungsinteressen sollen hier genügen.¹⁵ Hinzuweisen ist jedoch darauf, daß sich - im Unterschied etwa zur Kritik der "instrumentellen Vernunft" (Horkheimer/Adorno u.a.) - in der hier umrissenen Perspektive naturwissenschaftliche Erkenntnis zwar in besonderer Weise zu einer "instrumentellen Naturbeherrschung" eignet; dies besagt aber nicht, daß die damit intendierten (unterstellten) Ziele auch tatsächlich erreicht werden. Ins Blickfeld rückt damit die Frage gerade nach den Differenzen und Brüchen zwischen einer für Verwertungserfordernisse geeigneten Naturerkenntnis einerseits und den faktischen Gegebenheiten physikalisch-organischer Abläufe und Prozesse sowie deren spezifischer Ausformung im Produktionsprozeß andererseits. Im folgenden sei dieser Frage unter Bezug auf Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Technik weiter nachgegangen.

4. Bedingungen der Verwissenschaftlichung von Technik im Produktionsprozeß

4.1 Beeinflussung von Technik durch Verwissenschaftlichung

Folgt man - zumindest in der Stoßrichtung - den zuvor umrissenen Überlegungen, kann sich die Behauptung der neuzeitlichen, exakten Naturwissenschaften, eine der *Natur des Gegenstandes* angemessene Form der Erkenntnis zu sein,

15 Vgl. als Überblick über die Diskussion zusammenfassend v. Gleich 1989, S. 97f.

nicht mehr schlicht durch den Verweis auf *praktische Erfolge* sowie generelle ahistorische Kategorien menschlichen Denkens und Erkennens beziehen. Vielmehr liegt der Verdacht nahe, daß naturwissenschaftliche Erkenntnis ihren Gegenstand in spezifischer Weise *zurechthiegt* und ihn nur soweit zu erfassen vermag, als es ihnen, durch gesellschaftliche Verhältnisse geprägten Prämissen und Erkenntnisprinzipien entspricht. Dieser Verdacht kann sich durchaus auf von Naturwissenschaftlern selbst vorgebrachte Argumente und Kritiken beziehen (z.B. Dürr 1989). Die methodische Schwierigkeit der hier geführten Diskussion liegt jedoch darin, daß hierbei zumeist mit dem *besseren* oder *anderen* Wissen über den Gegenstand naturwissenschaftlicher Erkenntnis argumentiert wird (bzw. werden muß). Demgegenüber zielen die vorangegangenen Überlegungen darauf ab, anhand der gesellschaftlichen Genese naturwissenschaftlicher Erkenntnis das Verhältnis zu ihrem Gegenstand kritisch zu reflektieren. Vor diesem Hintergrund erweisen sich empirisch feststellbare Brüche, Diskrepanzen und Verkürzungen keineswegs als abwegig oder überraschend; oder anders formuliert: daß naturwissenschaftliche Erkenntnis ihrem Gegenstand angemessen ist, wäre selbst ein höchst erklärungsbedürftiges Phänomen.

Damit erscheint auch der Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und gesellschaftlichen Interessen in einer anderen als der gewohnten Perspektive. Zumindest was ihre Anwendung im Produktionsprozeß betrifft, lassen sich Beschränkungen bis hin zu Verkehrungen ihres - im Grundsatz - *fortschrittlichen Charakters* nicht mehr nur allein auf ihre interessensmäßig gesteuerte Anwendung oder Entwicklung zurückführen. Naturwissenschaftliche Erkenntnis und eine auf Kapitalverwertung beruhende Produktion und Vergesellschaftung bedingen und entsprechen einander. Naturwissenschaftliche Erkenntnis enthält in dieser Sicht auch keine *a priori* gegebene Dynamik, die über den begrenzten Zweck der Verwertung von Kapital als Basis gesellschaftlicher Produktion hinausweist. Verwissenschaftlichung der Produktion und Technik wäre demzufolge zugleich Ausdruck der realen Subsumtion des Produktionsprozesses unter spezifisch ökonomisch-politische Interessen. Die Verwissenschaftlichung von Technik markiert in dieser Sicht eine Entwicklung, in der Technik nicht nur *weiterentwickelt*, sondern zugleich auch nach Maßgabe spezifischer gesellschaftlicher Interessen geformt und umgeformt wird. Hierdurch werden sowohl die Technikanwendung als auch ihre *sozialen Auswirkungen* im Produktionsprozeß präformiert.

Bereits im vorhergehenden wurden einige Konsequenzen angesprochen, die sich mit einer Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnis im Produktionsprozeß verbinden. Sie sind keine *nachträgliche* Folge einer spezifischen Anwendung, sondern ergeben sich unmittelbar im Prozeß ihrer praktischen Nutzung. Gerade dies begünstigt ihre interessensmäßige Nutzung, da diese nicht erst auf dem Weg einer spezifischen Anwendung oder gar Umformung

gewährleistet werden muß. Es sei versucht, vor diesem Hintergrund einige Auswirkungen der *Verwissenschaftlichung* auf die konkrete Entwicklung und Gestaltung von Produktionstechniken zu umreißen. Dabei dürfen - wie gezeigt - technische Entwicklungen nicht eo ipso mit einer Vergegenständlichung (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnisse gleichgesetzt werden. Im folgenden geht es daher darum, die spezifischen Einflüsse, denen Technik durch die Verwissenschaftlichung ihrer Entwicklung unterliegt, aufzuzeigen. Hierbei ist die Vermutung leitend, daß im Zuge der Verwissenschaftlichung von Technik spezifische Probleme virulent werden, die sich unter Bezug auf die Prämissen (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnis präziser bestimmen lassen. Damit ist die Richtung angegeben, in der thesenhaft einige der uns wichtig erscheinenden Zusammenhänge zwischen Technik und Verwissenschaftlichung näher benannt seien:

1. Verwissenschaftlichung von Technik begünstigt eine Technikentwicklung, die aus der Distanz zur *Praxis* erfolgt. Praktische Erfahrungen mit den faktischen Wirkungen wie auch Voraussetzungen, die sich beim Einsatz einer bestimmten Produktionstechnik ergeben und hierfür notwendig sind, kommen primär nur mehr im Zuge der Implementation zum Tragen und gehen bestenfalls nachträglich in die Entwicklung ein. Soweit die Praxis im Zuge der Entwicklung berücksichtigt wird, bezieht sich dies auf Tests unter laborähnlichen Bedingungen. Damit vollzieht sich Technikentwicklung zugleich entlang der Unterordnung körperlicher unter die geistige Arbeit bzw. der hierarchischen und zeitlichen Vorherrschaft der Planung über die Ausführung. Praktische Erfahrungen können sich unter diesen Bedingungen überwiegend nur mehr defensiv im Sinne der Absicherung von Einfluß- und Kontrollmöglichkeiten sowie Modifikationen bei der praktischen Anwendung von Technik geltend machen. Dies betrifft nicht nur technische Innovationen (im engeren Sinne), sondern auch deren (kontinuierliche) Weiterentwicklung bis hin zu ihrer Reparatur und Instandhaltung. Leitbild für die Verwissenschaftlichung von Technik ist das Bestreben, im Prinzip sämtliche in der Praxis relevanten Faktoren *ex ante* zu bestimmen und im Planungsstadium festzulegen. Maßgebliche Grundlage hierfür sind objektivierbares Wissen und theoretische Modellvorstellungen.
2. In der Perspektive der Verwissenschaftlichung von Technik erscheint menschliches Arbeitsvermögen entweder als planend dispositive, kontrollierende, überwachende oder ausführende praktische Arbeit: Planend dispositive Arbeit umfaßt die von der körperlichen Arbeit abgelöste geistige Arbeit. Die kontrollierend überwachende Tätigkeit - insbesondere wenn sie sich auf die Beobachtung technisch dargebotener Prozeßdaten

und Informationen richtet - entspricht demgegenüber der Form des *Gebrauchs der Sinne*, die mit der geistigen Arbeit korrespondiert. Sie repräsentiert den sinnlich-praktischen Anteil an der geistigen Arbeit: Der eingegrenzte und spezialisierte Gebrauch der Sinne entspricht dem, was der *menschlichen Sinnestätigkeit* als Medium der Erkenntnis angemessen erscheint (vgl. 3.4). Arbeit im Sinne *körperlicher Arbeit* erscheint demgegenüber lediglich als eine weithin geistlose *ausführende Arbeit*, die zwar (noch) notwendig, aber letztlich *unmenschlich* ist; dem entspricht, daß bei der bloßen *körperlichen Arbeit* der Mensch als Subjekt quasi nicht vorhanden ist. (Paradigmatisch findet dies z.B. seinen Niederschlag im Begriff der körperlich-ausführenden Arbeit im Konzept der wissenschaftlichen Betriebsführung bei Taylor.) Körperliche Arbeit ist in dieser Perspektive nicht nur primär Belastung und Mühsal, sie zählt auch weitgehend zur *Objektwelt*, die es entweder instrumentell zu nutzen oder technisch zu ersetzen gilt.

