

Prospektive Arbeitsplatzbewertung an flexiblen Fertigungssystemen: psychologische Analyse von Arbeitsorganisation, Qualifikation und Belastung

Moldaschl, Manfred; Weber, Wolfgang

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

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

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Moldaschl, M., & Weber, W. (1986). *Prospektive Arbeitsplatzbewertung an flexiblen Fertigungssystemen: psychologische Analyse von Arbeitsorganisation, Qualifikation und Belastung*. (Forschungen zum Handeln in Arbeit und Alltag, 1). Berlin: Technische Universität Berlin, FB Gesellschafts- und Planungswissenschaften, Institut für Humanwissenschaft in Arbeit und Ausbildung. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-100724>

Nutzungsbedingungen:

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

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

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

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

Forschungen zum Handeln
in Arbeit und Alltag
Institut für Humanwissenschaft
in Arbeit und Ausbildung

1

Manfred Moldaschl

Wolfgang Weber

Prospektive Arbeitsplatzbewertung an flexiblen Fertigungssystemen

Psychologische Analyse von Arbeitsorganisation,
Qualifikation und Belastung

Berlin 1986

Herausgeber: Prof. Dr. Walter Volpert
Dr. Rainer Oesterreich

für das

Institut für Humanwissenschaft in Arbeit und Ausbildung,
Fachbereich 2 - Gesellschafts- und Planungswissenschaften -
der Technischen Universität Berlin
Ernst-Reuter-Platz 7, 1000 Berlin 10. Tel.: (030) 314-5069

Postanschrift: TU Berlin, Sekr. TEL 37,
Straße des 17. Juni 135, 1000 Berlin 12

Verfasser: Dipl.-Psych. Manfred Moldaschl
Wiss. Mitarbeiter am Institut für Sozialwissenschaftliche
Forschung München

Dipl.-Psych. Wolfgang-G. Weber
Wiss. Mitarbeiter am Institut für Humanwissenschaft in
Arbeit und Ausbildung, Technische Universität Berlin

ISBN 3 7983 1146 3

Druck: Offset-Druckerei Gerhard Weinert GmbH, 1000 Berlin 61

Vertrieb: Technische Universität Berlin
Universitätsbibliothek, Abt. Publikationen
Straße des 17. Juni 135, 1000 Berlin 12

Verkaufsstelle: Budapester Str. 40, 1000 Berlin 30
Tel.: (030) 314-2976. Telex: 01-83 872 ubtu d

Vorwort

Mit dem vorliegenden Forschungsbericht soll demonstriert werden, wie neue handlungstheoretische Arbeitsanalyseverfahren eingesetzt werden können: für Zwecke einer an Humankriterien orientierten Bewertung, aber auch einer vorausschauenden Abschätzung und Gestaltung von Arbeitsplätzen in der rechnergestützten Fertigung.

Die vorliegende Arbeit ordnet sich thematisch in den Forschungsrahmen der Technologiefolgenabschätzung ein. In einer empirischen Untersuchung wurden aus arbeitspsychologischer Sicht Fallstudien dreier Generationen von computergesteuerten Maschinen durchgeführt. Die methodische Grundlage der Untersuchung bilden Verfahren der objektiven Arbeitsanalyse, die auf der Handlungsregulationstheorie beruhen und zusammen mit dieser im theoretischen Teil dargestellt werden. Dort werden auf derselben Grundlage Kriterien und Richtlinien humaner Arbeitsplatzgestaltung entwickelt.

Die Ergebnisse des Fallstudienvergleichs werden in dem Zusammenhang der neueren Automationsforschung eingeordnet mit dem Ziel, die gewonnene prospektive Arbeitsplatzbewertung zu überprüfen. Schließlich werden anhand der Humankriterien arbeitsorganisatorische Gestaltungsvorschläge und ein flexibles Gestaltungskonzept entwickelt.

Ohne die Unterstützung vieler Personen hätte die vorliegende Arbeit nicht entstehen können. Wir wollen uns an dieser Stelle bei ihnen allen sehr herzlich bedanken.

Unser besonderer Dank für die Unterstützung bei der technischen Erstellung der Arbeit gilt Angelika Katterfeld, Ina Kuehlich und Erna Wurzenrainer; für die inhaltliche und institutionelle Unterstützung Ernst Hoff und Walter Volpert; für viele Anregungen und emotionale Unterstützung unseren Kolleginnen und Kollegen Anne Beil, Birgit Greiner, Karin Hennes,

Hans-Uwe Hohner, Tillmann Krogoll, Lothar Lappe, Konrad Leitner, Wolfgang Lempert, Rainer Oesterreich und Martin Resch. Auch bei dem Betrieb und den dortigen Verantwortlichen, die uns den Zugang zur Anlage eröffnet haben, möchten wir uns hiermit bedanken. Schließlich danken wir unseren Facharbeitern für ihr aufgeschlossenes und solidarisches Mitwirken an der Untersuchung. Wir würden uns freuen, wenn wir ihnen oder ihren Kollegen mit dieser Arbeit in irgendeiner Weise nützen könnten.

Da wir mit dieser Publikation über eine wissenschaftliche Öffentlichkeit hinausgehen wollen, seien noch einige Hinweise für Leser gegeben, die in erster Linie an den Ergebnissen und weniger an den Methoden interessiert sind. Ihnen bietet Kapitel 3 einen Überblick über die sich widersprechenden Thesen zur Qualifikationsentwicklung und über bisherige Studien zu flexiblen Fertigungssystemen (FFS). Kapitel 5 bietet anhand des von uns untersuchten FFS einen detaillierten Einblick in die Tätigkeit von FFS-Personal, der in der kürzter Form auch in den Zusammenfassungen der einzelnen Auswertungsabschnitte gewonnen werden kann. Kapitel 6 zeigt realistische Perspektiven auf, wie qualifizierte Arbeit an FFS aussehen könnte. Die aus unserer Sicht wünschenswerteste Lösung wird in Abschnitt 6.3 dargelegt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Theoretischer Teil	
1. Einleitung	6
1.1 Zum Verhältnis von Technik, Arbeit und Persönlichkeit	6
1.2 Zum Aufbau des Fallstudienvergleichs	13
2. Qualifikations- und Belastungskonzepte	15
2.1 Qualifikationsbegriffe	15
2.2 Belastungsbegriffe	26
3. Studien zu Arbeitseinsatz und Qualifikationsentwicklung	32
3.1 Industriosozilogische Ansätze und Forschungsergebnisse	32
3.1.1 Dequalifizierungsthese	33
3.1.2 Polarisierungsthese	36
3.1.3 Qualifizierungsthese	40
3.2 Empirische Studien: Arbeitsplätze an flexiblen Fertigungssystemen	42
4. Theoretische und methodische Grundlagen der eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren	58
4.1 Einleitende Bemerkungen	58
4.2 Persönlichkeitstheorie: Aneignung und Tätigkeit	59
4.3 Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation	63
4.3.1 Struktur- und Ebenenmodelle der Handlungsregulation	63
4.3.2 Das 3-Ebenen-Modell der Handlungsorganisation	73
4.3.3 Das 5-Ebenen-Modell der Regulationserfordernisse	75
4.4 Exkurs: Der persönlichkeitsförderliche Arbeitsplatz	80
4.5 Objektive Arbeitsanalyse von Qualifikation und Belastung	85
4.5.1 Regulationserfordernisse: das VERA-Verfahren	85
4.5.2 Kognitive Belastung: das RHIA-Verfahren	92
4.5.3 Kommunikationsanforderungen	98
II: Empirischer Teil	
5. Fallstudien: SNC, CNC und flexibles Fertigungssystem	103
5.1 Projektentstehung und Betriebszugang	103
5.2 Hypothesen	105
5.3 Design	107
5.4 Darstellung der untersuchten Aggregate	111
5.5 Ergebnisse	121
5.5.1 Fallstudie: Einrichten und Bedienen einer CNC-Drehmaschine unter Produktionsbedingungen	121

5.5.1.1	Analyse der kognitiven Qualifikationsanforderungen: Regulationserfordernisse	122
5.5.1.2	Analyse der kognitiven Belastungen: Regulationshindernisse	126
5.5.1.3	Beschreibung der Kommunikationsanforderungen	130
5.5.1.4	<u>Zusammenfassung</u> : Bewertung nach Human- kriterien (CNC)	131
5.5.2	Fallstudien: Einrichten und Bedienen einer SNC-Drehmaschine unter Produktionsbedin- gungen	133
5.5.2.1	Analyse der kognitiven Qualifikationsan- forderungen: Regulationserfordernisse	133
5.5.2.2	Analyse der kognitiven Belastungen: Regu- lationshindernisse	136
5.5.2.3	Beschreibung der Kommunikationsanforderungen	136
5.5.2.4	<u>Zusammenfassung</u> : Bewertung nach Humankri- terien (SNC)	137
5.5.2.5	Zur Generalisierungsproblematik der NC- Fallstudien	138
5.5.3	Psychologische Analyse der Tätigkeiten an einem flexiblen Fertigungssystem in der Erprobungsphase	140
5.5.3.1	Zum Verhältnis von Anlaufphase und Normal- laufphase	140
5.5.3.2	Analyse kognitiver Qualifikationsanforde- rungen: Regulationserfordernisse	142
5.5.3.3	Analyse der kognitiven Belastungen: Regu- lationshindernisse	147
5.5.3.4	Beschreibung der Kommunikationsanforderungen	150
5.5.3.5	<u>Zusammenfassung</u> : Bewertung nach Human- kriterien (FFS-Erprobung)	151
5.5.4	Prospektive Analyse der Tätigkeiten an der Duplex-Fertigungszelle unter Produktions- bedingungen: Projektierung der Arbeitsge- staltung aus der Sicht des Managements	152
5.5.4.1	Aufgabenstruktur und Bedienertätigkeiten unter Produktionsbedingungen	153
5.5.4.2	Prospektive Analyse kognitiver Qualifika- tionsanforderungen: Regulationserfordernisse	153
5.5.4.3	Zur prospektiven Belastungsanalyse	157
5.5.4.4	Prospektive Beschreibung der kommunikativen Anforderungen	161
5.5.4.5	Auswirkungen auf andere Arbeitsplätze	162
5.5.4.6	<u>Zusammenfassung</u> : (FFS-Produktion)	163
5.6	Einschätzung der Ergebnisse	164
5.7	Geltungsbereich und Generalisierbarkeit der Studie in Bezug auf die Hypothesen; Ausblick	170
6.	Prospektive Arbeitsgestaltung unter Berücksichtigung handlungsregulationstheo- retischer Humankriterien	175

	Seite	
6.1	Gestaltungsvorschlag 1: Aufgabenanreicherung	176
6.1.1	Analyse der Hauptaufgabe	176
6.1.2	Analyse der Nebentätigkeiten	182
6.1.3	Schwierigkeiten der Realisierung	182
6.2	Gestaltungsvorschlag 2: Aufgabenwechsel zwischen Maschinenbediener und Programmierer	186
6.2.1	Qualifikationsanforderungen	187
6.2.2	Schwierigkeiten der Realisierung	188
6.3	Gestaltungsvorschlag 3: Teilautonome Arbeitsgruppen. Ein flexibles Gestaltungskonzept	191
7.	Grafische und tabellarische Darstellung der Ergebnisse im Vergleich	197
Anhang/Anmerkungen:		203
Auszüge aus dem RHIA-Verfahren		205
Schema zur Beschreibung von Kommunikationsanforderungen		210
Literaturverzeichnis		212
Verzeichnis der abgekürzten Zeitschriften		224

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	1: Schema des Qualifikationsbegriffs	16
Abbildung	2: Der Belastungsbegriff	31
Abbildung	3: Tätigkeitsfelder an flexiblen Fertigungssystemen	44
Abbildung	4: Tätigkeitsprofile an zwei FFS im Vergleich	45
Abbildung	5: Qualifikationsstruktur an flexiblen Fertigungssystemen	50
Abbildung	6: Beispiel einer Handlungsorganisation	71
Abbildung	7: Das 10-Stufen-Modell der Regulations- erfordernisse	87
Abbildung	8: Design der Untersuchung	109
Abbildung	9: Die flexible Duplexzelle	114
Abbildung	10: Genormte Werkstückträger	116
Abbildung	11: Baukasten - Spannelementensystem	116
Abbildung	12: Tätigkeitsrelevante Fertigungsparameter	120
Abbildung	13: Kapazitätsauslastung des Bedienpersonals	120
Abbildung	14: Tabelle 1: Regulationserfordernisse	197
Abbildung	15: Tabelle 2: Zeitstruktur der Tätigkeiten	198
Abbildung	16: Tabelle 3: Zeitgewichtetes Stufenmittel	199
Abbildung	17: Graphik 1: Tätigkeitsprofile	200
Abbildung	18: Graphik 2: Zeitstruktur-Profile	201
Abbildung	19: Graphik 3: Zeitgewichtetes Stufenmittel	202
Abbildung	20: Graphik 4: Gesamtanforderungsprofile	202

1. Einleitung

1.1 Zum Verhältnis von Technik, Arbeit und Persönlichkeit

Die vorliegende Studie befaßt sich aus sozialwissenschaftlicher Sicht mit einer noch jungen Fertigungstechnologie: mit flexiblen Fertigungssystemen (FFS). Diese werden als bedeutender Schritt in Richtung einer rechnerintegrierten Fertigung angesehen oder - um es mit den Worten des immer noch vorherrschenden ingenieurwissenschaftlichen Ideals auszudrücken - der "automatisierten Fabrik". Damit ist die Frage aufgeworfen, welche Zukunft qualifizierte Facharbeit in der Produktion hat.

Neben den Fragen der Friedenssicherung und der Ökologie stellt die Zukunft der Arbeit ein zentrales Feld der gesellschaftlichen Auseinandersetzung dar. Ob die neuen Technologien positive Möglichkeiten der gesellschaftlichen Entwicklung eröffnen oder ob sie insgesamt in quantitativer und qualitativer Hinsicht eine wachsende Bedrohung für die Mehrheit der abhängig Beschäftigten darstellen, ist Gegenstand verschiedener Forschungskontexte, die auch die Thematik dieser Arbeit tangieren.

Gemäß einer traditionellen gesellschaftlichen Arbeitsteilung befassen sich die Ingenieurwissenschaften mit der technischen Seite des Arbeitsprozesses: sie entwickeln technische Lösungen für technische, zunehmend aber auch für organisatorische Probleme der betrieblichen Produktion. Die Sozialwissenschaften befassen sich in der Regel mit den Resultaten dieser Entwicklungsarbeit, mit den Konsequenzen für die Arbeit, die Ausbildung und den Status der abhängig Beschäftigten. Im Rahmen politischer Konzeptionen zur Beeinflussung, wenn nicht Steuerung des "technischen Fortschritts" trägt diese sozialwissenschaftliche Forschung durchaus zurecht den Namen "Technologiefolgenabschätzung" (Technology Assessment, TA). Dieser hebt den eher reaktiven Charakter der nachhinkenden Sozialwissenschaft hervor.

Die Möglichkeiten der Sozialwissenschaft, unmittelbar auf den Prozeß der Technik - oder gar der Technologieentwicklung einzuwirken, sind äußerst begrenzt. Sie trägt jedoch die Verantwortung, politischen Entscheidungsträgern in gesellschaftlichen und betrieblichen Institutionen handhabbare Entscheidungshilfen für die Gestaltung einer sozial verträglichen Technikentwicklung und -nutzung zur Verfügung zu stellen. Um dieser Verantwortung gerecht werden zu können, muß sie versuchen, ausgehend von gegenwärtigen Entwicklungen künftige Entwicklungslinien abzuschätzen und praktische Alternativen aufzuzeigen.

In National- und Bildungsökonomie geht es um langfristige Planungs- und Steuerungsprozesse im Zuge der industriellen Entwicklung, etwa um die Steuerung technologischer Innovationen oder um die Abstimmung von Bildungs- und Beschäftigungssystem. Im Bereich der Industriesoziologie geht es um Fragen der Konsequenzen, aber auch der Gestaltbarkeit der Entwicklung und des Einsatzes von (neuen) Technologien.

Gegenstand der Arbeitspsychologie im Kontext der Technologiefolgenabschätzung ist die Analyse von Qualifikations- und Belastungsaspekten an den von technisch-organisatorischen Veränderungen betroffenen Arbeitsplätzen. Aufgabe der Arbeitspsychologie ist es unter anderem, für die oben genannten Zwecke geeignete Analyseverfahren und psychologisch begründete Gestaltungsrichtlinien zur Verfügung zu stellen. Sowohl hinsichtlich des Bewertungs- als auch des Gestaltungsaspekts sollten damit prospektive Aussagen ermöglicht werden.

Hierin besteht auch der Zweck unserer Untersuchung flexibler Fertigungssysteme. Diese repräsentieren eine neue Automationsstufe im Bereich der spanenden Metallbearbeitung. Ihr wesentliches Charakteristikum ist, daß ehemals separate Einzelmaschinen mittels flexibler Handhabungstechnologie verkettet und mittels eines Anlagenrechners zentral gesteuert werden. Mit ihrer stark zunehmenden Verbreitung ist in absehbarer Zeit zu rechnen. In ihren arbeitsorganisatorischen und -inhaltlichen

Konsequenzen sind sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch kaum untersucht. Die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen allerdings eine erhebliche Veränderung der Arbeitstätigkeiten im Vergleich zu den - sozialwissenschaftlich sehr gut dokumentierten - Vorläuferarbeitsplätzen vermuten.

Von Interesse sind daher eben jene Veränderungen der Arbeit in Chancen und Restriktionen für die Persönlichkeitsentwicklung, welche gegenüber der bisherigen für die neue Automationstechnologie spezifisch sind, sowie die Variationsbreite unterschiedlicher Einsatzformen hinsichtlich der Humankriterien.

Die Industriesoziologie als die zentrale sozialwissenschaftliche Disziplin, die sich mit unserem Gegenstand beschäftigt, beantwortet die Fragen nach Entwicklungsrichtung und Gestaltbarkeit von Arbeitsqualität, Technikeinsatz und technischem Fortschritt ganz unterschiedlich. So werden etwa - zur Verwirrung nicht nur Außenstehender - bezüglich der Qualifikationsentwicklung nicht nur eine Qualifizierungs- und Dequalifizierungsthese vertreten, sondern auch eine Polarisierungsthese, derzufolge die Mehrzahl der Beschäftigten durch Maßnahmen technisch-organisatorischer Rationalisierung zugunsten einer Minderzahl von Spezialisten dequalifiziert werden. Diese bislang von der überwiegenden Zahl von Studien zu Automationsprozessen in Industrie und Verwaltung vertretene Position wird derzeit offensichtlich durch eine neue Konjunktur der Qualifizierungsthese abgelöst.

In diesem Spannungsfeld ist auch die Arbeitsgestaltung an der von uns untersuchten FFS-Version zu sehen. Unsere explorative und prospektive Analyse eines FFS basiert zwar nicht auf Hypothesen über derartige Entwicklungsgesetzmäßigkeiten und -tendenzen. Bei der Einordnung unserer Ergebnisse in den Forschungszusammenhang und insbesondere bei Überlegungen zur Realisierbarkeit unserer Gestaltungsvorschläge ist aber der industriesoziologische Kontext zu berücksichtigen. Im theoretischen Teil unserer Studie (bes. Kapitel 2 und 3) wollen wir dabei einige

Aspekte benennen, die nach unserer Ansicht zum Verständnis der Heterogenität von Forschungsergebnissen beitragen.

Als letzter Forschungszusammenhang, in den sich unsere Arbeit einreicht, ist hier der der "beruflichen Sozialisation" zu nennen. Er umfaßt zwei zusammengehörige Aspekte: einmal die Sozialisation für den Beruf in Elternhaus, Schule und Lehre, dann die Sozialisation im Beruf durch die konkrete Arbeitstätigkeit. "Berufliche Sozialisation ist der permanente Prozeß der Ausbildung von Persönlichkeitsstrukturen in der Auseinandersetzung mit den sich aus dem Produktionsprozeß ergebenden (zum Teil widersprüchlichen) Anforderungen" (GROSKURTH 1979, S. 10), ein lebenslanger Prozeß, der auch auf andere Sozialisationsbereiche ausstrahlt. So konnten etwa Melvin KOHN und Mitarbeiter (z.B. 1981, im Überblick) seit den sechziger Jahren in mehreren methodisch sehr fundierten Untersuchungen wiederholt nachweisen, daß Arbeits- und Berufserfahrungen sich in systematischer Weise auf Kompetenzen, Normen und Wertmaßstäbe Erwachsener auswirken und damit zum Beispiel auf die Entwicklungsbedingungen der nachfolgenden Generation.

Die Frage, in welcher Weise Schichtzugehörigkeit und Arbeitssituation interagieren, konnte damit überzeugend in Richtung einer "Sozialisations-" oder "Generalisierungsthese" (Berufserfahrungen werden auf andere Lebensbereiche übertragen und beeinflussen die Biographie erheblich) aufgelöst werden. Damit wird die deterministische "Selektionshypothese", die die Besetzung von Arbeitsplätzen ausschließlich auf Herkunft, "Charakter" oder "Begabung" zurückführt, zurückgewiesen (vgl. KOHN und SCHOOLER 1978 und das Sammelreferat von GREIF 1978).

Empirische Untersuchungen deuten darauf hin, daß sicherlich beiden Hypothesen ein bestimmter Erklärungswert zukommt (vgl. dazu FRESE 1983), wobei Längsschnittstudien das stärkere Gewicht der Sozialisationshypothese belegen. Hinzu kommt, daß einerseits die Arbeit zur Reproduktion der Schichtstruktur beiträgt und zum Beispiel unter der Bedingung hoher Arbeits-

losigkeit ein anderer, umgekehrter Selektionsmechanismus greift. Das große Angebot aus der "industriellen Reservearmee" erlaubt den Betrieben, sich diejenigen Arbeitskräfte herauszupicken, die aufgrund ihrer bisherigen vorberuflichen und beruflichen Sozialisation als besonders geeignet erscheinen. Betrieblich initiierte und eigeninitiierte Sozialisationsprozesse (z.B. Arbeitsplatzwechsel, Fortbildung) aufgrund bisheriger Berufserfahrungen, wie sie in der Berufsverlaufsforschung untersucht werden (z.B. LAPPE 1985), verlieren damit ebenfalls an Dynamik.

Abschließend seien exemplarisch noch einige Befunde zum Verhältnis von Arbeit und Persönlichkeit referiert. In Quer- und Längsschnittstudien konnten KOHN und SCHOOLER (1969 und 1978; vgl. KOHN 1981) signifikante Zusammenhänge zwischen Arbeitskomplexität und beruflicher Selbstbestimmung einerseits und -schichtspezifisch verteilten - elterlichen Erziehungsstilen andererseits belegen (z.B. autoritäre in der Unterschicht vs. auf Selbstbestimmung und -kontrolle gerichtete in der Mittelschicht). Auch der Einfluß der inhaltlichen Komplexität der Arbeit auf die "geistige Beweglichkeit" konnte nachgewiesen werden (vgl. MOLDASCHL 1986a).

CAPLAN u.a. (1975) befaßten sich mit Kontrollmöglichkeiten der Arbeitenden, dem Ausmaß "(...) in dem eine Person oder ein Kollektiv von Personen über Möglichkeiten verfügt, relevante Bedingungen und Tätigkeiten entsprechend eigener Ziele, Bedürfnisse und Interessen zu beeinflussen" (FRESE 1978, S. 161). Sie fanden vor allem bei Personen, die in Berufen mit wenig Kontrollmöglichkeiten arbeiten (geringe Komplexität der Arbeit; Unmöglichkeit, eigene Fähigkeiten einzusetzen zu können), gehäuft Depressionen, Ängstlichkeit und Arbeitsunzufriedenheit vor. Typische Arbeitsplatzbeispiele hierfür waren Fließbandarbeiten und Maschinenbedienung. Auch FRESE (1977) gelang es, den Zusammenhang von Nichtkontrolle mit allgemeiner Apathie, Resignation und Depressivität zu belegen. Bei Arbeitenden, die über partielle Kontrolle (Kontrolle in gewissem Ausmaß, jedoch weniger als benötigt) verfügten, traten gehäuft psychosomatische Störungen auf (zum Beispiel Herzgefäßerkrankungen).

ULICH, GROSKURTH und ULICH (1974) wendeten sich den Beziehungen zwischen Arbeitsbedingungen und Freizeitverhalten zu. In einer Analyse der vorliegenden Forschungsergebnisse kamen sie zum Ergebnis, daß das "Generalisationsmodell" gilt: Das in der Arbeit geforderte Verhaltensrepertoire wird ähnlich in der Freizeit reproduziert; dies gilt besonders für die Ausprägung der Dimensionen Aktivität, Sozialität, Kreativität und Verhaltenskomplexität.

Eine Längsschnitt-Untersuchung von KARASEK (1979) verdeutlicht die kausalen Auswirkungen einer Kombination aus geringem Handlungsspielraum und hoher Belastung an Arbeitsplätzen: Sie führt zu Depressionen, Erschöpfungszuständen, Lebensunzufriedenheit, Krankheitstagen und Medikamenteneinnahme.

Eine Kombination aus großem Handlungsspielraum und hoher Beanspruchung dagegen kovariiert mit aktivem Freizeitverhalten und politischem Engagement. Darin kommt auch die Bedeutung des Handlungsspielraums als "Variable" zum Ausdruck, die den Umschlag von Beanspruchung in Belastung potentiell durch erweiterte Bewältigungsmöglichkeiten verhindern kann. BENNINGHAUS (1980) konnte diesen Befund bestätigen, und auch dem Sammelreferat von LEMPERT (1977) ist zu entnehmen, daß geringer Handlungsspielraum mit geringer Bereitschaft zu politischer und gewerkschaftlicher Aktivität einhergeht.

Schließlich sei noch ein Befund von BAITSCH und FREI (1980) aufgeführt, wonach hinreichend großer Handlungsspielraum eine der notwendigen Voraussetzungen für die Bereitschaft Arbeitender zur Weiterqualifizierung darstellt.

Weitere Überblicke zu dieser Thematik finden sich bei FRESE (1978, 1979) und GARDELL (1978).

Die in unserer Arbeit verwendeten objektiven Arbeitsanalyseverfahren leisten zur Aufklärung dieser Zusammenhänge insofern einen Beitrag, als sie Anforderungsstrukturen als allgemeine

Entwicklungsbedingungen und -restriktionen personenunabhängig erfassen. Diese Verfahren sowie die ihnen zugrundeliegenden Persönlichkeitstheoretischen und allgemeinspsychologischen Modelle werden in Kapitel 4 dargestellt.

Abschließend wollen wir hier noch eine Konsequenz neuer Technologien in unserer Wirtschaftsverfassung aussprechen, die die Beschäftigten neben den qualitativen Konsequenzen existentiell betrifft: die Arbeitsplatzvernichtung. Solange die Schere zwischen Wirtschaftswachstum (derzeit 1-3 Prozent) und Produktivitätswachstum (3-5 Prozent) weiterhin um die 2-Prozent-Marke klafft, stellen die neuen Automationstechnologien eine Bedrohung für die abhängig Beschäftigten dar. Ein gleichziehendes Wirtschaftswachstum, könnte es erreicht werden, wäre ökologisch aber kaum zu verkraften.

Gewerkschaftliche Prognosen rechnen für das Jahr 1990 bei 2-3 Prozent Wachstum mit vier Millionen Arbeitslosen (MARTH 1980, S. 434). Die wegen der Unruhe anlässlich ihres Erscheinens schnell wieder aus dem Verkehr gezogene Siemens-Studie "Büro 1990" gab auch aus Arbeitgebersicht zu, daß 25-30 Prozent der Büroarbeitsplätze automatisiert, das heißt von den 5 Millionen Arbeitsplätzen etwa 1,5 Millionen wegfallen werden, wie BRIEFS (1980, S. 70 und 192) berichtet.

Hohe negative Beschäftigungseffekte ergeben sich auch beim Einsatz der FFS. Durchschnittlich wird der Personalbedarf allein durch die Verkettung um 50 Prozent reduziert, eine weitere erhebliche Reduktion ergibt sich beim Fahren einer dritten, "mannarmen" oder bedienerlosen Schicht. Bis 1990 ergeben sich, 20-40 Prozent Zuwachsraten bei der Verbreitung von FFS vorausgesetzt (ISI/IAB/IWF 1981, S. 35), an fiktiven (rechnerischen) Freisetzungen 1.200 bis 3.300 Beschäftigte, unter bestimmten Bedingungen bis zu 6.000 (ISI/IAB/IWF STUDIE 1981, S. 513 ff.). Absolut gesehen erscheinen diese Zahlen recht gering, doch ist zu berücksichtigen, daß hier nur ein kleiner Ausschnitt aus dem Rationalisierungsgeschehen dargestellt wird.

Auch wenn eine solche Analyse der quantitativen Beschäftigungswirkungen nicht das Ziel einer arbeitspsychologischen Untersuchung sein kann, möchten wir an dieser Stelle unserer Besorgnis über diese Entwicklung deutlich Ausdruck geben und auf die Notwendigkeit einer gerechteren Verteilung der verbleibenden Arbeit unter die werktätige Bevölkerung hinweisen. Ein erster, wenn auch bei weitem nicht ausreichender Schritt könnte die Einführung der 35-Stunden Woche bei vollem Lohnausgleich für untere und mittlere Einkommen sein.

Denn eine arbeitspsychologisch fundierte "Humanisierung" der restlichen Arbeitsplätze bei gleichzeitiger Vernichtung von Hunderttausenden oder gar Millionen anderer hätte diesen Namen nicht verdient!

1.2 Zum Aufbau des Fallstudienvergleichs

Die vorliegende Studie besitzt den Charakter einer explorativen empirischen Fallstudie über eine kleine FFS-Version mit zwei integrierten Bearbeitungsmaschinen (vgl. Kapitel 5). Den untersuchungsmethodischen Schwerpunkt bildet die Anwendung objektiver (im Sinne von bedingungsbezogener) Arbeitsanalyseverfahren zur Erfassung der Qualifikations- und der kognitiven Belastungsdimensionen.

In einem ersten Schritt wird die noch in der Erprobungsphase befindliche Anlage beobachtet und analysiert. In einem zweiten Schritt wird eine prospektive Arbeitsanalyse der Arbeitsaufgaben, wie sie voraussichtlich unter Produktionsbedingungen aussehen werden, unternommen und nach Humankriterien beurteilt. In einem dritten Schritt werden Einsatzalternativen und Möglichkeiten einer humanen Arbeitsgestaltung an diesem FFS untersucht und ebenfalls auf der Grundlage der verwendeten Analyseverfahren bewertet. Unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Bedingungen werden Gestaltungsvorschläge erarbeitet,

die den durch diese Technologie gegebenen Rahmen im Hinblick auf Persönlichkeitsförderlichkeit und Schädigungsfreiheit optimal auszuschöpfen vermögen (Kapitel 6).

In einem vierten Schritt werden die am FFS erhobenen Anforderungsprofile verglichen mit jenen, die wir mittels derselben Erhebungsinstrumente an zwei Vorläuferarbeitsplätzen gewinnen konnten. Damit sollen der spezifische Charakter und die zu erwartende Entwicklungsrichtung arbeitsinhaltlicher und -organisatorischer Veränderungen durch flexible Fertigungssysteme deutlich gemacht werden*. Die Ergebnisse werden in Beziehung gesetzt zu den Ergebnissen bisher erreichbarer FFS-Untersuchungen, die wir auf der theoretischen Grundlage unserer Analyseverfahren reinterpretieren (Kapitel 3).

* Wir möchten hier darauf hinweisen, daß die "Logik" der Darstellung von der Analyselogik abweicht.

2. Qualifikations- und Belastungskonzepte

Kaum ein anderer Begriff bezeichnet in Arbeitspsychologie und Industriesoziologie ein derartiges Sammelsurium unterschiedlicher und sich überschneidender Inhalte oder verzweigt sich in ein so schillerndes Netz von semantischen Komponenten, wie es beim Begriff der "Qualifikation" der Fall ist. Während sich erst in den letzten Jahren eine Überwindung des letztlich arbeitswissenschaftlich-physiologischen Belastungskonzepts abzeichnet, existieren zur Qualifikationsanalyse seit langem sehr verschiedene konzeptionelle Zugänge.

Die in der Einleitung konstatierten kontroversen Einschätzungen von Qualifikationsniveau und -entwicklung bei Automationsarbeit haben zu einem Teil ihren Ursprung in diesen konzeptionellen Differenzen. Sowohl zur Darstellung und Bewertung der bisherigen FFS-Studien als auch zur Bestimmung des eigenen Standorts wollen wir anschließend einen kritischen Überblick über die gängigsten Begriffe und Konzepte geben. Präzisiert werden unsere eigenen Zugänge und deren theoretische Grundlagen im Kapitel 4.

2.1 Qualifikationsbegriffe

Das Hauptunterscheidungsmerkmal der verwendeten Qualifikations-(und Belastungs-)Begriffe ist, daß sie einmal arbeits- und zum anderen personenbezogen verwendet werden.

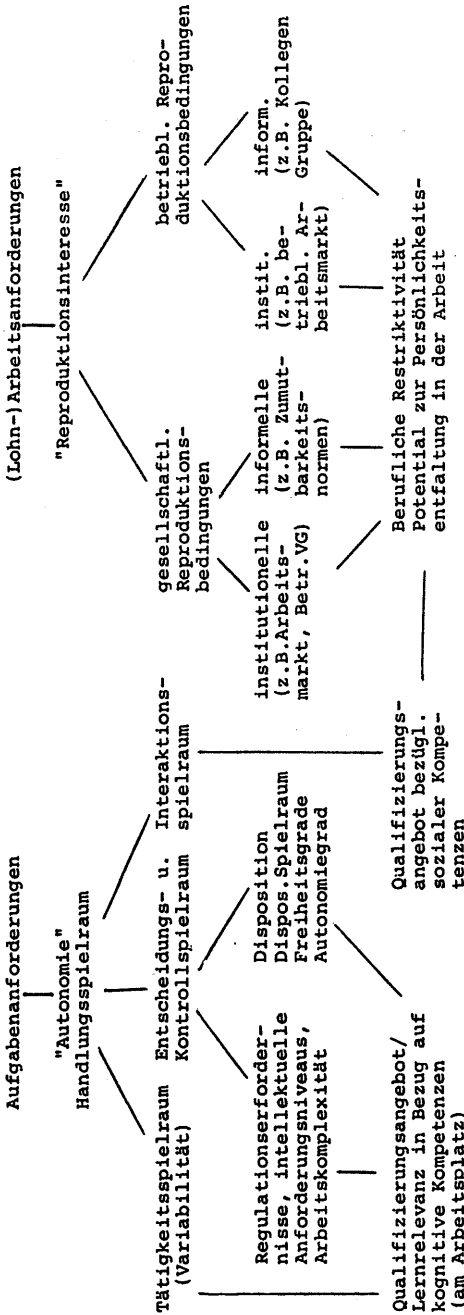
Der arbeitsbezogene Qualifikationsbegriff bezeichnet die physischen, kognitiven und motivationalen (Qualifikations-) Anforderungen, die eine Arbeitsaufgabe an einen Arbeitenden richtet. Analyseobjekt sind hier die konkreten Handlungserfordernisse, die eine Arbeitsaufgabe prinzipiell, das heißt unabhängig von der Person des Arbeitenden enthält.

