

Alternativen in der Technikentwicklung – nicht nur die Organisation, sondern auch die Technik entscheidet über die „Zukunft der Arbeit“ – oder: Zur Kritik der Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit ¹

Fritz Böhle

Obwohl sich seit den 70er-Jahren zunehmend die Auffassung einer gesellschaftlichen Gestaltbarkeit technischer Entwicklung durchgesetzt und u.a. zur gesellschaftspolitischen Förderung einer sozialverträglichen und humanorientierten Technikgestaltung im Arbeitsbereich geführt hat,² scheint mittlerweile die Auseinandersetzung mit Alternativen und Optionen in der Entwicklung von (Produktions-)Technik kaum (mehr) von Interesse zu sein. Die Entdeckung der technikunabhängigen Gestaltbarkeit der Arbeitsorganisation hat dazu geführt, dass Technik und Arbeitsorganisation nicht mehr nur als entkoppelt, sondern als quasi wechselseitig voneinander abgekoppelt betrachtet werden. In der sozialwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit den Formen und Folgen betrieblicher Rationalisierung hat sich damit eine Entwicklung vollzogen, wie sie bereits seit längerem durch die Organisationstheorie vorgezeichnet wurde. Organisatorische Strukturen und Abläufe sowie das Handeln und Verhalten von Akteuren in Organisationen werden weitgehend von den stofflich-materiellen Prozessen und entsprechend auch konkreten Arbeitstätigkeiten isoliert betrachtet. Soweit Arbeit ins Blickfeld gerät, bezieht sich dies nicht auf den Umgang mit Material und Maschinen, sondern primär auf die Interaktion und Kommunikation bzw. auf planende und dispositive Tätigkeiten. So werden in Untersuchungen zu

¹ Der folgende Beitrag entstand im Rahmen von Arbeiten im Sonderforschungsbereich 536 der Universität München „Reflexive Modernisierung“, Teilprojekt A3 „Grenzen wissenschaftlich-technischer Beherrschung und anderes Wissen – Umbrüche im gesellschaftlichen Umgang mit sinnlicher Erfahrung“. Neben dem Verfasser sind hieran beteiligt. A. Bolte, I. Drexler, S. Pfeiffer & S. Weishaupt.

² Hinzuweisen ist hier in der Bundesrepublik Deutschland insbesondere auf das Forschungsprogramm zur „Humanisierung des Arbeitslebens – HdA“ und „Arbeit und Technik“ des BMFT sowie das Programm zur sozialverträglichen Technikgestaltung in Nordrhein-Westfalen.

neuen Formen der Arbeitsorganisation zwar einerseits sehr differenziert unterschiedliche konkrete Ausprägungen z.B. von Gruppenarbeit und deren Folgen für die Arbeitskräfte dargestellt, andererseits werden dabei aber unterschiedliche Produktionsstrukturen und technische Gegebenheiten eher nur als „Kontextbedingungen“ berücksichtigt und nicht systematisch mit unterschiedlichen Formen der Organisation von Gruppenarbeit und den Möglichkeiten zur Selbstregulation u.ä. in Beziehung gesetzt. Ursachen für Unterschiede wie auch die geringe Reichweite der damit vollzogenen Innovationen werden folglich als ein Resultat betriebspolitischer Entscheidungen und Strategien des Managements interpretiert.³

Des Weiteren hat sich aber auch dort, wo Technik in ihren Auswirkungen auf Arbeit (noch) in den Blick gerät, ein weitreichender Wandel vollzogen. So wird der Einsatz qualifizierter Fachkräfte anstelle von bloßen „Knöpfchendrückern“ in industriesoziologischen Untersuchungen zwar auch im Zusammenhang mit der Technisierung gesehen; doch erfolgt dies eher in einer „negativen“ Zuordnung. Das Interesse von Betrieben am Einsatz qualifizierter Fachkräfte resultiert demnach aus dem Scheitern anspruchsvoller Technikkonzepte und einer (bewussten) Rücknahme bzw. Beschränkung der Technisierung zugunsten des Einsatzes menschlichen Arbeitsvermögens. Exemplarisch hierfür ist die Gegenüberstellung von technikzentrierten und anthropozentrischen Formen der Rationalisierung oder/und des Computers als Maschine (Automatisierung) und Werkzeug (Unterstützung menschlicher Arbeit).

Und schließlich scheinen auch im Hinblick auf traditionelle Belastungen und gesundheitliche Gefährdungen industrieller Arbeit rechnergestützte Technologien kaum mehr von Belang. Produktionsarbeit nähert sich in dieser Perspektive zunehmend dem Typ körperlich entlasteter „geistiger Arbeit“ an. Unterstützt wird dies auch durch den Tatbestand, dass mittlerweile die Berücksichtigung ergonomischer Erkenntnisse bei der Gestaltung der „Benutzeroberfläche“ weithin zur Normalität geworden ist. Damit sei nicht behauptet, dass nun arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse bruchlos in die Praxis umgesetzt werden; jedoch zählt mittlerweile der Verweis auf eine „ergonomisch“ gestaltete Benutzeroberfläche zu einem mehr oder weniger selbstverständlichen Bestandteil wettbewerbsfähiger Produktionstechniken. So gibt es derzeit kaum noch einen namhaften Hersteller von Werkzeugmaschinen, der nicht für sich in Anspruch nimmt, eine facharbeitergerechte

³ Aus der Vielzahl der hierzu vorliegenden Untersuchungen sei nur eher exemplarisch für den hier angesprochenen Perspektivenwechsel auf die ansonsten sehr aufschlussreichen Darstellungen bei Schumann & Gerst (1997) und Minssen (1999) sowie auf den Überblick bei Horndasch (1998) hingewiesen.

Benutzeroberfläche speziell bei der Programmierung vor Ort anzubieten. Und ebenso wird z.B. bei der Gestaltung von Prozessleitsystemen zur Überwachung und Regulierung komplexer technischer Systeme von Herstellern betont, dass bei der Informationsdarstellung nicht nur arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, sondern auch die jeweils konkreten betrieblichen Gegebenheiten und Wünsche der „Nutzer“ berücksichtigt werden.

Betrachtet man also den Einsatz rechnergestützter Technologien aus der Perspektive der in der Vergangenheit gewonnenen Erfahrungen zu betrieblicher Rationalisierung und Technisierung von Arbeit, so scheint die Auseinandersetzung mit dem Einfluss von Technik auf die Entwicklungen von Arbeit kaum mehr ein Thema, das für die Sozialwissenschaften eine besondere Herausforderung darstellt. Wenn überhaupt, so scheinen hier am ehesten (wieder) die Auswirkungen auf den quantitativen Einsatz von Arbeitskraft brisant.

Die sich damit aus arbeitspolitischer Perspektive vollzogene „Entproblematisierung“ von Technik kann sich durchaus auf reichhaltige empirische Belege stützen, die mittlerweile ebenso zum Kanon „gesicherter Erkenntnisse“ zählen wie die Befunde zu der Unterordnung des Menschen unter den „Takt der Maschine“ und zu den Restriktionen tayloristischer Rationalisierung in der Vergangenheit. Doch gleichwohl scheint es fraglich, ob damit die sich in der betrieblichen Praxis vollziehenden Entwicklungen angemessen erfasst werden bzw. werden können. Dies besagt nicht, dass die im Vorangegangenen – etwas pointiert – umrissenen Deutungen „falsch“ wären. Doch – so unsere These – gerät damit die Komplexität der sich real vollziehenden Entwicklungen nur selektiv und verkürzt in den Blick. Was hierbei ausgeblendet bleibt, lässt sich jedoch im Bezugsrahmen der bisher entwickelten sozialwissenschaftlichen Konzepte der Analyse von Arbeit kaum erfassen.

Die hiermit angesprochenen Ausblendungen tangieren zentrale, in modernen Gesellschaften vorherrschende „Grundüberzeugungen“ bzw. „Basisselbstverständlichkeiten“ in der Deutung der Entwicklungen von Technik und Arbeit. Doch scheint es gerade angesichts rechnergestützter Technologien und der damit einhergehenden „Informatisierung von Arbeit“ notwendig, den Bezugsrahmen sowohl der sozialwissenschaftlichen als auch gesellschaftspolitischen Betrachtung zu erweitern. Werden die sich hieraus ergebenden neuen Herausforderungen für die Auseinandersetzung mit der Technisierung von Arbeit nicht aufgegriffen, so ist die Gefahr groß, dass die sich faktisch vollziehenden Auswirkungen der Technisierung auf Arbeit ebenso wie Alternativen in der Gestaltung von Technik nicht erkannt, geschweige denn systematisch aufgegriffen, analysiert und diskutiert werden.

Im Folgenden sei versucht, dies näher zu begründen und einen Bezugsrahmen zu umreißen, in dem technische Entwicklungen, wie sie mit dem CNCplus-Konzept anvisiert werden, u.E. zu verorten wären. Im Mittelpunkt steht dabei eine kritische Auseinandersetzung mit der Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit.

Es sei gezeigt, in welcher Weise durch die Verwissenschaftlichung von Arbeit nicht nur bei tayloristischen Formen der Arbeitsorganisation, sondern gerade auch bei qualifizierten Tätigkeiten und neuen Formen der Arbeitsorganisation menschliches Arbeitsvermögen nur einseitig genutzt und entwickelt wird. Unsere These ist, dass dies speziell bei qualifizierter Arbeit mit rechnergestützten Technologien nicht durch die Arbeitsorganisation, sondern wesentlich durch die Gestaltung von Technik zuwege gebracht wird. Die CNCplus-Technologie verweist vor diesem Hintergrund auf (mögliche) Alternativen, die für die weitere Entwicklung von Arbeit – nicht nur im Bereich industrieller Produktion – von grundlegender Bedeutung sind. Um dies zu erkennen, reicht es jedoch nicht (mehr) aus, die Entwicklungen von Arbeit nur in der Alternative zwischen einer technikzentrierten Reduzierung auf Restfunktionen einerseits und anthropozentrischen (Re-)Qualifizierung von Arbeit andererseits zu betrachten. Notwendig ist vielmehr nun auch eine erweiterte und differenziertere Betrachtung der Struktur qualifizierter Arbeit und dessen, was menschliches Arbeitsvermögen und -handeln ausmacht. Grundlegend für eine solche (neue) Betrachtung – so unsere These – ist die Unterscheidung zwischen einer wissenschaftsgeleiteten und einer erfahrungsgeliteten Strukturierung des Arbeitshandelns (1.). Daran anschließend sei erläutert, in welcher Weise hiermit zugleich mehr Fragen aufgeworfen als beantwortet werden und die wissenschaftliche wie praktische Auseinandersetzung mit einer humanorientierten Technikgestaltung keineswegs als „erledigt“ abgehakt werden kann (2.).