3. Verwissenschaftlichung von Technik begünstigt technische Entwicklungen nach dem Modell eigenständiger, gegenüber menschlichen Eingriffen abgeschotteter, technischer System- und Wirkungszusammenhänge. Das Konzept des Automaten und der Automatisierung ist keine zwangsläufige Folge technischer (Weiter-)Entwicklung; sie entspricht vielmehr in spezieller Weise einer (natur-)wissenschaftlich begründeten Technikentwicklung. Sie entspricht der Konzeption einer nach eigenen Gesetzmäßigkeiten ablaufenden *Objektwelt*, die in keiner unmittelbaren *Interaktion* mit menschlichem Handeln steht (Subjekt-Objekt-Trennung).
4. Verwissenschaftlichung von Technik begünstigt technische Entwicklungen, die von konkreten Anwendungszusammenhängen abstrahieren. Technische Artefakte werden zu *Objekten*, die ohne spezifische raumzeitliche Einbindung in konkrete Gegebenheiten Geltung beanspruchen. Technik wird auf dieser Basis gegenüber ihrer Anwendung *neutral*. Es wird eine Technik zuwege gebracht, die sich gegenüber ihrem faktischen Verwendungszusammenhang gleichgültig verhält, hiervon abstrahiert und ihn in der Tendenz auch negiert. Damit verbindet sich einerseits eine Generalisierung (Universalisierung) ihrer Anwendbarkeit; andererseits untergräbt dies aber auch die wechselseitige Anpassung zwischen technischen Systemen und ihrer Umwelt.
5. Verwissenschaftlichung orientiert sich nicht nur an abstraktem Wissen und an Gesetzmäßigkeiten, sie prägt damit auch die stoffliche Struktur von Technik selbst. Verwissenschaftlichung von Technik führt zu einer Abstraktifizierung in der stofflichen Struktur von Technik. Differenzen zwischen abstraktem Wissen und Gesetzmäßigkeiten einerseits und konkreten stofflichen Gegebenheiten andererseits werden aufgelöst, indem

die stoffliche Struktur der Technik selbst *abstrakt* wird. Dieser Abstraktionsprozeß unterliegt den gleichen Prinzipien wie die wissenschaftliche Abstraktion selbst, d.h., sie ist primär ein *geistig-intellektueller* Vorgang; damit verbindet sich die Tendenz, daß sich die stoffliche Struktur von Technik in *immaterielle* Strukturen auflöst. Hierdurch verschiebt sich zugleich die Differenz zwischen *abstraktem Wissen* und den konkreten Gegebenheiten von der Ebene der Entwicklung von Technik auf die Ebene der Technikanwendung.

In der Entwicklung von Produktionstechniken (Technikgeschichte) lassen sich eine Reihe von Indizien für die hier umrissene Beeinflussung von Technik durch Verwissenschaftlichung ausmachen. Aufzuzeigen wäre in dieser Perspektive aber auch, daß die Entwicklung von Technik nicht zwangsläufig in einer Verwissenschaftlichung von Technik aufgeht. Dies müßte sich anhand spezifischer Differenzen zwischen der zuvor umrissenen Prägung von Technik durch Verwissenschaftlichung einerseits und der faktischen, konkreten Gestaltung von Produktionstechniken andererseits erweisen. Diese Fragestellungen für eine Untersuchung technischer Entwicklungen seien hier jedoch nicht weiter verfolgt (vgl. hierzu z.B. Rammert 1988; Lutz/Veltz 1989). Der Akzent unserer weiteren Überlegungen liegt demgegenüber eher auf den betrieblichen und gesellschaftlichen Voraussetzungen sowie Problemen einer Verwissenschaftlichung von Technik und deren praktische Nutzung.

4.2 Betriebliche Strategien der Technisierung und Rationalisierung

Es ist ein empirisch weithin dokumentierter und evidenter Sachverhalt, daß im Zuge bisheriger Rationalisierungs- und Technisierungsprozesse immer auch eine spezifische Formung und Transformation der konkreten stofflichen Gegebenheiten, auf die sie sich bezogen, erfolgte. Dies bezieht sich nicht nur auf die Be- und Verarbeitung sowie Umwandlung von Materialien, Rohstoffen etc., sondern speziell auch auf die Formung und Transformation stofflicher Gegebenheiten nach Maßgabe regelgeleiteter, kalkulier- und berechenbarer Vorgänge. Hiermit verbindet sich das Bestreben, reale Prozeßverläufe gegenüber externen Einflüssen *abzuschotten* und zu *isolieren*. Zumindest zwei Ansatzpunkte und Stoßrichtungen hierauf ausgerichteter betrieblicher Strategien lassen sich in der bisherigen Entwicklung industrieller Produktion ausmachen: zum einen die Kontrolle *externer* Einflüsse, indem sie in *intern* beherrschbare transformiert werden bei gleichzeitiger Abschottung nach außen; zum anderen die Abspaltung solcher Prozeßverläufe und -faktoren, durch die im konkreten Fall vorrangig *Unbestimmtheiten*, Variationen und Modifikationen in den konkreten Gegebenheiten hervorgerufen werden. Solche Prozesse der Abspaltung

wurden u.a. in industriesoziologischen Untersuchungen auch als ein generelles Merkmal betrieblicher Strategien der Technisierung und Organisation von Produktionsprozessen ausgewiesen (Altmann et al. 1978). Ähnliches gilt auch für die Transformation externer Bedingungen in intern beherrschbare (Bechtle 1980). Nach den zuvor umrissenen Überlegungen sind solche Strategien jedoch weder eine zwangsläufige Voraussetzung und Begleiterscheinung technischer Entwicklung als solche, noch resultieren sie lediglich aus einer bestimmten Technikanwendung; sie erweisen sich vielmehr als eine immanente Konsequenz und Voraussetzung für die Verwissenschaftlichung von Technik und einer hierauf beruhenden Organisation von Produktionsprozessen.

Industriesoziologische Untersuchungen zur Rationalisierung und Technisierung haben ferner - zumindest was die Entwicklungen in der Vergangenheit betrifft - Arbeitskraft als eine "elastische" Potenz bezeichnet (Bechtle 1980; Altmann et al. 1978). Auf dem Hintergrund der zuvor entwickelten Überlegungen läßt sich präziser angeben, worauf die "elastische Potenz" von Arbeitskraft beruht. Unsere These ist, daß sie wesentlich darauf gründet, daß menschliches Arbeitsvermögen ein Wissen in den Produktionsprozeß einbringt (bzw. einbringen kann), durch das wissenschaftlich geleitete Erkenntnis in spezifischer Weise ergänzt wird. Gerade die Tatsache, daß menschliches Arbeitsvermögen sich einerseits durch die Fähigkeit zur (natur-)wissenschaftlich geleiteten Erkenntnis und Nutzung eines entsprechenden Wissens auszeichnet, sich andererseits aber nicht hierin erschöpft, begründet einen besonderen Wert menschlichen Arbeitsvermögens. Entsprechende Hinweise finden sich z.B. gerade auch im Zusammenhang mit der Durchsetzung tayloristischer Formen der Arbeitsorganisation (Hoffmann 1979; Schmiede 1980). Im Rahmen der "Labour-Process-Debate" wird hier auf die Bedeutung der "Tacit Skills" bzw. des "Tacit Knowledge" hingewiesen (Wood 1986). Der Begriff *Tacit* bringt zum Ausdruck, daß es sich um Qualifikationen handelt, die - zumindest aus der Perspektive der Verwissenschaftlichung von Technik - weitgehend verdeckt bleiben; soweit sie zur Kenntnis genommen werden, erscheinen sie eher als eine *Abweichung*, die es zu eliminieren gilt: Je mehr jedoch menschliches Arbeitsvermögen selbst nach Maßgabe wissenschaftlich-technischer Prinzipien geformt oder gänzlich eliminiert wird, besteht die Gefahr, daß damit wesentliche Voraussetzungen für die technisch-wissenschaftliche Beherrschung selbst ausgehöhlt werden.

Hiermit ist ein Bezugsrahmen abgesteckt, in dem Veränderungen betrieblicher Technisierungs- und Rationalisierungsprozesse und damit einhergehende Veränderungen in der Nutzung von Arbeitskraft zu verorten wären.

5. Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Technik und neue Gefährdungen von Arbeitskraft

5.1 Verdeckte Probleme in der Vergangenheit

Widersprüchlichkeiten der Verwissenschaftlichung von Technik blieben in der Vergangenheit insbesondere im Kontext der *tayloristischen Syndromatik* weitgehend latent und verdeckt. Die Verwissenschaftlichung der Produktion richtete sich überwiegend nur punktuell, selektiv und inselförmig auf einzelne Prozeßproduktionsbereiche (Altmann et al. 1986). Strategien der Abspaltung konnten auf dieser Grundlage überwiegend innerhalb des Rahmens betrieblicher Produktion gehandhabt werden. So z.B. die Abspaltung von dispositiven und kontrollierenden Aufgaben, ebenso wie Reparatur und Instandhaltung, Ausgliederung von Spezialaufgaben an einzelne Arbeitsplätze usw. in hochtaylorisierten Produktionsbereichen. Strategien der Kontrolle externer Einflüsse konnten sich zu einem Großteil auf ein eingegrenztes Kontingent von Produkten und entsprechend auch Materialien, Rohstoffen etc. richten. Begünstigt wurde dies durch eine Situation auf den Absatzmärkten - insbesondere dem Konsumgütermarkt -, bei dem es in erster Linie um die Versorgung mit *Standard-Produkten* ging.¹⁶ Und schließlich war Arbeitskraft nicht nur eine *Restgröße*, sondern ein wichtiger strategischer Faktor im Produktionsprozeß; im Vordergrund stand die Steigerung der Arbeitsintensität und nicht primär die Ersetzung menschlichen Arbeitsvermögens durch Technik. So verblieben auch in hochmechanisierten und teilautomatisierten Produktionsprozessen, etwa in der Prozeßindustrie, eine Reihe manueller Tätigkeiten der Regulierung, ebenso wie Zuarbeiten *vor Ort*. Solche Arbeitstätigkeiten wurden in der betrieblichen Praxis überwiegend als primär *ausführende*, gering qualifizierte körperliche Tätigkeiten angesehen (auch in industriesoziologischen Untersuchungen wurde dies immer wieder bekräftigt). In gering taylorisierten Arbeitsprozessen wurde demgegenüber zwar von *qualifizierten* Tätigkeiten gesprochen (z.B. Facharbeiter); gleichwohl wurden sie aber im Vergleich mit *geistigen*, planenden und dispositiven Tätigkeiten als geringerwertig eingeschätzt.