SCHEMA: Der Qualifikationsbegriff 1

Arbeitsbezogen: Qualifikationsanforderungen ("objektiv")

a) Arbeitswissenschaftl. Ansatz
Tätigkeitsmerkmale, Arbeitselemente und -einheiten
(technologisch-analytische Bestimmung)

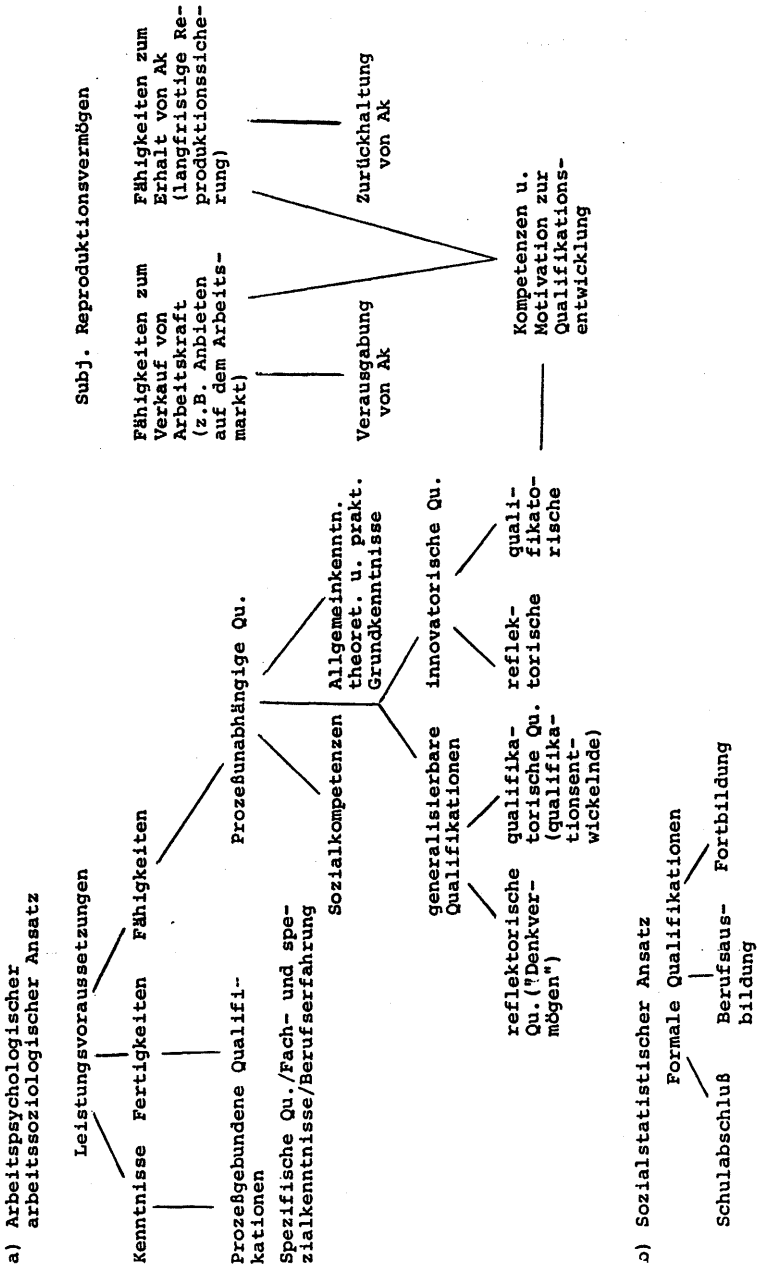
b) Psychologisch handlungstheoretischer und soziologischer Ansatz



c) Industriepsychologischer Ansatz
Konkrete Anforderungen an Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten (phänomenologisch-funktionale Bestimmung)

Abb. 1a: Der arbeitsbezogene Qualifikationsbegriff

Personenbezogen: Individuelle Qualifikationen



Das bedeutet, daß ein hinreichend und durchschnittlich geübter Arbeitender diesen Erfordernissen nachkommen muß, will er die Arbeitsaufgabe bewältigen. Für das Zutreffen dieser Voraussetzung sorgen im Normalfall betriebliche Qualifizierungs- und Selektionsprozesse.

Der personenbezogene Qualifikationsbegriff bezeichnet Merkmale des Arbeitenden, nämlich relativ stabile und in Entwicklung befindliche arbeitsrelevante "Eigenschaften" desselben, die interindividuell verschieden ausgeprägt sind. Untersuchungsobjekt sind hier also die je individuellen Leistungsbeziehungsweise Tätigkeitsvoraussetzungen. Diese können gegenüber den objektiv gegebenen Anforderungen überschüssig oder, in gewissem Umfang, defizitär sein.

Die Erkennbarkeit des prinzipiellen Unterschiedes zwischen diesen Zugängen (Arbeitsaufgabe/Individuum) wird durch das verbreitete Mißverständnis erschwert, objektive Anforderungen seien nur mit objektiven Erhebungsmethoden, personenbezogene Qualifikationen hingegen nur mit (subjektiven) Befragungsmethoden zu erfassen (vgl. Kapitel 4).

Ein weiteres Unterscheidungskriterium besteht in der Reichweite des verwendeten Qualifikationsbegriffs. Tendenziell wäre hier zu unterscheiden zwischen eher arbeitswissenschaftlichen und arbeitspsychologischen Ansätzen, die eher eine unmittelbar aufgabenbezogene Analyse anstreben, und andererseits sozialisationstheoretischen und industriesoziologischen Ansätzen, die die gesamte Arbeitstätigkeit als gesellschaftlichen und biographischen Prozeß auffassen. Letztere untersuchen unter anderem auch die Anforderungen, welche sich aus der Lohnarbeiterexistenz, nämlich Notwendigkeiten des Verkaufs und Erhalts der Arbeitskraft ergeben.

Die verschiedenen Konzepte sollen im folgenden anhand einiger Varianten kurz erläutert werden (vgl. Abbildung 1: Der Qualifikationsbegriff).

Für den tätigkeitstheoretischen Ansatz ist die Erfassung des mehrdimensionalen Konstrukts "Handlungsspielraum" zentral (ULICH 1975; ALIOTH 1980). Es leitet sich auch aus der Forschungstradition zum Begriff der "Autonomie" in der Arbeitstätigkeit her (z.B. BLAUNER 1964).

Handlungsspielraum wird hier differenziert in drei (idealerweise) orthogonale Dimensionen. Die "x-Dimension" in diesem Modell stellt der Tätigkeitsspielraum dar, ein Maß für den Grad der Abwechslung oder Variabilität von Teilarbeitstätigkeiten und Arbeitsaufgaben. Über deren Anforderungsniveau sagt dieses Maß allerdings nichts aus.

Die y-Achse symbolisiert den Entscheidungs- und Kontrollspielraum, welcher quasi auch inhaltlich zur x-Achse vertikal stehen soll. Er gibt das Maß an Autonomie an, welches der Arbeitende bezüglich der Wahl, der inhaltlichen und zeitlichen Gestaltung seiner verschiedenen Arbeitsaufgaben beziehungsweise Tätigkeiten besitzt. Genaugenommen sagt auch diese Kategorie nichts über das kognitive Anforderungsniveau aus, da zum Beispiel die Reihenfolge von (Teil-)Tätigkeiten nicht unbedingt aufgabenrelevant sein muß und sich etwa lediglich am subjektiven Wohlbefinden orientieren kann. Insofern ist dies die zentrale "Variable" des "Autonomie"-Konzepts, welches Freiheitsgrade in der Gestaltung des eigenen Arbeitsprozesses thematisiert (BLAUNER 1964). Wenn auch mit diesem Konzept Planungsprozesse erfaßt werden, so werden eigentliche Planungsanforderungen, das heißt notwendige kognitive Problemlöseprozesse im Konzept der Regulationserfordernisse erhoben (vgl. Abschnitt 4.4.3). Vergleichbar damit ist der Begriff der Arbeitskomplexität, etwa bei KOHN (1981) und KERN und SCHUMANN (1970). Am nächsten kommt diesem Aspekt ein auf HACKERS Arbeiten beruhendes Modell der intellektuellen Anforderungsniveaus bei MICKLER u.a. (1976), das in der Folge häufig verwendet wurde (z.B. BENZ-OVERHAGE u.a.1982).

Die Begriffe der "Dispositionschancen" und des "Dispositionsspielraums" (z.B. MICKLER u.a. 1976; KERN und SCHUMANN 1970; BENZ-OVERHAGE u.a. 1982) entsprechen dem Spielraum-Konzept. Es ist, unter umgekehrtem Vorzeichen - im Sinne von Restriktivität - auch als Grad der Vorherbestimmtheit von Arbeits-handlungen, -techniken und -geschwindigkeiten aufzufassen und kennzeichnet das Ausmaß der Eingebundenheit des Arbeitenden in technische und organisatorische Zwänge sowie die daraus resultierenden Entscheidungsmöglichkeiten. Dem entspricht auch HACKERS Konzept der Freiheitsgrade (1980a). Auch der mitunter verwendete unspezifische und tautologische Begriff des "Freiheitsspielraums" fällt hierunter.

Die "z-Achse" im dreidimensionalen Modell bildet der Interaktionsspielraum. Dieser kennzeichnet das Ausmaß arbeitsgebundener und informeller Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten (z.B. KERN und SCHUMANN 1970; MICKLER u.a. 1976). Explizit werden diese von BAITSCH und FREI (1980) als Voraussetzung für die Entwicklung sozialer Kompetenzen in der Arbeit thematisiert (gemeinsames Problemlösen, Abstimmen, Zur-Hand-Gehen). Zwischen "Variabilität" und Anforderungsniveau wird hier allerdings nicht differenziert (vgl. Abschnitt 4.5). Das Verhältnis dieser Arbeitsdimension zu den anderen wird als rein qualitativ aufgefaßt. Lediglich KOHN (1981) bezieht die "Komplexität im Umgang mit Menschen" quantitativ auf die anderen Tätigkeitsdimensionen (vgl. MOLDASCHL 1986a).

Wie in der Darstellung bereits ersichtlich wurde, sind Qualifikationsanforderungen gleichzeitig auch als objektive Komponente von Qualifizierungsangebot (beziehungsweise -möglichkeiten) zu betrachten. Dieses ist zum Teil eine Funktion der Person/Arbeit-Interaktion. Anforderungen auf geringem Niveau bieten allerdings auch unabhängig vom Fähigkeitsniveau des Arbeitenden kaum dauerhafte Lernchancen. Unter Lernchancen wird in erster Linie die Notwendigkeit verstanden, durch neue Kombinationen von "Gewußtem" oder "Gekonntem" neue Problemlösungsmöglichkeiten zu finden, deren Struktur sich auch auf an-

dere (z.B. Nichtarbeits-)Bereiche generalisieren läßt. Das Ausmaß dauerhafter Lernmöglichkeiten in Arbeitsaufgaben wird als Lernrelevanz bezeichnet (VOLPERT u.a 1983).

Die Gesamtheit dieser Anforderungs- und Entwicklungsbedingungen kann, wie angedeutet, auch als "Restriktivität der Arbeitssituation" charakterisiert werden. In einem erweiterten Ansatz kann diese als Teil der "beruflichen" oder "Restriktivität der (Lohn-)Arbeitstätigkeit" (HOFF, LAPPE und LEMPERT 1985) eingeordnet werden.

Die sich hieraus ergebenden Entwicklungs- und Qualifikationsnotwendigkeiten können ebenfalls Bestandteil einer Qualifikationsanalyse sein. Prinzipiell sind dies individuelle und kollektive Anforderungen, die sich aus der Lohnarbeiterexistenz ergeben. Also Anforderungen an den Verkauf von Arbeitskraft (z.B. Arbeitsmarktstrategien, Qualifizierungsnotwendigkeiten, Lohnsicherung) und zu ihrem Erhalt (Vermeidung vorzeitigen physischen und "moralischen" Verschleißes, das heißt des Verfalls von physischer Leistungsfähigkeit und Qualifikation). Diese werden auch Reproduktionsinteressen oder objektive Reproduktionsnotwendigkeiten genannt (vgl. ASENDORF-KRINGS u.a. 1976). Das Produktionsinteresse darf also nicht als psychologische Kategorie mißverstanden werden. Um unangebrachter Psychologisierung dieser Begriffe vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß die "vergegenständlichten", das heißt von früheren Generationen von Lohnarbeitern in institutionalisierter Form durchgesetzten Reproduktionsinteressen (z.B. rechtlich: Kündigungsschutz) auch als "objektiviertes Reproduktionsvermögen" aufgefaßt werden können. Im Rahmen von Qualifikationsuntersuchungen werden solche Anforderungen etwa von FRICKE (1975) und HAUG u.a. (1978) thematisiert.

Soll das gesamte Sozialisations- und Gefährdungspotential von Lohnarbeit untersucht werden, ist die Einbeziehung dieser Anforderungen sinnvoll. Bei der Untersuchung konkreter Arbeitsplätze beziehungsweise Arbeitsaufgaben muß jedoch vermieden werden,

Reproduktionsanforderungen als Aufgabenanforderungen auszugeben und letztere damit zu überbewerten. Hier ist strikt zu unterscheiden. Während Studien, die sich mehr oder weniger eng an der psychologischen Handlungstheorie orientieren, verschiedene Aspekte des Handlungsspielraum-Konstrukts verwenden, findet sich in ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten Ansätzen eine Herangehensweise, die ihren Qualifikationsbegriff aus der Arbeitswissenschaft entlehnt. Hier wird der äußere Tätigkeitsvollzug psychologisch beliebig in Arbeitselemente zerlegt (z.B. FRIELING/HOYOS 1978)

Die Bewertung der Tätigkeit eines Arbeitenden erfolgt danach zunächst quantitativ anhand der zeitlichen Verteilung der Elemente und - bezüglich des Anforderungsniveaus - an nicht-psychologischen Kriterien wie den betrieblichen Arbeitswertigkeiten (analytische Arbeitsbewertung). Die Problematik einer psychologischen Ableitung der Kategorien sowie einer adäquaten Skalierungsmethode bleibt bestehen (vgl. FRIELING 1979; M.MÜLLER 1981).

Für den Bereich von Maschinenbedientätigkeiten ist am Forschungsinstitut für Rationalisierung in Aachen (FIR) eine entsprechende äußerliche Merkmalsbestimmung vorgenommen worden, die relativ breit rezipiert wurde. So werden etwa bei OBERHOFF (1976) die Tätigkeitsmerkmale nach der technologischen Systematik des NC-FräSENS bestimmt. Von der Anzahl der auszuführenden Arbeitseinheiten wird dann auf das Qualifikationsniveau beziehungsweise Qualifizierungsangebot des Arbeitsplatzes geschlossen (auch bei ISI/IAB/IWF/STUDIE 1981).

Dieses Bewertungsschema für "menschengerechte Arbeitsplätze" und "ganzheitliche Tätigkeiten" berücksichtigt fast ausschließlich die horizontale Tätigkeitsdimension, die Variabilität, den Tätigkeitsspielraum. Entscheidungsspielraum und Planungsanforderungen gehen in die Bewertung nur zufällig mit ein.

Zusätzliche Bewertungsschritte ohne theoretische Basis schaffen statt Abhilfe eher weitere Verwirrung. Die einzelnen Tätigkeitselemente werden durch Expertenurteil, etwa durch das Kriterium der "Schwierigkeit" (bei M. MÜLLER 1981, S. 83 ff.) eingestuft oder durch Erfragen des subjektiven Empfindens von Aufgabenschwierigkeit (ISI/IAB/IWF 1981, S. 299 ff.).

Einen anderen Zugang zur Qualifikationsanalyse bietet, unabhängig von der Frage subjektiver oder objektiver Erhebungsmethodik, das personenbezogene Qualifikations-Konzept. Auf Qualifikationsanforderungen wird hierbei anhand einer Erhebung persönlicher Qualifikationen geschlossen, welche die Arbeitenden durchschnittlich besitzen. Üblich ist dieses Vorgehen in der betrieblichen Eignungsdiagnostik zu Selektionszwecken. Am ehesten sinnvoll erscheint uns diese Herangehensweise zur Ergänzung objektiver Anforderungsanalysen und bei konkreten kurativen Gestaltungsabsichten. Problematisch, wie eingangs festgehalten, wird das Verfahren allerdings dann, wenn unter der Annahme der Deckungsgleichheit personale Qualifikationen mit objektiven Anforderungen gleichgesetzt werden beziehungsweise der prinzipielle Unterschied überhaupt nicht thematisiert wird.

Bei der Darstellung des personenbezogenen Qualifikationskonzepts muß zunächst mit VOLPERT (1974) und HACKER (1980a) auf die "Fähigkeitsmystik" hingewiesen werden, die sich in einigen Studien findet. Die Antwort auf die Frage, welche allgemeinen Qualifikationen eine bestimmte Tätigkeit erfordert, wird dadurch umgangen, daß dem Ausführenden tautologisch die Fähigkeit zu eben dieser Tätigkeit bescheinigt wird - eine reine Problemverdopplung. Ein Beispiel für dieses Vorgehen bilden die auf rein phänomenologischer Basis gewonnenen und clusteranalytisch zusammengefaßten Tätigkeitselemente des PAQ und der von ihm abgeleiteten Verfahren dar (vgl. FRIELING 1979, S. 27 ff.). Der Meßwert stellt in diesen Fällen eine Ausprägung beispielsweise der "Fähigkeit zur Verwendung von Tasta-

turen" oder der "Instrumenten-Ablesefähigkeit" dar (vgl. z.B. FISCHBACH und NULLMEIER 1981).

Bei individuellen Qualifikationen oder Leistungsvoraussetzungen (HACKER 1980) handelt es sich um zeitlich relativ stabile und um dynamische, das heißt in Entwicklung befindliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten einer Person, die sie zur Ausführung spezifischer Arbeitshandlungen befähigen.

Eine geläufige Gliederung teilt die individuellen Qualifikationen nach KERN und SCHUMANN (1977) in prozeßgebundene und prozeßunabhängige Qualifikationen ein. Prozeßgebundene sind "(...) in ihrem konkreten Inhalt stark auf die technischen Erfordernisse eines bestimmten Arbeitsprozesses ausgerichtet und werden deshalb auch in einem prozeßspezifischen (An-)Lernvorgang (...) erworben" (ebenda, S. 71). Prozeßunabhängige Qualifikationen umfassen "(...) Fähigkeiten, die zwar in einem bestimmten Produktionsverfahren erlernt und trainiert worden sein mögen, die jedoch nicht an dieses gebunden sind und ohne größere Schwierigkeiten auf größere Arbeitsbereiche übertragen werden können" (ebenda, S. 71). Als Beispiele werden genannt: Flexibilität, technische Intelligenz, Perzeption, technische Sensibilität und Verantwortung.

BAITSCH und FREI (1980) entwickeln auf der Grundlage des Handlungsspielraum-Konzepts einen ähnlichen Ansatz. Sie sprechen von generalisierbaren Qualifikationen (allgemeine Pläne oder "Metapläne", z.B. Problemlösestrategien, systematische Vorgehensweisen) und von innovatorischen Qualifikationen (solche, "die zur selbständigen und/oder eigeninitiativen Arbeitsgestaltung, zu betriebsbezogenem Handeln und zur autonomen Lebenslaufgestaltung (...) befähigen", S. 30; hier wird zugleich der aufgabenübergreifende Bezug zum subjektiven Reproduktionsvermögen deutlich). Bei beiden Qualifikationstypen werden reflektorische (bewußtes Überdenken eigenen Handelns) und qualifikatorische Anteile (Problemlöseheuristiken, Lernstrategien) unterschieden.

Des weiteren werden zum Grundfonds der personalen, prozeßunabhängigen Fähigkeiten die sozialen Kompetenzen hinzugenommen. Es handelt sich um die Fähigkeiten, sich im Arbeitsprozeß mit Kooperationspartnern abzustimmen, den Arbeitsprozeß gemeinsam zu optimieren, sich in andere hineinzusetzen und eigene Interessen zu formulieren und einzubringen (nach ZIMMERMANN 1982, S. 108 f.).

Als ebenfalls von den Arbeitsbedingungen langfristig abhängige personale Leistungsvoraussetzung wird in diesem Ansatz die jeweilige Qualifizierungsbereitschaft einbezogen, das heißt die motivationalen Voraussetzungen zum Erhalt und der Erweiterung individueller Fähigkeiten.

Auch hier sind die Bezüge zum "Reproduktionsansatz" eng. Vom soziologischen Aggregationsniveau auf die Ebene individuellen Handelns "herabtransformiert" würde das subjektive Reproduktionsvermögen diejenigen individuellen Kompetenzen umschließen, welche den Verkauf der Arbeitskraft (z.B. ihr geschicktes Anbieten auf dem Arbeitsmarkt, ihre ausreichende Verausgabung im Arbeitsprozeß) betreffen, ihren Erhalt (z.B. durch Sichern qualifikationserhaltender Arbeitsplätze, Zurückhaltung der Arbeitskraft zur Vermeidung vorzeitigen Verschleißes, Verteidigung eigener Interessen durch Zusammenschluß mit Kollegen) sowie die Qualifikationsentwicklung (z.B. Fortbildung, um besonders belastende, risikoreiche und unsichere Arbeitsplätze rechtzeitig verlassen zu können oder zumindest um den "moralischen Verschleiß", das Verhalten berufsspezifischer Qualifikationen zu verhindern) (vgl. HACK u.a. 1979).

Aus dieser Darstellung müßte unmißverständlich klar werden, daß diese "Qualifikationen" sowie die Arbeits- und Lebensbedingungen, innerhalb derer sie sich entwickeln können, nicht Gegenstand einer Aufgaben-Anforderungsanalyse sein können. Wird dies dennoch getan, müssen Illusionen über den tatsächlichen Anforderungsgehalt der je konkreten Arbeitstätigkeit entstehen

(vgl. etwa "Projekt Automation und Qualifikation", HAUG u.a. 1977 und 1978).

Abschließend ist noch die Kategorie der formalen Qualifikationen (schulische und berufliche Ausbildung beziehungsweise Abschluß) zu nennen. Meist werden diese nur ergänzend zu inhaltlichen Qualifikationsmerkmalen erhoben. Bei wachsender Zahl von Arbeitsanalyseverfahren wird die Verwendung des formalen Zugangs auf sozialstatistische Untersuchungen zurückgedrängt (Bildungsentwicklung, Berufsverläufe und ähnliches). Allerdings kommt es immer noch vor, daß bei industriesoziologischen Fragestellungen von den formalen Qualifikationen auf den Anforderungsgehalt geschlossen wird, also zum Beispiel vom relativ hohen Facharbeiteranteil an NC-Maschinen auf qualifizierte Arbeit (vgl. HAUG u.a. 1978). Daß dies seinen Grund unter anderem im Bedarf an "prozeßspezifischen" Qualifikationen wie Pünktlichkeit, Sauberkeit und Genauigkeit haben kann, wird bei solch groben Rastern übersehen.

2.2 Belastungsbegriffe

Arbeitswissenschaftlichen, insbesondere ergonomischen Ansätzen liegt ein physikalisch-technisches Modell zugrunde (vgl. die Darstellung der PROJEKTGRUPPE RHIA 1983). Unter psychischer Belastung wird eine Anforderungskonstellation verstanden, die von außen auf den Menschen zukommt und in Abhängigkeit von in der Person liegenden Faktoren (diese werden meist statisch als Persönlichkeitsdispositionen aufgefaßt) bestimmte Schäden hervorrufen, wenn ihre Intensität zu groß oder zu gering ausgeprägt ist. Solche Arbeitsanalyseverfahren, als deren Prototyp der AET (ROHMERT und LANDAU 1979) gelten darf, führen eine große Anzahl von qualitativ unterschiedlichen potentiellen Stressoren und Anforderungen auf (physikalische, ergonomische, arbeitsorganisatorische), die auf quantitativen Skalen gemessen werden.

Die Hauptkategorie "Anforderungsanalyse" des AET untergliedert sich zum Beispiel in die Merkmale: Informationsaufnahme, Erkennungsart, Entscheidungen/Bildungsvoraussetzungen, Handlungen (Haltungs-, Halte-, dynamische Muskelarbeit und einseitige dynamische Arbeit/Kraft- und Bewegungsfrequenz). Der arbeitswissenschaftliche Ansatz stimmt insofern mit dem handlungstheoretischen Konzept überein, als er die Notwendigkeit der Erhebung objektiver Anforderungen betont. Diskrepanzen ergeben sich an verschiedenen Punkten:

- Der ergonomische Ansatz setzt die Wirkungsweise psychischer und physikalischer Stressoren gleich. Belastungsrelevante Ereignisse werden physikalischen Kräften analog gesetzt, die von außen auf einen Körper (entsprechend: auf, den menschlichen Organismus) einwirken. Die moderierenden Persönlichkeitsvariablen haben den statischen Charakter von "Materialkonstanten", die mit über die Verformung (das heißt Fehlbeanspruchung) des Körpers bestimmen.

Dem liegt ein mechanistisches S-O-R-Modell zugrunde, das zum Beispiel den sich aus den objektiven Anforderungen ergebenden Handlungsspielraum nicht berücksichtigt. In dem Belastungsindex des RHIA-Instruments geht hingegen der Zeitautonomiegrad als eine mit der Arbeitsaufgabe verbundene überindividuelle Ressource mit ein, die den Grad der Belastung gewichtet.

Ein weiteres Problem ergonomischer Ansätze besteht darin, daß sie keine theoretisch begründete Unterscheidung zwischen Anforderungen und Belastungen leisten. Der empirische Versuch der Bestimmung maximaler Anforderungsintensitäten, die als noch "schädigungsfrei" gelten können, erscheint bei kognitiven Arbeitsanforderungen äußerst problematisch, da eine nahezu unbegrenzte Zahl möglicher Anforderungskonstellationen existiert.

- Ergonomische Belastungsanalyse konzentriert sich auf eine Messung von Leistungsparametern. Diese erscheint unter anderem insofern problematisch, als kompensierend wirkende Handlungsstrategien des Arbeitenden nicht in die Betrachtung eingehen. Psychischer Zusatzaufwand, der Leistungsabfälle - und dem Preis von kognitiver Belastung - in einem bestimmten Ausmaß verhindert, bleibt im Gegensatz zur RHIA-Analyse außer acht. Nur betragsmäßig sehr schwere oder langandauernde Belastungen spiegeln sich in kurzfristigen Leistungsabfällen wider.

Industriesoziologische Belastungskonzepte betonen vor allem die Notwendigkeit eines "integrierten Belastungskonzeptes" (NASCHOLD und TIETZE 1979) beziehungsweise eines Konzeptes der "Gesamtbelastung" (MARSTEDT und MERGNER 1981): Es sollen neben arbeitsaufgabengebundenen Belastungen auch nichtarbeitsplatzgebundene erhoben und bewertet werden; etwa sozialkommunikative wie das "Betriebsklima" oder die Art der Partizipationsstruktur; weiterhin politökonomisch bedingte Arbeitsbelastungen wie die Angst vor Arbeitsplatzverlust sowie Beeinträchtigungen der individuellen Reproduktionsmöglichkeiten aufgrund der Arbeitstätigkeit. Die theoretische und methodologische Integration solch qualitativ verschiedener Belastungstypen konnte bisher noch nicht befriedigend geleistet werden, auch wenn einige objektive Analyseverfahren vorliegen, die einen breiten Bereich der Belastungen tangieren.

Die Analyseeinheiten, die mit industriesoziologischen Belastungskonzepten verbunden sind, sind meist umfassender, als diejenigen der psychologischen Konzepte: Industriebranchen, Betriebe, Betriebseinheiten, Arbeitsplätze. Das Ausmaß der personenunabhängigen Arbeitsbelastungen wird oft unter Zuhilfenahme von Rating-Verfahren oder unstandardisierten Befragungsinstrumenten eingestuft. Hierbei werden teilweise historisch veränderbare Zumutbarkeitsnormen als überindividuelle Belastungsgrenzwerte angenommen.

Manche industriesoziologische Arbeitsanalyseverfahren integrieren in "mikroanalytischen" Verfahrensteilen arbeitspsychologische Belastungskonzepte: So zum Beispiel das "Kategorieschema für die Belastungsanalyse", das als Teilverfahren in den Automationsstudien von MICKLER u.a. (1976, 1977), und BENZ-OVEPHAGE u.a. (1982) eingesetzt wurde. In dieses Schema gingen - basierend auf dem handlungstheoretischen Belastungskonzept von HACKER (1980³) folgende Kriterien "psychisch-kognitiver Beanspruchung" ein: Überforderung/Unterforderung durch "Wahrnehmungsbelastungen", "Reaktionsbelastungen", "Denkleistungen", "Kooperationsbeziehungen".

Auch industriesoziologische Belastungskonzepte vermochten das Problem der kategorialen Unterscheidung von Anforderungen und Belastungen nicht befriedigend zu lösen.

Das allgemeine Konzept, das den wenigen standardisierten psychologischen Erhebungsinstrumenten der objektiven Belastungsanalyse zugrundeliegt, ist folgendes: Jede spezielle Arbeitstätigkeit richtet eine ihr spezifische Anzahl von Anforderungen an den hinreichend geübten "Durchschnitts-"Arbeitenden, denen dieser durch geeignete Arbeitshandlungen gerecht werden muß. Spezifische Ausführungsbedingungen beziehungsweise Bedingungskonstellationen der Arbeitsaufträge führen nun zu Überforderungen oder Unterforderungen, je nachdem, ob die Anforderungen die "allgemein menschlichen" Leistungsvoraussetzungen des hinreichend Geübten gravierend übersteigen oder unterschreiten. Solche Bedingungen gelten als objektive Belastungen, die überindividuell kurzfristige und langfristige erlebnismäßige psychosomatische Folgen nach sich ziehen (in individuell unterschiedlichen Ausmaß). Manche Autoren (wie zum Beispiel KANNHEISER 1983 f.) gebrauchen für "objektive Belastung" auch die Ausdrücke "potentielle Stressoren" oder "potentielle Belastung".

Arbeitspsychologische Belastungskonzepte konzentrieren sich in neuerer Zeit vor allem auf die subjektiven Verarbeitungs-

prozesse (Wahrnehmung, Bewertung, Abwehr und Bewältigung in bezug auf Stressoren), die im Individuum ablaufen, das belastenden Anforderungen ausgesetzt ist.

Prinzipiell wird davon ausgegangen, daß psychische Belastung dann entsteht, wenn die relevanten Handlungsanforderungen einer Situation in Widerspruch zu den Qualifikationen und Bewältigungsmöglichkeiten eines Individuums stehen. Das Individuum begegnet solchen Situationen mit verschiedenen Arten von gesteigertem innerpsychischen Aufwand, der mit starken affektiven Komponenten (Bedrohung, Unsicherheit, Ärger usw.) verbunden ist. Dieses "kognitiv-emotionale Gleichgewichtsmodell" oder "Coping-Konzept" beziehungsweise "Person-Environment-Fit-Konzept" (Person-Umwelt-"Passung") wird ausführlich bei LAZARUS und LAUNIER (1981) sowie bei CAPLAN u.a. (1975) entwickelt.

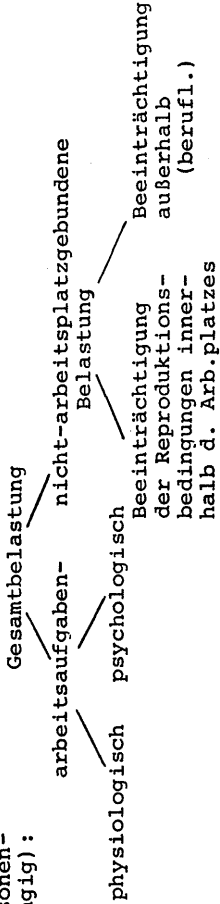
Problematisch bei diesem Ansatz ist die nicht unabhängige Beschreibung der Interaktionspole "Person" und "Umwelt" und infolgedessen das theoretische verschwinden tatsächlicher Belastungsursachen. Belastungen sind jeweils nur Folgen eines individuell ungünstigen "Passungsverhältnisses". Entsprechende Verfahren können daher nur subjektive sein und sich jeweils auf konkrete Individuen beziehen.

Abbildung 2:

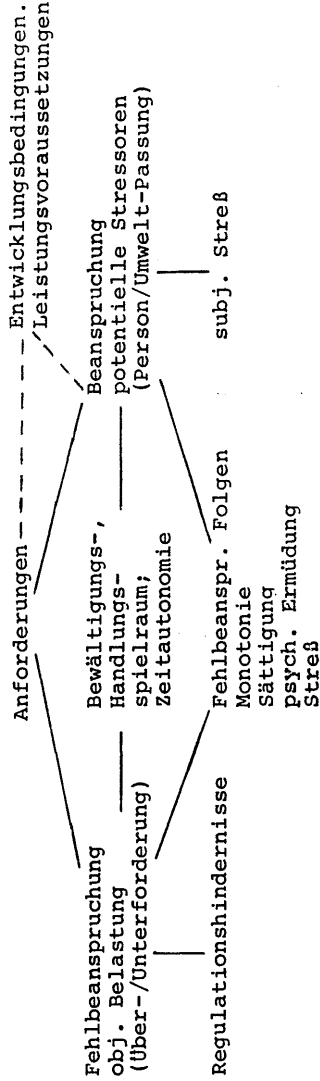
Schema: Der Belastungsbegriff²

Arbeitswiss. Ansatz (objektiv):
 Beanspruchung = Belastung
 Leistungsbeeinträchtigung

Industriesoz. Ansatz (personen-
 unabhängig):



Arbeitspsychol. Ansatz:



3. Studien zu Arbeitseinsatz und Qualifikationsentwicklung

3.1 Industriesoziologische Ansätze und Forschungsergebnisse

Die Frage, wie sich im Verlauf technisch-organisatorischer Innovation die Arbeit und die in der Arbeit benötigten Qualifikationen verändern, ist mit empirischen Untersuchungen offenbar nicht einfach zu beantworten. Außenstehende, die von der Sozialwissenschaft eine Klärung ihrer drängenden Fragen erwarten, müssen ihr angesichts der Vielfalt von unterschiedlichen Zustandsbeschreibungen und Prognosen wohl recht verwundert gegenüberstehen.

Die einzelnen Forschungsansätze und Studien unterscheiden sich in ihrer Einschätzung des Gestaltungsspielraums und der Qualifikationsentwicklung im Prozeß der Automatisierung ebenso wie in deren theoretischer Erklärung, in Begrifflichkeit und Methodik und nicht zuletzt im empirischen Bezugfeld, in dem die Daten erhoben werden. Wir wollen die Bedeutung dieser Dimensionen für die Forschungsergebnisse anhand einiger Studien umreißen, die charakteristische Tendenzaussagen zur Qualifikationsentwicklung beinhalten. Dies soll die Einordnung und Interpretation unserer eigenen Forschungsergebnisse erleichtern.