1 Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit – Umrisse einer neuen Sicht

Im Selbstverständnis moderner Gesellschaften beruht die sich seit der „industriellen Revolution“ vollziehende Technisierung von Arbeit im Wesentlichen auf der systematischen Nutzung (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnisse. Auch die sozialwissenschaftlichen Deutungen der technischen Entwicklung sind durch diese Auffassung nachhaltig geprägt und haben sie

zugleich selbst (mit-)begründet⁴. Demgegenüber zeigen jedoch detailliertere empirische Untersuchungen und Berichte, dass nicht nur vor, sondern auch nach der sog. industriellen Revolution in weiten Bereichen technische Entwicklungen ohne Bezug auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse vorangetrieben wurden und wissenschaftliche Erkenntnisse für die Technikentwicklung bestenfalls nur punktuell von praktischem Nutzen waren (vgl. Krohn, 1989, S. 24ff.; Wengenroth, 1997, S. 141ff.). Speziell für die Entwicklungen im Maschinenbau wird eine empirie- und erfahrungsgeladene Entwicklung von Produktionstechniken herausgestellt, durch die nicht nur im 19. Jh., sondern auch in der Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg in besonderer Weise praxisbezogene, auf die Erfordernisse der Anwender ausgerichtete Innovationsprozesse hervorgebracht wurden (z.B. Kalkowski et al., 1995; vgl. König, 1989, S. 189ff.). Damit sei keineswegs der Einfluss wissenschaftlicher Erkenntnisse auf technische Entwicklungen bestritten. Wichtig an diesen Befunden scheint jedoch, dass technische Entwicklungen nicht umstandslos in Abhängigkeit von wissenschaftlichen Erkenntnissen zu sehen sind, sondern offenbar auch noch durch andere nicht-wissenschaftlich geprägte Formen des Wissens und Methoden hervorgebracht werden können. Aufschlussreich sind in diesem Zusammenhang auch Befunde zur Ingenieuritätigkeit, die darauf verweisen, dass diese sich keineswegs nur nach dem Modell eines wissenschaftlich geleiteten „methodischen Vorgehens“ vollzieht (Ferguson, 1992; Wengenroth, 2000; Porschen, 1999). Allerdings wurden bislang in den Sozialwissenschaften solche Befunde noch kaum systematisch aufgegriffen und zum Anlass für eine kritische Auseinandersetzung mit grundlegenden Annahmen zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik genommen.

Eher werden sie – soweit überhaupt registriert – als Beleg für Beschränkungen in der Technikentwicklung gewertet, die es durch eine Forcierung der Verwissenschaftlichung zu überwinden gilt. Doch gerade eine solche Einordnung empirisch beobachtbarer „Abweichungen“ vom Paradigma der Verwissenschaftlichung steht hier zur Diskussion. Im Besonderen gilt dies für den Umgang mit Technik und deren Nutzung.

1.1 Merkmale der Verwissenschaftlichung von Arbeit

Arbeit wird nach dem in modernen Gesellschaften vorherrschenden Verständnis als ein zweckgerichtetes, planmäßiges und rationales Handeln be-

⁴ Zu nennen sind hier insbesondere Marx und Sombart, sowie in der neueren Entwicklung, speziell unter Bezug auf allgemeine Prozesse der Verwissenschaftlichung gesellschaftlicher Bereiche, etwa Kreibich (1986) oder Hack (1988).

griffen. Als ein besonderes Merkmal industriell organisierter Arbeit – im Unterschied zum traditionellen Handwerk und zur Landwirtschaft – gilt die wissenschaftliche Durchdringung von Be- und Verarbeitungsprozessen. In der Praxis beinhaltet dies zweierlei. Zum einen die Anwendung (natur-)wissenschaftlicher Erkenntnisse über Eigenschaften von Materialien und Wirkungszusammenhängen und zum anderen die Organisation von Arbeitsprozessen nach Maßgabe wissenschaftlicher „Methodik“. Der von uns verwendete Begriff der „Verwissenschaftlichung“ von Arbeit bezieht sich insbesondere auf Letzteres. Dies mag auf den ersten Blick verwundern, da sich Wissenschaft primär auf Erkenntnisgewinnung richtet und nicht auf praktisches Handeln. Wissenschaftliche Tätigkeit wird in modernen Gesellschaften zwar durchaus als „Arbeit“ begriffen, jedoch wird sie zugleich von einem auf die Veränderung und Gestaltung konkreter Gegebenheiten ausgerichteten Handeln unterschieden. Die Beziehung zwischen Wissenschaft und Praxis in modernen Gesellschaften beschränkt sich aber keineswegs nur auf die Bereitstellung praktisch nützlichen und verwertbaren Wissens; vielmehr zeigt sich die praktische Relevanz von Wissenschaft vor allem auch (wenn nicht wesentlich) in der Strukturierung praktischen Handelns nach Maßgabe (natur-)wissenschaftlich begründeter Kriterien für sachlich „richtiges“ Wissen und Handeln. In der Geschichte industrieller Arbeit hat dies seinen besonderen Ausdruck in der „wissenschaftlichen Betriebsführung“, dem sog. Taylorismus, gefunden. Die Rationalisierung von Arbeit bezieht sich hier explizit auf die Anwendung (ingenieur-)wissenschaftlicher „Methodik“ bei der Gestaltung der Arbeitsorganisation. Die konkreten Erscheinungsformen und die Reichweite der Verwissenschaftlichung von Arbeit beschränken sich jedoch keineswegs auf die Anwendung der Prinzipien des Taylorismus. Die Überwindung tayloristischer Formen der Arbeitsorganisation ist daher keineswegs ein Indiz dafür, dass die Verwissenschaftlichung von Arbeit – im Sinne einer spezifischen Strukturierung des Arbeitshandelns – an Bedeutung verliert. Eher scheint das Gegenteil der Fall. Um dies und die sich hieraus ergebenden Probleme zu erkennen, ist es jedoch notwendig, einerseits die Merkmale der Verwissenschaftlichung grundsätzlicher und nicht unter Bezug auf eine bestimmte Erscheinungsform der Organisation von Arbeit (Taylorismus, Automatisierung) zu bestimmen und andererseits das hierdurch Ausgegrenzte neu in den Blick zu nehmen. Zunächst zu Ersterem.

Für eine wissenschaftliche Strukturierung von (Arbeits-)Handeln sind u.E. – auf der Grundlage des in modernen Gesellschaften entwickelten Verständnisses von Wissenschaft – die folgenden generellen Merkmale als charakteristisch anzusehen. Sie beziehen sich auf (1) die Definition gültigen

Wissens, (2) das Verhältnis zwischen Wissen und praktischem Handeln, (3) die Rolle sinnlicher Wahrnehmung und (4) das Verhältnis zwischen dem Subjekt und Objekt im Rahmen von Erkenntnis und praktischem Handeln.

- (1) Gültiges Wissen unterliegt dem Kriterium der Objektivierbarkeit und Formalisierbarkeit. Dies beinhaltet zum einen, dass Kenntnisse z.B. über Materialien, Verfahren u.ä. – im Prinzip – nicht nur eine intersubjektive, sondern auch subjektunabhängige Geltung beanspruchen und in dieser Weise sowohl überprüfbar als auch darstellbar sind. Die Bestimmung von Eigenschaften und Wirkungen von Materialien und Verfahren durch quantifizierbare technische Messungen ist entsprechend der „Maßstab“, an dem sich eine solche Objektivierung orientiert. Dort, wo sich Wissen nicht in Messzahlen u.ä. fassen lässt, sind allgemeine Kategorien und Begriffe der (sprachlichen) Beschreibung gefordert. Zu gewährleisten sind dabei grundsätzlich die Eindeutigkeit der Bedeutung von „Zeichen“ oder „Begriffen“ und deren jeweilige Zuordnung zu konkreten Gegebenheiten, auf die sie sich beziehen. Zum andern beinhaltet das Kriterium der Formalisierung eine zeitliche, räumliche und soziale Generalisierbarkeit von Wissen. Die Identifikation allgemein gültiger „Gesetzmäßigkeiten“, wie sie etwa im Begriff der Naturgesetze formuliert sind, sind hier das „Ideal“, an das es sich bei der Erfassung von Wirkungszusammenhängen und Verfahren anzunähern gilt, ebenso wie an die Erfassung von Wirkungszusammenhängen und die Beschreibung von Verfahren durch logisch bestimmbare formale Strukturen. Dem entspricht, dass bei der subjektiven Aneignung von Wissen und dessen Verarbeitung wie Anwendung primär (nur) solche kognitiven und mentalen Prozesse relevant sind, die den Kriterien der Objektivierbarkeit und Formalisierbarkeit entsprechen. Rationales bzw. verstandesmäßig begrifflich und logisch geleitetes Denken ist hier also die maßgebliche menschliche Fähigkeit für die Wissensaneignung und Verarbeitung. Damit verbunden sind eine spezifische Zuordnung von Wissen und praktischem Handeln sowie die Rolle sinnlich-körperlicher Erfahrungen für die Generierung von Wissen.
- (2) Die neuzeitlichen Wissenschaften definieren sich einerseits als grundsätzlich „praktisch nützlich“ (vgl. Krohn, 1989, S. 26ff.; Münch, 1992, S. 200ff.); andererseits ist es aber zugleich ein wesentliches Merkmal wissenschaftsbasierter Erkenntnis, dass sie aus der Distanz zu praktischem Handeln und hiervon abgesondert gewonnen wird. Damit einher geht eine Zuordnung von Wissen und praktischem Handeln, bei dem Letzteres für den Wissenserwerb grundsätzlich nachrangig er-

scheint. Durch den Umgang mit praktischen Gegebenheiten können sich zwar Problemstellungen für wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben und Anwendungsmöglichkeiten überprüft werden, es lassen sich hieraus aber keine Erkenntnisse gewinnen, die mit dem Wahrheitsgehalt wissenschaftsbasierten Wissens konkurrieren können. Durch diese – im Selbstverständnis moderner Wissenschaft – verankerte Überlegenheit wissenschaftsbasierten Wissens gegenüber einem im praktischen Handeln erworbenen Wissen wird auch eine hierarchische Zuordnung von Wissenschaft und praktischem Handeln begründet. Praktisches Handeln ist – aus der Sicht der Wissenschaft – auf unabhängig von praktischem Handeln gewonnenes Wissen angewiesen. Darin enthalten ist die (notwendige) Trennung von wissenschaftsbasiertem Planen und praktischer Durch- bzw. Ausführung. Diese Zuordnung von Wissen und praktischem Handeln findet gesellschaftlich ihren Niederschlag sowohl in der Ausdifferenzierung von Wissenschaft gegenüber gesellschaftlichen Praxisfeldern als auch in der Organisation praktischen Handelns nach Maßgabe einer Trennung von Planung und Ausführung, da nur auf dieser Basis wissenschaftsbasiertes Wissen (überhaupt) praktisch umgesetzt und angewandt werden kann. Die Trennung sowie sequentielle und hierarchische Zuordnung von Planen und Ausführen muss dabei keineswegs sozial und personell ausdifferenziert sein, sondern kann auch in der je individuellen Organisation praktischen Handelns seinen Niederschlag finden. Der von Weber bestimmte Typ zweckrationalen Handelns ist wesentlich hierdurch charakterisiert (vgl. Weber, 1956/1964, S. 18).