Unter den genannten Bedingungen erweist sich eine *Fehleinschätzung* der tatsächlichen Qualifikationen und Anforderungen an die Arbeitskräfte nicht nur als unproblematisch, sondern auch für die Durchsetzung betrieblicher Interessen funktional: In Verbindung mit der Abforderung *physischer Arbeitsleistung* können *stillschweigend* Qualifikationen von Arbeitskräften genutzt werden, die weder speziell berücksichtigt noch honoriert werden müssen. Die Behauptung,

16 Vgl. zu den hiermit angesprochenen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen tayloristischer Produktion ausführlicher auch Bechtle/Lutz 1989 sowie Piore/Sabel 1985.

körperliche Arbeit sei *bloße ausführende Arbeit* und Erfahrungswissen sei ein bloßes *vorwissenschaftliches* Alltags- oder Ausführungswissen, kann Geltung beanspruchen - und zwar auch gegen hiervon abweichende Einschätzungen und Erfahrungen der Produktionsarbeiter selbst: Jeder Schritt in Richtung einer weiteren Verwissenschaftlichung - bei gleichzeitiger Ausgrenzung hiervon nicht erfaßter Bereiche - kann als Beleg dafür angesehen und genutzt werden, daß eine grundsätzlich weitergehende (vollkommene) wissenschaftliche Durchdringung und hierauf beruhende Technisierung möglich ist. Indem die hierbei jeweils faktisch auftretenden sachlichen und sozialen Begrenzungen in eine zeitliche Dimension transformiert werden, treten sie nur mehr als eine Frage des Stands der technischen Entwicklung in Erscheinung und werden einer jeweils aktuellen Auseinandersetzung mit Problemen der Verwissenschaftlichung und Technisierung entzogen.

Schließlich erweist es sich z.B. in der hier skizzierten Betrachtung als nicht unerheblich, wo technische Entwicklungen stattfinden und von wem sie durchgeführt werden. Die *soziale Organisation* der Technikentwicklung (i.w.S.) hat auch Einfluß darauf, in welcher Weise sich bereits in der Technikentwicklung (natur-)wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden mit ihrer praktischen Anwendung verbinden. Ein solcher Praxisbezug kann sich auch darin dokumentieren, daß Schwierigkeiten und Grenzen der technisch-wissenschaftlichen Beherrschung bekannt und folglich hiervon - bereits im Stadium der Entwicklung - Abstriche gemacht werden. Im besonderen betrifft dies die *Einplanung* menschlichen Arbeitsvermögens in das Funktionieren technischer Systeme.¹⁷

Vor diesem Hintergrund lassen sich eine Reihe von Veränderungen nennen, durch die - anders als in der Vergangenheit - Widersprüchlichkeiten der Verwissenschaftlichung von Technik im Produktionsprozeß virulent und zu einem zentralen betrieblichen Konfliktfeld werden. Damit erlangt auch das Erfahrungswissen der Arbeitskräfte einen neuen strategischen Stellenwert.

5.2 Neue Möglichkeiten und Probleme der technischen Beherrschung

Ein Ausgangspunkt unserer Überlegungen war, daß mit der Entwicklung und dem Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien die Tendenz zu einer weitergehenden Verwissenschaftlichung der technischen Beherrschung von Produktionsprozessen zunimmt. Nach den zuvor umrissenen Überlegungen müßte sich dies speziell darin zeigen, daß sich hiermit technische Entwicklungen in eine Richtung bewegen, wie sie für die Verwissen-

schaftlichung von Technik als charakteristisch ausgewiesen wurden. Ferner müßte sich der praktische Einsatz solcher Techniken (und damit auch das Interesse an ihrer Entwicklung) sowohl unter herrschaftsmäßigen als auch produktionstechnisch-ökonomischen Kriterien für die weitere Absicherung von Verwertungsinteressen als funktional und notwendig erweisen. In den bisherigen Befunden und in der Diskussion zu der Entwicklung wie dem Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien lassen sich hierfür durchaus eine Reihe von Hinweisen, wenn nicht Belegen finden. Dies sei jedoch an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt und muß zukünftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Lediglich sei darauf hingewiesen, daß sich mit der Entwicklung rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien nicht nur Tendenzen zu einer weitergehenden *Automatisierung* sowie *Universalität* von Technik verbinden; vielmehr scheint sich mit Informatisierung auch in spezifischer Weise die Trennung von körperlicher und geistiger Arbeit in der stofflichen Struktur von Technik selbst zu reproduzieren. Die Informatisierung im Sinne der Übertragung, Verarbeitung, Speicherung etc. von Daten weist eine spezifische Nähe (Verwandtschaft) zur Vorstellung auf, daß sich *geistige Prozesse* weitgehend unabhängig von ihrer Anbindung an körperlich-gegenständliche Gegebenheiten vollziehen. Des weiteren stellt sich u.E. nicht die Frage, ob der Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien primär aus herrschaftsmäßigen (z.B. Noble 1979; Hildebrandt/Seltz 1987) oder aus produktionstechnisch-ökonomischen Gründen (Piore/Sabel 1985; u.a.) erfolgt; vielmehr scheinen sich unter beiden *Aspekten* für die Absicherung von Verwertungsinteressen neue Spielräume und Möglichkeiten zu eröffnen. Damit - so unsere These - werden Widersprüchlichkeiten der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen jedoch nicht nur in neuer Weise reproduziert, sie erlangen auch eine neue qualitative Ausformung und verschärfen sich. Widersprüchlichkeiten der technisch-wissenschaftlichen Beherrschung von Produktionsprozessen, die in der Vergangenheit eher verdeckt blieben, brechen nun weit schärfer auf und werden virulent. Die Auseinandersetzung mit dem Phänomen des Erfahrungswissens ist hier zu verorten.

Folgt man der These von einer - im Zusammenhang mit dem Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien - sich vollziehenden *systemischen Rationalisierung*, so sind es nun nicht mehr einzelne Produktionsprozesse und Teilbereiche betrieblicher Produktion, sondern deren übergreifende Vernetzung bis hin zu betriebsübergreifenden Verflechtungen, die zum Gegenstand betrieblicher Technisierung und Rationalisierung werden (Altmann et al. 1986; Altmann/Sauer 1989; Baethge/Oberbeck 1986). Damit verbinden sich in einzelnen Produktionsprozessen und -bereichen Tendenzen zu einer weitmöglichsten Automatisierung und Ersetzung menschlichen Arbeits-

¹⁷ In dieser Betrachtung erscheint es nicht ganz zufällig, daß bei der Implementation technischer Systeme in der Vergangenheit auch vielfach die Beteiligung der späteren Produktionsmannschaft, ebenso wie eine eher überdimensionierte als zu knappe personelle Besetzung für notwendig erachtet wurde.

vermögens: Ansatzpunkte sind hier insbesondere manuell steuernde und regulierende Tätigkeiten an Maschinen und Produktionsanlagen; sie reichen von einer komplexen Facharbeitertätigkeit an konventionellen Maschinen bis hin zur einfachen Bedienungstätigkeit, wie etwa das Öffnen und Schließen von Ventilen an Produktionsanlagen in der Chemischen Industrie. Auf diese Weise eröffnen rechnergestützte Informations- und Steuerungstechnologien einerseits einen technischen Zugriff auf Prozeßabläufe, die bislang von menschlichen Eingriffen abhängig waren; andererseits eröffnen sich auch neue Spielräume für eine technische Flexibilisierung von bislang schon hochtechnisierten und weitgehend automatisierten Prozessen. Ferner zeigen sich menschliche Leistungen als ersetzbar, deren Technisierung bisher bestenfalls in Ansätzen erfolgte und die teilweise auch als die eigentliche *Domäne* menschlichen Arbeitsvermögens bezeichnet wurden. Insbesondere betrifft dies sog. *geistige Prozesse*, die sich nach Maßgabe formal-logischer Regeln vollziehen. Gerade die Technisierung solcher menschlicher Leistungen (wie z.B. komplizierte mathematische Berechnungen u.ä.) wird dabei auch als *neue* Überlegenheit der Technik ausgewiesen, ganz ähnlich, wie dies ehemals bei der technischen Ersetzung der *physischen Kraftverausgabung* der Fall war.