Im Rahmen unserer Fragestellung können wir uns hingegen - das sei als Mangel der Darstellung vorweggenommen - nicht mit Ansätzen befassen, die die Widersprüchlichkeit der realen Rationalisierungsverläufe in den Mittelpunkt des Interesses stellen. Da sie die Rolle sozialer Auseinandersetzungen in der soziotechnischen Entwicklung betonen, sind sie nicht einfach den eher eindimensionalen Entwicklungsthesen zuzuordnen. Sie sollen daher zumindest benannt werden.

So werden etwa am Wissenschaftszentrum Berlin/West (WZB) gleich zwei solcher Ansätze vertreten. Von DÖRR und NASCHOLD (1982 und 1984) wird im Sinne des "arbeitspolitischen Ansatzes"

die Auffassung vorgetragen, daß im entwickelten kapitalistischen Industriestaat die Klasseninteressen durchaus nicht in jeder Beziehung antagonistisch seien. Zum einen seien in den direkten Klassenauseinandersetzungen je nach aktuellen Kräfteverhältnissen für beide Seiten langfristig akzeptable Kompromisse möglich (z.B. Zugeständnisse bei Qualifikationsanforderungen bei Aufrechterhaltung der Managementkontrolle). Zum anderen bestünden gewachsene Einfluß- und Steuerungsmöglichkeiten für die Interessengruppen auf unterschiedlichen politischen Ebenen.

Die Gründe dieser partiellen Vereinbarkeit werden einerseits im gesellschaftlichen Widerspruch zwischen betriebs- und volkswirtschaftlichen Interessen gesehen (z.B. hinsichtlich der gesundheitlichen Lage der arbeitenden Bevölkerung), andererseits in betrieblicherseits "widersprüchlichen Nutzungsinteressen". Diese werden etwa von Thomas MALSCH am WZB (1983) und vom Institut für sozialwissenschaftliche Forschung (IFS) in München zum zentralen Untersuchungskonzept gemacht und als Ansatzpunkt für humanzentrierte Arbeitsgestaltungskonzepte hervorgehoben (z.B. ALTMANN u.a. 1982).

3.1.1 Dequalifizierungsthese

Den verschiedenen Formen der Dequalifizierungsthese ist die Annahme gemeinsam, daß mit zunehmendem technischen Niveau des Produktionsprozesses auf dem Weg zur vollautomatisierten Produktion die Einsatzchancen und das Niveau der erforderlichen Qualifikationen abnehmen, und zwar über alle Branchen und Prozeßbereiche hinweg. Fast zwangsläufig tritt diese These als deterministische Zusammenhangsannahme auf. Zwei Varianten können hinsichtlich der Ursachenerklärung dieses Prozesses idealtypisch unterschieden werden:

- einmal die technideterministische Variante. Sie behauptet eine mit dem technischen Fortschritt unvermeidbar einhergehende Automatisierung einstmals menschlicher intellektueller Arbeitsfunktionen;

- zum anderen die kapitaldeterministische Variante. Als Ursache der anwachsenden Dequalifikation postuliert sie die Bemühung der Kapitaleigner, mittels des Einsatzes automatisierter Technologien den Arbeitenden immer mehr Kontrollkompetenzen zu entziehen, um deren Macht zu schwächen sowie die eigene Herrschaftsposition zu stärken.

Der amerikanische Industriesoziologe J. R. BRIGHT (1958) wandte sich gegen die von Arbeitgebern und weiten Kreisen der Öffentlichkeit vertretene Ansicht, mit steigender Mechanisierung und Automation breche das neue Zeitalter der humanen, weil qualifizierten und belastungsarmen Industriearbeit an. BRIGHT führte zwischen 1954 und 1958 Felduntersuchungen sowie Expertengespräche in unterschiedlichsten Industriebranchen durch. Als Ergebnis dieser empirischen Studien formulierte er die Dequalifizierungsthese, die er in den darauffolgenden Jahren mehrfach bekräftigte (z.B. BRIGHT 1974).

BRIGHTs methodischer Verdienst besteht in der Ausarbeitung einer Skala zur Differenzierung von Mechanisierungsgraden und in der Entwicklung eines Schemas von Begriffen zur Erhebung objektiver (bedingungsbezogener) Tätigkeitsmerkmale. BRIGHT beobachtete "Bedienungspersonal in stark mechanisierten (automatisierten) Betrieben" (1974, S. 480), generalisierte dann jedoch seine Ergebnisse auf der Grundlage von Expertengesprächen und Literaturstudien brachen- und prozeßübergreifend:

"... automatische Maschinen haben die Tendenz, vom Bedienungspersonal geringere beruflich Qualifikationen zu verlangen, wenn bestimmte Stufen der Mechanisierung erreicht sind (S. 487 f.) (Hervorhebung von BRIGHT)".

BRIGHT meint, auf Grundlage seiner Untersuchungsergebnisse auch die konkurrierende Qualifizierungsthese erklären zu können. Die Qualifikationsentwicklung verlaufe nicht linear abwärts, sondern es könne im Verlauf der Mechanisierung von Handarbeit zunächst zur Zunahme komplizierter Einrichtungs-, Steuerungs- und Instandhaltungstätigkeiten kommen. Mit weiter steigendem Mechanisierungsniveau würden schließlich auch diese Arbeitsfunktionen automatisiert, die Qualifikationen der Einrichter, Instandhalter usw. entwertet.

BRIGHT setzt damit "die Technik als alleinigen Bedingungsfaktor für die Veränderung von Arbeit und Qualifikation (vgl. S. 480). Er leistete damit einen wesentlichen Beitrag zur langjährigen Dominanz des technologischen Determinismus in der Industrie-soziologie. Daß Geschichte mehr ist als Technikgeschichte, nämlich die Geschichte sozialer Auseinandersetzungen um die gegenständlichen Lebensbedingungen, wurde als zentraler Zugang erst Jahre später, insbesondere von britischen Industriesoziologen verfochten.

Hier unterscheidet sich der amerikanische Ökonom Harry BRAVERMAN (1980) von BRIGHT. Er wendet sich scharf gegen den technologischen Determinismus und vertritt dagegen ein Konzept, das auf den politökonomischen Schriften von MARX beruht (S. 15): Nicht der technische Fortschritt an sich wird abgelehnt, sondern lediglich die Art und Weise, wie Technik als Herrschaftsinstrument eingesetzt wird. BRAVERMAN vertritt den Management-Kontroll-Ansatz. Seine zentrale Aussage lautet, daß trotz der tendenziellen Ausweitung der Herrschaft des Arbeitenden über den Arbeitsprozeß, die durch den technischen Fortschritt möglich wird, das kapitalistische Management diesen Effekt in sein Gegenteil verkehrt: Die Technologie wird im Interesse der Profitmaximierung einerseits sowie des Herrschaftserhalts andererseits vom Monopolkapital und dessen Management immer rigider arbeitsteilig eingesetzt. Der resultierende Prozeß der Dequalifizierung erfasse immer größere Teile der Arbeiter und Angestellten. Anders als bei MARX treten die Lohnabhängigen bei BRAVERMAN nicht als Handelnde, also nicht als Subjekte ihrer eigenen Geschichte auf.

Ebenso wie BRIGHT beansprucht BRAVERMAN universelle Geltung seiner Thesen für alle Bereiche gesellschaftlicher Arbeit. Seine Studie weist dagegen erheblich größere kategoriale und empirische Schwächen auf.

In gleicher Weise kapitaldeterministisch argumentiert der westdeutsche Betriebswirtschaftler Joachim MÜLLER (1981).

Er hypostatiert eine allgemeine Dequalifizierung im Maschinenbau und all jenen Branchen, in welchen durch "flexible Automatisierung" ein hochintegrativer Verbund von Rechnersystemen und computergesteuerten Maschinen entsteht. Er geht insofern weiter wie BRAVERMAN, als er nicht nur im arbeitsorganisatorischen Einsatz der Maschinerie, sondern auch in ihrer technischen Konstruktion die Intention der Kapitalvertreter identifiziert, menschliche Intelligenz prinzipiell aus dem Arbeitsprozeß zu verdrängen - auf dem Weg zur "automatisierten Fabrik". Technik stelle daher vergegenständlichte Herrschaft dar.

MÜLLER verzichtet in seiner Argumentation jedoch nicht nur auf eigene Empirie, sondern auch auf die Sekundäranalyse von empirischen Studien über Automationsverläufe. Er beschränkt sich bei der Prüfung seiner theoretisch "abgeleiteten" Hypothesen auf in der Literatur vorfindbare Vorstellungen, Absichtserklärungen und Ideologien von Maschinenherstellern und Ingenieuren. Der widersprüchliche soziale Prozeß der realen Durchsetzung von Techniken und Technologien wird von ihm nicht begriffen.

3.1.2 Die Polarisierungsthese

Nach langem Streit um die Gültigkeit der Qualifizierungs- oder Dequalifizierungsthese konstatierten Horst KERN und Michael SCHUMANN (1970) als Ergebnis einer richtungsweisen Studie eine Polarisierung von Qualifikationen im Verlauf der Automatisierung. Dieses Ergebnis schien zunächst des Rätsels Lösung zu beinhalten. Die folgende Diskussion litt jedoch an der Doppeldeutigkeit des Begriffs "Polarisierung" dessen zwei Bedeutungen.

1. Der historisch-dynamische Aspekt der Tendenzaussage:
Polarisierung ist ein relativer Prozeß, dessen Richtung aus dem Vergleich des Entwicklungsstandes an mindestens

zwei zeitlichen Beobachtungspunkten bestimmt wird. Der historische Ausgangspunkt, mit dem ein aktueller Zustand verglichen wird, muß deshalb explizit und begründet werden.

Konkret bedarf die Beurteilung von Qualifikationsveränderungen an Arbeitsplätzen bei technischer Innovation immer eines Bezugsrahmen eines Vergleichs mit entsprechenden Arbeitsplätzen auf niedrigerer Mechanisierungsstufe, um Aussagen über eine generelle Höher- oder Dequalifizierung einzelner Tätigkeiten treffen zu können.

2. Der statistische Aspekt als Momentaufnahme:

Unabhängig vom historischen Vergleich kann die "Momentaufnahme" einer aktuell erfaßten Arbeitsplatzstruktur hinsichtlich der Gesamtverteilung von Qualifikationsanforderungen an den einzelnen Arbeitsplätzen/-aufgaben beurteilt werden als "hochqualifiziert", "dequalifiziert" oder "partialisiert" beziehungsweise "polarisiert". In Abweichung der ursprünglichen Definition des Begriffes der "Polarisierung" gebrauchen nun einige Autoren (z.B. ISI/IAB/IWF 1982) diesen als Synonym für seinen statischen Teilaspekt der Partialisierung.

Nun zu der auch unter methodischen Gesichtspunkten richtungsweisenden Studie von KERN/SCHUMANN (1970). In verschiedenen Branchen wurden unterschiedlichste Produktionsprozesse untersucht. Dabei wurden prozeßspezifische Mechanisierungsverläufe erkannt und die pauschalen Tendenzaussagen BLAUNERS und BRIGHTS empirisch hinterfragt, indem Zusammenhänge der Qualifizierungsverläufe mit den stofflichen Veränderungen spezifischer Produktionsprozesse nachgewiesen wurden.

Zum einen wurde eine Differenzierung industrieller Arbeit nach Tätigkeitstypen deutlich, die sich unter anderem in Qualifikationsaspekten deutlich unterscheiden. Zum anderen läßt sich aus den Ergebnissen der KERN & SCHUMANN-Studie schließen, daß sich

zwar einige hochmechanisierte und automatisierte Tätigkeiten mit komplexem Anlernniveau entwickeln, keine aber dem Qualifikationsniveau handwerklicher Facharbeit entspricht (vgl. Graphik auf S. 151 a.a.O.). Nur im Instandhaltungsbereich entstehen gemäß KERN & SCHUMANN vergleichbare hohe Qualifikationen, eine Polarisierungstendenz aufgrund umfassender Rationalisierungsmaßnahmen sei jedoch zu befürchten (ebd, S. 205).

Trotz einer gegenüber früheren Studien methodisch und kategorial wesentlich differenzierteren Herangehensweise bleiben die Erklärungen und Prognosen der Autoren dem "technologischen Paradigma" verpflichtet, in dem soziale Entwicklungen nur als Resultat der technischen auftreten.

Folgestudien, zum Beispiel MICKLER u.a. (1976, 1977) und BENZ-OVERHAGE u.a. (1982) nahmen dieses Defizit zum Ausgangspunkt für politökonomisch fundierte Forschungsansätze, in welchen auch die betrieblich gewählte Arbeitsorganisation systematisch untersucht wird. Fragestellung und zentrale Thesen dieser Ansätze seien kurz vorgestellt.

Die Technikentwicklung folgt nicht immanenten Sachzwängen, sondern wird "... von den im System privatwirtschaftlicher Produktion geltenden Prinzipien der Kapitalverwertung bis ins einzelne bestimmt ..." (MICKLER u.a. 1976, S. 2). Das aus dem kapitalistischen Verwertungsinteresse entspringende Rentabilitätsprinzip und das der Aufrechterhaltung privater Gewinnaneignung dienende Herrschaftsinteresse gehen auf dem Hintergrund der ökonomischen Lage eines Unternehmens bereits in den technischen Planungsprozeß (Konzeption und Design von Produktionsanlagen) mit ein.

Deren Ausgestaltung bestimmt darüber, welche menschlichen "Restfunktionen" als Ausgangsbasis für Arbeitsorganisatorische Maßnahmen noch übrigbleiben. Diese "Restfunktionen" sind Aufgaben im Produktionsablauf, die an spezifischen "Mechanisierungslücken" entstehen beziehungsweise übrigbleiben, weil

stoffliche (z.B. biegeschlaffe Teile") oder ökonomische Mechanisierungssperren (Investitionsaufwand) eine vollständige Automation (bisher) verhindern. Die Aufgabe der konkreten Arbeitsorganisation ist es nun, die durch die Technologie neu geschaffenen und übriggebliebenen Arbeitselemente zu Arbeitsfunktionen und Arbeitsaufgaben zusammenzufassen. Insofern bestimmt die Art der Arbeitsorganisation die konkrete Ausprägung von Qualifikation, Belastung u.a. arbeitsinhaltlicher Dimensionen.

Das Ergebnis dieser Studien läßt sich - sicherlich verkürzt und ihren vielen Teilaspekten nicht gerecht werdend - folgendermaßen zusammenfassen: die Möglichkeit zur Aufhebung restringierter Tätigkeiten wächst mit dem Grad der flexiblen Automation der Fertigung. Dieser Gestaltungsspielraum wird jedoch aufgrund des Rentabilitäts- und Herrschaftsinteresses der Kapitaleigner bewußt nur minimal genutzt. Eine Polarisierung der Belegschaften wird demgemäß prognostiziert, ebenso eine prinzipiell gleichartige Arbeitsorganisation an technisch homogenen Anlagen.

Die Produktionsarbeiten differenzieren sich demzufolge in dequalifizierte Jedermannstätigkeiten und komplexe Anlerntätigkeiten einerseits, in qualifizierte Automationsarbeiten (z.B. Maschinenführung) und hochkomplexe Kopfarbeiten (Programmieren, Instandhaltung) andererseits. Eine tendenzielle Auflösung von Jedermannstätigkeiten, aber auch von qualifizierten Automationsarbeiten im Zuge der weiteren Automatisierung wird prognostiziert. Die Autoren behaupten eine branchenübergreifende Verengung der arbeitsorganisatorischen Spielräume aufgrund längerfristig intendierter Zentralisierungs- und Integrations-tendenzen.

Es ist das Verdienst insbesondere der Studie von BENZ-OVERHAGE u.a. (1982), die prinzipielle Realisierbarkeit alternativer und menschengerechter Einsatzmöglichkeiten demonstriert zu haben - trotz insgesamt pessimistischer Prognosen zur Zukunft der Industriearbeit.

3.1.3 Qualifizierungsthese

Die Qualifizierungsthese wird in einer ganzen Reihe von Varianten vertreten. Seit im Verlauf der letzten Jahre die technologische Entwicklung wieder zum gesellschaftlichen Thema wurde, ist die Zahl der Vertreter wesentlich gewachsen. Ob die Gründe dafür allein in einer tatsächlichen Aufwertung der Industriearbeit zu suchen sind, wollen wir hier nicht diskutieren.

Gemeinsam ist den verschiedenen Ansätzen, daß sie sich vehement gegen deterministische "Verelendungs"-thesen wenden (z.B. BLAUNER 1964), die eine unaufhaltsame Entwicklung menschlicher Kompetenzen in der industriellen Arbeit prognostizieren. Weiterhin ist diesen Ansätzen gemeinsam, daß bei der Analyse und insbesondere der Interpretation vorgefundene Arbeitsprozeß- und Tätigkeitsstrukturen kapitalistischer Herrschafts- und Verwertungsinteressen eine nur geringe Rolle spielen. BRANDT (1985) spricht hier von "neuer Unbefangenheit" hinsichtlich der gesellschaftstheoretischen Fundierung der Ansätze. Eine dritte Gemeinsamkeit ist die Anwendung sehr allgemeiner Beschreibungs- beziehungsweise Analysekatoren auf der Ebene des Arbeitsprozesses. Unterschiede bestehen unter anderem in der Beurteilung der Entwicklung als primär technisch bedingter Qualifizierung oder als Zunahme von Gestaltungsspielräumen, die Qualifizierung zulassen, aber nicht erzwingen.

Aus der Reihe der Studien, die dieser Tendenzaussage zuzuordnen sind, sei beispielhaft die Untersuchung von SORGE u.a. (1982) herausgegriffen, da sie sich ausschließlich mit unserem spezifischen Gegenstandsbereich befaßt: mit modernen computergesteuerten Werkzeugmaschinen (CNC).

Es handelt sich dabei um eine international vergleichende Studie des CNC-Werkzeugmaschineneinsatzes in deutschen und britischen Betrieben. Mit der Methode des Paarvergleiches werden jeweils nach Los- und Betriebsgröße ähnliche Betriebe beider Nationen einander gegenübergestellt und befragungsmethodisch untersucht.

Kernpunkt des internationalen Vergleichs ist das jeweilige nationale Berufsbildungssystem und damit die Arbeitskräftestruktur der Betriebe.

Die Ergebnisse der Studie hinsichtlich der genannten drei Parameter seien hier kurz zusammenfaßt. SORGE u.a. konnten den Einfluß des Ausbildungssystems und der Verfügbarkeit qualifizierter Facharbeitskraft auf die betriebliche Organisation belegen. Die Vergleichsbetriebe der Bundesrepublik ließen eine durchgängige Tendenz zu geringerer Funktionsteilung und Zentralisierung (Bürokratisierung) zwischen den Abteilungen und innerhalb der Werkstatt als auch einen konsistent höheren Anteil an Bedienerprogrammierung erkennen (S. 146, 151).

Bei zunehmender Los- und Betriebsgröße wurde eine Tendenz höherer Arbeitsteiligkeit und damit geringerem durchschnittlichen Qualifikationsniveau festgestellt (S. 148). Dennoch wird insgesamt eine Zunahme traditioneller Fachkenntnisse gegenüber weiterhin unbedeutenden EDV-Kenntnissen diagnostiziert (S. 87, 101, 160).

Aus der Tatsache, daß praktisch alle möglichen Verteilungen arbeitsvorbereitender, ausführender und kontrollierender Funktionen an WZM in der Stichprobe der Betriebe enthalten waren, schließen die Autoren auf sehr hohe und im Vergleich zur Vorgängertechnologie gewachsene Gestaltungsspielräume.

Diese Befunde werden von SORGE u.a. (1982) auf den gesamten Bereich informationstechnisch unterstützter Arbeit verallgemeinert. Sie schlagen schließlich vor, zwei Phasen der Mikroelektronik-Einführung und -anwendung zu unterscheiden. Die erste Phase sei durch Polarisierung und Dequalifikation gekennzeichnet, die zweite Phase hingegen durch eine Reintegration von Funktionen und damit durch Requalifizierung. Sie erklären damit den auch in ihrer Studie weit überwiegenden Teil dequalifizierender arbeitsorganisatorischer Lösungen als

überholtes Modell. Die künftige Lösung des qualifizierten Maschinenbedieners werde sich durchsetzen, da nur sie der CNC-Technik angemessen sei.

Diese Annahme widerspricht jedoch der These hoher Gestaltungsspielräume (nicht nur eine Lösung ist wirtschaftlich) und kann nicht mehr Evidenz beanspruchen als die gegenteilige These, daß nämlich die Mehrzahl der Lösungen partialisiert sei und sich die Polarisierung fortsetze.

Während die Studie also deutlich die Gestaltbarkeit des Technologieinsatzes und den Einfluß der Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskraft für die betriebliche Flexibilität und Effizienz aufzeigen kann - ihr wesentliches Verdienst - bleibt sie hinsichtlich anderer Einflußfaktoren auf den Arbeitsprozeß technischen Aspekten verhaftet. So wird etwa die Bedeutung zentralistischer betrieblicher Strukturen für künftige arbeitsorganisatorischer Innovationen ebensowenig untersucht wie der Einfluß betrieblicher und gesellschaftlicher Interessenaueinandersetzungen.

3.2 Empirische Studien: Arbeitsplätze an flexiblen Fertigungssystemen

Die umfangreichste bundesdeutsche Studie über technische, einführungsorganisatorische, wirtschaftliche und arbeitsplatzbezogene Aspekte des Einsatzes flexibler Fertigungssysteme (abgekürzt PFS) gibt deren Verbreitung 1982 mit weltweit 86 Systemen an, die sich zu diesem Zeitpunkt teilweise noch im Aufbau befanden beziehungsweise in der Anlaufphase (ISI/IAB/IWF 1982, S. 390 ff.).

Die arbeitsorganisatorischen Einsatzformen, die Qualifikations- und die Belastungsstrukturen einiger dieser Systeme sind in der Dokumentensammlung zum internationalen Arbeitsgespräch über flexible Fertigungssysteme dargestellt, das vom IFS

München gemeinsam mit der Zahnradfabrik Friedrichshafen AG 1982 veranstaltet wurde (LUTZ und SCHULTZ-WILD 1982).

Nachfolgend werden die in den genannten Materialien wiedergegebenen sieben Fallbeispiele - ergänzt um ein weiteres - dargestellt. Es wird versucht, die realisierten Arbeitsplatzstrukturen bezüglich der Kriterien persönlichkeitsförderlicher Arbeitsplätze (siehe Kapitel 4.4) zu beurteilen, soweit das vorliegende knapp gehaltene Material das zuläßt. Dies ist in einigen Fällen nur schätzungsweise möglich, da die angegebenen Qualifikationsanforderungen beziehungsweise Arbeitsfunktionen nur sehr global beschrieben sind. In anderen Fällen sind die Beschreibungskategorien äußerst unscharf, da kaum operationalisiert. Weiterhin bringen wir die vorliegenden Ergebnisse in Zusammenhang mit Aussagen der Automationsdebatte und versuchen vorläufig sichtbar werdende Trends in bezug auf die Qualifikationentwicklung zu umreißen.

Eines der - wenigen - Beispiele einer Kooperation von Ingenieuren und Sozialwissenschaftlern in der Systemplanung und -entwicklung und damit der prospektiven Arbeitsplatzgestaltung, stellt das flexible Fertigungssystem der Zahnradfabrik Friedrichshafen AG (ZF) dar (LOOMAN 1982). Es dient der Produktion von Schaltgetrieben für Nutzkraftwagen und wird dort in der spannenden Fertigung von Rotationsteilen mittlerer Losgröße eingesetzt. Es befand sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im Aufbau. Das FFS enthält 14 NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen, die im Normalbetrieb von jeweils 6 Arbeitenden in 2 Schichten betreut werden sollen: Es handelt sich um vier Systembediener, deren Qualifikationsanforderungen über dem Niveau des herkömmlichen Facharbeiters liegen, um einen Anlagenführer, der für die Steuerung des gesamten Systems zuständig ist, sowie um einen Be- und Entlader, der als Hilfsarbeiter tätig ist. FRIEDRICH, WICKE und WICKE (1982, S. 136) ist zu entnehmen, daß ein umfangreiches Qualifizierungsprogramm durchgeführt wird, das die Bediener auch für Systemplanungs- und Programmierertätigkeiten qualifizieren soll.

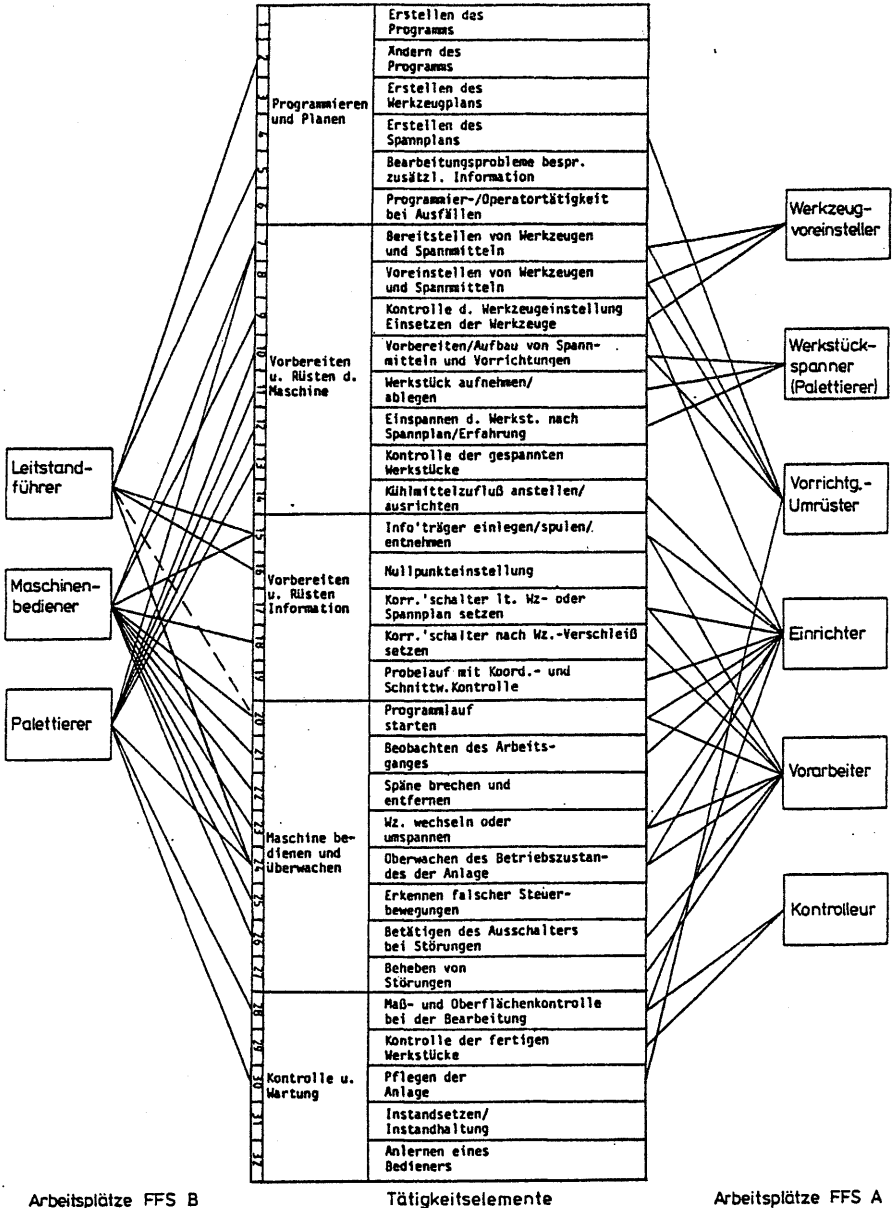
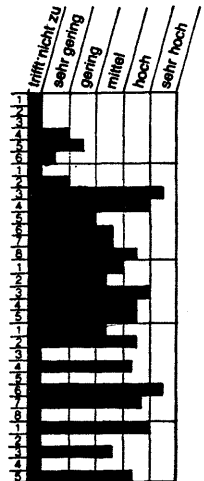
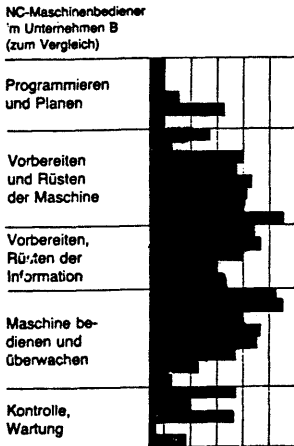
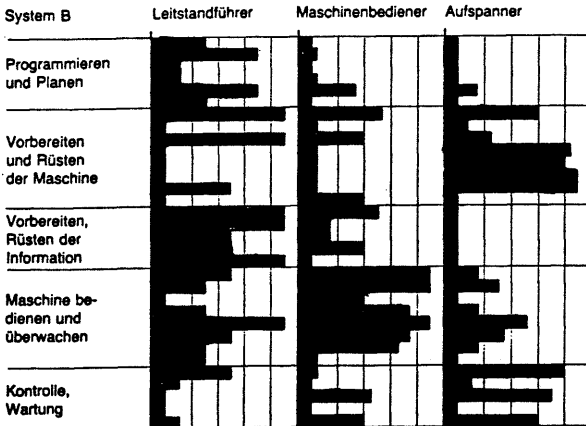
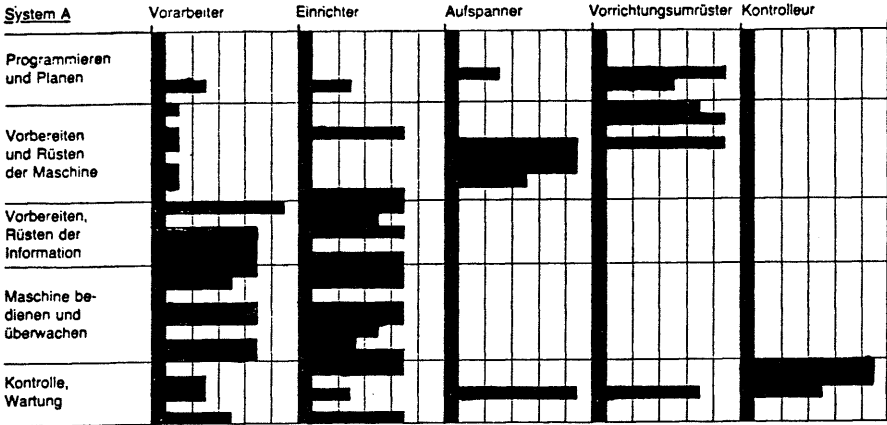


Abb. 3: Zusammenfassung von Tätigkeitselementen zu Tätigkeitsfeldern aus ISI/IAD/IWF 1981, S. 324



3. 4: Vergleich der Tätigkeitsprofile an zwei Flexiblen Fertigungssystemen

(Untergliederung der Tätigkeitselemente wie beim Tätigkeitskatalog)

Da in der vorliegenden Literatur nur die personenbezogenen formalen Qualifikationen als Kennzeichen der Arbeitsplatzstruktur genannt werden, läßt sich nicht mit Sicherheit beurteilen, ob die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten von den Benutzern auch eingesetzt werden können, ob folglich die sich ergebenden Regulationserfordernisse ein persönlichkeitsförderliches Niveau erreichen. Sollten die geschilderten Arbeitsplanungs- und Systemsteuerungskompetenzen von den Bedienern auch angewendet werden können, so ist die Qualifikationsstruktur an dieser Anlage als niveauvoll und gering spezialisiert zu bewerten.

In der ISI/IAB/IWF-Studie (1982; Zusammenfassung siehe DOSTAL u.a. 1982) wird die Personalstruktur an 2 der 15 untersuchten bundesdeutschen Fertigungssysteme ausführlich dargestellt (siehe Abbildung 3 und 4). Da es sich um eine der umfangreichsten Studien handelt, in denen auch auf Arbeitsplatzstrukturen eingegangen wird, werden die Ergebnisse nachfolgend ausführlich dargestellt.

Beide Anlagen werden in der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt und dienen der Produktion prismatischer Teile. Das flexible Fertigungssystem in Betrieb A (abgekürzt: FFS A) enthält neun Bohr- und Fräs-Bearbeitungszentren und dient der Serienfertigung mittlerer Größe. Es wurde als Alternative für eine zuerst vorgesehene flexible Transferstraße gewählt und reiht sich in ein hoch arbeitsteiliges Fertigungskonzept ein. Am flexiblen Fertigungssystem im Betrieb B (abgekürzt: FFS B), das 6 Bearbeitungszentren integriert, werden Kleinserien gefertigt. Die Anlage stellt eine Erweiterungsinvestition innerhalb einer weniger arbeitsteiligen, hochkomplexen NC-Maschinenfertigung dar. Die mittlere Bearbeitungszeit je Werkstück an FFS A beträgt 15 bis 30 Minuten, an FFS B 60 bis 120 Minuten.

FFS B besitzt ein Palettenzwischenlager, so daß eine größere Anzahl von Werkstücken im voraus eingegeben werden kann, als in FFS A; dies bedeutet, daß die Bediener der Anlage B in höherem Maße vom Bearbeitungsprozeß entkoppelt sind.

FFS A besitzt keinen zentralen Fertigungsrechner. Im FFS B übernimmt ein Fertigungsrechner die dispositive Steuerung, die Prozeßsteuerung und die Betriebsdatenerfassung. Ein dezentraler, angekoppelter Anlagenrechner sorgt für die Materialflußsteuerung.

System B wurde während der Anlaufphase analysiert, ein Abfall der Anforderungen im Laufe der Systemoptimierung wird vermutet (vgl. ISI/IAB/IWF 1982, S. 306 ff. und S. 338): Die Befragungsergebnisse sind also phasenabhängig, die durchschnittliche Ausprägung der Anforderungen an die Arbeitenden wird im Normallauf von FFS B geringer sein.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen nun den Tätigkeitsspielraum (Breite des Tätigkeitsspektrums) der jeweiligen Arbeitsaufgaben an den beiden Anlagen. An System A arbeiten ein Vorarbeiter, ein Einrichter, zwei Aufspanner (Palettierer), sowie zeitweilig ein Vorrichtungsumrüster, ein Kontrolleur und ein Werkzeugvoreinsteller.

An System B arbeiten ein Leitstandführer, sechs Bediener (Überwacher), vier Aufspanner (Palettierer), sowie zeitweilig ebenfalls je ein Werkzeugvoreinsteller und Kontrolleur. Ob und gegebenenfalls wie die Beschäftigten verschiedenen Schichten zugeordnet sind, wird in der Studie nirgends mitgeteilt.

Die Kategorien "Tätigkeitselemente" (= "mikroskopische" Darstellung der auszuführenden Arbeitsschritte) und die sich aus ihnen konstituierenden "Tätigkeitsfelder" (= Tätigkeitsspektrum eines Arbeitsplatzes) wurden von OBERHOFF (1976) übernommen. Deshalb findet sich auch in der ISI/IAB/IWF-Studie eine Verwischung zwischen den zwei theoretisch unabhängigen Kategorien "Qualifikationsanforderung" und "Belastung" wieder: "Anforderungen" werden durch die im erwarteten und erwünschten Arbeitsergebnis enthaltenen Leistungsnormen definiert (OBERHOFF 1976, S. 4), die zu objektiven Belastungen der Arbeitsaufgabe werden, wenn sie auf den Arbeitenden treffen.