- (3) Des Weiteren definieren sich die neuzeitlichen Wissenschaften einerseits als „Erfahrungswissenschaften“ und sind andererseits aber zugleich in hohem Maße „erfahrungskritisch“ (Kutschmann, 1986). An die Stelle des unmittelbaren Bezugs zur Praxis und von praktischem Handeln tritt das Experiment. Hiermit erfolgt nicht – wie oft angenommen – eine Verbindung von (Natur-)Wissenschaft mit dem Handwerk, sondern vielmehr eine von Letzterem abgesonderte zweifache Zurichtung sinnlich-körperlicher Erfahrung für den Zweck der Erkenntnis. Zum einen erfolgen die gezielte Herauslösung aus praktischem Handeln und eine theoriegeleitete Strukturierung praktischer Erfahrungsfelder; zum anderen gelten nur solche sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften praktischer Gegebenheiten als erkenntnisrelevant, die sich – nach den Kriterien wissenschaftsbasierten Wissens (s.o.) – objektivieren und formalisieren lassen. Quantifizierbare Eigenschaften erhalten demnach den Vorrang gegenüber qualitativen. Die sinnliche

Wahrnehmung erscheint angesichts dieser Anforderungen jedoch infolge ihrer Nähe zum subjektiven Empfinden als nur begrenzt tauglich. Im Besonderen gilt dies für die sog. Nahsinne. Am (noch) ehesten zuverlässig gilt die visuelle Wahrnehmung, weil sie eine Wahrnehmung aus Distanz ermöglicht und – im Unterschied zur akustischen Wahrnehmung – sich eher vom subjektiven Empfinden isolieren und der verstandesmäßigen Anleitung zuordnen lässt (Klauß, 1990; Hoffmann-Axthelm, 1984). Der Körper und weite Bereiche der Sinne gelten damit für kognitive Prozesse als eher störend denn hilfreich und sind entsprechend bestenfalls nur mehr als Medien physischer und psychischer Empfindungen sowie subjektiven Erlebens von Bedeutung. Diese Einschätzung der kognitiven Leistungen sinnlicher Wahrnehmung beschränkt sich nicht nur auf den Bereich der wissenschaftlichen Tätigkeit (im engeren Sinne); auch außerhalb des Experiments wird der Blick auf praktische Gegebenheiten hierdurch geprägt. Da Wissenschaft gegenüber anderen Formen der Erkenntnis als überlegen gilt, werden hierdurch zugleich auch die im Rahmen praktischen Handelns für eine „sachlich richtige“ Wahrnehmung maßgeblichen Formen sinnlicher Wahrnehmung sowie die hierfür relevanten Eigenschaften konkreter Gegebenheiten definiert. Alles, was sich dem nicht fügt, ist nicht nur für wissenschaftliche Erkenntnis, sondern auch für die „richtige“ Wahrnehmung im Rahmen praktischen Handelns irrelevant. Darin enthalten ist die Unterscheidung zwischen einer erkenntnisrelevanten, verstandesmäßig kontrollierten sinnlichen Wahrnehmung objektiv und eindeutig definierbarer Gegebenheiten einerseits und einer (nur) auf subjektives Erleben und Empfinden bezogenen Sinnlichkeit andererseits.

- (4) Mit der Trennung sinnlicher Wahrnehmung vom subjektiven Empfinden verbindet sich als ein weiteres konstitutives Merkmal der Verwissenschaftlichung die Trennung zwischen dem Subjekt der Erkenntnis und dem Objekt des zu Erkennenden. Dies beinhaltet nicht nur die Ausschaltung einer persönlichen, emotionalen, auf subjektive Anteilnahme und Identifikation beruhenden Beziehung zu dem, was es zu erkennen gilt (s.o.), sondern auch die grundsätzliche Verschiedenheit zwischen dem Subjekt des Erkennens und dem Objekt der Erkenntnis. Letzteres besagt, dass – vom Standpunkt des Subjekts – Wissen über äußere Gegebenheiten nicht unter Bezug auf Gemeinsamkeiten und hierauf beruhende eigene Erfahrungen gewonnen werden kann. Des Weiteren gilt das Objekt der Erkenntnis als „passiv“ und entsprechend am Prozess der Generierung von Wissen weder aktiv noch intentional

beteiligt. Da zugleich die Generierung von Wissen als primär verstandesmäßige Leistung begriffen (s.o.) und diese als allein menschliche Fähigkeit betrachtet wird, ergibt sich damit eine substantielle Trennung zwischen dem Menschen als einem zur Erkenntnis und autonomen Handeln fähigen Subjekt einerseits und nichtmenschlichen, weder zu intentionalem Handeln noch Erkenntnis befähigten naturhaften Gegebenheiten andererseits. Beschrieben wird dies in der Geschichte neuzeitlicher Wissenschaft u.a. als „Entzauberung“ und „Entseelung“ der Natur; mit ihr verbindet sich die Befreiung nicht nur von mystisch-magischen Mächten, sondern ebenso auch von „Gemeinsamkeiten“ (Bermann, 1985). Wissenschaftliche Erkenntnis steht solchermassen einer Umwelt gegenüber, die ihr a priori „fremd“ ist und die es (erst) durch Wissenschaft zu erkennen gilt. Ein „Wissen um die Dinge“, das aus praktischer körperlich-sinnlicher Begegnung resultiert oder/und durch subjektive Identifikation und Nachvollzug (Empathie) entsteht, wird damit – zumindest unter Bezug auf nichtmenschliche Gegebenheiten – ausgeschlossen. Diese für die Generierung von Wissen postulierte Trennung von Subjekt und Objekt beschränkt sich ebenfalls nicht nur auf den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnis, sondern muss auch für praktisches Handeln Geltung beanspruchen, sofern hier wissenschaftliche Erkenntnisse angewandt und als „sachlich“ richtig gelten sollen.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, in welcher Weise sich die Verwissenschaftlichung praktischen Handelns nicht allein auf die Anwendung wissenschaftsbasierten Wissens beschränkt, sondern vor allem auch die Organisation praktischen Handelns nach Maßgabe der für wissenschaftliche Erkenntnis geltenden Prämissen beinhaltet. Prozesse der Verwissenschaftlichung von Arbeit wären demnach in zweifacher Weise zu begreifen: Zum einen in eher eingeschränktem Sinne als praktische Anwendung wissenschaftsbasierter Erkenntnisse über konkrete Gegebenheiten (so z.B. Materialeigenschaften, Wirkungsweisen von Bearbeitungsvorgängen u.ä.), zum andern als Prozess der Strukturierung von Arbeitstätigkeiten und des Arbeitshandelns nach Maßgabe der für wissenschaftliche Erkenntnis und deren Beziehung zu praktischem Handeln geltenden Prämissen. Die wissenschaftsbasierte Strukturierung des Arbeitshandelns vollzieht sich dabei – schlagwortartig ausgedrückt – durch (1) die Definition gültigen Wissens und die Kriterien der Objektivierung und Formalisierung, (2) die Trennung sowie sequentielle und hierarchische Zuordnung von Planen und Ausführen im praktischen Handeln, (3) die Begrenzung der kognitiven Leistungen

sinnlicher Wahrnehmung auf objektivierbare Sinnesdaten sowie die Suspension weiter Bereiche sinnlicher Wahrnehmung und des Körpers von der Wissensgenerierung und ihre Reduzierung auf sensu-motorische Funktionen der Handlungsausführung und schließlich durch (4) die Trennung von Subjekt und Objekt, in deren Folge insbesondere physikalisch-materielle Gegebenheiten als gegenüber menschlicher Subjektivität grundsätzlich verschieden erscheinen.

In sozialwissenschaftlichen Theorien wie auch im Selbstverständnis moderner Gesellschaften wird eine solche Strukturierung praktischen Handelns zumeist anknüpfend an Weber als „gesellschaftliche Rationalisierung“ beschrieben. Der Taylorismus ist vor diesem Hintergrund nur eine (mögliche) Form der Verwissenschaftlichung von Arbeit. Seine Besonderheit liegt in der personellen und institutionellen Trennung von Planung und Ausführung mit der Folge, dass nicht nur Arbeitsmittel, sondern auch die Arbeitskräfte und ihr Arbeitshandeln zum „Objekt“ sowohl (ingenieur-) wissenschaftlicher Analyse als auch Gestaltung werden. Die von Weber beschriebenen Prozesse gesellschaftlicher Rationalisierung beziehen sich jedoch nicht nur auf die Einbindung menschlichen Handelns in das bürokratische „Gehäuse der Hörigkeit“ und einer entsprechenden normativen Regulierung und Festlegung „von außen“. Wesentlich ist vielmehr gerade auch die Rationalisierung des Handelns im Kontext individueller Selbststeuerung, so wie dies bei der allgemeinen Bestimmung des Typus zweckrationalen Handelns und speziell bei der Betrachtung wirtschaftlichen Handelns dargelegt wird (vgl. Weber, 1956/1964, S. 18f., S. 41ff.). Des weiteren zeigen die vorangehenden Ausführungen, dass Prozesse gesellschaftlicher Rationalisierung auf einer Reihe von Prämissen beruhen, die in modernen Gesellschaften überwiegend als quasi naturgegebene Normalitätsstandards gelten und zugleich auch die wesentlichen Grundlagen für deren Geltungs- und Überlegenheitsanspruch in modernen Gesellschaften sind. De facto werden sie aber in der historischen Entwicklung selbst (erst) durch die neuzeitlichen Wissenschaften hervorgebracht und begründet. Diese „Selbstbegründung“ der Geltung und Überlegenheit von Wissenschaft gegenüber anderen Formen des Wissens und Handelns erscheint nicht sonderlich problematisch, solange die Verwissenschaftlichung praktischen Handelns als Voraussetzung für evolutionäre wie emanzipatorische Entwicklungen gilt und die Prämissen wissenschaftlicher Verfahren und Methoden als ahistorische gegenüber gesellschaftlichen Einflüssen abgeschottete Gegebenheiten menschlicher Existenz betrachtet werden. Genauer ausgedrückt. Sie erscheint solange als unproblematisch, als sich die Betrachtung gesellschaftlicher Einflüsse auf die neuzeitlichen Wissenschaften „nur“ auf die für ihre Entstehung und