Rechnergestützte Informations- und Steuerungstechnologien eröffnen somit neue Spielräume in der Flexibilisierung von Technik; dies ist andererseits aber keineswegs beliebig. Die Notwendigkeit der Transformation konkreter stofflicher Gegebenheiten nach Maßgabe technischer Funktionserfordernisse *lockert* sich zwar, es entstehen aber gerade infolge fortschreitender Technisierung hier auch neue Anforderungen. Dies wird besonders dort virulent, wo es sich um bislang von der Technisierung ausgegrenzte Bereiche handelt; auch bei höherer Flexibilität bleibt die grundsätzliche Erfordernis der *Berechenbarkeit* und/oder der Erfassung konkreter Abläufe nach Maßgabe objektivierbarer Regeln und ähnliches. Dabei sind die höhere Flexibilisierung der Technik und die sich hieraus ergebenden neuen Spielräume für Strategien der Prozeßabspaltung oder Kontrolle externer Bedingungen zugleich verbunden mit neuen Problemen und Schwierigkeiten für die Durchsetzung solcher Strategien: Im Zuge *systemischer Rationalisierung* stößt die Abspaltung von Prozeßelementen innerhalb des betrieblichen Systems auf Grenzen und muß sich in der Tendenz nach außen verlagern. Damit ergeben sich aber auch neue Anforderungen an ihre Kontrolle. Die Auslagerung bestimmter Betriebsbereiche an sog. Zulieferer kann hierfür als charakteristisch angesehen werden; aber auch das Bestreben, neue Beziehungen zu solchen Zulieferern aufzubauen, durch die deren marktmäßige Organisation überformt und teilweise ausgeschaltet wird (Bieber/Sauer 1991). Solche und andere Strategien der Kontrolle externer Einflüsse werden ihrerseits immer aufwendiger wie auch unüberschaubarer, da - infolge des systemischen Charakters von Rationalisierungs- und Automatisierungsprozessen - die *Anfäl-*

ligkeit der technischen Systeme gegenüber externen Einflüssen sich tendenziell vergrößert. Die Abschottung oder Kontrolle nach außen muß - in der Tendenz - umfassend werden; dies setzt eine Entwicklung in Gang, in der sich betriebliche Politik weit mehr als in der Vergangenheit sowohl auf die eigene als auch auf überbetriebliche politische Kontrolle der wechselseitigen Verflechtung unterschiedlicher Wirtschaftssektoren und Konsummärkte richten muß. Die Tendenz zur Ausschaltung von Marktbeziehungen ist hierin angelegt, ebenso aber auch die Gefahr, daß hierdurch Verwertungsmöglichkeiten beschränkt und untergraben werden.

Die systemische Rationalisierung setzt damit - so unsere These - eine Dynamik in Gang, durch die Widersprüchlichkeiten der Verwissenschaftlichung von Technik weit stärker als in der Vergangenheit als *immanente* Probleme technisierter Produktionsprozesse virulent werden. Sie zeigen sich nicht mehr primär an dem Nebeneinander zwischen technisierten und nicht- oder wenig technisierten Produktionsbereichen; sie werden vielmehr zu einem konstitutiven Faktor der hochtechnisierten Produktionsbereiche selbst. Zudem ist die höhere Flexibilisierung der Technik verbunden mit einer - in der Tendenz weitergehenden - Abkopplung ihrer Entwicklung von einem je spezifischen Anwendungsfeld und damit auch der Berücksichtigung der jeweils konkreten Gegebenheiten auf Produktionsebene. Damit erhöhen sich einerseits ihre Anwendungsmöglichkeiten; es entstehen damit zugleich aber auch neue und erweiterte Anforderungen an die Vermittlung zwischen technischen Systemen und den jeweils konkreten Gegebenheiten, in denen sie zur Anwendung kommen.

5.3 Neue Anforderungen an das Erfahrungswissen in der verwissenschaftlichten Produktion

Vor diesem Hintergrund ergeben sich Probleme bei der praktischen Anwendung rechnergestützter Informations- und Steuerungstechnologien insbesondere im Umfeld genau jener technischen Gegebenheiten, die zuvor als Ausdruck der Verwissenschaftlichung von Technik bestimmt wurden. Hierfür lassen sich eine Reihe von Hinweisen finden.

So werden nicht von ungefähr als ein zentrales Problem bei der Implementation solcher Technologien Diskrepanzen genannt zwischen *Modell* und *Wirklichkeit* bzw. den bei der Planung unterstellten Annahmen einerseits und den konkreten Bedingungen, unter denen Produktionstechniken zur Anwendung kommen, andererseits (dies etwa im Unterschied zu Problemen der *Funktionsweise*, etwa durch fehlerhafte Konstruktionen, unzureichende Energiezuführung usw.). Dabei scheint es, daß die technischen Systeme *für sich* genommen

durchaus funktionieren. Jedoch ergeben sich Probleme und Reibungen mit den praktischen konkreten Gegebenheiten, in denen sie zum Einsatz kommen.

Im einzelnen scheinen hier folgende Problemzonen von Bedeutung:

1. Diskrepanzen zwischen den *ex ante* festgelegten Systemen auf der einen Seite und deren praktische Wirkungen und Funktionsfähigkeit auf der anderen Seite. Die informationstechnische Abbildung und Simulation konkreter Abläufe erweist sich vielfach hinsichtlich der dabei zur Anwendung kommenden Regeln und Daten stimmig; dies besagt aber noch nicht, daß sie sich in der praktischen Anwendung als *richtig* bzw. ausreichend erweisen. Ausschlaggebend hierfür sind nicht grundsätzlich *falsche* Annahmen über die konkreten Gegebenheiten, sondern eher deren jeweilige Zuordnung bzw. Gültigkeit im konkreten Fall. Dabei spielen vor allem auch Einflußgrößen eine Rolle, die außerhalb des eigentlichen Anwendungsfeldes eines bestimmten technischen Systems liegen, dieses aber im Sinne von Rahmenbedingungen direkt und indirekt beeinflussen (z.B. Variationen bei im Prinzip gleichen Rohstoffen, vor- und nachgelagerten Produktionsprozessen etc.). Die *Ex-ante*-Bestimmung sämtlicher praxisrelevanter Einflußgrößen stößt offenbar nicht nur infolge der *Quantität*, sondern vor allem auch infolge der Vielzahl unterschiedlicher Konfigurationsmöglichkeiten auf Grenzen.
2. Abweichungen und Unstimmigkeiten ergeben sich auch an den Schnittstellen zwischen der *Steuerung* (Programm) einerseits und den materiellen, stofflich-konkreten Gegebenheiten der technischen Systeme, d.h. der technischen Apparate und Abläufe, auf die sich die informationstechnische Steuerung bezieht, andererseits. Sie resultieren daraus, daß die technischen Apparate und Abläufe keine letztlich vollständig konstanten Eigenschaften aufweisen. Daraus ergeben sich Diskrepanzen zwischen der Funktionsweise der technischen Anlagen und den Annahmen, von denen ihre Steuerung ausgeht. Überspitzt formuliert: Die noch so ausgefeilte informationstechnische Steuerung bricht sich an der materiellen, stofflichen Basis ihrer Wirksamkeit; die *Software* wird quasi durch die *Hardware* auf den Boden der Realität gezogen. Damit zeichnen sich drei markante Problemzonen (Bruchstellen) beim praktischen Einsatz rechnergestützter Technologien ab: die *Schnittstelle* zwischen Steuerung (Programm) und der stofflichen Struktur der Produktionsmittel, die Schnittstelle zwischen Steuerung und den konkreten Prozeßparametern (Rohstoffe, Materialien, Produkte) sowie die *Schnittstelle* zwischen der materiell-stofflichen Struktur technischer Systeme und den jeweiligen Bearbeitungsprozessen.

3. Die technischen Systeme selbst erweisen sich in der Praxis keineswegs als weitgehend *autonom* ablaufende Prozesse; mit zunehmender Komplexität erhöht sich auch die Störanfälligkeit; es treten teilweise Störungen mit weitgehender Wirksamkeit auf, deren Ursachen weder exakt voraussehbar noch systematisch bestimmbar sind. Menschliche Eingriffe zur Regulierung und Störungsbehebung werden notwendig, obwohl sie eigentlich vom technischen System her nicht vorgesehen sind.

Wesentliche Ursachen solcher Probleme¹⁸ liegen - so unsere These - nicht in einer wissenschaftlich *noch nicht* ausreichend durchdrungenen Praxis; sie sind vielmehr die Folge einer zunehmenden Verwissenschaftlichung. Sie beruhen auf strukturellen Diskrepanzen zwischen den (natur-)wissenschaftlichen Prämissen über physisch-organische Eigenschaften materieller Gegebenheiten einerseits und deren faktischer Gestalt und Wirkung im Produktionsprozeß andererseits. Damit verbinden sich auch unzureichende und verkürzte Einschätzungen der Rolle menschlichen Arbeitsvermögens im Produktionsprozeß.