Der Belastungsbegriff ist neutral formuliert und sagt nichts über Überlastung oder Unterforderung aus. Das Erlebenskorrelat besteht in den subjektiven Beanspruchungen. Abbildung 4 gibt nun die "empfundene Schwierigkeit" (ISI/IAB/IWF 1982, S. 32) der Tätigkeitselemente wieder. Sowohl bei OBERHOFF, als auch in der ISI/IAB/IWF-Studie wird die quantitative Ausprägung der Arbeitselemente pro Bediener ("sehr gering" bis "sehr hoch") gleichzeitig als relativer zeitlicher Anteil eines Arbeitselementes am gesamten Tätigkeitsfeld des betreffenden Bedieners dargestellt, sowie das Niveau der subjektiven Beanspruchung (ISI/IAB/IWF 1982, S. 299). Ein linearer Zusammenhang zwischen der Ausführungshäufigkeit eines Arbeitselements und der resultierenden Beanspruchung wird demgemäß implizit unterstellt.

In der Studie (ebenda, S. 31 f.) wird als entscheidendes Kriterium der "menschengerechten Arbeitsorganisation" offensichtlich der "Grad der Arbeitsteiligkeit" und die ihm entsprechende "Breite der Tätigkeitsprofile" gewertet. Das Tätigkeitsprofil des Arbeitenden hängt von der Anzahl der ausgeführten Tätigkeitselemente sowie der Häufigkeit ihrer Ausführung ab. Anders ausgedrückt: Die horizontale Dimension des Tätigkeitsspielraumes aus dem Bereich der Qualifikationsanforderungen (vgl. Abschnitt 4.4.2.2 dieser Arbeit) dient als zentrales Humankriterium der Bewertung von Arbeitstätigkeiten.

In diesem Sinne zeigt sich eine stärkere Vielseitigkeit aller Tätigkeitsfelder/Arbeitsplätze am FFS B im Vergleich mit FFS A. Im Vergleich zum Tätigkeitsprofil an einem ebenfalls in Abbildung 4 dargestellten häufig anzutreffenden NC-Bedienerarbeitsplatztyp (vgl. REMPP u.a. 1981), sind jedoch alle Tätigkeitsfelder weniger vielseitig. "Am ehesten erreichten Leitstandführer und Vorarbeiter das breite Tätigkeitsprofil des NC-Maschinenbedieners" (ISI/IAB/IWF 1982, S. 31). Diese relative Dequalifizierung der Arbeitenden im Vergleich zur Arbeit an "konventionellen" NC-Maschinen wird am FFS B durch eine arbeitsorganisatorische Maßnahme aufgefangen: systematische

Job-Rotation zwischen Maschinenbedienern und Aufspannern, der Leitstandsführer wird nicht einbezogen. Am FFS A dagegen ist der Tätigkeitsspielraum der Aufspanner und des Umrüsters extrem eingeschränkt.

Im folgenden beziehen wir die für die humane Arbeitsgestaltung gewichtigere Dimension des vertikalen Entscheidungs- und Kontrollspielraums in die Beurteilung der beiden Anlagenstrukturen ein. Ausgehend von unseren eigenen Erfahrungen und Analysen an einem FFS reinterpretieren wir die in den Berichten dargestellten Arbeitsstrukturen anhand des von uns eingesetzten Verfahrens zur Analyse kognitiver Anforderungen (VERA). Das Vorgehen und seine theoretische Begründung wird in Kapitel 4, das Modell der Anforderungsniveaus auf S. 87 dargestellt. Abbildung 5 auf der folgenden Seite zeigt als Ergebnis dieser Reinterpretation das Verhältnis der kognitiven Anforderungsniveaus an den beschriebenen Anlagen.

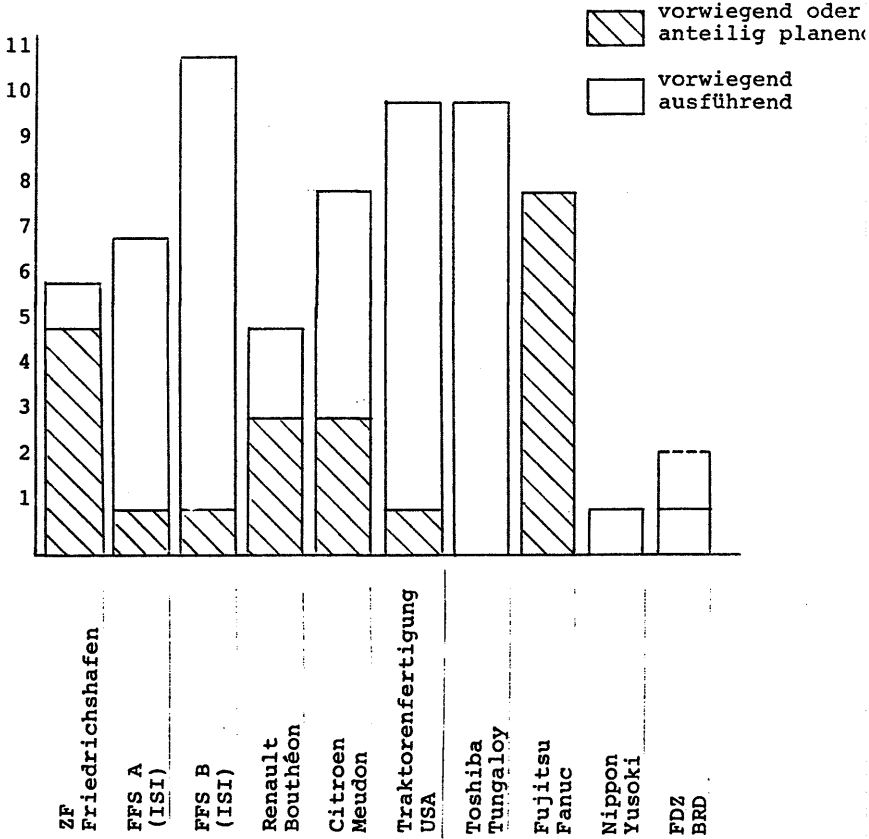
Außerdem beziehen wir eine Matrix der ISI/IAB/IWF-Studie (1982, S. 326) mit ein, in der die Arbeitsfunktionen, deren Automatisierungsstufen und deren geschätzte Ausführungshäufigkeit in Beziehung zu FAA-Tätigkeitselementen gesetzt wurden. Die Ergebnisse sind natürlich sehr vorläufig und vom jeweiligen theoretischen Ansatz des Erstuntersuches abhängig.

Insgesamt ist eine deutliche spezifische Partialisierung an beiden Anlagen erkennbar, die freilich am FFS A ausgeprägter ist. Denn diejenigen Tätigkeitselemente, deren Regulationsanfordernisse ein hohes Niveau (Ebene 3 und 4) erreichen, nämlich die Programmierung und die Instandhaltung der Anlage sind zum größten Teil arbeitsorganisatorisch ausgelagert. Lediglich der Leitstandsführer am FFS B sowie der Vorarbeiter am FFS A dürften maximal das Regulationsniveau der Ebene 3 erreichen, da ihnen gelegentliche Programmier-/Operatortätigkeit beziehungsweise Störungsbehebung und Fertigungs-Ausführungsplanung zugestanden wird. Die Regulationserfordernisse des Vorrichtungsumrüsters bewegen sich auf Stufe 2 (einfache Handlungsplanung), da er Spannpläne erstellt. Der FFS-Bedie-

Abbildung 5: Verhältnis von vorwiegend planend und vorwiegend ausführenden Tätigen an flexiblen Fertigungssystemen

Anzahl der Bediener

Qualifikationsstruktur



ner reguliert maximal auf derselben Stufe, denn auch ihm wird die Planung der Losabfolge zugestanden. An den restlichen fünf Arbeitsplätzen ist nur eine maximale Regulation auf Ebene 2R (gedankliche Vergegenwärtigung) erforderlich.

Am FFS A stehen also einem Vorarbeiter, dessen Regulationsanfordernisse Teilzielplanungsniveau erreichen, sechs Arbeitende gegenüber, von denen zum größten Teil lediglich gedankliche Vergegenwärtigungen gefordert werden. Am FFS B ist das Verhältnis 1:10, wobei den zehn Maschinenbedienern beziehungsweise Palettierern aufgrund von Job-Rotation wenigstens Regulationen auf dem Niveau der Ebene 2 möglich sind, die allerdings in der Normallaufphase der Anlage teilweise absinken werden.

Zusammenfassend läßt sich die Arbeitstätigkeitsstruktur demgemäß in beiden Fällen als partialisiert bewerten, höhere Planungsanforderungen werden der Mehrzahl der Beschäftigten nicht zugestanden. Am FFS A ist zusätzlich der Tätigkeitsspielraum von vier der sieben Beschäftigten äußerst eng. An beiden Anlagen wurde eine persönlichkeitsförderliche Arbeitsplatzgestaltung für die Mehrzahl der Arbeitenden nicht realisiert, die Möglichkeit der Werkstattprogrammierung am FFS B blieb ungenutzt. DOSTAL (1982, S. 189) ist sich der Dequalifizierungsgefahr, die die Studie als Trend aufzeigt, bewußt:

"Vergleicht man die vorgefundenen Tätigkeits- und Beanspruchungsstrukturen mit den Vorstellungen des 'menschengerechten Arbeitsplatzes', dann besteht bei flexiblen Fertigungssystemen mehr als bei NC-Maschinen die Gefahr einer einseitigen Beanspruchung der Arbeitskräfte."

BERTRAND (1982) vom "Centre d'etudes et de recherches sur les qualifications" (CERFQ) Paris stellt die Qualifikationsstruktur an zwei französischen Fertigungssystemen dar. Das kurz vor der Untersuchung in Betrieb gegangene FFS im Werk Bouthéon von Renault dient der Gehäusebearbeitung von Schaltgetrieben. Es arbeitet ohne Palettenszwischenlager mit sechs integrierten Bearbeitungszentren und einem integrierten CNC-Bohrwerk. Ein

zentraler Systemrechner übernimmt die Organisation des Bearbeitungs- und Transportablaufes, er ist im Dialog verbunden mit programmierbaren Steuerungseinrichtungen am Spannplatz und an den einzelnen Werkzeugmaschinen, sowie mit der Steuerung des Transportsystems. Es bestehen demgemäß dezentrale Zugriffsmöglichkeiten für die Systembediener. Hauptmotiv für den Bau der Anlage war die Notwendigkeit, auf die Schwankungen des Absatzmarkts mit größtmöglicher Flexibilisierung der Massenfertigung zu reagieren (ebenda, S. 42).

Das sich im Aufbau befindliche FFS im Werk Meudon von Citroen dagegen entstand mit dem Ziel der Automatisierung der Kleinserienfertigung und dient der Prototypenfertigung. Es integriert drei fünfachsigige CNC-Bearbeitungszentren, eine Werkzeugmeßstation und ein großes Palettenzwischenlager. Der zentrale Systemrechner und die CNC-Steuerungen sind in eine CAD-CAM-Konfiguration eingebettet. Das FFS Bouthéon entspricht in seiner fertigungspolitischen Auslegung in etwa dem FFS A, das FFS Meudon dem FFS B der ISI/IAB/IWF-Studie, wie BERTRAND (1982, S. 54) angibt. Um so bemerkenswerter erscheint es, daß sich der Zusammenhang von betrieblicher Strategie, technologischer Ausgestaltung und Qualifikationsstruktur gerade umgekehrt darstellt wie in der deutschen Fallstudie!

An der Anlage in Bouthéon arbeiten drei Schichtbesatzungen zu je fünf Personen: Je ein Instandhalter für den elektronischen und den technischen Bereich mit hohem Qualifikationsniveau. Ihre Arbeitsaufgaben enthalten mit Sicherheit Regulationsanfordernisse der Stufe 3, wahrscheinlich auch höhere. Weiterhin ein Werkstatttechniker, der mit Anlagenführung, Störungseingriffen, Qualitätsproblemen, Werkzeugvoreinstellung und -wechsel betraut ist. Seine Regulationsanfordernisse dürften Teilzielplanungsniveau erreichen. Zwei Facharbeiter führen Umspannarbeiten, Qualitätskontrollen und ebenfalls Werkzeugvoreinstellung und -wechsel aus. Diese Tätigkeiten erlauben keine Handlungsplanungen, nur gedankliche Vergegenwärtigung. Das Verhältnis zwischen planerischen und handlungsausführenden

den Tätigkeitsfeldern beträgt also 3:2, trotz der organisatorischen Ausverlagerung der Programmierung. An Job-Rotation zwischen Bedienern und Technikern wird gedacht, deren Grundlage besteht in einem breiten Ausbildungsprogramm, das vor allem Kenntnisse der NC- und CNC-Steuerung und technische Datenverarbeitung umfaßt.

Die Qualifikationsstruktur an der Anlage Meudon ist dagegen extrem partialisiert: 14 technische Angestellte in der zentralen Arbeitsvorbereitungsabteilung entwerfen u.a. die Programme. Während der beiden Tagschichten und der "mannarmen" Nachtschicht ergeben sich insgesamt für zwei Werkzeugvoreinsteller, sieben Palettierer, drei Systemüberwacher und zwei Kontrolleure vermutlich nur geringe Regulationserfordernisse (maximal Stufe 2R). Nur für die vier Instandhalter ergeben sich Möglichkeiten einer komplexen Regulation. Das Verhältnis zwischen planerischen und handlungsausführenden Tätigkeitsfeldern an der Anlage beträgt 4:14 (bzw. 2:7 je Schicht, ohne Angestellte).

BERTRAND's Fallstudien ergeben zusammen betrachtet mit der ISI/IAB/IWF-Studie einen weiteren Beleg dafür, daß die Technologie die Arbeitsgestaltung nicht unabwendbar determiniert, also auch keine Flexibilisierung erzwingt.

Über die Arbeitsbedingungen an einem amerikanischen Fertigungssystem, das im Normallauf betrieben wird, liegt eine subjektive Befragungsstudie von GERWIN (1982) vor. An dieser Anlage werden Gehäuse für eine neue Produktlinie in der Traktorenfertigung hergestellt. Sie enthält sechs Bearbeitungszentren, vier Spezialmaschinen (Bohren und Gewindeschneiden) und wird über DNC-Steuerung zentral programmiert. Die Tätigkeitsfeldstruktur der beiden Schichtmannschaften ist partialisiert: Komplexere Regulationserfordernisse ergeben sich lediglich für den jeweiligen Instandhalter. Den vier Palettierern stellen sich keine Planungserfordernisse, vermutlich auch nicht den drei Maschinenbedienern, die vor allem als Überwacher ein-

gesetzt sind. Das Regulationsniveau des jeweiligen Einrichters und des Schichtführers ist den Beschreibungen von GERWIN zufolge auf der Ebene der einfachen Handlungsplanung zu veranschlagen. Das Verhältnis von komplexeren Planungsanforderungen zu Ebenen der einfachen Handlungsplanung und den darunterliegenden beträgt 1:9.

Dieser objektiv dequalifizierenden Struktur entspricht im wesentlichen auch das subjektive Erleben der Arbeitenden, deren Aussagen mit denen einer Vergleichsgruppe von Arbeitern im Maschinenbau verglichen werden, die nicht an flexiblen Fertigungssystemen arbeiten: Die Vielfalt ihrer Qualifikationsanforderungen, die Breite ihrer Arbeitsaufgaben, ihre Autonomie und ihre Möglichkeiten, hoch bewertete Qualifikationen zu benutzen, werden von der gesamten Gruppe der FFS-Beschäftigten geringer eingeschätzt als von der Vergleichsgruppe.

Am negativsten werden diese Qualifikationsmerkmale von den Palettierern erlebt, gefolgt von den Maschinenbedienern, Einrichtern und Schichtführern. Nur die Instandhalter bewerten ihre Situation relativ positiv.

Zwei gegensätzliche Einsatzformen von flexiblen Fertigungssystemen in Japan sind dokumentiert: D'IRIBARNE 1982 berichtet über die Anlage von Toshiba Tungaloy, die in der Schneidwerkzeugfertigung (Kleinserien und Einzelteile) eingesetzt wird und sich in der Normallaufphase befindet. Sechs integrierte Werkzeugmaschinen, davon vier Bearbeitungszentren, werden über DNC-Koppelung zentral programmiert, ein großer Speicher für Werkstückträger ist integriert. Die Installierungsmotive waren auch in diesem Fall marktökonomischer Natur: hohe Flexibilität und Bearbeitungsgenauigkeit wurden angezielt.

Die Anlage wird in drei Schichten (inklusive einer "mannarmen" Nachtschicht), von insgesamt zehn Arbeitenden gefahren. Die Qualifikationsstruktur ergibt wiederum das Bild einer Partialisierung: Die sechs Programmierer sind von der Mannschaft am flexiblen Fertigungssystem abgekoppelt, die Regulationser-

fordernisse der verbleibenden drei Maschinenbediener (davon ein Vorarbeiter), zwei Werkzeugvoreinsteller und fünf Vorrichtungsmonteure/Entgrater dürften kaum das Niveau der einfachen Handlungsplanung überschreiten.

Beim "Compactmachining-System" von FANUC (vgl. DÄHNERT 1982), einer hochkomplexen Anlage, stellen sich die Verhältnisse entgegengesetzt dar. In diesem FFZ-Verbund werden zehn Bearbeitungszellen mit 40 CNC-Dreh- beziehungsweise Fräsmaschinen und 25 Industrierobotern eingesetzt. Das System liefert ein Beispiel für eine nicht-partialisierte dezentrale DNC-Nutzung: Die acht Bediener "sind für Programmierung und Produktion ihrer Zellen verantwortlich und mit dieser Aufgabenbereicherung sehr zufrieden" (ebenda, S. 46 f.). Werkstattprogrammierung von flexiblen Fertigungssystemen erscheint realisierbar, wie dieses Fallbeispiel zeigt. Zu erwähnen ist an dieser Stelle auch, daß in Japan Job-Rotation allgemein und in diesem Fall zwischen den Programmierern und Systembedienern ein durchaus probates Mittel ist (SCHULTZ/WILD 1982, S. 117), um eine Dequalifizierung von Facharbeitern zu verhindern.

Bei Gesamtbetrachtung der neun Fallstudien ergibt sich folgendes Bild:

- Eine Verstärkung von Polarisierungstendenzen industrieller Facharbeit durch flexible Fertigungssysteme ist zu befürchten: An fünf Anlagen ist die Qualifikationsstruktur extrem partialisiert. Von einem prinzipiellen Wegfall monotoner und routinierter Tätigkeiten kann keine Rede sein, neue anspruchslöse Arbeitsfelder entstehen.
- Andererseits ist eine nur abgeschwächte Requalifizierungstendenz wirksam, die durch die Übernahme von Instandhaltungstätigkeiten und dezentrale Programmierung durch die Bediener sowie Job-Rotation prinzipiell ermöglicht wird.
- Die Arbeitsplatzstrukturen sind weder eindeutig technologisch noch kapitaldeterminiert, vielmehr scheint auch an flexiblen Fertigungssystemen ein gewisser arbeitsorgani-

satorischer Spielraum vorhanden zu sein, der Gestaltungsalternativen zuläßt. Dieses Ergebnis bestätigt das Gestaltungsspielraum-Konzept des ISF München wie auch den arbeitspolitischen Ansatz von DÖRR u.a. am Internationalen Institut für Vergleichende Gesellschaftsforschung am Wissenschaftszentrum Berlin.

Auf diesem Hintergrund ist LUTZ (1982) und SCHULTZ-WILD (1982) bedingt zuzustimmen, die als Einflußfaktoren auf die Arbeitsplatzstruktur das Zusammenrücken von technischen Charakteristika des jeweiligen Produktionsprozesses und der Systemauslegung, unternehmensspezifischen Arbeitsmarktbedingungen, länder- und unternehmensspezifischen Prinzipien und Traditionen sowie betriebspolitische Forschungskonzepte nennen. Die Darstellung der beiden Autoren ist jedoch insofern unvollständig, als gewichtige weitere Einflußfaktoren auf die konkrete Arbeitsorganisation vernachlässigt werden: Betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen (z.B. Widerspruch zwischen Produktions- und Zeitökonomie, Kostenremanenz) und Absicherung der betrieblichen Herrschaftsinteressen durch Zentralisierung der Entscheidungskompetenzen und Dequalifizierung beziehungsweise Spaltung der Belegschaft.

Folgende Bedingungsfaktoren erwiesen sich als relevant beziehungsweise unerheblich:

- Die Anzahl der integrierten Werkzeugmaschinen, die Anzahl der am flexiblen Fertigungssystem Arbeitenden sowie die durchschnittliche Losgröße hatten in den referierten Studien keinen erkennbaren Einfluß, wohl aber die Form der Arbeitsplanung und Anlagensteuerung. Dezentrale Zugriffsmöglichkeiten und Entscheidungskompetenzen erlauben für die Beschäftigten einen Dialog mit dem zentralen Fertigungsrechner, sie sind die Grundlage einer qualifizierten Werkstattprogrammierung, wohingegen zentralistische Konzepte der Fertigungssteuerung einhergehen mit Partialisierung der Bedienungsmannschaften.

- Die Vielfalt und Komplexität der Werkstücke, das Teilespektrum, der Automatisierungsgrad sowie die Ähnlichkeit der integrierten Werkzeugmaschinen bestimmen mit über den Umfang und die Schwierigkeit der Einstellarbeiten und Programmierung. Geeignete Ausbildungsmaßnahmen leisten zu deren dezentraler Bewältigung einen entscheidenden Beitrag.
- Stärker als diese technologischen Merkmale wirken sich als Einflußfaktoren die bestehende Fertigungsstruktur, in die das FFS integriert wird, die fertigungspolitischen Konzepte (maximale Verfügbarkeit vs. hohe Flexibilität und Produktqualität) und die betriebswirtschaftlichen Kostenfaktoren (niedrige Lohnkosten vs. Geringhaltung der systembezogenen indirekt produktiven Kosten) aus. Diese enthalten durchaus unterschiedliche Optimierungskriterien und damit widersprüchliche Nutzungsinteressen.

Fazit: Ein Trend hin zur stärkeren Zentralisierung, Kontrolle und Polarisierung der Bedienungsmannschaften ist vorhanden. Aufgrund des widersprüchlichen Bedingungsgefüges der arbeitsorganisatorischen Lösungen ergeben sich auch unter kapitalistisch-betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zweckrationale Argumente für humane Arbeitsgestaltung, die von den Betroffenen und ihren Organisationen im Sinne arbeitspolitischer Einflußnahme aufgegriffen werden können.

Die referierten vorliegenden ingenieurwissenschaftlichen und industriesoziologischen Studien verfügen nur über sehr globale, oft implizite Qualifikationskonzepte; dies verdeutlicht die Notwendigkeit der mikroanalytischen Herangehensweise an das Problem der Veränderung von Qualifikationsanforderungen und anderen Humankriterien, basierend auf einem klar definierten allgemein- und arbeitspsychologischen Konzept der Arbeitshandlungen, -anforderungen und -belastungen. In der Handlungsregulationstheorie sehen wir ein solches grundlagenfundiertes Instrument, das eine theoretisch-begriffliche Klärung und wissenschaftlich-psychologische Bewertung von Kriterien menschlicher Arbeit erlaubt.

4. Theoretische und methodische Grundlagen der eingesetzten Arbeitsanalyseverfahren

4.1 Einleitende Bemerkungen

Wie im vorigen Abschnitt noch einmal deutlich wurde, fußen die meisten ingenieurwissenschaftlichen automationsuntersuchungen auf einem für kognitive Tätigkeiten völlig unzureichenden Qualifikationskonzept. Die Reinterpretation der Forschungsergebnisse zum kognitiven Anforderungsniveau an flexiblen Fertigungssystemen mittels des VERA-Instruments hatte daher ein völlig anderes, negatives Bild ergeben. Da dieses Verfahren das einzig verfügbare war, welches zum Untersuchungszeitpunkt in weitgehend standardisierter Form personenunabhängige Planungsanforderungen in der Arbeitstätigkeit erhebt, stand seine Verwendung für unsere Zwecke von vornherein fest. Seine enge thematische Orientierung am Niveau der Regulationserfordernisse, ließ auch die Verwendung ergänzender Analyseverfahren sinnvoll erscheinen.

Unsere Absicht, den Fallstudienvergleich für eine Intensivuntersuchung mittels Verfahrenskombination zu nutzen, ließen wir aber wieder fallen. Das vor allem ins Auge gefaßte Handlungsspielraumkonzept hatte sich als wenig hilfreich erwiesen, zumal es bisher nicht für Zwecke objektiver Arbeitsanalysen operationalisiert wurde (vgl. Kap. 1 und Schema, S. 16) Allerdings schien es uns weiterhin notwendig, zwei Arbeitsdimensionen mitzuerheben, die von diesem Ansatz besonders thematisiert werden: die Variabilität und die Kooperativität der Arbeitsfähigkeit. Die Operationalisierung beider Dimensionen ist auf das Konzept der Regulationserfordernisse bezogen. Die "Variabilität" wurde von uns als Variable zur Binnendifferenzierung der jeweiligen Regulationsebene herangezogen. Die Kooperativität beziehungsweise Kooperations- und Kommunikationsanforderungen werden, ähnlich wie im Handlungsspielraumkonzept, neben die anderen Dimensionen gestellt. Unserer Ansicht nach wartet diese Fähigkeitsdimension noch auf einen systematischen Einbezug in das Konzept der Regu-

lationserfordernisse, das heißt auf eine theoretische Bestimmung der inhärenten Anforderungsniveaus. Ziel einer solchen Bestimmung ist ein "Analysebaustein" zu einem modularen Gesamtkonzept, zur Analyse von Anforderungen, Belastung und Kooperation. Diesen Anspruch konnten wir hier natürlich nicht erfüllen. Wir versuchten aber, in dieser Richtung zu erheben und zu bewerten.

Im vorliegenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen des Handlungsmodells erörtert, auf dem die im empirischen Teil der Studie verwendeten Arbeitsanalyseverfahren beruhen. Die Kategorien "Qualifikationsanforderungen" und "Belastung" als Humankriterien zur Bewertung von Arbeitsaufgaben werden theoretisch begründet und operationalisiert.

4.2 Persönlichkeitstheorie: Aneignung und Tätigkeit

Die persönlichkeits-theoretischen Grundlagen der im folgenden Abschnitt ausführlich dargestellten Handlungsregulationstheorie gehen zurück auf die Arbeiten dialektisch-materialistisch orientierter Psychologen: die der sowjetischen kulturhistorischen Schule (WYGOTSKI, LEONTJEW, GALPERIN), die der polnischen Tätigkeitspsychologiy (TOMASZEWSKI) und die philosophischen und allgemeinspsychologischen Arbeiten RUBINSTEINS.

Gemäß der sechsten Feuerbachthese von KARL MARX wird das "menschliche Wesen" als "kein dem einzelnen Individuum innewohnendes Abstraktum" gesehen, sondern als "Ensemble der gesellschaftlichen Verhältnisse" (MARX 1973, S. 6). Das menschliche Wesen wird demgemäß als außerhalb der einzelnen Individuen angesammelte (vergegenständlichte) gesellschaftliche Erfahrungen gefaßt: Werkzeuge, Güter, Sprache, soziale Verkehrsformen, kulturelle und politische Institutionen, Produktionsverhältnisse und vieles andere. Die individuelle Persönlichkeit resultiert nun aus der Aneignung dieser gesellschaft-

lich produzierten und überformten materiellen und immateriellen Gegebenheiten durch das tätige Individuum. Die Tätigkeit (vgl. LEONTJEW 1973 und 1982) als psychologische Form der Aneignung kann sowohl in der materiellen Bearbeitung eines Umweltgegenstandes bestehen, als auch in der idealen Auseinandersetzung mit einem abstraktem Gegenstand in der Vorstellung (Denken). Durch Tätigkeit eignet das sich in permanenter Entwicklung befindliche Individuum nicht nur Kenntnisse und Fertigkeiten an, sondern wirkt durch seine Aktivität auch permanent auf seine gesellschaftliche geformte Umwelt zurück. Es verändert Umweltgegebenheiten geplant und zielgerichtet: Diese Vergegenständlichung seiner Bedürfnisse und Intentionen bilden nun ihrerseits wieder Entwicklungsgegebenheiten für andere Menschen und für das Individuum selbst.

Menschliche Entwicklung verläuft demgemäß nach den Prinzip der "dialektischen Determinierung" (RUBINSTEIN 1974²): Darüber, ob und wie ein Individuum in der tätigen Auseinandersetzung mit Objekten seiner Umwelt bestimmte Wissensstrukturen, Fertigkeiten, Bedürfnisse, Emotionen entwickelt, bestimmen primär dessen objektive Lebensbedingungen, die sowohl persönlichkeitsförderliche Entwicklungsbedingungen, als auch krankheitserzeugende Restriktionen umfassen können.

Durch Tätigkeit wirkt das Individuum jedoch auch auf die es umgebende Umwelt und deren Anforderungen zurück und produziert somit seine eigenen Handlungsbedingungen in bestimmten Umfange selbst.

Individuelle Tätigkeit geschieht selten isoliert, sondern verläuft meistens in Kooperation als Produktion und Reproduktion der lebensnotwendigen Güter und Leistungen mit anderen Menschen innerhalb der organisierten Interaktionsbedingungen. Deren Rahmen wird durch die Interessen und Normen der spezifischen Gesellschaftsform bestimmt. Die dialektisch-materialistisch orientierte Psychologie beharrt deshalb darauf, daß

"der Mensch" als konkretes Individuum, nicht als abstraktes isoliertes Einzelwesen in die psychologische Analyse eingeht, sondern immer in seinen Tätigkeits- und Kooperationszusammenhängen mit objektiven Handlungsbedingungen untersucht wird.

Die Handlungsregulationstheorie (z.B. HACKER 1980³) als Grundlage einer materialistischen Arbeitspsychologie gemäß den Konzepten RUBINSTEINS, LEONTJEWS und TOMASZEWSKIS legt einen Schwerpunkt auf die Analyse der "objektiven Tätigkeitsstruktur" (THOMASZEWSKI 1978) des Arbeitsbereichs: die unabhängig von Individuen existierenden Handlungsanforderungen, die immer auch Entwicklungsmöglichkeiten oder -barrieren beinhalten.

Die Konzepte der Regulationserfordernisse und -hindernisse (siehe Abschnitt 4.5) dienen der empirischen Erhebung und Bewertung solcher persönlichkeitsrelevanter Merkmale der objektiven Tätigkeitsstruktur von Arbeitsaufgaben.

Die Widerspiegelung (Wahrnehmung und Erkenntnis) der realen äußeren und inneren Lebensbedingungen geschieht in der Form des psychischen Abbildes, einer dynamischen, von den realen Erkenntnisobjekten abhängigen, innerpsychischen Repräsentation der Umwelt und des Individuums selbst. Diese Widerspiegelung ist jedoch nicht nur von den objektiven Merkmalen der Außenwelt abhängig, sondern auch von den Merkmalen des erkennenden Subjekts selbst, wie dem aktiven Prozeß der Widerspiegelungstätigkeit:

"Das Denken wird durch ein Objekt bestimmt aber das Objekt bestimmt das Denken nicht unmittelbar, sondern mittelbar durch die inneren Gesetze der Denktätigkeit (der Analyse, Synthese, Abstraktion und Verallgemeinerung), welche die sinnlichen Daten umformen, die Wesenseigenschaften des Objekts nicht in reiner Form hervortreten lassen und zur Wiederherstellung des Objekts im Gedanken führen." (RUBINSTEIN 1974, S. 37).

"Die Widerspiegelung ist kein statisches Abbild, das durch eine passive Rezeption der mechanischen Einwirkung eines Dinges entsteht: die Widerspiegelung der objektiven Realität ist der Prozeß, die Tätigkeit des Subjekts,

in deren Verlauf das Abbild des Gegenstandes seinem Objekt immer adäquater wird." (RUBINSTEIN 1974, S. 36).

Die - geschaffene - reale Welt erfährt demgemäß in der Widerspiegelung durch das tätige Subjekt eine "Brechung" durch dessen - sich in stetiger Entwicklung befindliche - Eigenschaften.

Das wesentliche Kennzeichen im Verhältnis Individuum-Gesellschaft (Person-Umwelt) besteht in der permanenten Wechselwirkung zwischen Tätigkeitsobjekten und -subjekten, wobei den objektiven Lebensbedingungen die bestimmende Wirkung "in letzter Instanz" zugeschrieben wird. Mit Hilfe des Konzeptes der "operativen Abbildsysteme" versucht HACKER (1980³) die in der Auseinandersetzung von Arbeitenden mit ihren Arbeitsaufgaben entstehenden Abbilder zu beschreiben (siehe Abschnitt 4.3).

Es existiert eine "Einheit von Tätigkeit und Bewußtsein" (LEONTJEW 1982): Menschliches Bewußtsein ist nur erklärbar als ein sich im aktiven Widerspiegelungsprozeß stetig Konstituierendes, das die Erfahrungen der menschlichen Tätigkeit reflektiert, integriert, optimiert und selbst wiederum die Bedingungen menschlicher Erfahrungen verändert: "Das 'Psychische' ist eine besondere Tätigkeitsform des Subjekts, ist seine gegenständliche Tätigkeit auf der Ebene des Abbilds." (GALPERIN 1980, S. 145). Über die "Gesamtheit der Tätigkeit des Subjekts" (vgl. LEONTJEW 1982, S. 207) im Rahmen der sie bedingenden objektiven Umstände bildet sich im lebenslangen Aneignungs- und Vergegenständlichungsprozeß die konkrete Persönlichkeit heraus: Persönlichkeit wird prinzipiell gefaßt als dynamisches System der tätigkeitsgebundenen und -bedingten menschlichen Motive, das die Gesamtheit der individuellen psychischen Komponenten und Funktionen (Kognitionen, Emotionen, Bedürfnisse usw.) steuert und integriert.

Dieses Menschenbild der dialektisch-materialistisch orientierten Psychologie verdeutlicht die Notwendigkeit der theo-

retischen und empirischen Bestimmung objektiv bestehender Bedingungen menschlicher Tätigkeit. Nur aufgrund der Analyse der objektiven Handlungsspielräume (Entwicklungspotentiale) ist eine Erklärung einzel menschlicher Handlung und Entwicklung möglich, ohne der Gefahr subjektivistischer Psychologismen zu unterliegen. Die Analyse der objektiven Handlungsanforderungen und -möglichkeiten ist somit die Grundlage, anhand derer subjektive Tätigkeit in Bezug auf Kriterien wie "Rationalität", "Irrationalität" usw. erst beurteilt werden kann. Unsere empirische Untersuchung verfolgt das Ziel, exemplarisch Veränderungen dieser objektiven Handlungsanforderungen und -möglichkeiten von Arbeitenden im Zusammenhang mit dem Einsatz neuer Technologien im Werkzeugmaschinenbau festzustellen und Alternativen aufzuzeigen.