Verbreitung förderlichen oder ggf. hemmenden sozialen, ökonomischen, politischen und kulturellen Rahmenbedingungen bezieht und die für den Geltungs- und Überlegenheitsanspruch von Wissenschaft maßgeblichen Prämissen selbst als weder gesellschaftlich geprägt noch beeinflussbar unterstellt. In dem Maße jedoch, wie sich hieran Zweifel ergeben, wird die fraglose Akzeptanz der genannten Grundlagen der Verwissenschaftlichung zu einem höchst diskussionsbedürftigen Tatbestand. Deutlich wird damit aber auch, welche Schwierigkeiten sich ergeben, wenn im Rahmen praktischen Handelns Phänomene auftreten, die sich nicht ohne Weiteres in die für „rationales Handeln“ gültigen Kriterien einfügen. Wissenschaft entpuppt sich angesichts solcher Phänomene als ein sehr mächtiger Wächter darüber, dass es letztlich außerhalb eines wissenschaftlich strukturierten, rationalen Handelns nichts „Vernünftiges“ geben kann. Zugleich wird hieran erkennbar, in welcher Weise die für wissenschaftliche Erkenntnis geltenden Prämissen in modernen Gesellschaften gerade auch in der Praxis Gültigkeit erlangt haben und eine quasi „Allgemeine Denkform“ darstellen.⁵ Gewendet auf Arbeit heißt dies, dass ein technisch effizienter und sachlich richtiger Umgang mit Materialien und Arbeitsmitteln nur auf dem Wege eines – mit den Prinzipien von Wissenschaft vereinbarten – technisch-rationalen Handelns möglich ist und alles andere bestenfalls infolge einer (noch) mangelnden wissenschaftlichen Durchdringung als akzeptabel gilt. Auch die sozialwissenschaftliche Analyse von Arbeit ist hierdurch nachhaltig geprägt.

1.2 Die sozialwissenschaftliche Verdrängung nicht-wissenschaftlich strukturierten Arbeitshandelns

Ähnlich wie bei der Technikentwicklung zeigen detailliertere empirische Untersuchungen, dass industrielle Arbeit zwar als besondere Manifestation eines technisch-rationalen Handelns sozialwissenschaftlich analysiert wird, empirisch sie sich aber keineswegs nur nach diesem Muster vollzieht. Nicht nur in der traditionellen landwirtschaftlichen und handwerklichen Produktion, sondern auch in den Zentren industriell organisierter Arbeit, wie der Stahlindustrie und im Maschinenbau, verweisen sozialwissenschaftliche

⁵ Der hiermit unter Bezug auf die Analyse von Sohn-Rethel angesprochene Zusammenhang zwischen den Prämissen wissenschaftlicher Erkenntnis und gesellschaftlichen Verhältnissen wird an dieser Stelle zunächst nicht weiter vertieft; er wird in Abschnitt 2 nochmals aufgegriffen. Im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen stehen Überlegungen, die eine solche erweiterte Betrachtung gesellschaftlicher Einflüsse auf Prozesse der Verwissenschaftlichung als eine wichtige Anforderung an die zukünftige sozialwissenschaftliche Diskussion zur Entwicklung von Technik und Arbeit ausweisen.

Untersuchungen von jeher auf „Abweichungen“ von einem wissenschaftlich geleiteten, technisch-rationalen Handeln. Angesprochen sind hiermit Phänomene, die aus der Perspektive der Verwissenschaftlichung nicht nur „nicht sein dürfen“, sondern auch letztlich „nicht sein können“. Gesprochen wird hier vom „Blick“ des Stahlarbeiters für die Qualität des Stahls, dem „Sechsten Sinn“ bei der Überwachung technischer Anlagen, der „Wahrnehmung von Geräuschen“ bei der Feststellung von Störungen oder dem „Gespür“ für Materialeigenschaften und dem „subjektiven Nachvollzug“ technischer Abläufe (vgl. Popitz et al., 1957; Weltz et al., 1974, S. 52f.; Knebel, 1960; Mickler et al., 1976; Hoffmann, 1979; Benz-Overhage et al., 1983, S. 84f.; Wood, 1986). Bemerkenswert ist hieran, dass sich zugleich keinerlei Hinweise auf die Unzulänglichkeit oder Fehlerhaftigkeit solcher Arbeitsweisen finden. Gleichwohl sah man hierin bis in jüngster Zeit aber kaum einen Anlass, die konzeptuellen Grundlagen für die Analyse von Arbeit wie auch deren praktische Gestaltung kritisch zu überdenken. Leitend war die Annahme, dass solche Arbeitspraktiken im Zuge der fortschreitenden Technisierung zunehmend obsolet werden. Bereits in industriesoziologischen Untersuchungen der 50er-Jahre findet sich z.B. bei Popitz u.a. am Beispiel eines Metallfacharbeiters bei der Arbeit mit einer mechanisch gesteuerten Drehbank die Feststellung. „Wenn ein Dreher seine Arbeit rasch und gut erledigt, so ist dies in erster Linie darauf zurückzuführen, dass er die richtige Arbeitsmethode gewählt hat, und dass sich in seinem Bearbeitungsplan kein Denkfehler und keine Denkflüchtigkeiten eingeschlichen haben ... das Gefühl des Schmiedes nützt ihm wenig, der Schwung des rotierenden Werkstücks oder der langsame, unwiderstehliche Druck beim Abheben dicker Späne lässt keine Analogien irgendeiner manuellen Metallbearbeitung zu“ (Popitz et al., 1957, S. 136f.). Es sei hier nicht das Bemühen um empirische Sorgfalt in Frage gestellt. Doch ist u.E. unverkennbar, dass eine solche Deutung der Entwicklungsgeschichte industrieller Arbeit – gerade auch in der Tradition einer polit-ökonomisch orientierten kritischen Analyse – mit der Auffassung sowohl einer fortschreitenden Verwissenschaftlichung industrieller Arbeit als auch mit deren grundsätzlich evolutionären Charakter korrespondiert. Empirische Abweichungen von einem wissenschaftlich geleiteten Arbeitshandeln werden demzufolge in der Perspektive einer sich historisch schrittweise vollziehenden Verwissenschaftlichung von Arbeit gedeutet. Sie unterliegen solchermaßen dem Verdikt des „Noch-nicht“ und bedürfen keiner weiteren systematischen Analyse. Bemerkenswert allerdings ist, dass fast 30 Jahre nach den Untersuchungen von Popitz et al. angesichts der Einführung von CNC-Werkzeugmaschinen gerade die Arbeit an konventionellen Drehmaschinen – trotz deren technischer Weiterentwicklung –

die empirische Basis für den Nachweis eines substantiellen Anteils „nicht-wissenschaftlich“ strukturierten Arbeitshandelns liefert (Böhle & Milkau, 1988). Allein ein solcher Befund – so wäre zu vermuten – müsste genügen, um die These von der „der Natur der Sache“ entsprechenden Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit einer kritischen Betrachtung zu unterziehen – und zwar nicht nur beschränkt auf die Folgen wissenschaftlicher Betriebsführung (Taylorismus), sondern auch unter Bezug auf qualifizierte (Fach-)Arbeit. Doch scheint dies bestenfalls nur ansatzweise der Fall. Es sei daher zunächst noch kurz auf eine weitere Form der sozialwissenschaftlichen Verdrängung nicht-wissenschaftlich geleiteter Arbeitspraktiken hingewiesen, die vor allem in der neueren Entwicklung eine zunehmende Bedeutung zu erlangen scheint. Hier werden solche Phänomene durchaus als substantielle Bestandteile von Arbeit wie auch Besonderheiten menschlichen Arbeitsvermögens registriert, zugleich aber in eine modifizierte und erweiterte Fassung eines wissenschaftlich geleiteten rationalen Handelns integriert. Ein Beispiel hierfür ist in der neueren Diskussion das vielzitierte Produktions- und Erfahrungswissen von Arbeitskräften, das es im Zuge neuer Arbeitsformen zu mobilisieren gilt. Hier wird durchaus in Rechnung gestellt, dass dem wissenschaftlich geleiteten Zugriff die Komplexität betrieblicher Realität nicht voll zugänglich ist. Doch wird dies entweder in der Perspektive tayloristischer Rationalisierung „nur“ als Problem einer aus der Distanz zur Praxis erfolgenden Planung verhandelt, oder es wird eher implizit unterstellt, dass sich ein solches Erfahrungswissen umstandslos in ein objektivierbares und in diesem Sinne betrieblich nutzbares Wissen transformieren lässt (z.B. Malsch, 1987, sowie auch die Konzepte im Rahmen des Wissensmanagements, vgl. als Überblick Wehner et al., 1999). Auch werden nun verstärkt sozialkommunikative Fähigkeiten als substantielle Bestandteile von Arbeit gesehen. Doch trotz aller Betonung von Sozialkompetenz u.ä. verbindet sich damit kaum eine systematische Auseinandersetzung mit der weiteren Tragfähigkeit eines Konzepts von Arbeit als wissenschaftlich geleitetes rationales Handeln. Kommunikation und Interaktion werden nun zwar zunehmend auch als wichtige Aspekte von Arbeit erkannt, gleichwohl aber weiterhin – entsprechend der z.B. von Habermas vorgezeichneten Sicht – gegenüber einem auf Gegenstände bezogenen Arbeitshandeln abgegrenzt. Des Weiteren werden unter Bezug auf das Konzept rationalen Handelns Phänomene wie „Empathie“ in Kooperationsbeziehungen ausgeblendet oder in arbeitsrelevante rational-kognitive und auf private Beziehungen bezogene emotional-affektive Formen gespalten (Spieß, 1996, S. 223f.) wie auch instrumentalisiert (z.B. Coleman, 1998). Und schließlich werden zwar Abweichungen von einem verwissenschaft-