Die Erklärung, daß es sich hier lediglich um ein Problem der Anpassung von *allgemeinen Prinzipien* an *konkrete Gegebenheiten* handelt, erweist sich als zu einfach und scheint den Kern des Problems zu verfehlen.¹⁹ Der entscheidende Punkt, um den es hier geht, ist nicht, daß *allgemeine Gesetze* unter Bezug auf *konkrete Gegebenheiten* ergänzt, ausdifferenziert usw. werden müssen; sie erweisen sich vielmehr im praktischen Vollzug und bei ihrer praktischen Anwendung unter den konkreten Gegebenheiten als falsch und als nicht zutreffend. Daher handelt es sich bei den *Modell-Annahmen* oder den in objektivierbaren Regeln festgehaltenen Abläufen auch nicht um *allgemeine Gesetze*, die den konkreten Gegebenheiten zugrunde liegen. Es handelt sich vielmehr um Abstraktionen, die nur unter spezifischen kontrollierbaren und fixierten Rahmenbedingungen praktisch Geltung erlangen. Die konkreten Gegebenheiten im Produktionsprozeß unterscheiden sich jedoch hiervon - auch wenn versucht wird, sie hieran anzupassen. So wird z.B. die Prämisse der vollständigen Kalkulierbarkeit und Berechenbarkeit von relevanten Einflüssen, Parametern und Prozeßabläufen in der Praxis höchst fraglich infolge ihrer Verschränkung mit vor- und nachgelagerten Prozessen bis hin zu betriebsübergreifenden Zusam-

18 Weitere empirische Belege sowie eine ausführliche Auseinandersetzung mit den hier angesprochenen *Grenzen* der technischen Beherrschung von Produktionsprozessen finden sich in Böhle/Milkau 1988; Böhle/Rose 1990; Böhle/Rose 1992; sowie Moldaschl 1991 und 1991a. Vgl. in dieser Perspektive speziell zum Verwaltungsbereich z.B. Weltz 1990 und 1990a sowie Weltz 1988.

19 Auch ist es nicht damit getan, schlicht dem *Weltbild* der Naturwissenschaften ein anderes *Weltbild* gegenüberzustellen, wie z.B. ein ökologisches, kybernetisches oder auch esoterisches Naturverständnis, deren *Wahrheitsgehalt* zwar möglicherweise plausibel, aber in weiten Bereichen letztlich spekulativ bleibt.

menhängen. Selbst wenn die Möglichkeit der grundsätzlichen Berechenbarkeit theoretisch nicht bestritten wird, stößt sie zumindest, allein schon bei der Benennung der relevanten Parameter und der Identifizierung von Wirkungszusammenhängen, in der Praxis auf Grenzen. Dabei ist auch der Einfluß menschlichen Handelns und somit sozialer, politischer und kultureller Einflüsse auf physisch-organische Gegebenheiten nicht einfach als irrelevant oder als eine unkalkulierbare *Störgröße* zu betrachten, die beliebig eliminiert und manipuliert werden kann. Die *Anarchie* des Marktes mag z.B. zwar eine rationelle Produktion beschränken und auch eine mangelhafte Form der gesellschaftlichen Distribution von Gütern darstellen; ihre Ersetzung durch ein voll determinierbares und in dieser Weise berechenbar und kalkulierbares Verteilungssystem würde jedoch - einmal abgesehen von der Machbarkeit - grundlegende Gegebenheiten sozialen und kulturellen Lebens negieren. Die für die naturwissenschaftliche Erkenntnis maßgebliche Vorstellung einer eigenständigen *Objektwelt* erweist sich gerade angesichts zunehmender Verwissenschaftlichung und Technisierung speziell im Produktionsprozeß als eine Fiktion; sie ist nur dann haltbar, wenn eine jeweilige Isolation (Abstraktion) eines bestimmten Prozeßablaufes von seiner faktischen, direkten und indirekten Verschränkung mit anderen Prozessen möglich ist (bzw. unterstellt wird).

Es sei aber betont, daß Grenzen der Berechenbarkeit und Modell-Abbildungen nicht nur aus dem Einfluß *sozialer Faktoren* resultieren; maßgeblich für die hier entwickelte Argumentation ist vielmehr die - auch unabhängig von menschlichen Eingriffen - Vielzahl von Parametern und konkreten Wirkungszusammenhängen, aus der sich auch bei im Prinzip gleichbleibenden Abläufen jeweils unterschiedliche konkrete Konfigurationen ergeben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es sich jeweils um ein Zusammenspiel sowohl von Materialien (Rohstoffen etc.), technischen Geräten und Anlagen sowie Transport- und Bewegungsabläufen handelt. Die jeweiligen *physikalisch-organischen* Abläufe, die sich hier vollziehen, sind durch komplexe Wirkungszusammenhänge charakterisiert, die mit zunehmender Komplexität der Produktionsprozesse und technischen Anlagen eher zu- als abnehmen. Die Metapher des *Lebendigen* beschreibt den hier angesprochenen Sachverhalt durchaus treffend; dies schließt nicht aus, daß in der betrieblichen Praxis ein erheblicher Anteil relevanter Einflußgrößen und Situationen *kalkulierbar* und in gewisser Weise auch *standardisierbar* ist (bzw. gemacht werden kann); es erklärt dies allerdings, weshalb auch immer wieder *ein Rest* bleibt, der auf diese Weise nicht in den Griff zu bekommen ist. In dem Maße, wie sich Technisierungsprozesse auch auf soziale Prozesse richten, verschärfen sich die hier angesprochenen Probleme.

Folgt man diesen Überlegungen, so erlangt menschliches Arbeitsvermögen in hochtechnisierten Produktionsprozessen objektiv einen neuen strategischen

Stellenwert. Einerseits werden Anforderungen an *physische Arbeitsleistung* sowie *manuelle Geschicklichkeit* reduziert, andererseits bleibt und wird aber menschliches Arbeitsvermögen notwendig, um genau jene Kenntnisse über die konkreten Gegebenheiten betrieblicher Produktion einzubringen, die durch die Verwissenschaftlichung von Technik systematisch ausgeblendet werden. Es sind dies in erster Linie Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit Unwägbarkeiten, Unbestimmtheiten bzw. sog. Unregelmäßigkeiten in Prozeßverläufen, Parametern sowie Einflußfaktoren, die sich bestenfalls tentativ, aber nicht vollständig exakt erfassen und beurteilen lassen. So werden zwar Kenntnisse notwendig, die sich auf die technischen Funktionsprinzipien und die Logik der Technik beziehen; es sind aber gerade auch Kenntnisse und Fähigkeiten notwendig, mit denen physikalisch-organische Abläufe anders als nach den Prämissen und der Logik (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnis erfaßt und bewältigbar sind. In dieser Perspektive erweist sich das sog. *Erfahrungswissen* von Arbeitskräften als ein zentraler strategischer Faktor in hochtechnisierten Produktionssystemen. Diese Entwicklungen rücken ins Blickfeld (Bewußtsein), daß menschliches Arbeitsvermögen im Produktionsprozeß mehr umfaßt als die bloße physische Arbeitsleistung und Geschicklichkeit, aber auch nicht voll in geistiger Arbeit aufgeht. Das hier geforderte Wissen ist keine bloße Vorstufe (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnis und auch nicht ein bloßes Anwendungs- und Ausführungswissen. Es bedarf vielmehr spezifischer, eigenständiger Methoden und Techniken des Umgangs mit *materiellen* Gegebenheiten und Abläufen, die sich von den Prämissen naturwissenschaftlicher Erkenntnis unterscheiden (Böhle/Milkau 1988; Böhle/Rose 1990).²⁰ Es handelt sich hierbei nicht um einen Rest von traditionellem Produktionswissen, der auch im

20 Vor diesem Hintergrund wird deutlich, weshalb uns bei der Untersuchung des Erfahrungswissens und seiner Grundlagen notwendig erscheint, speziell nach Formen des Erkennens und praktischen Umgangs mit Dingen zu fragen, die nicht den Prämissen einer (natur-)wissenschaftlich geleiteten Erkenntnis unterliegen. Grundlegend hierfür ist sowohl ein anderes Verständnis sinnlicher Wahrnehmung als Medium von Erkenntnis, ebenso wie auch des Verhältnisses zwischen handelndem Subjekt einerseits und den Gegenständen, auf die sich das Handeln bezieht, andererseits; Erkenntnis und Wissen sind hierbei Teil des praktischen Umgangs (Erfahrung); sie sind hiervon nicht ablösbar. Die zuvor umrissenen Überlegungen bekräftigen ferner, daß unsere Unterscheidung zwischen *objektivierendem* und *subjektivierendem* Handeln nicht von einer anthropologisch angelegten Dualität ausgeht; es sind theoretisch-historische Unterscheidungen, die sich an der gesellschaftlichen wie historischen Formung rationaler Erkenntnis und eines entsprechenden Handelns orientieren. Das Konzept *subjektivierenden Handelns* orientiert sich dabei nicht an dem, was aus der Perspektive *objektivierenden Handelns* dem Subjektiven zugestanden wird; es thematisiert vielmehr die hierdurch ausgesparten und abgewerteten Formen und Potentiale menschlicher Erkenntnis.