4.3 Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation

4.3.1 Struktur- und Ebenenmodelle der Handlungsregulation

In diesem Abschnitt wird das theoretische Modell vorgestellt, das den von uns angewendeten Arbeitsanalyseverfahren zugrunde liegt. Entstehungsgeschichtlich baut es auf auf den Arbeiten dialektisch-materialistisch orientierter sowjetischer Psychologen einerseits und denen kybernetisch orientierter kognitiver Psychologen (z.B. MILLER, GALANTER und PRIBRAM 1973), sowie denen von Sprachwissenschaftlern der generativen Grammatik (z.B. CHOMSKY 1969) andererseits.

Im Rahmen unserer Fragestellung konzentrieren wir uns in der Darstellung weniger auf die alltagspsychologischen Aspekte des Modells der Handlungsregulationstheorie, diese werden bei VOLPERT (z.B. 1981 und 1983) und OESTERREICH (1981) umfangreich entwickelt. Vielmehr soll das Modell in seinem Bezug zum Lebensbereich der Arbeitstätigkeit dargestellt werden,

der aufgrund seiner Strukturen das bislang bevorzugte und angemessenste Forschungsgebiet der Handlungsregulationstheorie ist. Sie wurde nicht zuletzt mit Perspektive auf die sich aus der psychologischen Erforschung des Arbeitsbereichs ergebenden Probleme entwickelt. Die vorliegende Darstellung beruht auf einer Zusammenfassung von für uns relevanten Aspekten in den Arbeiten von HACKER (1980³), VOLPERT (1974, 1975, 1979a und 1983), VOLPERT u.a. (1983) und OESTERREICH (1981).

Anspruch der Theorie ist es, ein Modell der psychischen, "inneren" Struktur menschlicher Handlungen darzustellen.

HACKER (1980³, S. 62 f.) definiert hierbei den Grundbegriff folgendermaßen:

"Im engeren Sinne wird der Begriff "Handlung" zugleich zur Bezeichnung einer in sich geschlossenen Einheit der Tätigkeit verwendet. (...) Unter 'Handlungen' verstehen wir die kleinste psychologische Einheit der willensmäßig gesteuerten Tätigkeit. Die Abgrenzung dieser Handlung erfolgt durch das bewußte Ziel, das die mit einem Motiv verbundene Vorwegnahme des Ergebnisses darstellt. "

Die Handlung ist ein durch die Einigkeit von ideeller Antizipation und gegenständlicher Realisierung einer Umweltveränderung zeitlich begrenztes Tätigkeitselement. Sie läuft in verschiedenen Phasen (= Operationen) ab, die alle auf das gemeinsame Ziel hin ausgerichtet sind (siehe unten). Eine Abgrenzung von Handlung und Tätigkeit wird von verschiedenen Autoren vollzogen: Tätigkeit wird hierbei verstanden als ein globaler Aktivitäts-Motiv-Komplex, dem sich mehrere Handlungsziele instrumentell unterordnen (z.B. bei LEONTJEW 1973 und 1982).

Die empirische Abgrenzung der einzelnen Handlung erfolgt akzentuierend, sie hängt von den Fähigkeiten des handelnden Individuums ab. Mehrere einzelne Handlungen können sich zu Teilhandlungen einer Globalhandlung verketteten, die Ziele dieser Einzelhandlung erhalten so Teilzielcharakter (siehe unten: Ebene der Teilzielplanung).

Es wird davon ausgegangen, daß das psychologisch Relevante beim Handeln, also auch in der Arbeitstätigkeit die Regulation der Handlung ist. Unter Regulation wird verstanden: "(...) die Art und Weise, wie bestimmte Ziele des Handelns gebildet werden, wie sie in Teilziele untergliedert und schließlich durch einzelne Teilhandlungen und Bewegungen erreicht werden" (VOLPERT u.a. 1983, S. 6).

Wie bereits beschrieben, unterliegt der Handelnde bestimmten Handlungsanforderungen, die die gesellschaftliche und gegenständliche (im engeren Sinne) Umwelt an ihn stellt. Im Handlungsbereich der Arbeitswelt sind dies zum Beispiel Arbeitsaufträge und Arbeitsnormen, die die Anwendung bestimmter Kenntnisse und Fertigkeiten (= Handlungskompetenzen), aber auch das Vorhandensein bestimmter Einstellungen (Arbeitsmotivation) erfordern. Diese objektiven (arbeitsaufgabenseitigen) Handlungsanforderungen, die zunächst einmal unabhängig vom konkreten Individuum existieren, werden im Hinblick auf die Handlungskompetenzen, die sie individuenübergreifend erfordern, Regulationserfordernisse genannt (siehe Abschnitt 4.3.3). Sie richten spezifische Qualifikationsanforderungen an den Arbeitenden, denen er mit bestimmten Qualifikationen entspricht. Regulationserfordernisse bilden inhaltlich das Niveau der Planungs- und Entscheidungsmöglichkeiten, allgemein der Denkanforderungen ab, das Arbeitsaufgaben unabhängig von ihrer konkreten Gestalt prinzipiell enthalten. Auf das Problem der subjektiven Redefinition von Arbeitsaufgaben durch das konkrete Individuum (UDRIS 1981) wird hier nicht eingegangen.

Die Handlungsregulationstheorie geht nun davon aus, daß das menschliche Handeln nach bestimmten Prinzipien verläuft, die es kennzeichnen:

1. Handeln ist zielgerichtet und bewußt.

Dem Handelnden wird hierbei unterstellt, daß seine Handlungen Rationalitätskriterien folgen und daß das Resultat des Handelns

schon vor dem Handlungsvollzug "im Kopf" des Menschen antizipativ repräsentiert ist. Das vorweggenommene Handlungsziel steuert die Tätigkeit, das heißt der Handelnde entwickelt einen realitätsorientierten Handlungsplan, ein Aktionsprogramm, mit Hilfe dessen er das Ziel verwirklichen kann. Solche Aktionsprogramme können sehr komplexe Strategien sein, zum Beispiel gespeicherte Prinzipien der Problemlösung, die der Planerzeugung (= Generieren) von Teilschritten des Problemlöseprozesses dienen. Ein Informatiker wendet solche komplexen Pläne zum Beispiel in der Problemanalysephase eines zu erstellenden Computerprogrammes an, in der er Handlungsmöglichkeiten und -restriktionen systematisch erfaßt.

Aktionsprogramme bestehen jedoch auch in Form von Bewegungsentwürfen sensumotorischer Fertigkeiten, die ohne bewußte Zuwendung ablaufen können (psychische Automatisierung).

Handlungsziel und Aktionsprogramm bilden zusammen die operativen Abbildsysteme (OAS) als relativ beständige psychische Repräsentation des Handlungsergebnisses und seiner Herbeiführung (vgl. HACKER 1980³, S. 82 ff.). OAS entstehen in der Vorbereitungsphase einer erstmals auszuführenden Handlung und bestehen mindestens bis zum erfolgreichen Handlungsabschluß, können aber auch "gespeichert" werden. Denn sie fungieren als Vergleichsmodell, inwieweit die jeweiligen Teilhandlungen inklusive Zwischenergebnisse einer Tätigkeit dem gewünschten Endergebnis entsprechen. OAS können auch vom Handelnden nicht zu beeinflussende Teile eines Produktionsprozesses beinhalten, in jedem Fall ermöglichen sie ein antizipativ ausgerichtetes Mitverfolgen einer Umwelteinwirkung durch den Handelnden. In dem Maße, in dem OAS in das Langzeitgedächtnis übergehen, ersparen sie dem Handelnden zeitaufwendige, fehleranfällige und fortwährende Vergleiche mit externen Vorgaben. Sie haben nicht nur die psychische Form quasi-visueller Vorstellungen, sondern auch die von Begriffen ("inneres Sprechen"), Regeln und Erwartungen.

OAS sind jedoch nicht starr oder substantialistisch, sie beruhen auf Aneignung, kombinieren die Ergebnisse von Tätigkeits-Erfahrungen und verändern sich aufgrund von als relevant eingeschätzter Neuerfahrung (Ziel und Wegauswertung). Das Konzept der Regulationserfordernisse (siehe unten) erlaubt eine Einschätzung, welches Niveau den OAS einer Arbeitsaufgabe zuerkennt.

Das vorliegende Modell des menschlichen Handelns beschränkt sich auf die rationalen Aspekte menschlichen Handelns, emotionale sowie motivationale Handlungskomponenten sollen im Zusammenhang mit unserem Vorhaben ausgeklammert bleiben. Diese Einschränkung begründet sich unter anderem aus der Realität des kapitalistisch-marktwirtschaftlichen Arbeitsprozesses: Die konkreten Arbeitsbedingungen und -anforderungen werden durch das Prinzip der optimalen Kapitalverwertung ("Profitmaximierung") determiniert; von den Arbeitenden wird "rationales Handeln" im Sinne optimaler Leistungsquantität und -qualität unbedingt erwartet.

2. Die Ergebnisse des Handelns werden zurückgemeldet.

Die Organisation des aus Zielen abgeleiteten Handelns läßt sich anhand des Prinzips eines Regelkreises verdeutlichen. Nach Ausführung der Aktionsprogramme der geplanten Handlungen wird überprüft, ob der erreichte Ist-Zustand mit dem gewünschten Soll-Zustand übereinstimmt. Kontrolliert wird vom Handelnden auf höheren Regulationsebenen aber auch schon ohne Handlungsausführung die (Teil-)Zielangemessenheit einer geplanten Tätigkeitseinheit mit Hilfe von angeeigneten Erfahrungskriterien, nämlich den OAS. Die OAS repräsentieren ein (Teil-)Ziel, mit dem der Handlungsentwurf verglichen wird. Stellt der Planende eine Diskrepanz zwischen Ziel und Entwurf fest, so trachtet er danach, den Handlungsentwurf adäquat zu verändern. Danach wird wieder verglichen und im Falle der Übereinstimmung wird entweder die Handlung ausgeführt oder es werden weitere Handlungen geplant. Im Falle der wiederholten

Nichtübereinstimmung von OAS und Entwurf beziehungsweise OAS und Handlungsergebnis wird der Handlungsentwurf solange verändert, bis er dem Sollwert genügt, oder das Handlungsziel wird aufgegeben.

In Anlehnung an ein Konzept von MILLER, GALANTER und PRIBRAM (TOTE-Einheit, 1973) nennt HACKER (1980³) dieses Prinzip Vergleichs-Veränderungs-Rückkoppelungseinheit (VVR-Einheit), wobei er ausdrücklich die Umweltabhängigkeit der Zielbildung, der Planung und der Rückmeldung hervorhebt; es handelt sich also nicht um ein geschlossenes sondern um ein offenes System VOLPERT (1983) überträgt das HACKER'sche Konzept wie folgt:

Ein Handlungsziel eine gewünschte Beziehung zwischen dem Handelnden und der Umwelt (z.B. Montage einer Lampe). Verkettete Transformationen (Teilhandlungen inklusive Teilziele), sollen eine schrittweise Annäherung an das Handlungsziel bewirken (in der Lampenmontage z.B. Befestigen der benötigten Kabel, Zusammenfügen von Gehäuse und Fassung, Einsetzen der Glühbirne usw.). Das Modell nimmt einen bestimmten zeitlichen Ablauf an: Nach der Zielbildung erzeugt der Handelnde die zu seiner Realisierung notwendigen Transformationen (= Generierung), zunächst ideell. Denn das Generieren von Transformationen hat einen Vorlauf vor deren konkreten Ausführung (= Durcharbeiten); die ideell vorweggenommenen Transformationen "stehen Schlange", bis sie sequentiell durchgearbeitet werden. Ist auch die letzte Transformation ausgeführt, so findet eine Rückmeldung statt, es wird geprüft, ob die gewünschte Form der Beziehung zwischen dem Handelnden und seiner Umwelt eingetreten ist. Ein Gebilde aus Generierung, Durcharbeiten und Rückmeldung wird als zyklische Einheit bezeichnet. Menschliche Handlungspläne und Bewegungsentwürfe sind darstellbar als Baumstruktur solcher ineinander verschachtelter zyklischer Einheiten (vgl. Abb. 6).

3. Handeln ist hierarchisch-sequentiell organisiert.

Das Modell der Verknüpfung von Handlungseinheiten wendet sich gegen die Annahme einer rein linearen Verkettung, wie sie in den behavioristischen S-R-Theorien gemacht wird. Eine solche Verkettung würde einen extrem starren Handlungsverlauf implizieren, auftretenden Hindernissen könnte nicht im voraus durch Antizipation begegnet werden, sondern immer erst dann, wenn solche die Ausführung eines bestimmten Kettenglieds (Operation) direkt behinderten.

Im Falle der Nichtdurchführbarkeit einer einzelnen Reaktion aufgrund einer störenden Umweltvariation würde die gesamte Reaktionskette nutzlos und es müßte aufwendig eine neue Response-Kette gelernt und abgerufen werden. Menschliche Planungskapazität und Aufmerksamkeit wären bei der Verfolgung globaler und innovativer Tätigkeiten hoffnungslos überfordert, da der Reagierende über einen Speicher von Reaktionsketten, "Habit-Hierarchien" oder ähnlichem mit unendlicher Kapazität verfügen müßte.

VOLPERT (1979a, 1983) nimmt statt dessen an, daß nicht die Handlungsketten, sondern Elemente und Regeln zu deren Erzeugung gespeichert werden.

Dieses Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation besagt, daß der Handelnde seine intendierte Handlung in eine hierarchische Abfolge von Teilzielen unterschiedlicher Komplexität untergliedert, die mit Hilfe von Aktionsprogrammen sequentiell abgearbeitet werden. Das Gesamtziel der Handlung wird zunächst in Teilziele zerlegt, für das erste wird ein entsprechendes Teil-Aktionsprogramm gebildet, beziehungsweise erinnert. Das Teilziel wird in weitere Unterziele mit entsprechenden Unterprogrammen zergliedert, die ihrerseits, je nach Komplexität der intendierten Handlung, weiter zergliederbar sind.

Die zyklischen Einheiten der untersten Ebene repräsentieren die Handlungsausführung: Bewegungsabfolgen mit Hilfe derer das Gesamtziel sequentiell realisiert wird, sofern die Planung sich hinsichtlich der Handlungsbedingungen in der Umwelt als realistisch erweist.

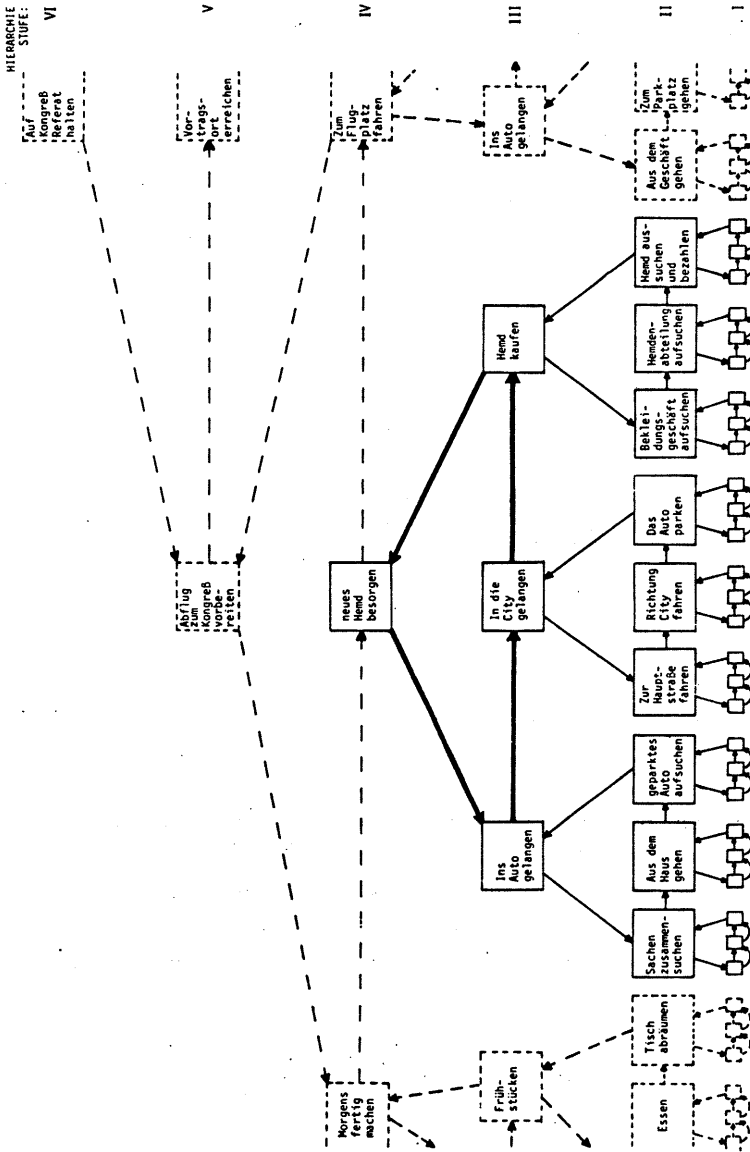
Die Realisierung beziehungsweise die Nichtrealisierung eines Aktionsprogramms durch bestimmte Bewegungsabfolgen wird über die verschiedenen Hierarchieebenen hinweg ("von unten nach oben") zurückgemeldet, so daß von Handelnden geprüft werden kann, ob die Ziele unterschiedlicher Komplexität weiterhin aufrechterhalten werden können. Sind alle Ziele einer unteren Ebene realisiert, so wendet sich der Handelnde einem Ziel der nächsthöheren (komplexen) Ebene zu, für das nun wiederum Unterziele und zugehörige Programme niedrigerer Komplexität entworfen beziehungsweise abgerufen werden und so fort, solange, bis das letzte Unterziel - und damit das Gesamtziel - durch ein Bewegungsprogramm erreicht worden ist.

Zur Verdeutlichung wird mit Abbildung 6 noch ein Beispiel gegeben. In ihm sind die Transformationen inhaltlich benannt.

Es soll nun noch auf die Ökonomie und Dynamik des Modells der hierarchisch-sequentiellen Organisation eingegangen werden. Die zyklischen Einheiten erzeugt der Handelnde nach dem beschriebenen Regelsystem. Dabei wechseln sich Planungs- und Ausführungsphasen ab, verlaufen in gewisser Hinsicht sogar parallel neben einander her, da während der Ausführung automatisierter (hochgeübter) Bewegungseinheiten bereits Handlungseinheiten einer höheren Regulationsebene ausdifferenziert werden können. Der Handelnde kann seine Aufmerksamkeit dieser Vorgehensweise entsprechend immer der Generierung einiger weniger Einheiten zuwenden, ohne die Verfolgung des Gesamtzieles zu gefährden. Treten nun während des Prozesses

Abbildung 6: Die hierarchisch-sequentielle Handlungsorganisation, dargestellt an einem Beispiel

(aus: OESTERREICH 1981, S. 11)



der Gesamthandlung Hindernisse auf, die eine Realisierung einer bestimmten Teilzielplanung oder Handlungsausführung verunmöglichen oder als zu aufwendig erschienen lassen, so wird der Handelnde versuchen, unter Beibehaltung von Globalzielen und Aktionsprogrammen höherer Ebene (Stabilität) Korrekturen von möglichst wenigen Einheiten auf möglichst unteren Ebenen durchzuführen (Flexibilität).

Der Aufbau der regulierenden Handlungsstruktur verläuft in verschiedenen Phasen, die HACKER (1980³) in Anlehnung an TOMASZEWSKI (1978) aufzeigt:

- Richten: Der Vorsatz, ein bestimmtes Handlungsziel anzustreben, wird gebildet,
- Orientieren: Die Art der sich stellenden Aufgabe, die Ausführungsmöglichkeiten und Handlungsbedingungen werden erfaßt, das heißt entsprechende OAS werden vergegenwärtigt,
- Entwerfen der Handlungsprogramme: Verschiedene Alternativen von Teilen der Handlungsstruktur werden entworfen, in Angleichung an die OAS und Handlungsanforderungen,
- Entscheiden über Ausführungsweisen und Herbeiführen des Handlungsentschlusses: Die am effektivsten erscheinenden Aktionsprogramme werden gewählt,
- Kontrollieren des Ausführens: Der erreichte Zwischenzustand der Handlung, das Teilergebnis, wird mit dem aus den OAS abgeleiteten Teilziel der jeweiligen zyklischen Einheit verglichen und gegebenenfalls korrigiert.

Diese verschiedenen Handlungsphasen (auch Operationen genannt), laufen keineswegs sequentiell ab, sondern miteinander verquickt. Es handelt sich um eine Schwerpunktmäßige Zuordnung von Teilaspekten der Handlungsregulation, die sich auch wiederholen und überschneiden, je komplizierter das Handlungsgefüge gerät.

4.3.2 Das 3-Ebenen-Modell der Handlungsorganisation

Aus der Darstellung der Handlungsregulation geht hervor, daß diese auf verschiedenen Ebenen mit unterschiedlicher Komplexität der Handlungsplanung beziehungsweise -ausführung abläuft. HACKER (1980³) unterscheidet drei solcher Ebenen, diese sind auch bei VOLPERT (1974) zusammengefaßt.

a) Die intellektuelle Regulationsebene besteht aus Planungen der "oberen" Teile der Handlungsstruktur: Sie repräsentiert die bewußte Analyse komplexer Situationen und die Synthese von Handlungsplänen. Die intellektuellen Vorgänge haben sowohl antizipativen Charakter (Orientieren, Entwerfen und Entscheiden über Aktionsprogramme, Vorwegnahme von möglichen Störungen), als auch korrigierenden und kontrollierenden (handlungsbegleitende Kontrolle der Teilschritte; Vorgehensänderungen). Ins Erfahrungswissen übergegangene Kenntnisse und Vermutungen über Zustands- und Prozessmerkmale der Arbeitstätigkeit ermöglichen dem Handelnden planende Strategien, das heißt antizipatorische, steuernde Eingriffe in den Produktionsprozess. Die auf der intellektuellen Regulationsebene ablaufenden Prozesse der Handelnden sind bewußtseinspflichtig und sprachgebunden (Denken), sie beinhalten das höchste intellektuelle Niveau von Regulationsvorgängen. In Abbildung 6 wird diese Ebene durch die Hierachiestufen III bis VI repräsentiert.

b) Die perzeptiv-begriffliche Regulationsebene umfaßt den Einsatz von allgemeinen Handlungsschemata durch den Handelnden; dies sind "... innerhalb von Klassen von Anforderungen disponibel gespeicherte, zielbezogene organisierte Programme für das Ausführen von Tätigkeitsabschnitten" (HACKER a.a.O., S. 148). Diese komplexen Aktivitätseinheiten werden immer wieder benötigt und je nach konkreter Situation kombiniert und in bestimmten Umfang modifiziert. Sie können Bestandteile übergeordneter Pläne und Strategien der intellektuellen Regulations-ebene sein und ebenso selbst untergeordnete Elemente der sen-

sumotorischen Ebene, nämlich Bewegungsentwürfe enthalten. Als Prinzip wird hier deutlich, daß die höheren Ebenen Komponenten von unteren Ebenen enthalten.

Für den Einsatz von Handlungsschemata benötigt der Handelnde Signale zur Perzeption der Situation. Ebenenspezifische Bestandteile der OAS sind begrifflich überformte bewußtseinsfähige Wahrnehmungen und Vorstellungen. In Abbildung 6 wird diese "mittlere Ebene" durch Hierarchiestufe II repräsentiert.

c) Die sensumotorische Regulationsebene als "unterste Ebene" bezieht sich auf die Regulierung von Bewegungen und enthält als spezifische Bestandteile der OAS bewegungsorientierende Abbilder, die nicht bewußtseinspflichtig und nur indirekt, vermittels ihrer exterozeptiven und taktilen Elemente, bewußtseinsfähig sind. Sie führen zur Ausbildung von Bewegungsentwürfen für stereotype, das heißt nahezu gleichbleibende hoch geübte Handlungsabfolgen. Durch interne oder Umweltsignale sind die sensumotorischen Fertigkeiten in Form von Bewegungen schnell abrufbar und ermöglichen lebensnotwendige Anpassungen an schnell wechselnde Anforderungen der Umwelt.

Auf dieser Ebene laufen Bewegungen ab, die psychisch automatisiert sind. Deren Aktionsprogramme wurden einst auf oberstem Ebenenniveau ausgebildet und erforderten bewußte Zuwendung. Durch häufige Übung unter sehr ähnlichen Umweltbedingungen bei dauerhaften Handlungserfolg gelingt schließlich ihre Ausführung ohne bewußte Zuwendung und intellektuellen Aufwand, da das Orientieren durch Superzeichenbildung, das heißt Ausschöpfung der Redundanz von Signalen, stark vereinfacht wird. Die Automatisierung (auch Superierung genannt) stellt eine zu einer einzigen, nicht bewußtseinspflichtigen Bewegungsabfolge zusammengesessene Sequenz von ehemals bewußtseinspflichtigen Einzelhandlungen dar.

Die Superierung ist für den Menschen in großem Umfange möglich und schafft ihm ständig neue intellektuelle Kapazität durch Delegieren der Handlungsbewältigung an die unterste Regulationsebene.

HACKER (1980³) führt viele empirische Belege für das Existieren der Regulationsebene auf. Trotzdem ist seine Ebeneneinteilung nicht unumstritten.

4.3.3 Das 5-Ebenen-Modell der Regulationserfordernisse

Der zentrale Kritikpunkt am HACKERschen Ebenenmodell wird von OESTERREICH (1981) und VOLPERT u.a. (1983) formuliert und bezieht sich auf die perzeptiv begriffliche Ebene. Es wird betont, daß die für sie von HACKER als charakteristisch erklärten Funktionen der Signalverarbeitung und begrifflichen Vornahme von Handlungsausführungen auch auf den unteren Regulationsebenen vorkommen. Weiterhin wird die Undifferenziertheit der intellektuellen Ebene bemängelt und auf die Notwendigkeit ihrer Ausdifferenzierung hinsichtlich der Reichweite und Komplexität der auf ihr ablaufenden Prozesse hingewiesen.

VOLPERT u.a. (1983) entwerfen in Anlehnung an OESTERREICH (1981) als konstruktive Kritik des HACKERschen Modells ein 5-Ebenen-Modell der Regulationserfordernisse objektiver Arbeitsbedingungen, innerhalb des von uns verwendeten Arbeitsanalyseverfahrens VERA. Es wird davon ausgegangen, daß der geübte Handelnde seine Handlungen jeweils auf dem Regulationsniveau vollzieht, welches die objektiven Handlungsanforderungen (im speziellen Falle die Arbeitsbedingungen) verlangen. Den 5 Ebenen der Regulationserfordernisse entsprechen also 5 Ebenen der menschlichen Handlungsregulation:

Ebene 1: Sensumotorische Regulation (Handlungsausführung):

Diese Ebene entspricht der Sensumotorischen Regulationsebene von HACKER. Das Ziel der Regulation ist eine bestimmte Veränderung materieller Gegebenheiten, die durch eine schon oft ausgeführte Folge von Einzelbewegungen erreicht werden kann. Das Aktionsprogramm besteht aus einer Einzelbewegung oder einer Sequenz von Einzelbewegungen (Bewegungsprogramm), die

bewußt ausgelöst werden und dann automatisiert ablaufen. Gewisse Variationen der Umweltbedingungen, die auch unterschiedliche Bewegungsvarianten erfordern, können berücksichtigt werden, ohne daß es der vollen Bewußtseinszuwendung bedürfte. Erst das Ergebnis der Bewegungsabfolge wird wieder bewußt wahrgenommen. Operationen auf dieser Ebene werden von den Autoren nicht als "Handlungen" benannt, sondern als Bewegungseinheiten.

Ebene 2: Handlungsplanung: Ihr Ziel, eine Veränderung materieller Gegebenheiten kann nur durch eine bewußte, neuartige Verknüpfung von Bewegungsprogrammen erreicht werden. Vor Beginn der Handlung im engeren Sinne muß zuerst innegehalten und geplant werden: Die unterschiedlichen Möglichkeiten der Verknüpfung werden antizipatorisch durchgespielt, es wird eine optimale Möglichkeit ausgewählt. Diese ist also nicht offensichtlich. Wichtig für die Charakterisierung dieser Ebene ist, daß das Handlungsprogramm vorab bis zum Ziel festlegbar ist. Die Komplexität und Reichweite von Handlungen dieses Niveaus ist also noch relativ gering.

Ebene 3: Teilzielplanung: Die Veränderung materieller Gegebenheiten, die die Anforderungen dieser Ebene stellen, durch ein vorab erstelltes vollständiges Handlungsprogramm würde eine Überforderung des Handelnden bedeuten. Deshalb wird das Aktionsprogramm nicht vorab festgelegt, sondern nur eine grob bestimmte Abfolge von Teilzielen. Sodann wird das erste Teilziel präzisiert und seine Erreichung durch ein Handlungsprogramm auf Ebene 2 geplant und ausgeführt. Danach oder während der Handlungsausführung wird jeweils auf Ebene 3 die Planung der weiteren Teilziele daraufhin überprüft, ob sich durch die erste Teilhandlung Veränderungsnotwendigkeiten ergeben und aufgrund derselben wird eventuell eine Korrektur durchgeführt. Dann wird das nächste Teilziel exakt bestimmt und ein es realisierendes Handlungsprogramm erstellt. Diese Vorgänge wiederholen sich solange, bis das letzte Teilziel - und damit das Endziel - erreicht ist. Unsere Darstellung der hierarchisch-

sequentiellen Organisation zyklischer Einheiten kann als Beispiel für die Regulationsprozesse der Ebene 3 und der darüberliegenden aufgefaßt werden.

Ebene 4: Koordination mehrerer Handlungsbereiche (Bereichsplanung):

Das Ziel des Handelns auf dieser Ebene ist wiederum nur durch Teilzielplanungen und Teilhandlungen zu erreichen. Hinzu kommt, daß die Teilzielplanungen mindestens zwei verschiedenen Handlungsbereichen angehören müssen und sich nicht gegenseitig gefährden dürfen. Handlungen gehören dann zu unterschiedlichen Handlungsbereichen, wenn sie aus voneinander nicht direkt abhängigen Teilzielplanungen abgeleitet sind. Die Bereiche müssen also auf unterschiedliche Gesamtziele ausgerichtet sein. Jedoch müssen die Teilzielplanungen und Teilhandlungen des einen Bereichs Auswirkungen auf die Planungen und Handlungen der anderen Bereiche haben, so daß mindestens ein bestimmter gemeinsamer Ausschnitt von mindestens zwei Bereichen existiert, in dem Bedingungen und Handlungsintentionen der Bereiche berücksichtigt und in Bezug aufeinander koordiniert werden müssen. Ein Beispiel für die Bereichskoordination bildet die Tätigkeit eines Instandhalters, dessen Bereich des Reparierens Konsequenzen für den Bereich Fertigung hat und umgekehrt. Der Stellenwert von Arbeitstätigkeiten, die auf dieser Ebene reguliert werden, wird bezüglich Qualifizierungsmöglichkeiten und "Persönlichkeitsförderlichkeit" der Arbeit als sehr bedeutend eingeschätzt.

Ebene 5: Schaffung neuer Handlungsbereiche (Erschließungsplanung):

Regulationserfordernisse dieser Ebene stellen sich bei der Schaffung oder Erschließung eines neuen Handlungsbereiches. Sein Gesamtziel ist zu Beginn der Überlegungen nicht festgelegt und kann nur durch Schaffung und Bewertung neuer Handlungsmöglichkeiten gefunden werden. Es werden Bedingungen für die

Entwicklung von neuen Aktionsprogrammen bestimmt. Dies geschieht durch antizipatorisches Erproben völlig neuer Teilzielplanungen, die auch in die Teilzielplanungen bereits bestehender Handlungsbereiche eingreifen und diese in neuartiger Weise ergänzen oder integrieren. Beispielfür diese Ebene sind Tätigkeiten in wissenschaftlichen Projekten, die ein neues Gegenstandsfeld erforschen und mit Hilfe der Ergebnisse in bereits bestehende Zusammenhänge verändernd eingreifen.

Als zentrales Kennzeichen für die Beurteilung einer konkreten Arbeitstätigkeit hinsichtlich ihrer Persönlichkeitsförderlichkeit erweist sich das Konzept der Partialisierung, das VOLPERT (1974, 1975, 1979a und 1983) in Anlehnung an den MARXschen Entfremdungsbegriff vorschlägt. Die Trennung von Hand- und Kopfarbeit entwickelte sich über mehrere gesellschaftliche Entwicklungsstufen hinweg und führte zur prinzipiellen Partialisierung im Kapitalismus: Das Motiv der menschlichen Tätigkeit bestand einst global in der Produktion von lebensnotwendigen Gütern und Versorgungsleistungen. Der jeweilige Mensch, der diese Lebensmittel im produzierte und diese Produktion plante, verbrauchte sie auch selbst. Mit der gesellschaftlichen Entwicklung der Arbeitsteilung fiel diese direkte Aufeinanderbezogenheit und Nachvollziehbarkeit von Produktion und Konsumtion auseinander, bis schließlich das allgemeine Motiv der Arbeit, nämlich die Sicherung eines möglichst großen Einkommens nichts mehr mit dem konkreten Arbeitsinhalt und -ziel (der Herstellung eines x-beliebigen Produktes, dessen Verwendungszweck der Arbeitende vielleicht nicht einmal kennt) zu tun hatte.

Bedeutender im Rahmen einer speziell arbeitspsychologischen Fragestellung erscheint das Phänomen der spezifischen Partialisierung: Es handelt sich um das Abtrennen der Handlungsausführung von Handlungsplanungen verschiedener Komplexität. Ein Arbeitender arbeitet dann spezifisch partialisiert, wenn ihm eigene Zielgenerierung, Orientierung, Entwerfen und Entschei-

dung für Aktionsprogramme (kurzum Planungen) nicht zugestanden werden, sondern er nur von anderen geplante Handlungen auf der Ebene von Bewegungsprogrammen ausführt.

"Planerzeugung und Realisierungskontrolle, also die höheren Regulationsformen, werden mehr und mehr von der Handlungsausführung getrennt und der Kontrolle des Kapitals unterworfen. Durch Arbeitsteilung und den Einsatz von Maschinen werden Planungsnotwendigkeiten an betriebliche Experten delegiert oder durch die Arbeitsorganisation überflüssig gemacht. Es entstehen so für den einzelnen Arbeiter Teiltätigkeiten, die nur noch geringen oder keinerlei Planungsaufwand erfordern" (PROJEKTGRUPPE RHIA 1983).

Auf die Ebenenmodelle bezogen arbeiten also Werkstätige partiiellisiert, deren Handlungsregulation nur oder hauptsächlich auf der sensumotorischen Ebene oder der Ebene der einfachen Handlungsplanungen verläuft.