lichten Arbeitshandeln besonders betont, ohne aber zu bemerken, dass damit das Grundverständnis nicht nur von Arbeit, sondern auch des Geltungsbereichs von Wissenschaft und rationalem Handeln in modernen Gesellschaften tangiert wird. Beispiel hierfür ist der Verweis auf das besondere Erfahrungswissen von Arbeitskräften für die Begründung der Nichtersetzbarkeit menschlicher Arbeit bei fortschreitender Technisierung (z.B. Schumann et al., 1994) oder die Diagnose, dass nun im Zuge neuer Formen der Arbeits- und Betriebsorganisation der „ganze Mensch“ und die „Subjektivität“ der Arbeitskräfte gefordert seien – also offenbar nicht mehr nur der Verstand, sondern auch die Gefühle und subjektives Empfinden, Erleben, komplexe sinnliche Wahrnehmung, Gespür, Intuition u.ä. (vgl. als Überblick Kleemann et al., 1999). Doch scheint die Beharrlichkeit, mit der im Mainstream sozialwissenschaftlicher Analyse von Arbeit die sich hieraus ergebenden Herausforderungen beiseite geschoben werden, zugleich selbst Beleg dafür, wie stark mittlerweile die Verwissenschaftlichung zu gesellschaftlichen „Normalitätsannahmen“ geführt hat, die auch entgegen empirischer Evidenz nicht zur Diskussion stehen. Im Besonderen betrifft dies die kognitiven Leistungen körperlich-sinnlicher Wahrnehmungen und subjektiven Empfindens.

Eine angemessene Beurteilung technischer Konzepte, wie sie mit der CNCplus-Steuerung von Werkzeugmaschinen anvisiert sind, ist – so unsere zentrale These – demgegenüber nur dann möglich, wenn grundlegende Implikationen des wissenschaftlich geleiteten Blicks auf praktisches Handeln in Frage gestellt werden. Wird in dieser Weise die Analyse von Arbeit erweitert, so wird eine Perspektive erkennbar, in der nicht nur bisherige, sondern vor allem zukünftige Entwicklungen in einer bislang ungewohnten Sicht erscheinen.

1.3 Grenzen der Verwissenschaftlichung – ein erweiterter Blick auf Arbeit

In der sozialwissenschaftlichen Diskussion findet sich durchaus eine Reihe von Ansätzen zu einer kritischen Auseinandersetzung mit den Implikationen der Verwissenschaftlichung von Arbeit. Speziell in der Diskussion künstlicher Intelligenz und den Auswirkungen des Computers erfolgte in der neueren Entwicklung verstärkt eine Thematisierung nicht-objektivierbarer und formalisierbarer kognitiver Leistungen (z.B. Dreyfus, 1986; Weizenbaum, 1978; Volpert, 1983; 1999). Brödner hat hier vor kurzem einen eindrucksvollen Überblick über Forschungsergebnisse unter Bezug auf das Konzept sinnlich-körperlicher Wahrnehmungen bei Merleau-Ponty und impliziten Wissens bei Polanyi vorgelegt. Ins Blickfeld gerückt

wird damit die Unterscheidung zwischen „Können und Wissen“ und dass Experten „im Zuge ihres meisterlichen Handelns nicht expliziten Regeln folgen“. Des Weiteren findet sich die grundsätzliche Feststellung, dass es „prinzipielle Grenzen der Objektivierung von Erfahrung und der Bildung theoretischer Modelle gibt“ (Brödner, 1997, S. 165, S. 26). Brödner bezieht seine Ausführungen explizit auf das Verhältnis von „Menschen und Maschinen“, jedoch beschränkt er zugleich die kritische Analyse der Verwissenschaftlichung „nur“ auf tayloristische Formen der Rationalisierung und Automatisierung. Demgegenüber käme es u.E. jedoch darauf an, den Prozess der Verwissenschaftlichung genereller zu fassen und damit den Blick für die Frage zu öffnen, in welcher Weise sich gerade auch im Zuge posttayloristischer Rationalisierung und neuer Wertschätzungen menschlichen Arbeitsvermögens eine weitere Verwissenschaftlichung von Arbeit und Technik vollzieht. Die zuvor umrissene Charakterisierung der Verwissenschaftlichung sowie die im Umfeld des CeA-Forschungsverbands durchgeführten Arbeiten (vgl. Martin, 1995) stellen einen Versuch dar, die Verwissenschaftlichung von Arbeit und ihre Grenzen in einer solchen Perspektive zu fassen. Bei der hier getroffenen Unterscheidung zwischen einem objektivierenden und subjektivierenden Arbeitshandeln bezieht sich Ersteres auf eine an wissenschaftsbasierten Rationalitätskriterien orientierte Strukturierung des Arbeitshandelns. Der Begriff Objektivierung bezieht sich dabei nicht auf die Ausschaltung des Subjekts, sondern subjektiver Faktoren, die sich nicht oder nur begrenzt objektivieren lassen, wie z.B. subjektives Empfinden und Erleben, assoziatives Denken u.ä. Die tayloristische Form der Rationalisierung zielt vor diesem Hintergrund darauf ab, die Objektivierung des Arbeitshandelns durch – in der Tendenz – weitgehende Ausschaltung subjektiver Anteile von Arbeit überhaupt zuwege zu bringen. Posttayloristische Formen der Rationalisierung beziehen sich demgegenüber zwar weit stärker auf Arbeitskräfte nicht nur als Objekt, sondern auch Subjekt der Rationalisierung (Moldaschl & Schultz-Wild, 1994), jedoch folgt hieraus keineswegs, dass damit auch die Objektivierung des Arbeitshandelns zurückgenommen und eingeschränkt wird. Der Rekurs auf Subjektivität im Sinne der Mobilisierung von Eigenverantwortung, Dezentralisierung von Planung und Disposition usw. macht die Objektivierung des Arbeitshandelns zwar möglicherweise komplizierter, schließt sie aber keineswegs aus. Was nun in der Perspektive der Verwissenschaftlichung ansteht, ist vielmehr die Spaltung des Subjekts in seine objektivierbaren und seine nicht-objektivierbaren, subjektiven Bestandteile und eine entsprechende subjektgesteuerte bzw. selbstorganisierte Objektivierung des Arbeitshandelns. Doch ist dies keineswegs ein Novum, sondern ist längst – wie bereits erwähnt – im Konzept von

Arbeit als ein zweckrationales Handeln vorgezeichnet (Böhle & Schulze, 1997; Böhle, 1999).

Um die Folgen wie Grenzen der Verwissenschaftlichung angesichts dieser Entwicklungen (im Unterschied zum Taylorismus) zu erkennen, erscheint es des Weiteren notwendig, den Blick auf das hierdurch Ausgegrenzte nicht nur auf nicht-objektivierbares und formalisierbares „Wissen“ und mentale Prozesse (holistisches Denken u.a.) zu beschränken, sondern ebenfalls die hiermit korrespondierende Strukturierung praktischen Handelns und deren Unterschied zu einem wissenschaftsbasierten Handeln aufzudecken. Die Unterscheidung zwischen einem objektivierenden und subjektivierenden Handeln zielt hierauf ab. Phänomene wie Erfahrungswissen oder implizites Wissen, tacit skills und tacit knowledge werden damit nicht nur isoliert als ein „Wissensphänomen“ begriffen. Leitend ist vielmehr die These, dass ein solches „anderes“ Wissen und Denken mit anderen Formen sinnlich-körperlicher Wahrnehmung sowie des Umgangs mit praktischen Gegebenheiten und der Beziehung verbunden ist und hierauf beruht. Maßgeblich hierfür sind komplexe sinnlich-körperliche Wahrnehmungen, die sich auch auf nicht eindeutig und präzise definierbare Informationen richten und die sowohl mit subjektiven Empfindungen als auch mit (sinnlichen) Vorstellungen über das jeweils Wahrgenommene verbunden sind; des weiteren explorativ-dialogische Vorgehensweisen, bei denen die Planung und Ausführung von Handlungsvollzügen ebenso wie aktives und reaktives Vorgehen unmittelbar miteinander verschränkt sind. Damit verbunden ist eine Beziehung zu technischen Systemen, die durch persönliche Nähe und Gemeinsamkeit charakterisiert ist. So wie das (Hand-)Werkzeug nicht als etwas Fremdes, sondern als Teil der eigenen Organe erfahren wird, so können auch komplexe technische Systeme für Arbeitskräfte wie ein „Werkzeug“ erfahren werden. Dass Kompetenzen qualifizierter Fachkräfte, die in der Praxis als Expertenwissen oder Erfahrungswissen bezeichnet werden, auf einer solchen Handlungsstruktur beruhen, konnte mittlerweile anhand einer Reihe hierzu durchgeführter empirischer Untersuchungen in unterschiedlichen Arbeitsbereichen nachgewiesen werden (vgl. Böhle & Milkau, 1988; Böhle & Rose, 1992; Martin, 1995; Carus & Schulze, 1995; Bolte, 1993). Die Bedeutung der sinnlichen Wahrnehmung beschränkt sich dabei keineswegs nur auf die Arbeit mit stofflich-konkreten Materialien; sie gilt ebenso auch bei sog. geistiger Arbeit, da auch hier Informationen in sehr unterschiedlicher Qualität wahrgenommen wie auch weitergegeben werden können (Pfeiffer, 1999; Bolte, 1998).

Die hierzu vorliegenden Untersuchungen zeigen zweierlei. Zum einen wird eine besondere Systematik von bislang überwiegend nur punktuell registrierten Abweichungen von einer wissenschaftsbasierten Strukturierung des Arbeitshandelns erkennbar. Zum anderen „verstößt“ die mit dem Konzept subjektivierenden Arbeitshandelns beschriebene Struktur zwar gegen grundlegende Prämissen wissenschaftsbasierten Wissens und Handelns, erweist sich jedoch zugleich als höchst funktional und unverzichtbar. Ihre besonderen Leistungen liegen in der Bewältigung „kritischer Situationen“ (Schulze & Carus, 1995) und den Unwägbarkeiten komplexer technischer Systeme und Prozesse (Bauer et al., 1999). Der Einsatz qualifizierter Fachkräfte resultiert vor diesem Hintergrund nicht daraus, dass das Programm der Technisierung und Automatisierung zugunsten des Einsatzes menschlichen Arbeitsvermögens zurückgenommen und beschränkt wurde (so wie dies z.B. in der Gegenüberstellung von anthropozentrischen und technikzentrierten Rationalisierungsstrategien anklingt). Ausschlaggebend ist nach diesen Befunden vielmehr, dass sich gerade im Zuge fortschreitender Technisierung (und angestrebter Automatisierung) neue Anforderungen an menschliches Arbeitsvermögen ergeben, die wesentlich aus den Unwägbarkeiten komplexer technischer Systeme resultieren (vgl. Böhle, 1998). Das subjektivierende Arbeitshandeln ist angesichts dieser Entwicklungen kein Rest traditioneller Arbeitspraktiken und Gewohnheiten, sondern eine spezifische Arbeitsstrategie bzw. Methode, die genau dort notwendig wird und ihre Leistungen zeigt, wo ein wissenschaftlich geleitetes Handeln infolge der Komplexität von Wirkungsgrößen und -zusammenhängen an Grenzen stößt.