Zuge neuer Technologien notwendig ist; es scheint eher, daß gerade im Zuge fortschreitender Verwissenschaftlichung und Technisierung neue Anforderungen an ein solches Erfahrungswissen entstehen. Es vollzieht sich hier ja nicht nur ein Prozeß der Technisierung ehemals nichttechnisierter Bereiche, sondern auch eine durch neue Technologien eröffnete Ausweitung und Differenzierung industrieller Produktion. Die Thematisierung des *Erfahrungswissens* von Arbeitskräften ist in dieser Perspektive keine *nostalgische Verklärung* und schon gar nicht eine bloße Verteidigung des Bestehenden. Entscheidend ist, daß gerade angesichts zunehmender Verwissenschaftlichung die Bedeutung des *Erfahrungswissens* nicht nur virulent wird; es ergeben sich vielmehr auch neue Anforderungen an ein solches Wissen. Dies jedoch ist nur eine Seite der Entwicklung; würde man nur sie herausstellen, ist die Gefahr groß, zu falschen oder zumindest einseitigen Folgerungen für den Einsatz von Arbeitskraft in hochtechnisierten Produktionssystemen zu kommen.²¹

5.4 *Erfahrungswissen - ein neues Problem und Konfliktfeld in der betrieblichen Praxis*

Den objektiven Anforderungen an das Erfahrungswissen steht zugleich entgegen, daß - um es pointiert zu formulieren - für das Erfahrungswissen aus der *Sicht* der Verwissenschaftlichung von Technik kein Platz ist. Die Verwissenschaftlichung von Technik ist zwar - in ihrer praktischen Anwendung und Wirksamkeit - auf ein anderes ergänzendes Wissen angewiesen, sie kann dem aber letztlich nur unter Infragestellung ihrer eigenen Prämissen Rechnung tragen. Dies mag bei einer personell und organisatorisch durch Praxiserfahrung abgesicherten Technikentwicklung noch teilweise der Fall sein. Im Zuge der fortschreitenden Verwissenschaftlichung von Technik wird dies aber - eben durch diesen Prozeß selbst - zunehmend unterlaufen (Lutz/Veltz 1989).

In dem Maße, wie also die strategische Rolle des Erfahrungswissens objektiv zunimmt, erhöht sich zugleich die *Blindheit* des betrieblichen Systems gegenüber dieser Qualifikation und Leistung menschlichen Arbeitsvermögens. Zudem entfallen traditionelle Grundlagen für eine *stillschweigende* Nutzung

21 Hierin liegt u.E. eine zentrale Gefahr, wenn die Analyse lediglich bei der Feststellung verbleibt, daß von den Arbeitskräften Erfahrungswissen gefordert wird. Dies ist z.B. - aus der hier entwickelten Perspektive - auch eine Schwäche der These von den neuen Produktionskonzepten und ihrer Begründung (Kern/Schumann 1984). Aus der Notwendigkeit des Erfahrungswissens ergibt sich noch nicht zwangsläufig, daß sich die betriebliche Technik- und Arbeitsgestaltung auch hieran orientiert. Hier rächt sich in gewisser Weise eine Erblast der industriesoziologischen Forschung, wonach das Erfahrungswissen von Arbeitskräften als etwas mehr oder weniger selbstverständlich Gegebenes angesehen wurde.

des Erfahrungswissens infolge der Ersetzung physischer Arbeitsleistung und manueller Tätigkeiten durch technische Systeme.²² Seinen konkreten Niederschlag findet dies zum einen in der tendenziellen Ausgrenzung menschlichen Arbeitsvermögens im Rahmen der technischen Planung. Zum anderen orientieren sich Anforderungen an menschliches Arbeitsvermögen - sofern dies insbesondere für Kontrolle und Überwachungsaufgaben notwendig erscheint - an einem primär technisch-wissenschaftlich geleiteten Arbeitshandeln: Befreit von unmittelbarer physischer Arbeitsleistung hat sich die Sinnestätigkeit auf die gezielte Beobachtung technisch dargebotener Informationen zu richten bei gleichzeitiger Ruhigstellung des Körpers insgesamt; regulierende Eingriffe, ebenso wie die Diagnose von Störungen haben sich nach Maßgabe technisch-wissenschaftlicher Logik zu vollziehen, *erst denken, dann handeln*, ebenso wie die Forderung nach einem *analytischen Vorgehen* sind hierbei handlungsleitende Maxime. Die häufig untersuchte Mensch-Maschine-Schnittstelle wird nach solchen *Funktionserfordernissen* gestaltet, und die Ergonomie leistet ihren entsprechenden Beitrag. Produktionsarbeit nähert sich auf diese Weise der *geistigen Arbeit* - auch wenn sie hierbei primär nur deren *praktisch-sinnlichen* Anteil übernimmt. Die Sinnestätigkeit wird auf das begrenzt, wofür die Sinne als Medien der Erkenntnis - aus der Sicht der Verwissenschaftlichung - für tauglich gehalten werden; im übrigen erweist sich der Mensch als *Störgröße*.

Vor diesem Hintergrund können Veränderungen in der Nutzung von Arbeitskraft nicht mehr angemessen unter Bezug auf taylorisierte Arbeitsprozesse erfaßt werden. Ins Zentrum rückt als neue Gefährdung die Tendenz, Arbeitskraft einerseits weitmöglichst technisch zu ersetzen und einzusparen, sowie andererseits die verbleibenden Funktionen nach Maßgabe technisch-wissenschaftlich angeleiteter Überwachung und Kontrolle auszurichten. Letzteres beinhaltet eine Arbeitsgestaltung (Arbeitsorganisation, Mensch-Maschine-Schnittstelle etc.), die sich an einer spezifischen Zurichtung der sinnlichen Wahrnehmung ebenso wie kognitiv intellektueller Leistungen orientiert. Formen sinnlicher Erkenntnis wie Formen des Denkens, die nicht voll in der Logik technisch-rationalen Handelns aufgehen, werden hierdurch erschwert und zurückgedrängt.

Die Widersprüchlichkeit einer solchen Nutzung von Arbeitskraft manifestiert sich speziell darin, daß hierdurch Voraussetzungen für den Erwerb sowie für die Anwendung von Fähigkeiten und Kenntnissen gefährdet werden, die gerade auch in der technisch-wissenschaftlichen Produktion notwendig

22 Verschärft wird dies, da durch sozio-kulturelle, gesellschaftliche Entwicklungen insgesamt auch betriebsübergreifend *traditionelle* Grundlagen für eine soziale Verortung von *Erfahrungswissen* nur mehr rudimentär vorhanden sind (Böble 1989).

sind; darüber hinaus scheinen sie aber auch eine wichtige Basis für die Erhaltung und Regeneration von Arbeitsvermögen überhaupt zu sein.

Die damit einhergehenden *neuen* Gefährdungen von Arbeitskraft vollziehen sich nicht mehr entlang bisheriger physischer Belastungen, *Dequalifizierung* und Eingrenzung von Kontroll- und Dispositionsmöglichkeiten: Physisch-nervliche Belastungen ergeben sich nicht mehr primär durch eine einseitige und übermäßige Beanspruchung des Körpers und einzelner Sinnesorgane; wesentliche Ursachen liegen vielmehr gerade in dem Zwang zu einer *Ruhigstellung* des Körpers verbunden mit einer permanenten Anspannung. Qualifikatorische Beschränkungen ergeben sich nicht mehr primär durch Zergliederung von Arbeitsabläufen und Reduzierung von Denktätigkeiten; entscheidend ist vielmehr eine Vereinseitigung in Richtung *objektivierenden Handelns*. Die Eingrenzung von Kontroll- und Dispositionsmöglichkeiten ergibt sich nicht mehr primär durch die horizontale und vertikale Arbeitsteilung; maßgeblich ist vielmehr die Anpassung an die Logik technischer Systeme und der Zwang, in dieser Logik zu denken und zu handeln.

Die Arbeitskräfte laufen dabei Gefahr, zunehmend mit faktischen Anforderungen an Kenntnisse und entsprechende Eingriffe konfrontiert zu sein, die sie unter den gegebenen Bedingungen nicht oder nur unter sehr erschwerten Bedingungen erfüllen können. Betroffen sind hiervon nicht nur die unmittelbar mit der Überwachung und Steuerung befaßten Arbeitskräfte, sondern ebenso auch Vorgesetzte auf Produktions- und Abteilungsebene.

Die Betriebe laufen Gefahr, daß hierdurch wichtige Funktionsvoraussetzungen technischer Systeme gefährdet und die hiermit intendierten Effekte unterlaufen werden. Hierin liegen zugleich Chancen wie auch Begrenzungen in der zukünftigen Auseinandersetzung. Widerstände wie aber auch ggf. Lernprozesse sind hierin gleichermaßen angelegt. - Unsere These ist, daß sich damit die für die tayloristische Syndromatik charakteristische Auseinandersetzung um die Intensität der Leistungsanforderungen zunehmend verschiebt auf die Auseinandersetzung über das faktisch geforderte *Erfahrungswissen* von Arbeitskräften und dessen gleichzeitige Gefährdung.²³

5.5 Perspektiven der zukünftigen Nutzung von Arbeitskraft und ihre Analyse

Folgt man unseren Überlegungen, so vollzieht sich mit dem *Einsatz* neuer Informations- und Steuerungstechnologien ein struktureller Wandel in der Nutzung von Arbeitskraft. Unter Rückgriff auf die Marx'sche Unterscheidung

23 Dies besagt nicht, daß bisher bestehende Gefährdungen hinfällig werden, es ergeben sich aber Verschiebungen in ihrer Gewichtung.