4. Handeln ist gegenständlich und gesellschaftlich determiniert.

Menschliches Handeln bezieht sich entweder direkt oder indirekt durch seine Eingebundenheit in einem übergeordneten Handlungszusammenhang auf die gegenständliche Umwelt. Der handelnde Mensch verändert sowohl Umweltgegebenheiten durch tätige Eingriffe, schafft hierdurch veränderte Handlungsbedingungen für sich und andere, als er sein Handeln auch objektiven Gegebenheiten der materiellen Umgebung anpassen muß, um Veränderungen bewirken zu können. Selbst Kommunikationsakte, die oberflächlich den Anschein der Gegenstands- vielleicht sogar Ziellosigkeit haben mögen, haben oft ihren festen Stellenwert in überindividueller Handlungsvorbereitung als notwendiges Koordinationsmedium kooperierender Handlungen zur Veränderung der Umwelt.

Hierbei wird deutlich, daß Handeln niemals völlig isoliert und rein individuell geschieht:

"Die Handlungssituation, in der sich das Individuum befindet, besteht nur im Ausnahmefall aus Gegebenheiten der vom Menschen unbeeinflußten Natur. Sie ist vielmehr gesellschaftlich produziert. Die Gegenstände des handelnden Umgangs sind Resultate menschlicher Handlungen, insbesondere menschlicher Arbeit. In ihnen hat sich die Erfahrung früherer Generationen der Menschheit vergegenständlicht" (VOLPERT 1975, S. 143).

Die konkreten Handlungsanforderungen und -möglichkeiten, auf die ein Individuum trifft, stellen einen Ausschnitt dar aus einem komplizierten Gefüge gesellschaftlicher Interessen, Planungen und Widersprüche. Die Ausbildung und Veränderung der individuellen Handlungsstrukturen und -regulationsprinzipien (das heißt die Entwicklung im psychologischen Sinne) durch den aktiven Menschen ist immer abhängig von den Rahmenbedingungen, die dieser - veränderbare - Ausschnitt setzt. Diese Gesellschaftlichkeit menschlichen Handelns wird gerade in der Arbeitswelt deutlich, da deren globales Ziel in gezielten und geplanten Umweltveränderungen durch einen Kooperationsverbund besteht. Die Kooperation erfährt ihre konkrete Ausprägung durch die jeweilige Gesellschaftsform, in der sie stattfindet: In der kapitalistischen Marktwirtschaft ist die Zusammenarbeit hierarchisch überformt aufgrund des Kapitalverwertungsinteresses, das sich die Kooperation unterwirft.

Der Nutzen der dargestellten Theorie im Rahmen unserer Fragestellung ergibt sich daraus, daß uns die Ermittlung der Regulationserfordernisse als Methode zur empirischen Erfassung der kognitiven Qualifikationsanforderungen am geeignetsten erscheint, ebenso die Erfassung der Regulationshindernisse als Erhebungsmethode für kognitive Belastungen (siehe 4.5).

4.4 Exkurs: Der persönlichkeitsförderliche Arbeitsplatz

Ausgehend von der Theorie der Handlungsregulation und aufgrund von vorliegendem empirischen Material (Forschungsergebnisse über Arbeit und Persönlichkeit) entwickelte HACKER

(1980³, S. 374 f.) das Konstrukt der "persönlichkeitsförderlichen Arbeitsgestaltung", das von VOLPERT (zum Beispiel 1979a, 1979b, 1982) und DUSCHELEIT, FROMANN & VOLPERT (1977) unter der Bezeichnung "persönlichkeitsfördernde Arbeitsplätze" akzentuiert wurde.

Da die in der vorliegenden Studie verwendeten Arbeitsanalyseverfahren eine Operationalisierung von wichtigen Teilelementen dieses Konstruktes darstellen, sei es nachfolgend kurz erläutert. HACKER nennt folgende Hauptbedingungen persönlichkeitsfördernder Arbeitsgestaltung (a.a.O., S. 378f.):

- a) Ausreichende Aktivität des Arbeitenden
 - b) Möglichkeiten zur Anwendung gesellschaftlich nützlicher erworbener Leistungsvoraussetzungen (= Qualifikationen).
 - c) Möglichkeiten lernbedingter Erweiterung der Leistungsvoraussetzungen:
 - d) insbesondere Nutzung intellektueller Regulationsanforderungen im Sinne von selbstständigen und schöpferischen Arbeitsverfahrenwahlen (zum Beispiel komplexe Situationsanalysen, Planentwürfe, antizipatives Verfolgen des Produktionsablaufs) und
 - e) schöpferischen Veränderungsmöglichkeiten der Verfahren
 - f) Anerkennung gesellschaftlich wertvoller Leistungen des Arbeitenden durch das Arbeitskollektiv (Rückmeldung)
 - g) Möglichkeiten zu befriedigender sozialer Kooperation.
- d) und e) entsprechen dem Konzept der Regulationserfordernisse.

So gelangt HACKER in vergrößernder Zusammenfassung zu vorläufigen "Leitsätzen für das Projektieren progressiver Arbeitsinhalte" (S. 397), die geeignet sind, Arbeitsplätze zu beschreiben, deren Entscheidungs- und Interaktionsspielraum groß ist und die im Prinzip nicht der speziellen Partialisie-

rung unterliegen. Die Leitsätze beziehen sich offensichtlich auf gewerbliche Tätigkeiten, wobei die Arbeitsvorbereitung integriert wird:

1. Vermeidung kurzer Taktzeiten (kleiner als 5 bis 10 Minuten) mit hoher Wiederholungshäufigkeit; Vermeidung langer Tätigkeitsabschnitte (größer als 30 bis 45 Minuten) ohne aktive, speziell antizipative Handlungserfordernisse
2. Kontinuierliche Beteiligung der Arbeitenden an Vorbereitung, Organisation und Leitung der Produktionsabschnitte
3. Laufende Selbstkontrolle der Arbeitsergebnisse
4. Schaffung objektiver Freiheitsgrade für Arbeitsabfolge-, Mittel-, Weg- Entscheidungen bis zur "autonomen" Planung
5. Ermöglichen individueller Zielsetzungen, die auch gegenstands- und prozeßbezogene Ziele einschließen
6. Übertragen der Verantwortung für einen Fertigungsabschnitt oder Aufgabenkomplex mit erkennbarem Sinn für das Gesamtprodukt
7. Einrichtung von Kooperationsstrukturen in Sukzessiv- und Integrativverbänden, Vermeidung von kooperationsloser Einzelarbeit
8. Ermöglichung eines aufgabenangemessenen Umfanges an Kommunikation
9. Möglichkeit der Inanspruchnahme von in der beruflichen Vorbildung erworbenen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten
10. Schaffung von Lernerfordernissen (= Weiterqualifizierung durch Arbeitsaufgaben, Erweiterung der Fähigkeiten).

Zu berücksichtigen ist natürlich, daß diese Merkmale für persönlichkeitsförderliche Arbeitsplätze innerhalb eines formell sozialistischen Wirtschaftssystems gelten, dessen "treibende Kraft" nicht in der Optimierung der Kapitalverwertung liegt, wodurch prinzipiell größere Gestaltungsspielräume ermöglicht

werden, als unter kapitalistisch-marktwirtschaftlichen Bedingungen. Eine allgemeine Verwirklichung solcher Gestaltungsgrundsätze im westlichen System hätte die umfassende Umgestaltung der Wirtschaftsorganisation zur Voraussetzung.

Trotzdem können die beschriebenen Humankriterien die Funktion eines kritischen Bewertungsmaßstabes von Arbeitsplätzen, insbesondere von Humanisierungsprojekten in der Bundesrepublik erfüllen, auch wenn deren Erfolge sich als recht beschränkt erwiesen haben, (vgl. FORSCHUNGSINSTITUT DER FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG u.a. 1982 und DÖRR & NASCHOLD 1982). Auch ist nicht zu vergessen, daß die vorliegenden Forschungen recht lückenhaft sind und noch viele Fragestellungen und Zusammenhänge ungeklärt sind. So haben die Leitkriterien einen prinzipiell veränderbaren, heuristischen Charakter.

Sind gemäß dem Idealbild persönlichkeitsförderliche Arbeitsbedingungen im Sinne von HACKER verwirklicht, so richten diese an die arbeitenden Individuen objektive Handlungsanforderungen (Regulationserfordernisse). Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Berufsausbildung wird es den Arbeitenden anhand dieser Anforderungen ermöglicht, eine allgemeine Arbeitskompetenz und -motivation zu entwickeln und zu erhöhen. Das heißt sie entfalten ihre intellektuellen Kenntnisse, sensumotorischen Fertigkeiten und motivationalen Interessen an der Arbeitstätigkeit einer Einheit von Planung, Ausführung und Lernen (VOLPERT 1979a).

Die allgemeine Arbeitskompetenz- und motivation an persönlichkeitsförderlichen Arbeitsplätzen ist anhand dreier qualitativer Handlungsmerkmale der Arbeitenden zu erkennen: der planenden Strategie, der inhaltlichen Orientierung auf ein gesellschaftlich nützliches Produkt und der Mitbestimmung über den Produktionsprozeß. Die planende Strategie ist die

"... vervollkommene Einheit von intellektueller Durchführung und handelnder Bewältigung komplexer Arbeitsaufgaben ... Das entscheidende Merkmal einer solchen Stra-

ategie ist die Fähigkeit der Arbeitenden, durch antizipatorische Eingriffe den Produktionsprozeß zu steuern" (DUSCHELEIT u.a. 1977, S. 248).

Das handelnde Individuum reagiert also nicht auf die Maschinerie und wird nicht von ihr als bloßes "ausführendes Organ" getrieben. Sondern es vermag anhand von systematischer Überwachung und von Überlegungen zukünftige Situationen (zum Beispiel kritische Momente) des Produktionsprozesses vorwegnehmen und durch vorsogliches Handeln Fehler und Störungen zu vermeiden. Das geschieht oft im aktiven Austausch notwendiger Informationen, das heißt in enger Kooperation mit Kollegen. Gerade hochkomplexe Produktionsabläufe, wie sie durch die Integratiostendenz automatisierter Fertigungsanlagen immer wieder entstehen, machen aufgrund der immens steigenden Kosten bei Produktionsstörungen eine solche vorausblickende Bewältigung des Herstellungsprozesses notwendig und dadurch auch unter kapitalistisch-marktwirtschaftlichen Bedingungen möglich. Allerdings steht dem die aus dem Kontrollinteresse der Kapitaleigner entstammende Tendenz entgegen, solche antizipative Arbeitsfunktionen möglichst "in die Technik" hinein, weg vom arbeitenden Individuum zu verlagern (zum Beispiel Produktionssteuerung durch Prozeßrechner).

Die Regulationserfordernisse, die planende Strategien ermöglichen, bewegen sich mindestens auf der Ebene der Teilzielplanung oder darüber auf der Ebene der Bereichsplanung. Die aktive Setzung von Teilzielen als kritischen Eingriffspunkten im Gesamtprozeß spielt eine wesentliche Rolle. Differenziert ausgebildete OAS mit genauer Kenntnis der Prozeßzusammenhänge und prinzipiellen Eingriffsmöglichkeiten einschließlich heuristischen Problemlösungsmethoden sind die Voraussetzung.

Die inhaltliche Orientierung hat schwerpunktmäßig motivationalen Charakter. Sie läßt sich als die "Arbeitsfreude" beschreiben, sowohl an der konkreten, interessante Lernerfahrungen enthaltenden Tätigkeit, als auch an der gemeinsamen Herstellung eines für nützlich befundenen Produktes. Ihre

Voraussetzungen bestehen in umfangreichen Interaktionsanforderungen der Arbeitsaufgaben, die vor allem in Kombination mit nichtpartialisierten Regulationserfordernissen persönlichkeitsförderlich wirken dürften.

Damit zusammen hängt das Handlungsmerkmal der Mitbestimmung/Mitentscheidung, die "... Beteiligung von Individuen und Gruppen an der Festlegung übergeordneter Ziele und Wege, etwa des Produktionsprozesses. Diese Festlegungen sind in gemeinsamer Reflexion zu formulieren und zu akzeptieren" (VOLPERT 1979a, S. 42). Die Realisierung dieses Kriteriums bedingt natürlich noch mehr als die anderen eine umfassende politische Veränderung hierarchischer Betriebsstrukturen und geht weit über "konventionelle" Humanisierungsmaßnahmen hinaus. Umfassende Mitbestimmung dürfte an die kooperierenden Individuen Regulationserfordernisse der Ebene der Bereichsplanung stellen, in Einzelfällen sogar solche der Ebene der Erschließungsplanung. Denn für demokratisch bestimmte Veränderungen des Produktionsablaufes und Innovationen sind fundierte Kenntnisse der verschiedenen Bereiche der Fertigung, der Arbeitsvorbereitung, der Verwaltung und der Betriebswirtschaft vonnöten, da Eingriffe in einen Bereich oder Teilbereich bedeutsame Konsequenzen für die anderen Bereiche haben können.

Unsere eigene empirische Untersuchung betrifft schwerpunktmäßig das erste Handlungsmerkmal, indem sie versucht, die objektiven Handlungsanforderungen beziehungsweise -restriktionen als notwendige Voraussetzungen für die Ausbildung planender Strategien zu erhalten.

4.5 Objektive Arbeitsanalyse von Qualifikation und Belastung

4.5.1 Regulationserfordernisse: Das VERA-Verfahren

Das VERA-Verfahren (abgekürzt: VERA) ermöglicht die Einstufung objektiver kognitiver Qualifikationsanforderungen von

gewerblichen Arbeitsaufgaben in verschiedenen industriellen Branchen. Mit seiner Hilfe ist ein von der konkreten Tätigkeitsart unabhängiger Vergleich des Niveaus der Planungs-, Entscheidungs- und Problemlösungsanforderungen, allgemein: der Denkanforderungen unterschiedlichster Arbeitsaufgaben leistbar. Denn solche Regulationserfordernisse sind - in unterschiedlicher Ausprägung - als abstrakte Dimension in allen Aufgaben enthalten und stellen eines der wichtigsten Human-kriterien zur Bewertung von Arbeitstätigkeiten hinsichtlich ihrer Persönlichkeitsförderlichkeit beziehungsweise ihren Entwicklungsbarrieren dar (vgl. die Einleitung sowie den Abschnitt 4.4 dieser Arbeit).

Durch eine Kombination von Beobachtungen des hinreichend geübten Arbeitenden während seiner Arbeitstätigkeit, theoriegeleiteter Befragung des Arbeitenden und gegebenenfalls Heranziehung von Experten und Materialien, wird es dem geschulten Untersucher möglich, eine oder mehrere Arbeitsaufgaben eines Arbeitenden/Arbeitsplatzes jeweils einer Stufe des Ebenenmodells der Handlungsregulation zuzuordnen.

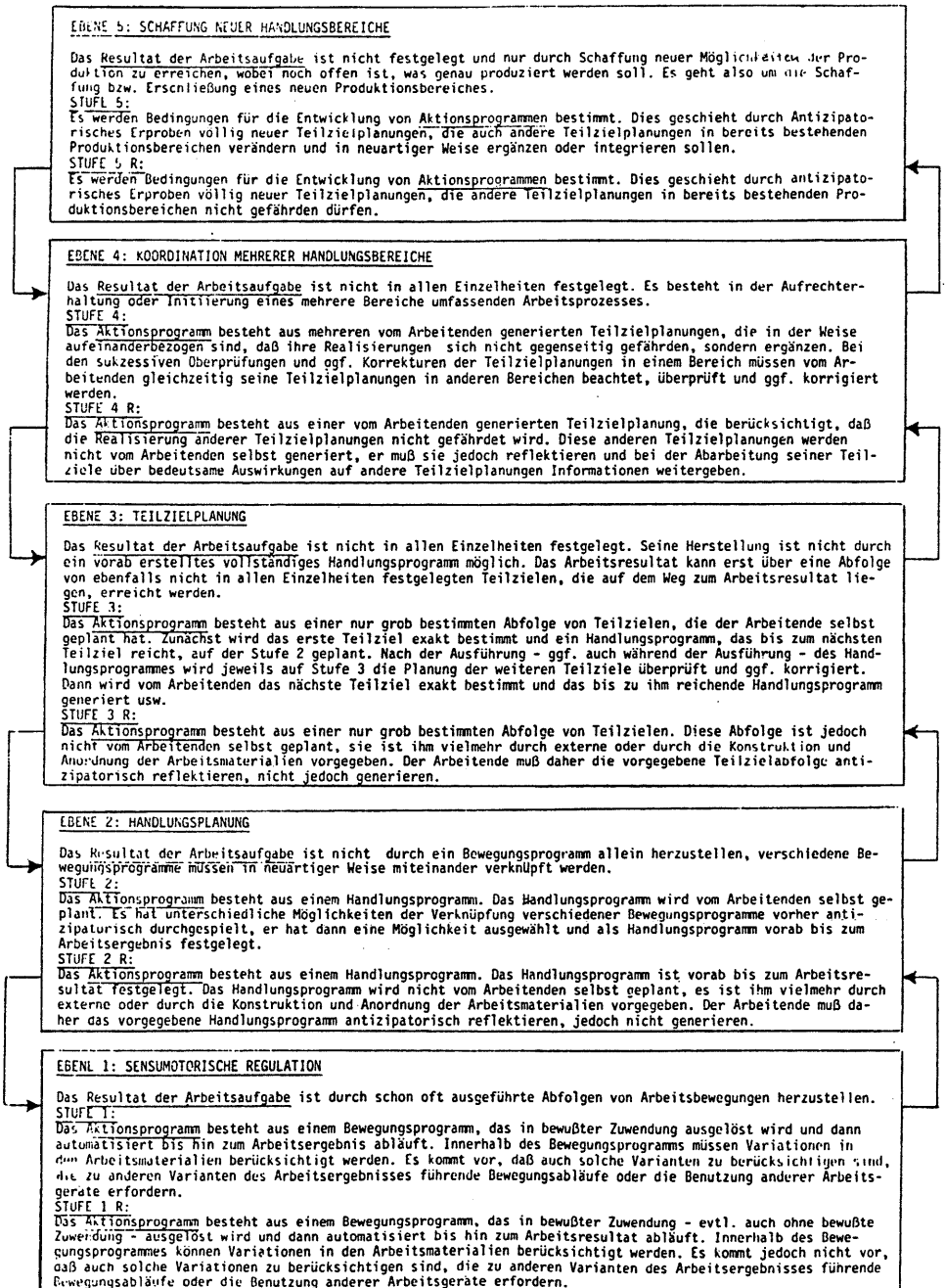
Hierfür wurde von VOLPERT u.a. (1983) das 5-Ebenen-Modell ausdifferenziert zu einem 10-Stufen-Modell der Regulationserfordernisse durch Hinzufügen jeweils einer restringierten (R-) Stufe zu jeder Ebene (vgl. Abbildung 7)

Analyseeinheit des VERA ist die Arbeitsaufgabe:

"Alle Regulationsprozesse und Aktionsprogramme, die einem Ziel zugeordnet werden können und von diesem Ziel abgeleitet sind, bilden eine Arbeitsaufgabe. Zwei (oder mehrere) Arbeitsaufgaben liegen vor, wenn in der Arbeitstätigkeit zwei (oder mehrere) Ziele mit dem dazugehörigen Unterzielen gegeben sind, die innerhalb der Tätigkeit des Arbeitenden nicht miteinander verbunden sind." (VOLPERT u.a. 1983, S.49; Hervorhebungen im Original)

Die Arbeitsaufgabe stellt die Gesamtheit aller Arbeitsaufträge dar, die regelmäßig oder in leicht veränderter Form wieder-

Abbildung 7: Das 10-Stufen-Modell der Regulationserfordernisse



kehren und der jeweiligen Erfüllung des allgemeinen Ziels der Arbeitsaufgabe dienen. Unter einem Arbeitsauftrag wird also der Handlungs- und Bewegungsablauf des einmaligen Durchführens einer Arbeitsaufgabe verstanden. Er ist auf ein Arbeitsergebnis (= Ziel der Arbeitsaufgabe) hin ausgerichtet und erfordert die Bearbeitung (im weiteren Sinne) von Arbeitsgegenständen (im weiteren Sinne) durch den Arbeitenden. Jede Arbeitsaufgabe ist in Abschnitte aufteilbar, die die logische und zeitliche Abfolge der menschlichen (und der mit ihnen gekoppelten technischen) Eingriffe widerspiegeln. Solche Abschnitte werden als Arbeitseinheiten bezeichnet. Anzahl, Umfang und Komplexität einer Arbeitseinheit sind nicht global und streng unabhängig von der Art der Tätigkeit abstrakt bestimmbar. VOLPERT u.a. (1983, Manual, S. 18) empfehlen, die konkrete Bildung von Arbeitseinheiten abhängig von der ungefähren Dauer der einzelnen Arbeitsaufträge einer Aufgabe zu gestalten: Bei kurzen (oft repetitiven) Aufträgen sollen eher "kleine Bewegungseinheiten" gewählt werden, bei langdauernden (und meist komplexen) Aufträgen eher größere "Handlungseinheiten". Die genauen Abgrenzungskriterien für die Bestimmung von Arbeitsaufgaben, -aufträgen und -einheiten sind im VERA-Handbuch/Manual (VOLPERT u.a. 1983) ausführlich beschrieben, deshalb kann an dieser Stelle darauf verzichtet werden. Relevant für die Bestimmung der Stufe der Regulationserfordernisse einer Arbeitsaufgabe ist nun ob und in welchem Ausmaß die Aufgabe vom Arbeitenden die Notwendigkeit Planungen anzustellen erfordert.

Die Zuordnung einer Arbeitsaufgabe zu einer Stufe der Regulationserfordernisse geschieht mit Hilfe eines Algorithmus, der sich aus Leitfragen zusammensetzt, die ausführlich im VERA-Handbuch/Manual kommentiert werden.

Die Gesamtheit mehrerer miteinander zusammenhängender Aufgaben wird als "Aufgabenstruktur" bezeichnet. Eine solche Aufgabenstruktur kann zum Beispiel die Gesamtheit aller an einer Anlage zu verrichtenden Arbeitsaufgaben (in unserer Fallstudie: an einem flexiblen Fertigungssystem) umfassen. Oft ist es sinn-

voll, die gesamte Aufgabenstruktur hinsichtlich der Stufenhöhen ihrer einzelnen Aufgaben und der zeitlichen Anteile dieser Aufgaben innerhalb der Aufgabenstruktur insgesamt zu beurteilen. Das VERA ermöglicht die Bildung eines "Zeitgewichteten Durchschnitts der Stufenhöhen einer Aufgabenstruktur" (abg.: ZgS). Dieses Zentraltendenzmaß (die "durchschnittliche" Stufe der Aufgabenstruktur) darf aufgrund des Skalenniveaus des zehnstufigen Modells der Regulationsebenen nur als Ordinalmaßzahl interpretiert werden (VOLPERT u.a. 1983, S. 71)

Über den gewohnten VERA-Einsatz hinaus unternahmen wir im Rahmen unserer Fallstudienenerhebungen nun den Versuch einer "mikroanalytischen" Anwendung des VERA-Instrumentes (= VERA-Mikroanalyse) Gemeint ist hiermit das Vorgehen, die ausgliederten Arbeitseinheiten sequentiell jeweils einzeln hinsichtlich des Niveaus ihrer Regulationserfordernisse einzuschätzen. Jede Arbeitseinheit wird demgemäß quasi als eigene "Arbeitsaufgabe" mit einem eigenen (Unter-) "Ziel" und (Unter-) "Aktionsprogramm(en)" daraufhin geprüft, ob zu ihrer Generierung und Ausführung Planungen notwendig sind. Handelt es sich um eine reine Routine-Arbeitseinheit, innerhalb derer keine Überlegungen anzustellen sind, so wird sie der Ebene 1 zugeordnet und überprüft, ob die restringierte Stufe dieser Ebene sie zutreffend kennzeichnet.

Bei einer Nicht-Routine-Arbeitseinheit wird sodann bestimmt, ob sie gedankliche Vergegenwärtigung (+ Stufe 2 R), einmalige Handlungsplanung in einer Abfolge bis zum Unterziel der Einheit erfordert (+ Stufe 2) oder gar darüber hinausgehende Teilzielplanungen (+ Stufe 3) notwendig macht. Der letztere Fall dürfte allerdings nur bei Arbeitsaufgaben vorkommen, die auf der Ebene 4 der Bereichskoordination oder Ebene 5 der Bereicherschließung liegen, da nur deren Komplexität eine solch globale Einheitenbildung rechtfertigen könnte.

Im Vergleich zu der "konventionellen" VERA-Analyse erfordert die VERA-Mikroanalyse eine präzisere Festlegung und Abgrenzung der Arbeitseinheiten was nur annäherungsweise möglich ist, sie hat sich zu orientieren an:

- der logischen - wenn möglich zeitlichen - Abfolge der menschlichen Planungen und Eingriffe; unter Berücksichtigung der von diesen determinierten, beziehungsweise diese selbst determinierenden, technischen Fertigungsabläufe,
- phänomenologisch zusammengehörenden Bewegungsabläufen ("Arbeitsfunktionen") des Arbeitenden, die "wie aus einem Guß" ausgeführt werden, wobei Überlegungsphasen, die in Form von Innehalten erkennbar werden können, zum Teil auch parallel zu Bewegungen verlaufen und erfragt werden müssen,
- Art, Anzahl und Nutzungszyklen der eingesetzten Arbeitsmittel im weiteren Sinne,
- der Art und Anzahl von Zwischenzuständen des bearbeiteten Arbeitsgegenstandes im weiteren Sinne.

Anhand dieser Kriterien ist es für bestimmte Arten von Tätigkeiten möglich (s.u.), diese in voneinander gut abgrenzbare Arbeitseinheiten mit eigenen "Zielen" und "Bewegungsprogrammen" beziehungsweise "Handlungsprogrammen", durch die diese (Unter-) "Ziele" verwirklicht werden, zu untergliedern. Im empirischen Teil dieser Arbeit wurde die Mikroanalyse bei allen Fallstudien durchgeführt: Die dort dargestellte Vorgehensweise veranschaulicht die Prinzipien der Mikroanalyse. Auch von ingenieurwissenschaftlicher Seite liegen Versuche vor, Arbeitsaufgaben in ihrem Ablauf nach logischen Mikroeinheiten zu unterteilen: OBERHOFF (1976) entwickelte ein deskriptives Tätigkeitsschema von Arbeitselementen an NC-Maschinen, das in einigen späteren ingenieurwissenschaftlichen und arbeitspsychologischen Automationsstudien weiter verwendet wurde (vgl. MÜLLER, M 1981, REMPP u.a. 1981 und ISI/IAB/IWF 1982).

Die VERA-Mikroanalyse leistet über die "konventionelle" VERA-Analyse hinaus Folgendes:

- Die Ausprägung des Tätigkeitsspielraums/ der Variabilität als "horizontaler Dimension" einer Arbeitsaufgabe wird deutlich. Unterschiedliche Arbeitsaufgaben können hinsichtlich ihrer Variabilität verglichen werden, da erst die differenzierte Beschreibung von Art und Anzahl der eingesetzten unterschiedlichen Verfahren und Arbeitsmittel, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Auftragsdauer, einen solchen Vergleich erlaubt.
- Arbeitsaufgaben, die dem gleichen Regulationsniveau zugeordnet sind, können hinsichtlich der Dauer und Häufigkeit der in ihnen enthaltenen Planungsphasen verglichen werden. Unter bestimmten Bedingungen kann analog zum ZgS der "zeitgewichtete Durchschnitt der Stufenhöhen der Arbeitseinheiten einer Arbeitsaufgabe" gebildet werden (in unseren Fallstudien hat sich dies als praktikierbar erwiesen, vgl. Kapitel 5 und 6). Den Arbeitsaufgaben, deren Regulationserfordernisse dasselbe Stufenniveau aufweisen, können sich hinsichtlich des relativen zeitlichen Verhältnisses von Planungsphasen, Vergegenwärtigungsphasen und Ausführungsphasen extrem unterscheiden.

Eben dieser Unterschied besitzt jedoch möglicherweise Relevanz für die Persönlichkeitsentwicklung.

Die auf diese Weise erreichte Trennschärfe des Verfahrens läßt es besonders geeignet erscheinen für differenzierte Vorher-Nachher-Vergleiche bei Automationsprozessen.

Abschließend sie noch auf die Indikation der VERA-Mikroanalyse vorschlagweise eingegangen.

Die Mikroanalyse eignet sich zur differenzierten Darstellung von Arbeitsaufgaben mit nicht kontinuierlicher, diskret abgrenzbarer Auftragsstruktur.

In Betracht kommen folgende Arten von Tätigkeiten (gemäß der Klassifikation des RHIA-Entwurfs; LEITNER u.a. 1986): Maschinenbedienung, -führung, Einrichten, Montage, Einzelfertigung, komplexe Prüf- und Kontrolltätigkeiten.

Überflüssig ist die Mikroanalyse bei allen Arbeitsaufgaben mit kontinuierlicher gleichförmig -kurzzyklischer (repetitiver) Auftragsstruktur: Herstellen von Massenprodukten, Sortieren/Verpacken, Transport; zum Teil Maschinenbedienung, Montage, Prüf- und Kontrolltätigkeiten. Die geringe Komplexität dieser Aufträge läßt eine differenzierte Einheitenbildung i. A. nicht zu.

Problematisch und nur schwer oder nicht durchführbar ist die Mikroanalyse, wenn Arbeitsaufgaben vorliegen, deren Auftragsstruktur der nicht gleichförmigen kontinuierlichen Anlage- und Prozeßüberwachung beziehungsweise -steuerung zuzurechnen sind. Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände geben in diesem Falle kaum phänomenal wohlunterscheidbare Anhaltspunkte zur Kennzeichnung von Operationen und Handlungszäsuren; die menschlichen Eingriffe geschehen sehr unregelmäßig und durch eine komplexe, abstrakte Apparatur vermittelt, Planung und Überwachung sind ineinander verschränkt; es laufen parallel zueinander komplizierte Produktionsprozesse ab.

4.5.2 Kognitive Belastung: Das RHIA-Verfahren

Im Rahmen unserer arbeitspsychologischen Analyse der Arbeitstätigkeit an einem flexiblen Fertigungssystem erscheint uns neben der Erhebung von kognitiven Qualifikationsanforderungen auch die Ermittlung der kognitiven Belastung relevant.

Unter kognitiven Belastungen werden im Zusammenhang mit Arbeitsaufgaben bestehende Bedingungen verstanden, die den Aufbau einer hierarchisch-sequentiellen Handlungsstruktur beeinträchtigen und somit eine effiziente Handlungsregulation in der Arbeitstätigkeit behindern. Solche Bedingungen können die Regulation auf allen Ebenen hemmen. Sowohl auf höheren, indem die Planung effektiver Teilziele und globaler Aktionsprogramme durch störende Ereignisse erschwert wird, zum Beispiel durch Umweltveränderungen, die eine Ausführung bestehender Teilpläne verunmöglichen. Aber auch die Handlungsausführung automatisierter Bewegungsprogramme verläuft kognitiv reguliert, da sie zur Bedingung einen bewußtseinsfähigen Handlungsimpuls hat. Weiterhin begleitet eine "Restaufmerksamkeit" die Handlungsausführung insofern, als das Nichtgelingen der Bewegungsabfolge aufgrund einer wirksamen Veränderung in den gewohnten Ausführungsbedingungen rückgemeldet und damit bewußt wird. Auch eine solche Störung des sensumotorischen Bewegungsablaufes stellt unter - im folgenden beschriebenen - Zusatzbedingungen eine kognitive Belastung des Handelnden dar.

Kognitive Belastungen werden der in Handlungsregulationstheorie als "Regulationsbehinderungen" bezeichnet und nach verschiedenen Formen differenziert. Das Belastungskonzept läßt sich wie folgt präzisieren: Unter Regulationsbehinderungen werden gemäß GREINER u.a. (1986) bestimmte Durchführungsbedingungen der Arbeit verstanden, welche die Erreichung des betrieblich vorgegebenen Arbeitsergebnisses beeinträchtigen, ohne daß der Arbeitende diesen Umstand effizient begegnen könnte. Der Arbeitende hat unter den Bedingungen der spezifischen Partialisierung im Allgemeinen nicht die Befugnis, die einmal aufgetretene Behinderung durch eine von ihm initiierte grundsätzliche Lösung zu beseitigen. Denn hierzu müßten Arbeitende das kollektive Recht besitzen, in die betriebliche Technologiegestaltung und Arbeitsorganisation nachhaltig einzugreifen (wie es ansatzweise im Experiment der teilautonomen Arbeitsgruppen in Skandinavien oder im Modell der Arbeiterselbstverwaltung in Jugoslawien realisiert wurde).

Eine weniger effiziente Lösung bestünde etwa in betrieblich zugestandenen Qualitäts- oder Quantitätsminderungen des herzustellenden Produktes - auch dies dürfte in den wenigsten Fällen erlaubt sein. Deshalb ist der Arbeitende gezwungen, zusätzlichen Handlungsaufwand zu leisten, um das Arbeitsergebnis trotz der Störung zu erreichen. Eine andere, seltener auftretende Bewältigungsmöglichkeit stellt riskantes Handeln dar: Der Arbeitende setzt sich oder andere Gesundheitsgefährdungen aus (z.B. durch Umgehung von Sicherheitsvorschriften) oder riskiert Lohneinbußen.

Regulationsbehinderungen können aus verschiedenen Bedingungen des Arbeitsplatzes beziehungsweise der Arbeitsaufgabe resultieren. Einmal aus der Umgebung des Arbeitsplatzes, zum Beispiel bei ungünstiger Lage, starkem Lärm, falscher Beleuchtung, schlechten klimatischen Bedingungen, starker Verschmutzung. Weiterhin kann die ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes Unzugänglichkeiten aufweisen: statische und dynamische körperliche Belastungen, fehlende oder ungünstig zu bedienende Steuer- und Bedienelemente, mangelnde Sicherheitsvorrichtungen. Außerdem können technische Bedingungen zu hindernden Ereignissen werden: ungeeignete oder fehlende Werkzeuge, Maschinen-, Steuerelement- oder Kommunikationsmittelausfall oder -fehlfunktionen, Materialversorgungs- oder Qualitätsprobleme. Zuletzt führen auch ungeeignete arbeitsorganisatorische Bedingungen zu Handlungsrestriktionen: unsachgemäße Vorschriften, unklare Arbeitsaufträge, mangelnder Informationsfluß, Unterbrechungen der Arbeitsdurchführung.

Regulationsbehinderungen können in verschiedenen Typen untergliedert werden, auf die wird weiter unten eingegangen. Zunächst soll ein kurzer Überblick auf die wichtigsten Teile des RHIA-Verfahrens (LEITNER/VOLPERT/WEBER/GREINER/HENNES 1986) gegeben werden. Die RHIA-Analyse beginnt mit der inhaltlichen und zeitlichen Abgrenzung der Arbeitsaufgabe (analog zum VERA-Verfahren). Es folgt die präzise Beschreibung des Arbeitsergebnisses, der Arbeitsmittel, -gegenstände und Sicherheitsmittel sowie der

Arbeitsaufgabe - mit Hinweischarakter auf potentielle Regulationsbehinderungen. Die Arbeitsaufgabe wird sodann mit Hilfe eines Schemas von Tätigkeitsarten klassifiziert. Weiterhin wird bestimmt, ob es sich um eine kontinuierliche Tätigkeit (z.B. Meßwartenarbeit) handelt, oder ob die Arbeitsaufgabe eine Auftragsstruktur aufweist.