2 Konsequenzen für die Technikentwicklung

2.1 Die Neutralität von Technik als Schimäre

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die Entwicklung der CNC-Technik, so wird erkennbar: Die Alternative zwischen zentraler und werkstatorientierter Programmierung und damit tayloristischen oder posttayloristischen Formen der Arbeitsorganisation ist keineswegs identisch mit einer Abkehr von der Verwissenschaftlichung von Arbeit und Technik. Eine bedienerfreundliche ergonomische Gestaltung der Benutzeroberfläche täuscht allzu leicht darüber hinweg, dass damit zugleich eine (Um-)Strukturierung des Arbeitshandelns nach Maßgabe eines wissenschaftsbasierten objektivierenden Handelns erfolgt. Die Trennung von Planen und Ausführen (Programmerstellung vor der Durchführung der Bearbeitungsvorgänge), die Objektivierung der Steuerung (Steuerbefehle anstelle handlungsbezogener

Regulierung), die Beschränkung des sinnlich-körperlichen Bezugs zu Bearbeitungsvorgängen (Verkapselung u.ä.) werden durch die Werkstattprogrammierung nicht in Frage gestellt (Böhle, Carus & Schulze, 1993). Sichtbar wird damit auch, dass die behauptete Neutralität von Technik auf die Gestaltung von Arbeit (vgl. 1) nur dann zutrifft, wenn die Verwissenschaftlichung von Arbeit als Normalität und insofern nicht weiter beachtenswert erscheint. Die sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung läuft damit aber Gefahr, die eigentlichen Effekte rechnergestützter Technologien zu verfehlen. Denn diese liegen offenbar nicht in einer technisch bedingten Forcierung oder Auflösung tayloristischer Formen der Arbeitsorganisation, sondern vielmehr in einer technisch erzwungenen (Um-)Strukturierung des Arbeitshandelns nach Maßgabe wissenschaftsbasierten Handelns. Bereits die Untersuchungen der Projektgruppe Automation und Qualifikation in den 70er-Jahren und Anfang der 80er-Jahre kamen hier zur Feststellung, dass sich bei fortschreitender Automatisierung die Arbeitskräfte zunehmend mit einer wissenschaftlich strukturierten „Informations- und Eingriffsstruktur“ konfrontiert sehen (Projektgruppe Automation und Qualifikation, 1987). Dies gilt nicht nur für CNC-Werkzeugmaschinen, sondern auch für die Arbeit mit Prozessleittechnik (Böhle & Rose, 1992) oder mit CAD-Systemen (Bolte, 1998). Damit wird kein Technikdeterminismus im Sinne einer passiven Unterordnung des Arbeitshandelns unter technische Sachzwänge behauptet. Doch wäre es naiv zu meinen, dass sich die subjektive Aneignung von Technik (Schachtner, 1997) beliebig über die Imperative hinwegsetzen könnte, die durch die Funktionsprinzipien technischer Systeme für ihren Umgang vorgegeben werden. Dabei geht es nicht nur um Verwendungsmöglichkeiten; diese sind in der Tat sehr offen und bei der Entwicklung von neuen Technologien vielfach auch (noch) nicht bekannt und in voller Breite antizipierbar. Worum es hier geht, ist die Strukturierung des Umgangs mit Technik und ihrer Nutzung als Arbeitsmittel, unabhängig von den konkreten Anwendungsfeldern. Was dies konkret beinhaltet, wird deutlich, wenn man technische Systeme nicht nur als stofflich-energetische Artefakte begreift, sondern immer auch als „Informationsverarbeitungssysteme“ (Rammert, 1989, S. 128ff.). In dieser Perspektive wird erkennbar, dass die entscheidenden (arbeitsrelevanten) Veränderungen bei der Entwicklung rechnergestützter Technologien nicht primär auf der Ebene des Antriebs (Kraft) und der Wirkungsweise liegen, sondern in einer fundamentalen Umgestaltung des mit technischen Systemen verbundenen Informationssystems. Die Frage nach der Ersetzung oder Nichtersetzung des Menschen bzw. tayloristischen oder posttayloristischen Formen der Arbeitsorganisation greift hier zu kurz und verfehlt entscheidende Dimensi-

onen der sich hier vollziehenden Veränderungen. Denn gerade auch dann, wenn qualifizierte Arbeitskräfte zur Programmierung oder/und Regulierung und Überwachung benötigt werden und tayloristische Formen der Arbeitsorganisation sich als dysfunktional erweisen, ergeben sich subjektiv nicht abwendbare Anpassungserfordernisse an die Prinzipien, nach denen nun Informationen an technische Systeme gegeben und von ihnen erhalten werden. Die Reichweite der sich hier vollziehenden Veränderungen wird erkennbar, wenn Prozesse der Verwissenschaftlichung nicht nur auf Wissensbestände und mentale (menschliche) Leistungen bezogen werden, sondern – so wie zuvor umrissen – als eine spezifische Strukturierung von Handeln begriffen werden. Dann nämlich wird erkennbar, dass sich die Verwissenschaftlichung von Arbeit zunehmend nicht (mehr) primär über die Arbeitsorganisation, sondern über die „Mensch-Maschine-Interaktion“ vollzieht, d.h. in der Form, in der Informationen dargestellt und an technische Systeme gegeben werden müssen sowie in der Art der Vorgehensweise, die zur Erzielung bestimmter Wirkungen notwendig ist. Begünstigt, wenn nicht überhaupt erst ermöglicht, wird dies durch einen grundlegenden Wandel im Verhältnis zwischen der stofflich-energetischen und der informatorischen Struktur technischer Systeme.

Untersuchungen zur praktischen Bedeutung eines subjektivierenden, erfahrungsgeliteten Arbeitshandelns verweisen darauf, dass bislang die hierbei genutzten Informationen sowie Steuerungs- und Eingriffsmöglichkeiten kaum das Ergebnis einer bewussten arbeitsbezogenen Gestaltung waren, wie z.B. Geräusche von Bearbeitungsvorgängen, Farbveränderungen und Gerüche von Materialien oder die Krafrückkopplung bei der Handhabung mechanischer Steuerungsvorrichtungen. Typisch scheint, dass die hierfür relevanten Informationen und Steuerungsmöglichkeiten unmittelbar in die stofflich-energetische Struktur von technischen Systemen eingebunden und somit nicht oder nur begrenzt als solche definiert und gestaltet sind.⁶

Demgegenüber wird bei rechnergestützten Technologien die informatorische von der stofflich-energetischen Struktur der Technik entkoppelt und als ein eigenständiges Informations- und Steuerungssystem gestaltet. An die Stelle unmittelbarer Prozessäußerungen (Geräusche, Vibrationen usw.) treten symbolische Beschreibungen und an die Stelle unmittelbarer handlungsbezogener Steuerung (sprachliche) Befehle. Die damit einhergehende

⁶ Jedoch wäre in weiteren Untersuchungen systematischer der Frage nachzugehen, in welcher Weise solche scheinbar sich „naturwüchsig“ ergebenden Möglichkeiten für ein subjektivierendes Arbeitshandeln durchaus auch durch praktische Erfahrungen der Ingenieure u.a. geprägt wurden.

Verwissenschaftlichung der Informations- und Steuerungsstruktur zeigt sich keineswegs nur in der Abstraktheit der Symbolik oder/und einer auf die Ingenieurlogik ausgerichteten Benutzeroberfläche. Sie zeigt sich auch bei wesentlich „einfacherer“ und benutzerfreundlicherer Gestaltung der Bedienoberfläche, solange hierbei die Art der sinnlichen Wahrnehmung und die Mitteilung von Informationen nach den Kriterien der Objektivierbarkeit, Eindeutigkeit und Formalisierbarkeit gestaltet werden und die Steuerung auf den Prinzipien der Trennung von Planen (Programmierstellung) und (maschinell) Ausführen beruht. In dem Maße, wie somit die Informations- und Steuerungsstruktur technischer Systeme entkoppelt wird und zugleich die Gestaltung der Informations- und Steuerungsstruktur sich an den Prinzipien der Verwissenschaftlichung praktischen Handelns orientiert, wird ein subjektivierender, erfahrungsgeleiteter Umgang mit technischen Systemen in einer völlig neuartigen Dimension eingeschränkt und erschwert – und zwar auch dann, wenn durch die Arbeitsorganisation Handlungsspielräume eingeräumt und ein selbständiges und eigenverantwortliches Handeln gefordert werden. Ein nicht-wissenschaftsbasiertes Arbeitshandeln kann nun – soweit überhaupt noch möglich – nicht mehr „mit“ der Technik, sondern nur noch „gegen“ technische Vorgaben praktiziert werden – wie z.B. durch die Öffnung der Verkapselung zur Verbesserung des Sichtkontakts u.a.