unterschiedlicher Formen der Mehrwertproduktion ließen sich diese Entwicklungen als eine tendenzielle Ablösung der Intensivierung der Arbeit zugunsten der Entwicklung technischer Produktivkräfte betrachten. In industriesoziologischen Untersuchungen - zumal wenn sie in der traditionellen politischen Ökonomie stehen - wurde (wird) in eine solche Ablösung der Intensivierung der Arbeit eher eine *progressive* Tendenz kapitalistischer Produktion gesehen. Charakteristisch hierfür ist, daß *negative* Folgen für die Arbeitskräfte, die bei solchen Entwicklungen diagnostiziert werden, überwiegend an der *Technikanwendung* und hier insbesondere an einer Verbindung mit tayloristischen Prinzipien der Arbeitsorganisation festgemacht werden; umgekehrt wird eine Lockerung tayloristischer Formen der Arbeitsorganisation bereits als ein Indiz für eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Sinne einer Requalifizierung, Erweiterung von Dispositionsspielräumen etc. gewertet. So schwankt die Diagnose letztlich entweder zwischen der Konstatierung eines weiteren Fortbestands des *Alten*, d.h. der Taylorisierung und Intensivierung der Arbeit zum einen oder einer - in der Tendenz - eher positiv zu bewertenden *Requalifizierung* zum anderen. Wie gezeigt, wird hierdurch aber der strukturelle Wandel in der Nutzung von Arbeitskraft, der sich im Zuge fortschreitender Technisierung und Verwissenschaftlichung der Produktion vollzieht, nicht angemessen *erfaßt*.²⁴

Die zuvor umrissenen Überlegungen machen auf spezifische Widersprüchlichkeiten und neue Gefährdungen aufmerksam, die sich im Zuge fortschreitender Verwissenschaftlichung und Technisierung der Produktion ergeben. In welcher Weise sie konkret zum Tragen kommen, hängt auch davon ab, ob und wie sie Gegenstand interessenpolitischer Auseinandersetzungen werden. Dies betrifft Reaktionen, Widerstände und Forderungen der Arbeitskraft, ebenso wie betriebliche Strategien zur Bewältigung der hieraus resultierenden Probleme. Die Aussage, daß Arbeitskraft nicht mehr der primäre strategische Ansatzpunkt betrieblicher Rationalisierung ist, trifft zwar einerseits zu, das heißt aber andererseits nicht, daß der Einsatz und die Nutzung von Arbeitskraft zukünftig als ein wichtiger Bezugspunkt betrieblicher Strategien verschwindet; lediglich die Perspektive, in der dies erfolgt, verschiebt sich. Unterschiedliche Verläufe der

24 Die Unsicherheit und teilweise Zaghafteigkeit der industriesoziologischen Analyse in den gegenwärtig sich abzeichnenden technischen Veränderungen, die Herausbildung neuer Formen einer durch Verwertungserfordernisse geprägten Nutzung von Arbeitskraft zu diagnostizieren, rührt möglicherweise auch daher, daß sich in der Marx'schen Analyse die spezifische kapitalistische Formbestimmtheit der technischen Produktivkraftentwicklung kaum auffinden läßt. (Nicht zuletzt liegt hierin ja auch ein Grund, weshalb im technisch-wissenschaftlichen Fortschritt auch jene Tendenzen und Triebkräfte lokalisiert wurden, die über den begrenzten Zweck der Kapitalverwertung hinausweisen.)

Technisierung ließen sich in dieser Sicht als jeweils spezifische *Arrangements* mit den umrissenen Problemen und Widersprüchlichkeiten einer Verwissenschaftlichung von Technik und Produktion begreifen. Technik und der Einsatz von Arbeitskraft, ebenso wie die Herstellung der für die technisch-wissenschaftliche Beherrschung notwendigen Voraussetzungen (Abspaltung, Kontrolle), stehen dabei in einem interdependenten Wechselverhältnis; sie eröffnen je nach ihrer konkreten betrieblichen Gestaltung (und Gestaltbarkeit) wechselseitig Spielräume wie aber auch Rigiditäten. Dies besagt z.B., daß technische Entwicklungen und Innovationen nicht nur auf eine beständige Steigerung *technischer Effizienz* (Produktivität) abzielen; sie richten sich auch darauf (und müssen sich darauf richten), Diskrepanzen zwischen den ihnen zugrunde liegenden Prämissen (Funktionserfordernissen) und den konkreten stofflichen Gegebenheiten *immanent* zu bewältigen.

Progressive Potentiale der hier beschriebenen Entwicklungen - sofern man diese nicht gänzlich negiert - sind dabei nicht in deren vordergründigen Erscheinungsformen, sondern bestenfalls in deren Widersprüchlichkeiten zu suchen. Dietrich Hoß hat in diesem Zusammenhang z.B. unter Bezug auf unsere Arbeiten zur Bedeutung "subjektivierenden Arbeitshandelns" die Frage formuliert, ob sich hier nicht möglicherweise eine Alternative zur herrschenden "instrumentellen Vernunft" zumindest in Umrissen andeutet. Er verweist dabei auf den Begriff der "mimetischen Vernunft", der von Adorno in seinen Schriften zur Ästhetischen Theorie verwendet wird. Gemeint ist damit nicht ein "regressives Abschalten der Vernunft", sondern die produktive (Weiter-)Entwicklung der im mimetischen Verhalten enthaltenen Potentiale und ihre Verschränkung mit der "Rationalisierung" (Hoß 1989, S. 332). Dies wäre ein durchaus im emphatischen Sinne zu verstehender Hinweis darauf, in welcher Weise gerade die Auseinandersetzung mit dem Phänomen des *Erfahrungswissens* den Blick dafür öffnen könnte, daß es bei den gegenwärtig sich abzeichnenden Prozessen der Technisierung und Verwissenschaftlichung doch noch etwas gibt (oder geben könnte), das über sie hinausweist. Dies allerdings wäre etwas sehr anderes, als es die Verfechter des *technisch-wissenschaftlichen* Fortschritts angenommen haben.

Aber auch unabhängig davon, ob man die hier angesprochene gesellschaftspolitische Perspektive teilt, ergeben sich für die industriesoziologische Forschung aus den beschriebenen Entwicklungen neue Anforderungen an die Analyse von Arbeit. Die genannten Widersprüchlichkeiten in der Nutzung von Arbeitskraft werden nur erkennbar, wenn die Analyse von Arbeit nicht allein nach Maßgabe *technisch-rationalen* Handelns erfolgt. Notwendig wird eine Erweiterung des Arbeitsbegriffs, und zwar gerade auch im Umgang mit den materiell-stofflichen Bedingungen von Produktionsprozessen. Unsere bisherigen Arbeiten hierzu, ebenso wie die vorangegangenen Überlegungen konzen-

trieren sich dabei auf den mittelbaren Produktionsbereich; wir gehen jedoch davon aus, daß sie nicht nur hierfür Geltung haben. Auf dieser Grundlage ergeben sich neue Ansatzpunkte für die Auseinandersetzung mit der Arbeitsgestaltung, Technikentwicklung bis hin zur Bewertung erfahrungsgeleiteter Arbeit (vgl. Rose 1991).

Literaturverzeichnis

- Altmann, N./Bechtle, G./Lutz, B. 1978: Betrieb - Technik - Arbeit. Elemente einer soziologischen Analytik technisch-organisatorischer Veränderungen. Frankfurt/M.; New York
- Altmann, N./Deiß, M./Döhl, V./Sauer, D. 1986: Ein "Neuer Rationalisierungstyp" - neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt. 37. Jg. (1986), H. 2/3, S. 191-206
- Altmann, N./Sauer, D. (Hg.) 1989: Systemische Rationalisierung und Zulieferindustrie - Sozialwissenschaftliche Aspekte zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung. Frankfurt/M.; New York
- Baethge, M./Oberbeck, H. 1986: Zukunft der Angestellten. Neue Technologien und berufliche Perspektiven in Büro und Verwaltung. Frankfurt/M.
- Bainbridge, L. 1987: Ironies of Automation. In: Rasmussen, J. et al. (eds.): New Technology - an Human Error. Chichester
- Bechtle, G. 1980: Betrieb als Strategie. Theoretische Vorarbeiten zu einem industriesoziologischen Konzept. Frankfurt/M.; New York
- Bechtle, G./Lutz, B. 1989: Die Unbestimmtheit post-tayloristischer Rationalisierungsstrategie und die ungewisse Zukunft industrieller Arbeit. Überlegungen zur Begründung eines Forschungsprogramms. In: Düll, K./Lutz, B. (Hg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich. Frankfurt/M.; New York, S. 9-91
- Bieber, D./Sauer, D. 1991: "Kontrolle ist gut! Ist Vertrauen besser? "Autonomie" und "Beherrschung" in Abnehmer-Zulieferbeziehungen". In: Mendius, H.G./Wendeling-Schröder, U. (Hg.): Zulieferer im Netz. Zwischen Abhängigkeit und Partnerschaft. Köln, S. 228-254
- Böhle, F. 1989: Körper und Wissen. Veränderungen in der sozio-kulturellen Bedeutung körperlicher Arbeit. In: Soziale Welt. Jg. 40 (1989), H. 4, S. 497-512
- Böhle, F. 1990: Sinnliche Erfahrung und Wissen. Zur Kritik des Umgangs mit den Sinnen und dem Körper im Prozeß gesellschaftlicher Modernisierung. Manuskript (Veröffentlichung in Vorbereitung). München
- Böhle, F./Milkau, B. 1988: Vom Handrad zum Bildschirm. Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß. Frankfurt/M.; New York
- Böhle, F./Milkau, B. 1989: Neue Technologien - Neue Risiken. Neue Anforderungen an die Analyse von Arbeit. In: Zeitschrift für Soziologie. Jg. 18 (1989) H. 4, S. 249-262