Für die Bestimmung der Belastungsstärke besitzt die Einstufung der Zeitbindung/Zeitautonomie Relevanz: Anhand eines Frageweges wird das Ausmaß bestimmt, in dem die Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte durch Technologie oder arbeitsorganisatorische Bedingungen streng festgelegt ist. Mit anderen Worten: Es wird erhoben, inwieweit bei einer Tätigkeit Zeitpunkte festgelegt sind, zu denen vom Arbeitenden einzelne Arbeitsschritte oder ganze Arbeitsaufträge erfüllt werden müssen. Dies geschieht mit Hilfe einer 5-stufigen Ordinalskala, deren Pole einmal hochgradige Zeitautonomie bezeichnen (= Stufe 1; tritt am ehesten bei manchen selbständigen Handwerkstätigkeiten auf), zum anderen hochgradige Zeitbindung (= Stufe 5-4; z.B. bei getakteten Fließbandtätigkeiten). Die Zeitbindungsskala ist im Anhang wiedergegeben (Teil "B 3" des RHIA-Verfahrens). Im Hauptteil des Verfahrens, der Belastungsanalyse, werden während des Arbeitsprozesses auftretende Ereignisse, Störungen usw. gemäß einem Schema zur Klassifizierung von Regulationsbehinderungen eingeordnet: Die Art der - potentiellen - Behinderung wird (handlungspsychologisch) bestimmt (siehe Anhang: "C 1 Klassifikation von Regulationsbehinderungen"). Regulationsbehinderungen lassen sich in zwei Hauptformen unterteilen: Regulationshindernisse und Regulationsüberforderungen (siehe Anhang: C 4).

Unter Regulationshindernissen werden Ereignisse verstanden, die das Arbeitshandeln direkt behindern und kurzfristige Reaktionen (= Zusatzaufwand) vom Arbeitenden erfordern: Handlungsabbruch und -neubeginn, die Wiederholung einzelner Arbeitsschritte oder die Ausführung zusätzlicher Arbeitseinheiten. Stattdessen kann auch - wie bereits erwähnt - riskantes Han-

deln erforderlich werden (was in manchen Fällen durch Zusatzaufwand vermeidbar wäre).

Regulationshindernisse lassen sich weiterhin in zwei Unterformen einteilen: 1. Erschwerungen bezeichnen Ereignisse, die eine oder mehrere genau angebbare Arbeitsoperationen behindern, ihre Durchführung jedoch prinzipiell erlauben. Erschwerungen können informatorische Komponenten (Wahrnehmungsakte, Arbeitsanweisungen) oder motorische Komponenten (Fortbewegung, Körperbewegung, Handhabung von Betriebsmitteln oder Bedienung von Bedienelementen) einer Arbeitsoperation betreffen. 2. Unterbrechungen hingegen können an beliebiger Stelle des Handlungsablaufs auftreten: Die jeweils betreffende Arbeitsoperation ist kurzfristig nicht weiter durchführbar. Unterbrechungen können durch Kollegen oder Vorgesetzte (Personen), Funktionsstörungen von Arbeitsmitteln oder Blockierungen von Arbeitsmaterialien bedingt sein.

Der Frageweg zur Identifizierung von Regulationshindernissen (siehe Anhang Teil "C 3" des Verfahrens) dient der Überprüfung, ob es sich bei potentiellen Behinderungen um tatsächliche Regulationshindernisse handelt. Für jedes identifizierte Regulationshindernis (RH) wird die Zeitdauer des Zusatzaufwandes erhoben.

Der RHIA-Belastungsindex ergibt sich aus dem Produkt der Summe des Zusatzaufwandes und der Zeithinderungsstufe:

$$B = tb \times Z (RH_i)$$

Hierbei bedeutet:

- B : Maßzahl der kognitiven Arbeitsbelastung
- tb : Stufe der Zeitbindung einer Arbeitsaufgabe
- Z(RH_i) : Maßzahl des Zusatzaufwandes von Regulationshindernis i.

Dieses Belastungsmaß hat Ordinalskalenniveau, da die Zeitbindung rangskaliert wird.

Der Belastungsindex nimmt den Wert "0" an, wenn keinerlei Zusatzaufwand erforderlich ist. Höhere Werte bezeichnen dagegen höheren Zusatzaufwand und höhere Zeitbindung.

Regulationsüberforderungen als zweite Hauptform der Regulationsbehinderungen bezeichnen bestimmte Bedingungen (oft andauernde Zustände) der Arbeitstätigkeit, die die psycho-physischen Leistungsvoraussetzungen auch hinreichend geübter Arbeitender im Verlauf des Arbeitstages überfordern. Indikatoren für solche Überforderungen wären Konzentrationsverlust, Aufmerksamkeitsverlust und das subjektive Empfinden, sich "zusammenreißen" zu müssen. Sie können im Rahmen bedingungsbezogener Belastungsanalyse jedoch nicht erhoben werden.

Regulationsüberforderungen (RÜ) werden in zwei Formen untergliedert. Erstens in aufgabenimmanente RÜ, welche jeweils eine spezifische Konstellation von Durchführungsbedingungen einer Arbeitsaufgabe kennzeichnen (Monotonie und Zeitdruck). Zweitens aufgabenspezifische RÜ, welche aufgrund von Umgebungsbedingungen zustande kommen, die prinzipiell bei jeder Arbeitsaufgabe auftreten können.

Monotone Arbeitsbedingungen liegen dann vor, wenn eine inhaltlich gleichförmige Tätigkeit nur Regulationserfordernisse auf der sensomotorischen Ebene erlaubt und trotzdem psychisch nicht automatisierbar ist. Dies ist dann der Fall, wenn ständige visuelle Informationsauswertung nötig ist, die wiederum eine hohe Aufmerksamkeitsbindung erfordert (vgl. die ausführliche Darstellung bei HENNES 1986). Monotonie wird nominal identifiziert. Ihre zeitliche Dauer wird in Stunden quantifiziert.

Zeitdruck liegt dann vor, wenn das Arbeitsvolumen pro Zeiteinheit unabhängig von der Zeitbindungsstufe so umfangreich ist, daß die Arbeitsaufgabe nur noch mit zu hoher Arbeitsgeschwin-

digkeit durchgeführt werden kann. Eine zu hohe Arbeitsgeschwindigkeit liegt dann vor, wenn der geübte Arbeitende das Arbeitstempo nicht mehr seinen Leistungsschwankungen anpassen kann. Zeitdruck wird demgemäß operationalisiert über den relativen Anteil von (möglichen, nicht unbedingt auch realisierten) Ruhephasen an der täglichen Arbeit.

Als aufgabenunspezifische Behinderungen werden Umgebungsbedingungen am Arbeitsplatz gewertet, die im Laufe des Arbeitstages die Leistungsvoraussetzungen überfordern könnten, ohne daß diese Bedingungen als Regulationshindernisse die Tätigkeit direkt behindern würden. Es handelt sich um Dauerzustände wie Lärm, falsche Beleuchtung, klimatische Bedingungen, Verschmutzung usw. Da deren Wirkung nur mit Hilfe aufwendiger arbeitsmedizinischer und ergonomischer Messungen bestimmbar ist, wird im Rahmen des RHIA-Verfahrens nur deren Zeitanteil pro Arbeitstag sowie der Dringlichkeitsgrad arbeitsmedizinischer Intensivanalysen angegeben, die gegebenenfalls erforderlich werden.

Der Schwerpunkt des RHIA-Verfahrens besteht also in der Identifizierung und Bewertung von Regulationshindernissen, Monotonie und Zeitdruck.

4.5.3 Kommunikationsanforderungen

Die Forschungen im Bereich "Arbeit und Persönlichkeit" deuten darauf hin, daß arbeitsbezogene Kommunikationsanforderungen und -möglichkeiten Auswirkungen auf die individuelle Belastungsverarbeitung, die Arbeitszufriedenheit sowie die Entwicklung sozialer Komponenten haben.

OESTERREICH & RESCH (1985) schlagen deshalb vor, ein "Verfahren zur Analyse arbeitsbezogener Kommunikation" zu entwickeln. Eine solche Verfahrensentwicklung war im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich. Es sollte jedoch auf eine Beschreibung der arbeitsbezogenen Kommunikation als Ergänzung zur standar-

disierten Erhebung der beiden Humankriterien "Qualifikationsanforderungen" und "Belastung" nicht verzichtet werden. Deshalb entwarfen wir auf der Grundlage des zitierten Vorschlages ein unstandardisiertes deskriptives "Schema zur Beschreibung von Kommunikationsanforderungen in der Arbeitstätigkeit" (siehe Anhang).

Die Beschreibungsdimensionen richten sich auf Form und Niveau kommunikativer Akte sowie auf Behinderungen arbeits- und nicht-arbeitsbezogener Kommunikation am Arbeitsplatz. Das Konzept von OESTERREICH & RESCH ist in das Modell der Handlungsregulation integriert und erlaubt daher eine theoretisch konsistente Beschreibung der drei zentralen Aspekte der Arbeitstätigkeit. Für unsere Zwecke sollte dieses Konzept vorläufig und heuristisch genutzt werden.

Um Mißverständnissen vorzubeugen sei noch darauf hingewiesen, daß das Konzept keineswegs den Anspruch erhebt, menschliche Kommunikation insgesamt zureichend beschreiben zu können. Die nachfolgende Erörterung des Konzepts bezieht sich wiederum auf Arbeitstätigkeiten im gewerblichen Bereich.

Als objektive Kommunikationsanforderungen werden Notwendigkeiten zur Ausführung kommunikativer Akte bezeichnet, die sich aus der Arbeitsaufgabe ergeben. Unter kommunikativen Akten werden die in der Regel sprachlichen Aktivitäten verstanden, mittels derer zwei oder mehrere Arbeitende ihre Handlungsregulation aufeinander abstimmen - sofern sich diese Abstimmung aus dem Zusammenhang ihrer Arbeitsaufgaben ergibt. Das Ziel kommunikativer Akte besteht demgemäß in einer gegenseitigen Angleichung der Regulationsprozesse des materiellen Arbeitshandeln. Kommunikative Akte beziehen sich auf die Teilbereiche einer (oder mehrerer) Arbeitsaufgabe(n), für die gemeinsame Abstimmungen erforderlich sind. Das Ziel materieller Arbeitshandlungen besteht hingegen in einem durch die Handlungsausführung hergestelltem "Produkt" im weiteren Sinne, das durch veränderte Bestandteile im Vergleich zur Ausgangssituation der Handlung

gekennzeichnet ist. Kommunikative Akte haben keine direkt materielle Veränderung zur Konsequenz, vielmehr bezwecken sie die Koordination bestimmter Komponenten von Aktionsprogrammen, aus deren Durchführung materielle Veränderungen resultieren.

Das "Schema zur Beschreibung von Kommunikationsanforderungen in der Arbeitstätigkeit" soll nun eine Identifizierung derjenigen Komponenten von Arbeitsaufgaben erlauben, die kommunikative Akte von hinreichend geübten Arbeitenden erfordern. Des Weiteren soll es eine gewisse quantitative sowie qualitative Beschreibung der den Anforderungen entsprechenden arbeitsbezogenen Kommunikation erleichtern. Daneben sollen auch die Möglichkeiten beziehungsweise Restriktionen für nicht-arbeitsbezogene Kommunikation während der Arbeitstätigkeit vermerkt werden.

Die Analyseeinheit bei diesem Vorgehen kann natürlich nicht mehr die einzelne Arbeitsaufgabe sein. Sie wird bestimmt durch den funktionellen Zusammenhang der Arbeitsaufgaben verschiedener Arbeitender (Aufgabenstruktur). Sie beinhaltet entweder identische Arbeitsaufgaben, die von mindestens zwei Arbeitenden in Kooperation ausgeführt werden oder unterschiedliche Arbeitsaufgaben, die zumindest in Teilbereichen aufeinander bezogen sind und kommunikative Abstimmung erfordern.

Die Beschreibung von Kommunikationsanforderungen erfolgt aus der Warte einer bestimmten Arbeitsaufgabe und stellt die kommunikative Akte eines Ausführenden in Zusammenhang mit den Akten der kooperierenden Kollegen in bezug auf die gemeinsame (Teil-)Arbeitsaufgabe dar.

Die Anwendung des Schemas setzt die Durchführung einer VERA-Analyse voraus: Eine Abgrenzung und Unterteilung der Arbeitsaufgaben in Arbeitseinheiten sowie die Bestimmung ihrer Regulationserfordernisse wird benötigt. Zuerst wird geprüft, ob überhaupt und gegebenenfalls für welche Arbeitseinheiten Kommunikation erforderlich ist. Bei kommunikativen Akten handelt es sich nicht um Befehle, denen im Prinzip nicht widersprochen

werden kann, beziehungsweise um kurze, selbstverständliche Zurufe usw. Es handelt sich vielmehr um Mitteilungen, Anfragen oder Aufforderungen eines Kommunikationspartners an den anderen, die der andere in verschiedener Weise verarbeiten oder kommentieren kann. Arbeitsbezogene Kommunikation setzt demgemäß eine Gleichberechtigung der Kommunizierenden bezüglich der zu koordinierenden Operationen voraus. Diese Gleichberechtigung muß sich nicht im formalen betrieblichen Hierarchiestatus der Kommunikationspartner widerspiegeln. Jedoch muß der gegebenenfalls formell Untergeordnete Vorschlags- und Beratungsrecht gegenüber dem Übergeordneten besitzen.

Abschließend seien noch einige Kriterien des Beschreibungsschemas näher erläutert. Die einleitenden Kriterien (I.1 bis 3.3) dienen der allgemeinen Orientierung des Untersuchers. Sie sind "selbsterklärend", so daß auf eine eingehende Darstellung verzichtet werden kann. Das Kriterium 3.4 bezieht sich auf "Regulationserfordernisse", das heißt auf das Niveau der kommunikativ abzustimmenden Regulationsprozesse.

Diejenigen Arbeitseinheiten, für deren Durchführung kommunikative Akte erforderlich sind, werden gedanklich als "Teilaufgaben in bezug auf Kommunikation" zusammengefaßt und deren Regulationserfordernisse gemäß dem VERA-Verfahren eingestuft. Das Niveau der mit der gemeinsamen (Teil-)Arbeitsaufgabe verbundenen Kommunikation wird dem Niveau der Regulationserfordernisse der "Teilaufgabe" gleichgesetzt, auf die sich die kommunikativen Akte beziehen. Es ist daher plausibel, daß hochkomplexe Arbeitsaufgaben gegebenenfalls auch umfassende und differenzierte Kommunikation erfordern, Arbeitsaufgaben mit geringen Regulationserfordernissen dagegen - wenn überhaupt - nur einfach strukturierte. Erfordert keine einzige Arbeitseinheit einer (Teil-)Arbeitsaufgabe kommunikative Akte, so ist deren Kommunikationsniveau mit "0" zu bewerten.

Unter dem Kriterium "Kommunikationsrestriktionen" (I.4) sind nicht nur physikalische Einflüsse wie Lärm und/oder große Ent-

fernungen gefaßt, sondern auch Aufgaben- und Organisationsaspekte. Ein kommunikationsbehindernder Aufgabenaspekt wäre zum Beispiel eine enge Takt- beziehungsweise Maschinenbindung trotz bestehender Abstimmungsnotwendigkeiten mit vorgelagerten Arbeitsbereichen. Als Organisationsaspekt läßt sich eine den Erfordernissen inadäquate Kompetenzzuteilung bei der kommunikativen Abstimmung der Arbeitsprozesse anführen (z.B. Weisungsbefugnis trotz fachlicher Inkompetenz).

Nicht-arbeitsbezogene Kommunikationsmöglichkeiten (Kriterium II.1) werden deshalb in der im Schema angegebenen Weise protokolliert, weil von ihnen angenommen wird, daß sie nicht vorhandene arbeitsbezogene Kommunikationsanforderungen in bestimmtem Umfang (d.h. unzulänglich) kompensieren können. Dies gilt allerdings eher für den Aspekt der Aneignung sozialer Interaktionskompetenzen als für den Aspekt der Entwicklung kognitiver Kompetenzen durch Kommunikation. Erlaubt eine Arbeitsaufgabe weder arbeitsbezogene noch nicht-arbeitsbezogene Kommunikation - das heißt der Arbeitende ist am Arbeitsplatz isoliert - so sind mit zunehmender Dauer dieser Tätigkeit Kompezentabbau und weitere negative Konsequenzen für den Arbeitenden zu befürchten.

5. Fallstudien: SNC, CNC und flexibles Fertigungssystem

5.1 Projektentstehung und Betriebszugang

Aufgrund unseres Interesses an der Entwicklung der Persönlichkeit durch Arbeit hatten wir uns auch in institutionellem Rahmen bereits seit längerem mit der Einführung neuer Technologien und deren Konsequenzen für die Arbeitsplatzstrukturen befaßt. In diesem Bereich hatte bereits eine frühere gemeinsame Arbeit der Büroautomation und ihren Qualifikations- und Belastungsfolgen gegolten.

Im Anschluß daran richtete sich unser Interesse auf die neuesten technologischen Entwicklungen im Bereich der industriellen Fertigung. Diese sind - gegenüber der sozialwissenschaftlich bereits gut untersuchten Automation von Einzelaggregaten - durch eine universelle und flexible Verkettung der Einzelmaschinen wie auch der verschiedenen informationellen (Planungs- und Steuerungs-)Ebenen gekennzeichnet.

In dieser Phase erhielten wir Kontakt zu Entwicklungsingenieuren, die beim Institut für Humanwissenschaft der TU Berlin ein arbeitspsychologisches Gutachten über das von ihnen mitentwickelte flexibel automatisierte Fertigungssystem beauftragten. Dabei machten sie deutlich, daß sie nicht an bloßer PR-Arbeit für ihr Produkt, das heißt an einer sozialwissenschaftlichen Legitimation ihrer Entwicklung interessiert seien.

Zwei Motive veranlassten uns zur Übernahme dieser Aufgabe. Zum einen fanden wir die Initiative der Ingenieure sozialpolitisch unterstützenswert, da die Reflektion sozialer Konsequenzen bestimmter neuer technologischer Entwicklungen in der Ingenieurwissenschaft eine nur schwache Tradition besitzt. Und auch diese schwach tradierte "Praxis" leitet sich nicht selten aus Akzeptanzproblemen und betrieblichen Widerstandspotentialen her.

War der sozialwissenschaftlich wünschenswerte Zeitpunkt einer Beteiligung schon in der Entwicklungsphase bereits verstrichen, so war die Anlage andererseits auch noch nicht im Einsatz, so daß die nachträgliche, "kurative" Begutachtung noch humanwissenschaftliche Arbeitsgestaltungsvorschläge erbringen konnte.

Das zweite Motiv bestand in der Überprüfung der teilweise sehr optimistischen Erwartungen, die mit dieser Technologie verbunden werden. Interesse an den Ergebnissen wurde uns gegenüber auch von gewerkschaftlicher Seite bekundet.

Nicht zuletzt wollten wir die bisherige CNC-Technologie von ihrer künftigen Folgetechnologie, das heißt "das Einfache vom Entwickelten her" betrachten, um begründeter zu Entwicklungstendenzaussagen zu kommen. Aus diesem Grund bezogen wir zwei frühere Generationen von Werkzeugmaschinen in die Untersuchung mit ein.

Aufgrund der geringen Verbreitung von flexiblen Fertigungssystemen und damit der sehr begrenzten Zugänglichkeit für sozialwissenschaftliche Untersuchungen blieben wir bei einer Fallstudie an der uns angebotenen Anlage, zumal diese den künftig bedeutendsten Entwicklungspfad repräsentiert (Zweimachinensysteme, vgl. MOLDASCHL/WEBER 1986).

Die Betriebszugänge waren für uns unter den oben genannten Bedingungen recht günstig zu erreichen. Zugang zum FFS-Herstellerbetrieb erhielten wir über die Entwicklungsingenieure, die zu diesem in Verbindung standen. Die Zustimmung des Betriebsrats holten wir im Betrieb selbst ein. Persönliche Gespräche mit dem Betriebsrat und Vertretern der Geschäftsleitung über den formellen Teil der Untersuchung schlossen diese Phase ab.

Zugang zu mehreren NC- und CNC-Werkzeugmaschinen unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren hatten wir durch unsere parallele Mitarbeit an zwei arbeitspsychologischen Forschungsprojekten.

5.2 Hypothesen

Der vorliegende Text befaßt sich mit sozialwissenschaftlicher Folgenabschätzung einer neuen Fertigungstechnologie: flexibler Fertigungssysteme. Das Forschungsinteresse, welches die Konzeptualisierung der Arbeit begründete, lag auf zwei Schwerpunkten unterschiedlicher Reichweite. Zunächst sollte eine spezifische Realisierung flexibel automatisierter Fertigungsanlagen in ihren Auswirkungen auf zentrale Tätigkeitsdimensionen der Anlagenbediener untersucht werden. Hier liegt unser genuin arbeitspsychologisches Forschungsfeld, und für diesen Zweck konnten wir die notwendigen Mittel einsetzen.

Der Beantwortung der zentralen arbeitspsychologischen Hypothesen dient der empirische Teil der Untersuchung, der Fallstudienvergleich.

Darüber hinaus bestand ein Interesse an einer generellen Einschätzung dieser neuen Generation von Automationstechnologie hinsichtlich ihrer voraussichtlichen quantitativen und qualitativen Beschäftigungseffekte. In einer erweiterten, industri soziologischen Fragestellung sollte diese Einschätzung bezogen sein auf allgemeine Entwicklungstendenzen im Bereich der industriell mechanischen Fertigung, wie sie sich in der entsprechenden Forschungsliteratur abzeichnen. Die Hypothesen zu dieser generellen Fragestellung waren im theoretischen Teil entwickelt und dort auch versucht worden, zu beantworten.

Sie sollen hier noch einmal explizit aufgegriffen und anhand unserer eigenen empirischen Ergebnisse diskutiert werden. Damit wird keineswegs Anspruch auf Repräsentativität unserer Stichprobe erhoben. Entsprechende Fragen der Generalisierbarkeit unserer Untersuchungsergebnisse werden im Abschnitt 5.7 behandelt.

Ausgehend von der Diskussion neuer Technologien in der Öffentlichkeit, wollen wir unsere Hypothesen einmal anders formulie-

ren, als wir sie in Kapitel 3. in Auseinandersetzung mit der Automationsdebatte entwickelt hatten. Anders als in der Fachliteratur wird in der öffentlichen Diskussion mehrheitlich die Auffassung einer qualitativen Verbesserung industrieller Arbeit vertreten, wenn auch inzwischen die Zusammenhänge mit quantitativem Beschäftigungsabbau gesehen werden. Wir wollen daher unsere Annahmen in Form der "optimistischen" Alternativhypothese aufstellen.

Als zentrale arbeitspsychologische Hypothesen im Zusammenhang mit neuen Technologien in der Fertigung und speziell am von uns untersuchten FFS formulieren wir daher:

- 1) Es findet eine Zunahme von Qualifikationsanforderungen beziehungsweise eine Qualifikationsverschiebung statt.
Es wird eine wachsende Bedeutung prozeßspezifischer Qualifikationen (Verantwortung, Flexibilität, abstraktes Vorstellungsvermögen, Zusammenhangswissen und -denken) angenommen sowie eine Zunahme von Planungserfordernissen.
Aus der Annahme abnehmender Bedeutung prozeßspezifischer Kompetenzen folgt außerdem die Annahme, daß die Tätigkeitsprofile an automatisierten Anlagen sich angleichen.
Es wird vermutet, daß sich diese Tendenz für alle an der Anlage Beschäftigten durchsetzt beziehungsweise für Arbeitsplätze in der Anlagenumgebung keine negativen Konsequenzen zeitigt.

- 2) Es findet eine Belastungsreduktion beziehungsweise eine Belastungsverschiebung statt.
Es wird angenommen, daß physiologische Beanspruchungen (körperliche Anstrengung) und solche der Arbeitsumgebung (Lärm, Schmutz usw.) zusammen mit psychologischen Fehlbeanspruchungen durch Zeitdruck und Unterforderung (Monotonie) abnehmen. Dagegen wird eine Zunahme psychisch-kognitiver Beanspruchungen erwartet (Aufmerksamkeit, Vigilanz, Planungserfordernisse).
Eine Abnahme potentieller Belastungsfaktoren wird aus erweiterten Bewältigungsmöglichkeiten gefolgert.

- 3) Mit einer "Entkopplung" des Bedieners vom Arbeitstakt der Maschine wird eine Zunahme der Autonomie erwartet. Es wird angenommen, daß durch die Entkopplung Interaktionsspielraum und Freiheitsgrade in der Gestaltung des individuellen Arbeitsprozesses zunehmen.

Als Annahmen zum technisch-organisatorischen Wandel werden formuliert:

- 4) Der arbeitsorganisatorische Gestaltungsspielraum nimmt zu. Durch die Abnahme der technischen Determiniertheit des Arbeitsprozesses, die Reduktion von manuellen Verrichtungen und Eingriffsnotwendigkeiten nehmen Möglichkeiten unterschiedlicher funktioneller und personeller Zuschnitte der anlagenbezogenen Tätigkeiten zu.
- 5) Die Notwendigkeit zu flexiblerer Arbeitsorganisation, zur Nutzung erweiterter Gestaltungsspielräume nimmt zu und damit die Bedeutung organisatorischer Dezentralisierung gegenüber früheren Zentralisierungsbestrebungen. Es wird angenommen, daß Handlungs- und Entscheidungskompetenzen auf mehr und qualifiziertere Personen übertragen werden, das heißt, daß zum Beispiel durch Reintegration vormals ausgelagerter Funktionen die Arbeitsteilung zurückgenommen wird.

Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse im Hinblick auf diese Hypothesen erfolgt in Abschnitt 5.6 (S. 164).

5.3 Design

Die Aquisition von Betrieben, die neue hochtechnologische Konzeptionen entwickeln oder anwenden, für sozialwissenschaftliche Untersuchungsvorhaben ist - wenn überhaupt erfolgreich - sehr zeitaufwendig. Die geringen finanziellen und zeitlichen Ressourcen unseres Vorhabens zwangen daher zur Beschränkung auf eine FFS-Fallstudie.

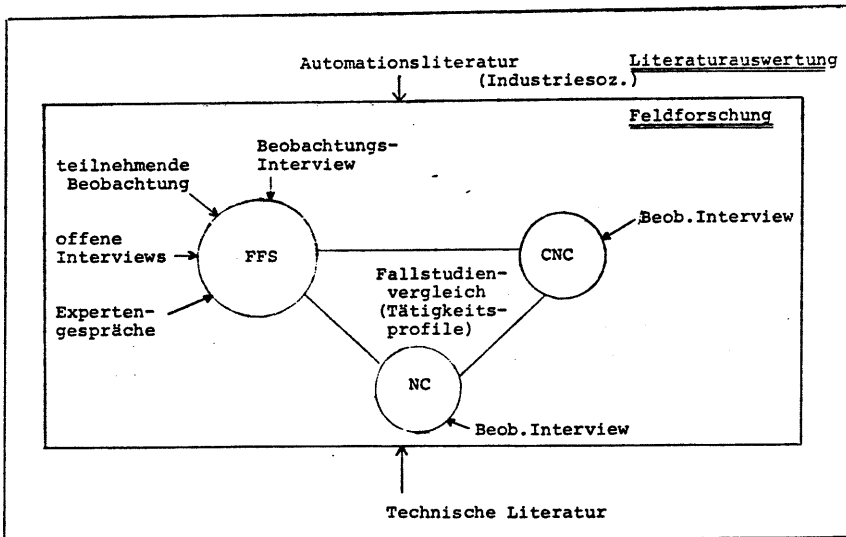
Es hat sich andererseits an, aus der Not eine Tugend zu machen und die Chance zu einer sehr eingehenden arbeitspsychologischen Untersuchung der Arbeitsbedingungen am FFS und seiner Peripherie zu nutzen. Die Intensität der Analyse ist auch dem teilweise innovativen Charakter des Vorgehens, insbesondere bei der prospektiven Arbeitsplatzbewertung geschuldet. Für industri soziologische Studien etwa, die Aspekte der Repräsentativität in den Vordergrund stellen, ist ein solcher Erhebungsaufwand nicht akzeptabel. Es sei allerdings an dieser Stelle noch einmal betont, daß die eigentliche Bedeutung des handlungstheoretisch-arbeitspsychologischen Herangehens nicht in der Detailliertheit der Analyse, sondern in der theoretischen Fundiertheit der Analysekatgorie liegt. Die fruchtbare Anwendung dieser Kategorien ist freilich ohne einen gewissen Zeitaufwand nicht zu haben.

Fragen der Spezifität und Generalisierbarkeit der Ergebnisse sollten daher anhand einer Auswertung der technischen und industri soziologischen Forschungsliteratur geprüft werden (vgl. Abschnitt 3.2).

Mittels eines Fallstudienvergleichs sollten exemplarisch die charakteristischen Unterschiede zwischen den "Generationen" moderner Steuerungstechnik und unterschiedlichen Automationsgrades herausgearbeitet werden. Während wir uns bei der NC- und CNC-Technologie auf extensive Branchenuntersuchungen stützen konnten, stand uns für die Beurteilung des FFS eine nur sehr vorläufige FFS-Empirie zur Verfügung (vgl. Abschnitt 5.4 und 5.6).

Sowohl unter diesem Aspekt als auch hinsichtlich Zielsetzung sind die Fallstudien quantitativ und qualitativ unterschiedlich intensiv angelegt.

Abbildung 8 Aufbau der Untersuchung.



Das Hauptziel der Untersuchung bestand darin, ein Gutachten zu erstellen über den momentanen Einsatz der Anlage in der Erprobungsphase sowie die vorgesehenen beziehungsweise möglichen und wünschenswerten Einsatzformen. Diese sollten daraufhin den Einsatzformen bisheriger Technologie gegenübergestellt werden.

Grundlage der Gutachten sind Tätigkeitsprofile, die mittels der besprochenen Arbeitsanalyseverfahren erstellt und bewertet wurden. Zur Analyse der wesentlichen Aspekte Qualifikation und Belastung setzten wir die beschriebenen hoch-operationalisierten psychologischen Verfahren VERA und RHIA ein. Kooperation analysierten wir mittels eines Screening-Verfahrens. Darüber hinaus werden die Tätigkeitsprofile zusammenfassend anhand allgemeiner Humankriterien bewertet (vgl. Abschnitt 4.4).

Hinsichtlich der prospektiven Tätigkeitsbewertung unterschiedlicher Gestaltungsalternativen erwies sich eine Modifikation der VERA-Methodik zugunsten größerer Trennschärfe und Diffe-

renziertheit der Bewertung als nützlich. Eine "VERA-Mikro-Analyse" bei der Bewertung einzelner Arbeitseinheiten erwies sich als hochsensibel auch gegenüber Einzelaspekten der Veränderung von Arbeitstätigkeiten. Beide Verfahren sind als Beobachtungsinterview angelegt, das heißt sie kombinieren objektive und subjektive Erhebungsmethoden.

Aus dem explorativen Charakter der FFS-Studie und den prospektiven Zwecken der Untersuchung folgte für uns die Notwendigkeit "multimethodischen" Vorgehens. Wir hatten für das FFS eine zweiwöchige Erhebungsphase vorgesehen, um die teilstandardisierten Erhebungsverfahren ergänzen zu können um teilnehmende Beobachtung, Expertengespräche und offene Interviews mit den Maschinenbedienern.

Diese Methodenkombination ermöglichte uns, während des normalen Arbeitstages jeweils auftauchende Probleme und Fragen interaktiv und von unterschiedlichen Seiten zu klären.

Die Expertengespräche fanden sowohl auf betrieblicher Ebene statt (Abteilungsleiter, System- und Teileprogrammierer, Betriebsrat) als auch überbetrieblich mit den Entwicklungsingenieuren. Viele Aspekte, insbesondere hinsichtlich der Determinanten des Gestaltungsspielraums und künftiger Einsatzbedingungen waren uns nur auf dieser Ebene zugänglich geworden. Die zweiwöchige teilnehmende Beobachtung konnte zwar aus institutionellen Gründen keine Aktionsforschungs- beziehungsweise Veränderungsperspektive haben, doch ermöglichte sie trotz der Vorführsituation und der drohenden Entlassung von über 40 Prozent der Beschäftigten des Betriebs, ein vertrauensvolles Verhältnis zu den Bedienern zu entwickeln.

In den offenen Interviews erfuhren wir viel vom subjektiven Erleben der Bediener an der Anlage im Verhältnis zu ihren früheren NC-Facharbeiter-Tätigkeiten. Unsere Eindrücke hierbei stimmten durchaus mit den Ergebnissen der objektiven Erhebungsmethoden überein. Ein subjektiv stärkeres Dequalifi-

zierungs- Erleben schien uns auf die "moralische" Diskrepanz zwischen dem hohen und werbeträchtigen Humanisierungsanspruch des Herstellerunternehmens und der Arbeitsrealität an der Anlage herzurühren.

5.4 Darstellung der untersuchten Aggregate

5.4.1 SNC- und CNC-Drehmaschine

Beide Aggregate sind relativ einfache Exemplare ihrer Gattung, ausgestattet mit wenigen gesteuerten Achsen, Werkzeugaufnahmen und einer Werkstückaufnahme. Bei der SNC-Drehmaschine handelt es sich um eine "Zwischenform" zwischen NC- und CNC-Prinzip. Die Steuerung besitzt zwar keinen frei programmierbaren Kleinrechner, jedoch einen Korrekturspeicher; dieser erlaubt die Eingabe von gegenüber dem Programm abweichenden Parametern, beispielsweise Korrekturen bei Werkzeuglängen und Teilefamilien, was den Änderungsaufwand erheblich reduziert.

An der Maschine befindet sich außerdem ein Lochstreifenstanzer mit direkter Eingabemöglichkeit, so daß Teileprogramme direkt am Arbeitsplatz erstellt werden können.

Die Maschine ist - wie bei Drehautomaten üblich - mit einer automatischen Werkstückzuführung versehen. Da es sich wie bei der CNC-Maschine um einspindlige Bearbeitung handelt, genügt hier ein Ein-Stangen Magazin. Dieses nimmt Stangenmaterial bis zu dem maximalen, von der Maschine bearbeitbaren Durchmesser und einer Länge von etwa 5 Metern auf. Da die Länge der Teile 5 cm kaum überschreitet, betragen die Nachladeintervalle trotz relativ kurzer Bearbeitungszeit mehr als eine Stunde, beziehungsweise es muß bei kleineren Losen nicht vor Auftragswechsel nachgeladen werden.

Die Losgröße beträgt etwa 50 Teile, die Stückzeit beträgt eine bis wenige Minuten. Die Abnahme der Werkstücke geschieht eben-

falls automatisch, sie fallen nach dem Abstechen in einen eigenen Fertigteilspeicher.