2.2 Neue Herausforderungen – mehr Fragen als Antworten

Technische Konzepte, wie die CNCplus-Steuerung, haben vor dem hier umrissenen Hintergrund daher in der aktuellen Entwicklung einen zentralen strategischen Stellenwert. Sie können technisch den Nachweis erbringen, dass die Verwissenschaftlichung der „Mensch-Maschine-Interaktion“ keineswegs einer unabwendbaren Sachgesetzlichkeit folgt. Zugleich sind sie derzeit aber mit einem doppelten Problem konfrontiert. Zum einen können sie (noch) kaum an bereits bestehende Pfade der Technikentwicklung anknüpfen und entsprechende Erfahrungen nutzen. Zum anderen stoßen sie neben technisch zu lösenden Problemen auch auf Widerstände in der sozialen Akzeptanz wie auch ökonomischen Unterstützung. Mit diesen Schwierigkeiten verbindet sich die Gefahr, dass die Verbreitung und Weiterführung solcher Entwicklungen bestenfalls punktuell und eher modellhaft erfolgen. Auch besteht die Gefahr, dass aus den genannten Gründen die Motive und Zielsetzungen zu unentschieden sind und eine Konfrontation mit den durch die Verwissenschaftlichung vorgegebenen Prämissen vermieden wird. Dies ist z.B. der Fall, wenn solche Konzepte lediglich zur Überwindung von Lern- und Anpassungsproblemen (etwa für ältere Arbeitskräfte) eingeführt

werden oder sich dies nur auf Aspekte der „Bedienbarkeit“, nicht aber auf die dadurch ausgelösten Funktionen und Wirkungen bezieht.

Eine Schwachstelle des CNCplus-Konzepts ist vor diesem Hintergrund, dass die Funktion des Handrads in der ursprünglichen Zielsetzung sowohl zu umfassend als auch zu begrenzt gesehen wird. Ersteres bezieht sich auf dessen Rolle für die Programmerstellung. Erforderlich ist – wie auch die praktischen Erfahrungen mit der CNCplus-Steuerung zeigen – eine Differenzierung zwischen den Vorteilen einer verwissenschaftlichten Informations- und Steuerungsstruktur und den – situations- und aufgabenbezogenen – Stärken der für ein subjektivierendes Handeln geeigneten manuellen Regulierung mittels Handrad u.ä. So ist z.B. die handlungsbezogene Programmerstellung (Handrad) keineswegs grundsätzlich effektiver und/oder humaner als der Umgang mit digitalen Steuerungsbefehlen (Tasten u.ä.). Dies hängt vielmehr von den je konkreten Anforderungen und dem Verwendungskontext ab. Daher geht es auch nicht um die Alternative zwischen einem objektivierenden und subjektivierenden Arbeitshandeln, sondern um dessen jeweilige tätigkeits- und aufgabenbezogene Verschränkung. In dieser Perspektive geht es also vor allem um die Schaffung einer Informations- und Steuerungsstruktur, die Optionen für ein objektivierendes und subjektivierendes Arbeitshandeln eröffnet. Dabei erfordert die Berücksichtigung des subjektivierenden Arbeitshandelns insbesondere die Erschließung von Informationsquellen und Steuerungsmöglichkeiten, die nicht dem Filter der Objektivierung und Eindeutigkeit unterliegen. Eine Schwäche des im CNCplus-Konzept realisierten elektronischen Handrads liegt hier in seiner eingegrenzten Funktion als Informationsquelle. Die für das „Gespür in der Hand“ notwendige Krafrückkopplung ist nicht gegeben und erklärt u.E. auch, weshalb von den Arbeitskräften die Vorteile des Handrads nicht stärker herausgestellt bzw. erfahren wurden. Wie die Befunde aus dem CeA-Vorhaben zeigen, spielen des weiteren auch die jeweiligen Verknüpfungen unterschiedlicher Sinneserfahrungen – wie z.B. der manuellen Regulierung und akustischen Wahrnehmung – bei der Optimierung von Technologiewerten eine wichtige Rolle. Entsprechend können Vorrichtungen, wie das manuelle Handrad, in ihren Wirkungen nicht isoliert beurteilt werden, sondern nur in Kombination mit anderen technischen Lösungen, durch die noch anderweitige sinnliche Wahrnehmungen (Bearbeitungsgeräusche u.a.) ermöglicht werden.

Sozialwissenschaftliche Forschungen können die technischen Probleme, die es hier zu bewältigen gilt, nicht lösen. Sie können jedoch Ansatzpunkte sowie Zielsetzungen präzisieren, auf die sich solche technischen Entwicklungen zu richten hätten. Die hierzu bereits vorliegenden Ansätze

wären entsprechend aufzugreifen und weiterzuverfolgen (vgl. Martin, 1995; Fleig & Schneider, 1995; Rügge et al., 1998; Bruns, 1997; Rose, 1995; 1996). Eine weitere wichtige Aufgabe der Sozialwissenschaften wäre aber vor allem, die kritische Auseinandersetzung mit der Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit systematisch aufzugreifen und weiterzuführen. Hier käme es darauf an, die Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit nicht nur in ihrer konkreten Anwendung, sondern auch in ihrer Struktur (Prämissen und Methoden) als durch gesellschaftliche Verhältnisse hervorgerufen und geprägt zu begreifen. Im Besonderen gilt dies für den Geltungs- und Überlegenheitsanspruch wissenschaftsbasierten Wissens gegenüber anderen Wissensformen und einer hiermit korrespondierenden Strukturierung praktischen Handelns. Die gerade im Bereich von Arbeit feststellbare Differenz zwischen dem Anspruch von Wissenschaft und den praktischen Gegebenheiten lenkt den Blick von der (behaupteten) sachlichen Effizienz auch noch auf andere Konstitutionsbedingungen, durch die der Geltungsanspruch von Wissenschaft in modernen Gesellschaften begründet wird. Sohn-Rethel hat hier z.B. darauf aufmerksam gemacht, dass die Prämissen der modernen (Natur-)Wissenschaften mit Erfordernissen des Warentauschs korrespondieren und daher weder den Gegebenheiten der Produktionssphäre entsprechen noch umstandslos als naturhaft begründet anzusehen sind (Sohn-Rethel, 1972; Böhle, 1992). Wengenroth verweist demgegenüber mit Blick auf die Technikentwicklung vor allem auf die Legitimationsfunktion von Wissenschaft. Im Zuge der Ausweitung staatlicher Verwaltung werden Legitimationen für technische Projekte erforderlich, die sich nicht mehr auf „geteilte Erfahrungen“ stützen können. Die wissenschaftliche Begründung wird auf diese Weise zum Indikator für die Zuverlässigkeit technischer Projekte, da nun weder auf eigene Erfahrung noch im Zuge der Aufklärung „auf göttliche Gnade“ gesetzt werden konnte (Wengenroth, 1997, S. 141ff.).

Anknüpfend an solche Ansätze wäre u.E. zukünftig vor allem dem Zusammenhang zwischen der Verwissenschaftlichung von Arbeit und Technik einerseits und dem ökonomischen wie herrschaftsmäßigem Erfordernis der Herstellung von Berechenbarkeit und Transparenz gesellschaftlicher und speziell betrieblicher Prozesse andererseits systematisch nachzugehen. Zu diskutieren wäre in dieser Perspektive, in welcher Weise die Objektivierung und Formalisierung von Arbeitsprozessen eine zentrale Voraussetzung sind sowohl für die ökonomische Kalkulierbarkeit als auch soziale Kontrolle von Arbeit. Der in der polit-ökonomischen Tradition formulierte Widerspruch zwischen (stofflichem) Arbeitsprozess und (ökonomischem) Verwertungsprozess wäre entsprechend zu reformulieren. Die

technisch-wissenschaftliche Durchdringung lässt sich nicht mehr umstandslos den stofflichen Gegebenheiten zuordnen und als Triebkraft begreifen, die über die Grenzen der ökonomischen Verwertungslogik hinausweist. Vielmehr steht nun zur Diskussion, in welcher Weise die Verwissenschaftlichung stofflicher Gegebenheiten selbst ein konstitutiver Bestandteil der Ökonomisierung ist. Dies führt auch zu der Frage, in welcher Weise mit der Auflösung tayloristischer Formen der Arbeitsorganisation gerade die Verwissenschaftlichung des nun freigesetzten Arbeitshandelns mit dem Ziel einer wissenschaftsbasierten Selbstregulation und -organisation zum zentralen Instrument der Sicherung ökonomischer Kalkulierbarkeit und Kontrolle wird und entsprechend eine hierauf bezogene Gestaltung technischer Informations- und Steuerungssysteme – ungeachtet ihrer praktischen Defizite – favorisiert wird. Um so mehr käme es darauf an, in der sozialwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Arbeit und Technik die Verwissenschaftlichung nicht mehr nur in der tayloristischen Variante, sondern auch in ihrer Erscheinung als selbstreguliertes technisch und ökonomisch rationales Arbeitshandeln einer kritischen Analyse zu unterziehen. Nicht deren Geltung überhaupt im Sinne naiver pauschaler Wissenschaftskritik steht hier zur Diskussion, sondern deren Überlegenheitsanspruch gegenüber anderen Formen des Wissens und hierauf beruhenden praktischen Handelns. Für einen sozialwissenschaftlichen Begriff von Technik wirft dies allerdings dann auch die Frage auf, in welcher Weise selbst das in der neueren Diskussion entwickelte erweiterte Verständnis von Technik als Informationsverarbeitung sowie soziotechnisches System (vgl. Rammert, 1989) noch zu kurz greift und ergänzend nun auch das (vorherrschende) Verständnis von Technik als „Schematisierung und Formalisierung von Operationen“ (vgl. Joerges, 1989, S. 65ff.) zu erweitern wäre. Und schließlich wird aber auch erkennbar, dass angesichts der hier umrissenen Fragen die in der Auseinandersetzung mit tayloristischer Rationalisierung entwickelte Gegenüberstellung von „Ingenieurlogik“ und „Humanwissenschaften“ zu kurz greift, da es nun darauf ankommt, auch die Einbindung letzterer in die Verwissenschaftlichung von Arbeit einer kritischen (Selbst-)Reflexion zu unterziehen.