- Böhle, F./Rose, H. 1990: Erfahrungsgeleitete Arbeit bei Werkstattprogrammierung. Perspektiven für Programmierverfahren und Steuerungstechniken. In: Rose, H. (Hg.): Programmieren in der Werkstatt. Frankfurt/M.; New York, S. 11-95
- Böhle, F./Rose, H. 1992: Technik und Erfahrung. Arbeit in hochtechnischen Systemen. Frankfurt/M., New York
- Böhme, H./Böhme, G. 1985: Das Andere der Vernunft. Zur Entwicklung von Rationalitätsstrukturen am Beispiels Kants. Frankfurt/M.
- Brandt, G./Papadimitriou, Z. 1990: Was trägt die industriesoziologische Forschung zur Entwicklung eines sozialwissenschaftlichen Technikbegriffs bei? In: Brandt, G.: Arbeit, Technik und gesellschaftliche Entwicklung. Transformationsprozesse des modernen Kapitalismus. Aufsätze 1971-1987. Hrsg. v. Bieber, D./Schumm, W. Frankfurt/M.
- Brödner, P. 1986: Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik. 2. Auflage. Berlin
- Dombrowski, H.D./Krause, U./Roos, B. (Hg.) 1978: Symposium Warenform - Denkform. Zur Erkenntnistheorie Sohn-Rethels. Frankfurt/M.
- Dreyfus, H.L. 1985: Die Grenzen künstlicher Intelligenz. Was Computer nicht können. Königstein/Ts.
- Dreyfus, H.L./Dreyfus, St.E. 1986: Mind over Machine - the Power of Human Intuition and Expertise in the Area of the Computer. Oxford
- Dürr, H.P. 1989: Wissenschaft und Wirklichkeit. Über die Beziehung zwischen dem Weltbild der Physik und der eigentlichen Wirklichkeit. In: H.P. Dürr/W.Ch. Zimmerli (Hg.): Geist und Natur. Bern; München; Wien
- Elias, W. 1976: Über den Prozeß der Zivilisation. 2. Bd. Frankfurt/M.
- Foucault, M. 1976: Überwachen und Strafen. Frankfurt/M.
- Gerstenberger, F.: Der Computer und die Angestellten. Gesellschaftliche Formbestimmungen technischer Bedingungen. In: Brandt, W./Tennfelde, W. (Hg.): Neue Informations- und Kommunikationstechnologien in der kaufmännischen Verwaltung. O. J.
- Gleich, A. v. 1989: Der wissenschaftliche Umgang mit der Natur. Frankfurt/M.
- Greiff, B.v. 1976: Gesellschaftsform und Erkenntnisform. Zum Zusammenhang von wissenschaftlicher Erfahrung und gesellschaftlicher Entwicklung. Frankfurt/M.; New York
- Habermas, J. 1981: Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. I. Frankfurt/M.
- Hack, L. 1988: Vor Vollendung der Tatsachen. Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution. Frankfurt/M.
- Heidelberger, M./Thiessen, S. 1981: Natur und Erfahrung. Hamburg
- Hieber, L. 1977: Sohn-Rethels Bedeutung für die Selbstreflexion naturwissenschaftlicher Arbeit. In: Prokla. H. 29
- Hildebrandt, E./Seltz, R. (Hg.) 1987: Managementstrategie und Kontrolle. Berlin
- Hoffmann, R.W. 1979: Die Verwissenschaftlichung der Produktion und das Wissen der Arbeiter. In: Böhme, G./Engelhardt, M.v. (Hg.): Entfremdete Wissenschaft. Frankfurt/M.
- Hoß, D. 1989: Maschinenträume und Traummaschinen. Aktuelle Bezüge einer kritischen Theorie des Technikumgangs. In: Erd, R. et al. (Hg.): Kritische Theorie und Kultur. Frankfurt/M.
- Keller, E.F. 1985: Reflections on Gender and Science. New Haven; London
- Kern, H./Schumann, M. 1984: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München
- Krovoza, A. 1976: Produktion und Sozialisation. Frankfurt/M.
- Kutschmann, W. 1986: Der Naturwissenschaftler und sein Körper. Frankfurt/M.
- Lullies, V./Weltz, F. 1983: Innovation im Büro. Frankfurt/M.
- Lutz, B. 1983: Technik und Arbeit. Stand, Perspektiven und Probleme industriesoziologischer Technikforschung. In: Schneider, Ch. (Hg.): Forschung in der Bundesrepublik Deutschland. Beispiele, Kritik, Vorschläge. Weinheim
- Lutz, B./Kammerer, G. 1975: Das Ende des graduierten Ingenieurs? Eine empirische Analyse unerwarteter Nebenfolgen der Bildungsexpansion. Frankfurt/M.; Köln
- Lutz, B./Veltz, P. 1989: Maschinenbauer versus Informatiker. Gesellschaftliche Einflüsse auf die fertigungstechnische Entwicklung in Deutschland und Frankreich. In: Düll, K./Lutz, B. (Hg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich. Frankfurt/M.; New York, S. 213-285
- Malsch, Th. 1987: Die Informatisierung des betrieblichen Erfahrungswissens und der "Imperialismus der instrumentellen Vernunft". In: Zeitschrift für Soziologie. Jg. 16 (1987), H. 2
- Moldaschl, M. 1990: Das Modell ist gut, nur die Realität ist schlecht. Expertensysteme in der Arbeitswelt. In: Technische Rundschau. Jg. 82 (1990), H. 49, S. 104-112
- Moldaschl, M. 1991: Frauenarbeit oder Facharbeit? Montagerationalisierung in der Elektroindustrie II. Frankfurt/M.; New York (Veröffentlichung in Vorbereitung)
- Moldaschl, M. 1991a: Alle Maschinen übernehmen Arbeit - Keine Maschine übernimmt Verantwortung. CIM und künstliche Intelligenz. In: Sonderforschungsbereich 333 der Universität München (Hg.): Mitteilungen 4. München
- Moscovici, S. 1982: Versuch über die menschliche Geschichte der Natur. Frankfurt/M.
- Müller, R.W. 1977: Geld und Geist. Zur Entstehungsgeschichte von Identitätsbewußtsein und Rationalität seit der Antike. Frankfurt/M.; New York
- Noble, D.F. 1979: Maschinen gegen Menschen. Die Entwicklung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. Stuttgart
- Oechsle, M. 1988: Der ökologische Naturalismus. Zum Verhältnis von Natur und Gesellschaft im ökologischen Diskurs. Frankfurt/M.; New York
- Oetzel, K.B. 1978: Wertabstraktion und Erfahrung. Über das Problem einer historisch-materialistischen Erkenntniskritik. Frankfurt/M.; New York
- Piore, M.J./Sabel, Ch.F. 1985: Das Ende der Massenproduktion. Studie über die Requalifizierung der Arbeit und die Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft. Berlin
- Projektgruppe Automation und Qualifikation 1987: Widersprüche der Automationsarbeit. Berlin
- Radkau, J. 1989: Technik in Deutschland vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Frankfurt/M.
- Rammert, W. 1982: Verwissenschaftlichung der Arbeit: Industrialisierung der Wissensproduktion und der Informatisierung. In: Littek, W. et al. (Hg.): Einführung in die Industrie- und Arbeitssoziologie. Frankfurt/M.
- Rammert, W. 1988: Das Innovationsdilemma. Technikentwicklung im Unternehmen. Opladen

- Rose, H. 1991: Bedeutung des Erfahrungswissens für die Bedienung von CNC-Maschinen. In: *ZwF (Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung)*. Jg. 86 (1991), H. 1, S. 45-48
- Schmiede, R. 1980: Rationalisierung und reelle Subsumtion. In: *Leviathan*. (1980), H. 4
- Schmiede, R. 1983: Abstrakte Arbeit und Automation zum Verhältnis Industriesoziologie und Gesellschaftstheorie. In: *Leviathan*. (1983), H. 1
- Sohn-Rethel, A. 1972: Geistige und körperliche Arbeit. Frankfurt/M.
- Ullrich, O. 1977: Technik und Herrschaft. Frankfurt/M.
- Volpert, W. 1983: An den Grenzen des Modells der hierarchisch-sequentiiellen Handlungsorganisation. In: *Berliner Hefte zur Arbeits- und Sozialpsychologie*. (1983), H. 3
- Volpert, W. 1986: Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Designs. IfHA-Berichte Nr. 11. Berlin
- Weltz, F. 1988: Die doppelte Wirklichkeit der Unternehmen und ihre Konsequenzen für die Industriesoziologie. In: *Soziale Welt*. (1988), H. 1
- Weltz, F. 1990: Der Traum von der absoluten Ordnung und die doppelte Wirklichkeit der Unternehmen. In: *Technische Rundschau*. (1990), H. 45
- Weltz, F. 1990a: Die Herrschaft der Zahlen. In: *Technische Rundschau*. (1990), H. 42
- Woesler, Ch. 1978: Für eine begreifende Praxis in der Natur. Lahr-Giessen
- Wood, S. 1986: Neue Technologien, Arbeitsorganisation und Qualifikation: Die britische Labour-Process-Debatte. In: *Prokla* 62. März 1986
- Zilsell, E. 1976: Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft. Frankfurt/M.