Literatur

- Bauer, H.-G., Böhle, F., Munz, C. & Pfeiffer, S. (1999). Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen. In P. Dehnbostel et al. (Hrsg.), Workshop – Erfahrungslernen in der beruflichen Bil-

- dung – Beiträge zu einem kontroversen Konzept. Hochschultage Berufliche Bildung (S. 174–183). Neusäß: Kieser.
- Benz-Overhage, K., Brumlop, E., Freyberg, T. von & Papadimitriou, Z. (1983). Computergestützte Produktion – Fallstudien in ausgewählten Industriebetrieben. Frankfurt/M.: Campus.
- Bermann, N. (1985). Wiederverzauberung der Welt – Am Ende des Newtonschen Zeitalters. Reinbek: Rowohlt.
- Böhle, F. (1992) Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen – Zur industriesoziologischen Verortung von Erfahrungswissen. In T. Malsch & U. Mill (Hrsg.), *ArBYTE – Modernisierung der Industriesoziologie?* (S. 87–132). Berlin: Edition Sigma.
- Böhle, F. (1998). Technik und Arbeit – neue Antworten auf „alte Fragen“. *Soziale Welt*, 49 (3), 233–252.
- Böhle, F. (1999). Subjektivität und Sinnlichkeit. Paradoxien des modernen Arbeitsbegriffs. In G. Schmidt (Hrsg.), *Kein Ende der Arbeitsgesellschaft. Arbeit, Gesellschaft und Subjekt im Globalisierungsprozess* (S. 89–109). Berlin: Edition Sigma.
- Böhle, F.; Carus, U. & Schulze, H. (1993). Manuelle Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen – Ein zukunftsweisender Ansatz für die steuerungstechnische Entwicklung. *VDI-Zeitschrift*, 135 (3), 14–20.
- Böhle, F. & Milkau, B. (1988). Vom Handrad zum Bildschirm – Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozess. Frankfurt/M.: Campus.
- Böhle, F. & Rose, H. (1992). Technik und Erfahrung – Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt/M.: Campus.
- Böhle, F. & Schulze, H. (1997). Subjektivierendes Arbeitshandeln – Zur Überwindung einer gespaltenen Subjektivität. In C. Schachtner (Hrsg.), *Technik und Subjektivität*. (S. 26–46). Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Bolte, A. (1993). Erfahrungsgeleitete Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen – Arbeitsplanung, Programmerstellung und Facharbeiterkompetenz. Unveröff. Diss. Kassel: Universität Gesamthochschule.
- Bolte, A. (1998). Beim CAD geht das Konstruieren langsamer als das Denken – Zum Einfluss des Einsatzes von CAD-Systemen auf das Arbeitshandeln von Planern. *Arbeit*, 7 (4), 362–379.
- Brödner, P. (1997) Der überlistete Odysseus. Über das zerrüttete Verhältnis von Mensch und Maschine. Berlin: Edition Sigma.
- Bruns, W. (1997). Sinnlichkeit in der Technikgestaltung und Technikhandhabung. In C. Schachtner (Hrsg.), *Technik und Subjektivität*. (S. 191–208). Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Carus, U. & Schulze, H. (1995). Leistungen und konstitutive Komponenten erfahrungsgeleiteter Arbeit. In H. Martin (Hrsg.), *CeA – Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit*. (S. 48–82). Berlin: Springer.
- Coleman, D. (1998). Emotionale Intelligenz. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

- Dreyfus, H.L. & Dreyfus, St.E. (1986). *Mind over Machine – the Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*. New York: The Free Press.
- Ferguson, E.S. (1992). *Engineering & the Mind's Eye*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fleig, J. & Schneider, R. (1995). *Erfahrung und Technik in der Produktion*. Berlin: Springer.
- Habermas, J. (1981). *Theorie des kommunikativen Handelns* (Bd. 1). Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Hack, L. (1988). *Vor Vollendung der Tatsachen – Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Hirsch-Kreinsen, H. (1993). *NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozess. Amerikanische und Deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik*. Frankfurt/M.: Campus.
- Hoffmann, R.W. (1979). *Die Verwissenschaftlichung der Produktion und das Wissen der Arbeiter*. In G. Böhme & M. v. Engelhardt (Hrsg.), *Entfremdete Wissenschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Hoffmann-Axthelm, D. (1984). *Sinnesarbeit – Nachdenken über Wahrnehmung*. Frankfurt/M.: Campus.
- Horndasch, P. (1998). *Gruppenarbeit und ihre Entwicklungsstadien – Eine Bilanzierung* (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. FB 814). Dortmund: Wirtschaftsverlag NW.
- Joerges, B. (1989). *Soziologie und Maschinerie – Vorschläge zu einer „realistischen“ Techniksoziologie*. In P. Weingart (Hrsg.), *Technik als sozialer Prozess*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Kalkowski, P., Mickler, O. & Manske, F. (1995). *Technologie Standort Deutschland. Produktinnovation im Maschinenbau. Traditionelle Stärken – neue Herausforderungen*. Berlin: Edition Sigma.
- Klauß, H. (1990). *Zur Konstitution der Sinnlichkeit in der Wissenschaft – eine soziologische Analyse der Wandlungen des Subjekt-Objekt-Verhältnisses*. Rheda-Wiedenbrück: Daedalus.
- Kleemann, F., Matuschek, I. & Voß, G. (1999). *Zur Subjektivierung von Arbeit*. WZB-Papers, 99–512.
- Knebel, H.J. (1960). *Erdölverarbeitende Industrie*. In H. W. Zimmermann (Hrsg.), *Aspekte der Automation*. Basel: List.
- König, W. (1989). *Konstruieren und Fertigen im deutschen Maschinenbau unter dem Einfluss der Rationalisierungsbewegung*. *Technikgeschichte*, 56 (3), 183–204.
- Kowol, U. (1998). *Innovationsnetzwerke. Technikentwicklung zwischen Nutzungsvisionen und Verwendungspraxis*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Kreibich, R. (1986). *Die Wissenschaftsgesellschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Krohn, W. (1989). *Die Verschiedenheit der Technik und die Einheit der Techniksoziologie*. In P. Weingart (Hrsg.), *Technik als sozialer Prozess*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Kutschmann, W. (1986). *Der Naturwissenschaftler und sein Körper*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Malsch, Th. (1987). *Die Informatisierung des betrieblichen Erfahrungswissens und der Imperialismus der instrumentellen Vernunft*. *Zeitschrift für Soziologie*, 16 (2) 77–91.
- Martin, H. (Hrsg.) (1995). *CeA – Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit*. Berlin: Springer.

- Mickler, O., Eckhard, D. & Neumann, U. (1976). *Arbeitsorganisation und Arbeit*. Frankfurt/M.: Aspekte.
- Minssen, H. (1999). *Von der Hierarchie zum Diskurs? Die Zumutungen der Selbstregulation*. München: Hampp.
- Moldaschl, M. & Schultz-Wild, R. (1994). Einführung, *Arbeitsorientierte Rationalisierung*. In M. Moldaschl. & R. Schultz-Wild, R. (Hrsg.), *Arbeitsorientierte Rationalisierung*. (S. 9–32). Frankfurt/M.: Campus.
- Münch, R. (1992). *Die Struktur der Moderne*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Pfeiffer, S. (1999). *Dem Spürsinn auf der Spur – Subjektivierendes Arbeitshandeln an Internet-Arbeitsplätzen am Beispiel Information-Broking*. München: Hampp.
- Popitz, H., Bahrndt, H.P., Jüres, E.A. & Kesting, H. (Hrsg.) (1957). *Das Gesellschaftsbild des Arbeiters – Soziologische Untersuchungen in der Hüttenindustrie*. Tübingen: Mohr.
- Porschen, St. (1999). *Der kreative Akt des Ingenieurs. Konstruktion und Einsatz neuer Konstruktionstechnologien*. Unveröff. Dipl.-Arbeit. München: Universität.
- Projektgruppe Automation und Qualifikation (1987). *Widersprüche der Automationsarbeit*. Berlin: Argument.
- Rammert, W. (1989). *Technisierung und Medien in Sozialsystemen. Annäherungen an eine soziologische Theorie der Technik*. In P. Weingart (Hrsg.), *Technik als sozialer Prozess*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Rose, H. (Hrsg.) (1995). *Nutzerorientierung im Innovationsmanagement. Neue Ergebnisse der Sozialforschung über Technikbedarf und Technikentwicklung*. Frankfurt/M.: Campus.
- Rose, H. (Hrsg.) (1996). *Objektorientierte Produktionsarbeit. Neue Konzepte für die Fertigung*. Frankfurt/M.: Campus.
- Rügge, I., Robben, B., Hornecker, F. & Bruns, W. (Hrsg.) (1998). *Arbeiten und begreifen. Neue Mensch-Maschine-Schnittstellen*. Münster: LIT.
- Schachtner, Ch. (Hrsg.) (1997). *Technik und Subjektivität*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Schulze, H. & Carus, U. (1995). *Systematik und Topologie kritischer Arbeitssituationen*. In H. Martin (Hrsg.), *CeA – Computergestützte erfahrungsgel leitete Arbeit* (S. 30–47). Berlin: Springer.
- Schumann, M., Baethge-Kinsky, V., Kuhlmann, M., Kurz, C. & Neumann, U. (1994). *Der Wandel der Produktionsarbeit im Zugriff neuer Produktionskonzepte*. In N. Beckenbach & W. van Treeck (Hrsg.), *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit (Soziale Welt, Sonderband 9)* (S. 11–43). Göttingen: Schwartz & Co.
- Schumann, M. & Gerst, D. (1997). *Produktionsarbeit – Bleiben die Entwicklungstrends stabil?* In ISF-München u.a. (Hrsg.), *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1996, Schwerpunkt. Reorganisation*. Berlin: Edition Sigma.
- Sohn-Rethel, A. (1972). *Geistige und körperliche Arbeit*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Spieß, E. (1996). *Kooperatives Handeln in Organisationen*. München: Hampp.

- Volpert, W. (1983). An den Grenzen des Modells der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation. Berliner Hefte zur Arbeits- und Sozialpsychologie, Heft 3.
- Volpert, W. (1999). Wie wir handeln – was wir können. Ein Disput als Einführung in die Handlungspsychologie (2. Aufl.). Sottrum: Artefact.
- Weber, M. (1956/1964). *Wirtschaft und Gesellschaft*. Tübingen: Kiepenheuer & Witsch.
- Wehner, Th., Clasers, Ch. & Manser, T. (1999). *Wissensmanagement. Harburger Beiträge zur Psychologie und Soziologie der Arbeit* (Bd. 14). Hamburg-Harburg: Technische Universität.
- Weizenbaum, J. (1978). *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Weltz, F., Schmidt, G. & Sass, J. (1974). *Facharbeiter im Industriebetrieb – Eine Untersuchung in metallverarbeitenden Betrieben*. Frankfurt: Athenäum.
- Wengenroth, U. (1997). Zur Differenz von Wissenschaft und Technik. In D. Bieber (Hrsg.), *Technikentwicklung und Industriearbeit*. Frankfurt/M.: Campus.
- Wengenroth, U. (2000). Kunst und Wissenschaft in der Technik des 20. Jh. Zur Bedeutung von tacit knowledge bei der Gestaltung von Technik. In U. Beck & W. Bonß (Hrsg.), *Reflexive Modernisierung. Überlegungen zur Transformation industrieller Moderne*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Wood, S. (1986). Neue Technologien, Arbeitsorganisation und Qualifikation. Die britische Labour-Process-Debatte. *Prokla* 62 (März), 74–104.