Das Einrichten der Maschine umfaßt neben dem Austausch der Führungsbuchsen für Stangenmaterial unterschiedlicher Stärke auch den Werkzeugwechsel.

Die Bearbeitung erfolgt mittels eines revolverähnlichen Prinzips. Fünf Werkzeuge sind radial um die Spindel angeordnet und nur in ihrer Längsachse radial zum Werkstück beweglich, das heißt die Vorschubbewegung wird durch das Werkstück ausgeführt. Dieses Prinzip erlaubt zwar im allgemeinen die Komplettfertigung des Werkstücks, erfordert aber infolge der je einzeln an der Maschine einzustellenden Werkzeuge - bei schlechter Zugänglichkeit - eine relativ lange Einrichtezeit.

Die Funktionsprinzipien und Ausstattungsmerkmale der CNC-Drehmaschine sind im wesentlichen die gleichen. So ist das ein-spindlige Aggregat ebenfalls mit automatischer Werkstückzuführung und einem Werkstückspeicher versehen und mit dem Lochstreifenstanzer verbunden. Anders als die SNC ist die CNC-Maschine frei programmierbar, ohne jedoch programmierunterstützende Funktionen aufzuweisen. Sie wird außerdem nicht zur Programmierung, sondern zur Programmoptimierung genutzt.

Der wechselbare Revolverkopf mit sieben Werkzeugplätzen wird außerhalb der Maschine eingerichtet, wodurch die Stillstandszeit reduziert wird. Zur Einrichtung des Revolverkopfes steht ein Werkzeug-Voreinstellgerät zur Verfügung. Die Werkzeuge werden hier vermessen und entweder den Vorgabewerten angepaßt oder es werden abweichende Meßwerte im Korrekturspeicher der Steuerung festgehalten. Aufgrund ihrer geringeren Einrichte- und Stillstandszeit ist diese Maschine produktiver.

5.4.2 Die flexible Duplex-Fertigungszelle (FDZ)

Bei einer FDZ, wie der untersuchten, handelt es sich um eine flexibel automatisierte Anlage zur Klein- und Mittelserienfertigung von prismatischen Werkstücken (Bohr und Fräsbearbeitung). Sie enthält zwei Bearbeitungszentren und wird von einem Mann bedient. Wesentliches Kennzeichen der Duplex-Fertigungszelle gegenüber den beiden vorherigen Einzelaggregaten ist ihre Verkettung durch die (erweiterte) Automation der Handhabungsfunktionen (Beschickung der Einzelmaschinen mit Werkzeugen und Werkstücken). Als in der Anlage vergegenständlichte Entwicklungsziele werden vom Hersteller der "rüstzeitfreie Auftragswechsel" und der "selbstüberwachte Automatikbetrieb" angegeben (HAMMER 1983, S. 77).

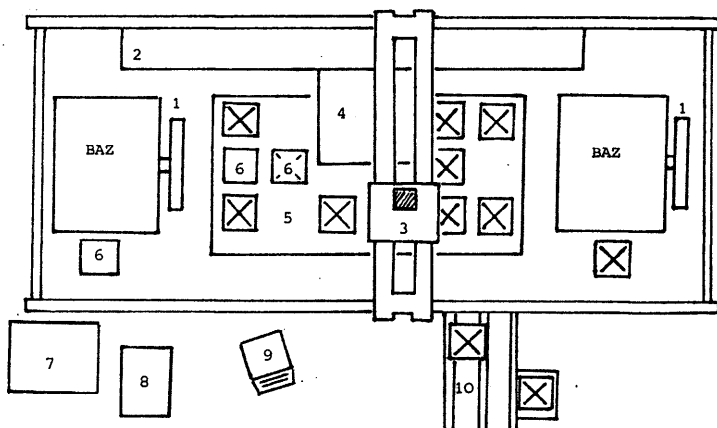
Damit sind zwei grundsätzliche Rationalisierungsziele benannt: das der Erhöhung der Maschinenproduktivität und das der Reduktion von Personalkosten. Beide unter der zentralen Maßgabe, die bisherige Umstellungsflexibilität zu erhalten, beziehungsweise bei maximaler Anlagennutzung zu steigern.

Als betriebswirtschaftliche Vorgabewerte äußern sich diese Ziele auf der technologischen Seite als Zwang zur Minimierung der Stillstandszeit und als Zwang zur Minimierung der Fehlermöglichkeiten, das heißt als Maxime der Minimierung menschlicher Eingriffe in den automatisierten Fertigungsprozeß.

Technisch realisiert sind diese Ziele in der FDZ durch:

- automatischen Werkstückwechsel bei ausreichendem Werkstückspeicher,
- selbsttätigen Werkzeugaustausch bei Auftragswechsel und bei Verschleiß durch direkten Zugriff auf einen gemeinsamen Werkzeugspeicher,
- integrierte, automatische Werkstückreinigung und Späneentsorgung,
- direkte Werkstück-, Werkzeug- und Prozeßüberwachung.

Abbildung 9: Flexible Duplexzelle mit zwei integrierten Werkzeugmaschinen und Handhabungseinrichtungen



- | | | |
|---|---------------------|----------------------------|
| 1 Tellermagazin | 4 "Waschmaschine" | 8 Werkzeugvoreinstellgerät |
| 2 zentrales Werkzeuglager | 5 Werkstückspeicher | 9 Bildschirmgerät |
| 3 Greifer des Portal-Handhabungssystems | 6 Paletten | 10 Spannstation |
| 7 Systemrechner | | |

Kernstück der Anlage, welche prinzipiell im Baukastensystem ausbaufähig konzipiert wurde, sind die beiden Bearbeitungszentren mit jeweils eigenem Werkzeugmagazin. Ein NC-gesteuertes Handhabungsgerät in Portalbauweise übernimmt sämtliche Handhabungsaufgaben innerhalb der Anlage. Dazu gehören die Beschickung der Bearbeitungszentren mit Werkzeugen und Werkstücken, deren Ablegen auf dafür vorgesehenen Speicherplätzen und die Beschickung der integrierten Waschmaschine. Hinter den Bearbeitungsmaschinen befindet sich der gemeinsame Werkzeugpool für etwa 200 Werkzeuge. Aus diesem werden, sofern das Handhabungsgerät "nichts wichtigeres zu tun" hat, während der Bearbeitung Werkzeuge für den nächsten Auftrag ohne Verlust an "Hauptzeit" in das Tellermagazin der Maschine gewechselt.

Zwischen den Maschinen befindet sich der gemeinsame Werkstückspeicher. Die Werkstücke sind auf standardisierten Werkstück-

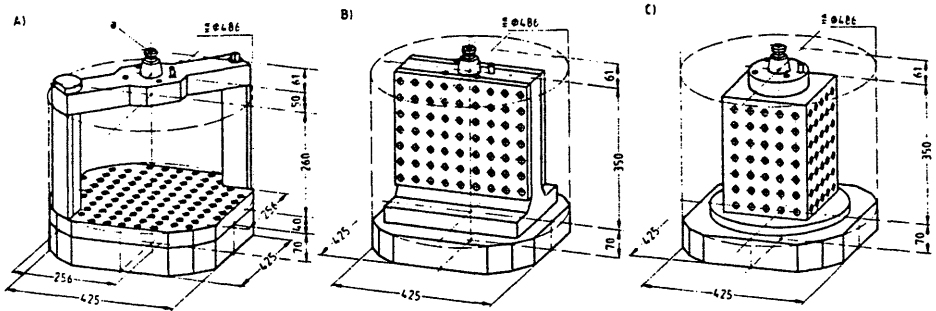
trägern, sogenannten "Paletten" montiert, welche bis zu 16 Teile in Mehrfachspannung aufnehmen können (vgl. Abbildung 10). Die Anzahl der Speicherplätze für Paletten ist so gewählt, daß bei durchschnittlichen Bearbeitungszeiten eine dritte, bedienerlose Schicht weitgehend oder vollständig genutzt werden kann.

Die Standardisierung der Paletten und der Spannvorrichtungen nach dem Baukastensystem (vgl. Abbildung 11) vereinfacht und effektiviert den Rüstvorgang. Durch Simultanfertigung mehrerer Aufträge können Rüstvorgänge reduziert und Vorrichtungskosten gesenkt werden. Verschieden gerüstete Paletten zirkulieren dann parallel. Dadurch werden außerdem die Werkstattbestände reduziert.

An der Vorderseite der Anlage befinden sich die Ein- und Ausgabestationen für Werkzeuge und Werkstücke. In der Peripherie vor der Anlage befinden sich die Bedienerkonsole des Leitrechters, die Rüststation und das Werkzeugvoreinstellgerät. Letzteres erschließt wie die standardisierten Spannmittel ein weiteres Intensivierungspotential. Die durch "Entkopplung" frei gewordene Zeit des Bedieners wird genutzt, um ihm ehemals einer bestimmten Abteilung zugeordnete Funktionen zu übertragen. Allerdings ist die eigentliche, genaue Werkzeugeinstellung in der Werkzeugaufnahme nach Konstruktionsmaßgabe ersetzt durch einfache optische Werkzeugmessung mit automatischer Korrekturwertübermittlung an den Zellenrechner.

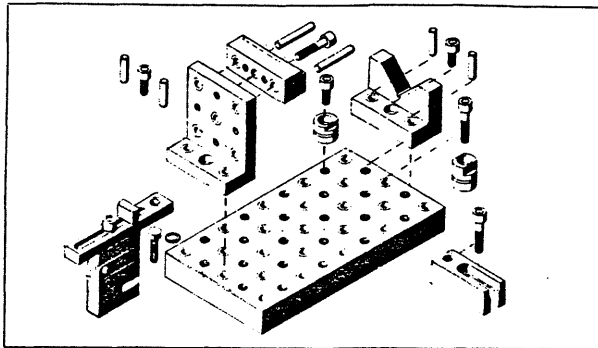
Vereinfachung der Arbeitsfunktion des Rüstens durch das Baukastenprinzip

Abbildung 10: Verschiedene Ausführungsformen der Werkstückträger



(GENSCHOW/HAMMER 1983, S. 134)

Abbildung 11: Lage- und Spannelemente des Lochrastersystems
(Bauart Blüco)



(GALLIEN/HAMMER 1983, S. 3)

Die Steuerung der Anlage übernimmt dieser Zellen- oder Organisationsrechner in einer "Rechnerhierarchie", während die beiden Maschinenrechner jeweils den einzelnen Bearbeitungsprozeß steuern. Dazu gehört auch die Verarbeitung von Daten der Schnittkraftmessung ("Prozeßüberwachung"), die mittels maschineneigener Sensoren erfaßt werden und bei über- oder unterschreiten von Sollwerten (z.B. bei Werkzeugbruch oder -verschleiß) zum Abbruch der Bearbeitung und gegebenenfalls zum Wechsel von Werkzeug oder Werkstück führen.

Der Zellenrechner führt Werkzeugbestände und -lagerorte und protokolliert die Standzeiten (Eingriffszeiten) der Werkzeuge zum Zwecke automatischen, sollwertbestimmten Wechsels (letzteres zur Zeit noch nicht vollständig realisiert).

Der Zellenrechner verwaltet außerdem alle NC-Programme und die daraus abgeleiteten Werkzeug- und Werkstückdaten und koordiniert in Abhängigkeit davon die Beschickung der Maschinen mit Programmen, Werkstücken und Werkzeugen über das Handhabungsgerät. Die Koordination kann nach verschiedenen vorgegebenen Optimierungskriterien erfolgen.

Die Bedienung der Anlage über das Terminal des Zellenrechners erfolgt rechnergesteuert, in Menutechnik. Im Dialogbetrieb ist außerdem die Möglichkeit der Fehlererkennung und Rückmeldung vorgesehen, zum Beispiel bei fehlenden Werkzeugen und Werkzeugdaten oder bei Fehlbedienung, sofern diese nicht bereits durch feste Fragewege ausgeschaltet wird. Abweichungen werden von einem Diagnoseprogramm registriert. Ergänzt werden diese Maßnahmen zur Fehlerminimierung durch wechselbare Meßtaster und automatische Meßwertverarbeitung, so daß auch eine produktbezogene Güte- und Fehlerüberwachung durch den Maschinenrechner möglich wird (vgl. HAMMER und SCHUSTER 1983).

Darüber hinaus kann die Anlage in die betriebliche Rechnerhierarchie eingebettet und direkt vom Fertigungsrechner im DNC-Betrieb angesteuert werden (z.B. zur Direktübermittlung

von Auftragsdaten, Programmen u.a. aus der Arbeitsvorbereitung). Daran wird zur Zeit noch gearbeitet.

Zusammengefaßt übernimmt die Duplexzelle also folgende Arbeitsfunktionen der Bohr- und Fräsbearbeitung:

1. Vorbereiten:

die Bestimmung der Auftragsfolge und damit des Werkzeug- und Programmwechsels (→ Organisationsrechner).

2. Einrichten:

- Werkzeug- und Programmwechsel;
- das Ausrichten des Werkstücks wird durch die genormten Spannmittel vereinfacht, welche auch eine jeweilig exakte Nullpunktbestimmung erübrigen;
- die Werkzeugeinstellung wird durch ein dezentrales Werkzeugmeßgerät mit automatischer Meßwertübermittlung ersetzt.

3. Werkstückhandhabung: das heißt die Beschickung der Bearbeitungszentren mit Werkstücken (→ Organisationsrechner).

4. Werkstückbearbeitung: Produzieren (→ Maschinenrechner).

5. Überwachung: das heißt Produkt- und Prozeßüberwachung durch Meßtaster und Maschinendatenerfassung (Maschinenrechner). Darunter fällt auch ein Teil der Werkzeuglagerverwaltung (→ Organisationsrechner).

6. Werkstück- und Maschinenreinigung.

Im Vergleich zu NC-Maschinen, bei welchen praktisch nur Funktion 4 automatisiert ist, stellt dieses kleine FFS also einen hohen Automations sprung dar. Gegenüber einzelnen Bearbeitungszentren ist praktisch nur Funktion 5 "neu" automatisiert. Der Automationsumfang der übrigen Funktionen ist allerdings erheblich erweitert.

Für die verbleibenden menschlichen Arbeitsfunktionen und deren Zeitstruktur sind die konkreten Einsatzbedingungen, vor allem Losgröße und Bearbeitungszeit, von Bedeutung.

Diese Parameter bestimmen wesentlich, ob und in welchem Umfang ein zeitlicher Spielraum für die Übernahme "neuer und höherwertiger Arbeitsaufgaben" zur Verfügung steht, wie vom Hersteller im Werbematerial versprochen.

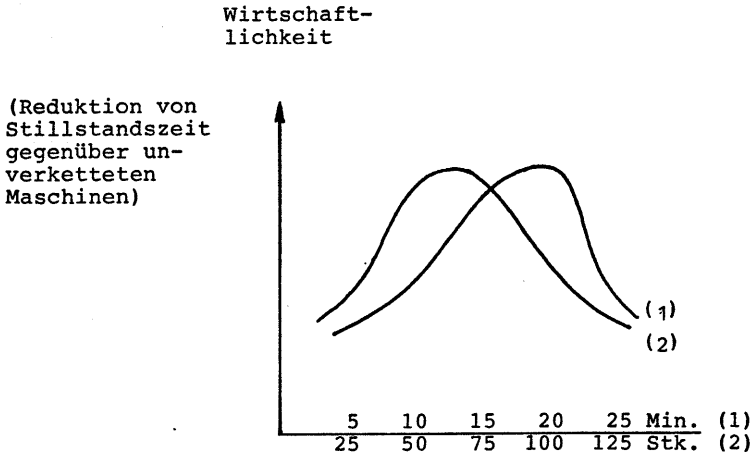
Nach betriebswirtschaftlicher Rechnung existieren für FDZ unterschiedlicher Palettengröße jeweils optimale Losgrößen und optimale Bearbeitungszeiten (vgl. Abbildung 12).

Das Los darf nicht zu groß sein, da andernfalls die Einsparungen von Rüstzeiten weniger kostensenkend ins Gewicht fallen. Außerdem würde die Flexibilität der Anlage zu gering genutzt (z.B. benötigte man zu viele gleiche Spannvorrichtungen).

Andererseits darf die Losgröße nicht zu gering sein, da sonst der Paletten-Umrüstaufwand die Kapazität des einen Bedieners überstiege. Ähnlich verhält es sich mit der Stückzeit, das heißt der Bearbeitungszeit eines Werkstücks. Ist sie zu groß, so ist der Palettieraufwand (Aufspannen) zu klein, um den "entkoppelten" Bediener auszulasten (vgl. Abbildung 13). Ist sie zu kurz, kann der Palettieraufwand wiederum die Kapazität des Bedieners übersteigen. Außerdem wäre eine Automatisierung der Fertigung solch einfacher Teile ineffektiv, da hier zu wenig Einrichtefunktionen anfallen (z.B. Werkzeugwechsel). An unserer Anlage mit einer Palettengröße von 400 x 400 mm werden als betriebswirtschaftlich optimale Werte für diese wichtigsten Parameter des Werkstückspektrums 50 Teile für die Losgröße und etwa 20 Minuten Bearbeitungszeit pro Palette angegeben (das heißt die optimale Stückzeit variiert mit der Anzahl der Werkstücke je Palette).

Diese Parameter bestimmen in ihrer Variationsbreite letztlich den realen Gestaltungsspielraum der Anlagenbedien- oder Anlagenführungstätigkeit. Daher werden diese Rahmenbedingungen in unseren Gestaltungsvorschlägen zu berücksichtigen sein.

Abbildung 12: Betriebswirtschaftliche Dimension tätigkeitsrelevanter Fertigungsparameter



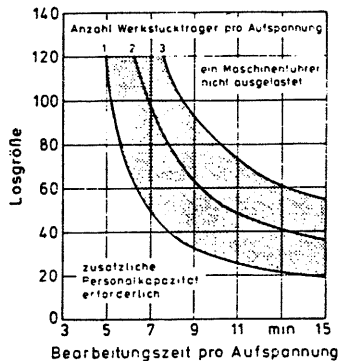
(1) Bearbeitungszeit pro Palette

(2) Losgröße

Abbildung 13: Kapazitätsauslastung des Bedienpersonals bei der Duplexzelle

Im Bereich des schraffierten Feldes kann eine Bedienperson den Werkstück- und Werkzeugaustausch sowie das Auf- und Abrüsten der Werkstückträger in der erforderlichen Anzahl ausführen.

(HAMMER 1983, S. 82)



Zwar sind bestimmte Sonderbedingungen denkbar, unter denen die Anlagennutzung anderen Kriterien unterliegt (z.B. im Versuchsbau). Ein suboptimales Werkstückspektrum kann notfalls auch bei Auftragsmangel unter dem Zwang zur maximalen Anlagennutzung gefertigt werden. Die durchschnittlichen Einsatzbedingungen unterliegen aber den oben genannten Nutzungsmaximen und bilden daher die Grundlage unserer prospektiven Arbeitsplatzbewertung.

5.5 Ergebnisse

5.5.1 Fallstudie: Einrichten und Bedienen einer CNC-Drehmaschine unter Produktionsbedingungen

In den ersten beiden Fallstudien werden die Arbeitsaufgaben eines Arbeitenden dargestellt, der zwei Maschinen einrichtet und bedient: eine CNC-Drehmaschine und eine Speicher-NC(SNC)-Maschine. Die Bedienung erfolgt notwendigerweise zum Teil zeitversetzt: Während die eine Maschine produziert und nebenbei überwacht wird (hinsichtlich Störgeräuschen, besonderen Vorfällen), wird die andere Maschine eingerichtet.

Die Arbeitsanalyse wird für die beiden Hauptarbeitsaufgaben "CNC-Teilefertigung" und "SNC-Teilefertigung" getrennt vollzogen, da diese im Sinne der VERA-Aufgabenabgrenzung unabhängige Arbeitsaufgaben darstellen. An beiden Maschinen ist NC-typische Kleinserienfertigung anzutreffen (pro Serie im Durchschnitt 50 Teile), die Stückzeit beträgt eine bis wenige Minuten. Hergestellt werden rotationssymmetrische Teile für Fahr-scheinautomaten (z.B. Stempelwellen), der Betrieb hat mittlere Größe (180 Beschäftigte).

5.5.1.1 Analyse der kognitiven Qualifikationsanforderungen: Regulationserfordernisse

Das Einrichten und Bedienen der CNC-Drehmaschine bildet eine einheitliche Arbeitsaufgabe, aufgrund der betrieblichen Arbeitsorganisation sind die einzelnen Arbeitseinheiten abhängig voneinander. Das Erstellen der Teileprogramme wird in der Arbeitsvorbereitung durchgeführt, Reparaturen erledigt ein Instandhalter.

Bei der Abgrenzung des einzelnen Arbeitsauftrages ergibt sich ein Problem, welches zugleich auf vorhandene Planungsanforderungen verweist: Der Arbeitende erhält nicht einen einzelnen Auftrag (das heißt ein Los eines bestimmten Teils zu produzieren) und nach dessen Fertigstellung das nächste. Vielmehr werden ihm von der Arbeitsvorbereitung Auftragsbeschreibungen verschiedener Serien überreicht, die meist insgesamt die Arbeitszeit von ein bis zwei Tagen beanspruchen. Ausdrückliche Aufgabe des Arbeitenden ist es nun, die Abarbeitungsreihenfolge der verschiedenen Lose optimal zu gestalten, nämlich so, daß die Stillstandszeit der Maschine (einschließlich der Einrichtezeit) minimal ist, ohne daß ganz dringende Aufträge in Verzögerung geraten. Bei der günstigsten Lösung dieses Problems wird einmal ausführlich grundeingerichtet (etwa ein bis zwei Stunden), bei den folgenden Losen werden dann nur kurz einzelne Werkzeuge (z.B. Drehmeißel, Gewindebohrer) ausgetauscht. Es kommt ab und zu vor, daß plötzlich dringende Aufträge an möglichst günstiger Stelle dazwischen geschoben werden müssen.

Da die Abarbeitungsreihenfolge einer Anzahl verschiedener Lose weder zufällig geschieht, noch von der Arbeitsvorbereitung fest vorgegeben wird, sondern durch die relativ langfristige Planung des optimalen Grundeinrichtens determiniert ist, wäre es nicht sinnvoll, das einzeln zu fertigende Los als Arbeitsauftrag zu fassen (obwohl der Begriff in der betrieblichen Terminologie so verwendet wird). Vielmehr bildet die Ge-

samtheit der einzelnen Lose, die in eine Reihenfolgeplanung einbezogen werden, den Arbeitsauftrag in unserem Sinne, denn sie ordnet sich dem gemeinsamen Ziel der Teilefertigung bei minimierter Stillstandszeit unter. Manche der nachfolgend aufgeführten Arbeitseinheiten werden also während desselben Auftrages in dem Ausmaß wiederholt, als verschiedene Serien in den Auftrag eingegangen sind (z.B. "Austausch einzelner Werkzeuge" geschieht jedesmal, bevor ein neues Los bearbeitet werden kann).

Arbeitseinheit 1: Grundeinrichten. Zunächst muß die optimale Abarbeitungsreihenfolge der Lose in der beschriebenen Weise festgelegt werden, was nur unter Abwägung verschiedener möglicher Alternativen geschehen kann. Dieser Vorgang verlangt Regulationserfordernisse der Stufe 2 (Handlungsplanung). Hin und wieder kann es auch vorkommen, daß eine Zwangsreihenfolge aufgrund dringlicher Liefertermine vorgegeben wird, die Planungsnotwendigkeit entfällt dann.

Dann beginnt das eigentliche Einrichten der Maschine: Der Revolverkopf wird gemäß dem vorliegenden Werkzeugplan beziehungsweise der Bearbeitungsskizze mit maximal acht Werkzeugen bestückt, gegebenenfalls auch mit neuen Werkzeughalterungen. Bei Bedarf setzt der Arbeitende den Drehwerkzeugen neue Schneidplättchen ein. Er hat auch die Befugnis, leicht vom Werkzeugplan abzuweichen, um sich Besorgungen oder Ähnliches zu ersparen. So kann er zum Beispiel einen kürzeren Bohrer mit dem gleichen Durchmesser einsetzen und das Bearbeitungsprogramm über die Handeingabe dementsprechend korrigieren. Für die Werkzeugbestückung ist eine gedankliche Vergegenwärtigung notwendig (Stufe 2R).

Die Nullpunkteinstellung geschieht routinemäßig unter Zuhilfenahme des Werkzeugvoreinstellgeräts. Abschließend wird eine Werkzeugpositionskontrolle vorgenommen, es wird geprüft, ob die Anordnung der Werkzeuge mit dem ersten Teileprogramm übereinstimmt, und gegebenenfalls korrigiert.

Arbeitseinheit 2 (kann nach Belieben auch vor 1 erfolgen):
Maschine rüsten. Eine Drehstange (Stangenmaterial eines bestimmten Durchmessers), welche für mehrere Serien verwendet werden kann, wird vom Bediener abgeholt und in der Maschine ausgerichtet. Dazu muß die Stangenföhrung auf einen entsprechenden Stangendurchmesser eingestellt werden. Es handelt sich um einen Routinevorgang (Stufe 1R). Nun kann das Teileprogramm eingelesen werden: Der Lochstreifen wird in den Steuerteil der Maschine eingegeben (Stufe 1R).

Arbeitseinheit 3: Funktionskontrolle und Optimierung des Teileprogramms. Diese Arbeitseinheit wird vollständig nur bei neuen Programmen durchgeföhrt. Da die beobachtete Maschine noch nicht lange in Betrieb ist, kommt dies häufig vor (mehrmals wöchentlich), wenn später ein gewisses Standardsortiment an Programmen vorliegt, wird die Programmoptimierung seltener auftreten, eben nur dann, wenn ein neuer Werkstücktyp zu fertigen ist.

Der Arbeitende ruft die Bearbeitungsbefehle des Programms (z.B. Achsenbewegungen, Vorschub) auf dem Display ab und vergleicht diese mit der Bearbeitungsskizze auf Übereinstimmung. Außerdem achtet er auf unlogische Steuerbefehle (z.B. Fehlen eines Befehls) und nimmt per Handeingabe notwendige Korrekturen vor. Dieser Vorgang wird "Funktionskontrolle" genannt. Danach erfolgt die eigentliche Programmoptimierung: Das Programm wird entweder mit langsamem Vorschub und gedrosselter Geschwindigkeit oder sequentiell ohne Rohmaterial abgefahren. Es wird darauf geachtet, ob alle Werkzeugbewegungen wie angestrebt verlaufen. Bei Bedarf korrigiert der Arbeitende wieder über die Handeingabe. Da die Steuerung der Maschine mit einem Lochstreifenstanzer verbunden ist, wird nach Beendigung aller Korrekturen ein neuer Lochstreifen ausgegeben, der fortan ohne neue Kontrolle verwendet werden kann. Für die Bewältigung dieser Arbeitseinheit ist konzentrierte gedankliche Vergegenwärtigung notwendig (Stufe 2R), eine Handlungsplanung dagegen wird nicht erforderlich, da die Programmkorrekturen entweder

selbstverständlich sind oder in schwierigen Fällen vom Programmierer vorgenommen werden. Letzterer ist bei der Programmoptimierung meistens mit dabei, um sich Anregungen für Programmvereinfachung "vor Ort" anzueigenen. Das Erststück einer Serie wird in jedem Falle vermessen, egal ob es sich um ein neues Programm handelt oder um ein schon häufiger verwendetes. Bei Unstimmigkeiten wird gestoppt und der Fehler gesucht (Stufe 1R beziehungsweise 2R).

Arbeitseinheit 4: Endgültiger Programmabruf (Stufe 1R). Wenn die Maschine ein Los abarbeitet, ist keine Daueraufmerksamkeit erforderlich. Andere Tätigkeiten werden währenddessen ausgeführt, es muß nur auf Störsignale nebenbei geachtet werden.

Arbeitseinheit 5: Nach der Fertigung der ersten Serie stellt der Arbeitende die Teile zur Abholung bereit und tauscht einige Werkzeuge aus, die für die folgende Serie benötigt werden, er überprüft wiederum kurz ihre Position (Stufe 2R maximal). Diese Einheit wird bei jedem Los, das in den Gesamtplan der Bearbeitungsreihenfolge einging, wiederholt.

Arbeitseinheit 6: Wenn die Bearbeitung ohne Störungen abläuft und er sich nicht der anderen Maschine zuwenden muß, bestückt der Arbeitende gegebenenfalls einen neuen Revolverkopf für die CNC-Maschine, der dann bei Bedarf schnell eingesetzt werden kann. Dieser kann hier sowohl für mehrere Serien des laufenden Auftrages benötigt werden als auch schon eine neue erste Arbeitseinheit eines kommenden Auftrages (das heißt einer Folge von Losen) darstellen.

Arbeitseinheit 7: Fehlersuche bei Störungen. Bei plötzlichen Störungen versucht der Arbeitende mit Hilfe einer Fehlerquellenliste der Ursache auf die Spur zu kommen. Sequentiell prüft er verschiedene mögliche Schwachstellen und behebt einfache Schäden selbst. Kompliziertere Störungen werden vom Instandhalter angegangen. Für die Bewältigung dieser Arbeitseinheit ist gedankliche Vergegenwärtigung notwendig (Stufe 2R).

Die VERA-Einstufung der Arbeitsaufgabe "Teilefertigung mit der CNC-Drehmaschine" ergibt eine Zuordnung der Regulationsanfordernisse zur Stufe 2 der Handlungsplanung. Die höchsten kognitiven Qualifikationsanforderungen bestehen in der Planung der optimalen Abarbeitungsreihenfolge der Lose und dem daraus resultierenden Vorgehen beim Einrichten der Maschine. Dieser Planungsvorgang wird einmal pro Arbeitsauftrag durchgeführt, die günstigste Serienabfolge wird in einem Durchgang geplant. Die Planung umfaßt alle Arbeitseinheiten bis zum Ende des Auftrags. Wenn sie einmal zu Beginn des Auftrags geleistet wurde, sind prinzipiell keine weiteren Planungen mehr notwendig, sondern nur noch umfassende gedankliche Vergewärtigungsleistungen: Werkzeugbestückung und -kontrolle, gegebenenfalls Programmoptimierung. Der zeitliche Anteil, während dem die kognitive Regulation auf der Ebene 2 (Stufe 2 und 2R) verläuft, ist relativ ausgeprägt, im Vergleich zu dem Anteil, der mit rein sensumotorischer Regulation verbracht wird. Aufgrund der zeitlichen Verschränkung von kognitiver Regulation und Handlungsausführung läßt sich dieses Verhältnis jedoch prinzipiell nicht exakt bestimmen. Hinsichtlich ihres Beitrags zur Persönlichkeitsförderlichkeit bewegen sich die Regulationserfordernisse dieser Arbeitsaufgabe auf zu niedrigem Niveau, als daß breite Lernmöglichkeiten und Transfereffekte zu erwarten wären. Die Art der Problemstellung, die sich bei der beschriebenen Einsatzweise der CNC-Maschinenführung ergibt, läßt komplexe Teilziel- oder Bereichsplanungsprozesse nicht zu.

5.5.1.2 Analyse der kognitiven Belastungen: Regulationshindernisse

Die Tätigkeit der CNC-Maschinenführung hat die Struktur gleichartiger Aufträge (gemäß RHIA-Manual), denn beim täglich anfallenden Einrichten der Maschine sowie dem Testen und Optimieren der Teileprogramme handelt es sich um vorbereitende Arbeits-

einheiten. die Arbeitsaufgabe ist aufgrund ihrer Variabilität als nicht gleichförmig und demzufolge nicht monoton zu beurteilen.

Die Zeitbindung ist mit Stufe 2 als gering zu bewerten. Durch globale Zeitvorgaben und Maschinenstörungen sind zwar bestimmte Zeitpunkte gesetzt, das Auftragsbündel ist innerhalb einer groben Richtzeit abzuarbeiten, die sich aus den Vorgabezeiten für die einzelnen Teileserien zusammensetzt. Wie beschrieben, bestimmt der Arbeitende jedoch die Reihenfolge der zu fertigenden Lose selbst, wobei er bestrebt ist, die Stillstandszeit der Drehmaschine zu minimieren.

Folgende potentielle Regulationsbehinderungen sind mit der Arbeitsaufgabe verbunden:

- Zwei exafferente informatorische Erschwerungen: einmal sind aufgrund unzureichender Hallenbeleuchtung beziehungsweise aufgrund von Blendung durch Sonnenlichteinfall die Leuchtschriftangaben auf den Bildschirm der CNC-Steuerung etwas schwer erkennbar. Der Arbeitende verringert im Bedarfsfall dementsprechend den Blickabstand und liest die Daten dann mühelos ab. Diese Reaktion dauert pro Arbeitstag nur wenige Sekunden, die potentielle Behinderung wirkt sich praktisch nicht auf das Arbeitshandeln aus (Kategorie 12 im Frageweg C 3 der Belastungsanalyse).

Weiterhin tritt eine informatorische Erschwerung mehrmals wöchentlich dadurch auf, daß die Bearbeitungsunterlagen aus der Arbeitsvorbereitung unklar oder widersprüchlich sind; sie beruhen zum Beispiel auf veralteten Werkzeuglisten. Der Arbeitende klärt in diesem Falle per Telefon die bestehenden Unklarheiten, dieser Handlung kommt der Charakter zusätzlicher Arbeitsschritte durchaus zu, und es liegt demgemäß ein Regulationshindernis vor. Der Zusatzaufwand nimmt jedoch pro Arbeitstag weniger als fünf Minuten in Anspruch (Kodierung "0") und wirkt sich insofern auf den Belastungsindex nicht

aus. Dürfte der Maschinenführer selbst Änderungen in den Werkzeugplänen vornehmen, so ließe sich der zusätzliche Aufwand vermeiden.

- Mehrmals täglich muß der Arbeitende Drehstangen von einer etwa 10 m entfernten Lagerstelle abholen und ohne Transportwagen zur Drehmaschine tragen und einsetzen. Die Drehstangen bestehen aus Schwermetall und sind nur mit erheblichem Kräfteaufwand handhabbar. Diese motorische Erschwerung der Fortbewegung zwingt den Beschäftigten zu riskantem Handeln mit Gefährdung der eigenen Gesundheit: Wirbelsäulenschäden sowie physische Erschöpfung sind zu befürchten. Da kein geeignetes Transportgerät zur Verfügung steht, ist diese Erschwerung als Regulationshindernis zu werten. Es handelt sich zudem um das Gravierendste bei dieser Tätigkeit. Die Gefährdung ist nicht durch Zusatzaufwand kompensierbar.

- Der Bewegungsspielraum zwischen den beiden Drehmaschinen ist relativ eng; durchgehenden oder kooperierenden Kollegen muß ab und zu ausgewichen werden. Diese Unterbrechung durch Personen bewegt sich pro Arbeitstag im Sekundenbereich, wirkt sich praktisch nicht auf das Arbeitshandeln aus (Kategorie 12) und ist nicht als Regulationshindernis zu klassifizieren. Eine Unterbrechung durch Funktionsstörung ergibt sich aus der parallelen Abwicklung zweier Arbeitsaufgaben: Der Arbeitende hat zwei Maschinen zu führen und ist auch für die Analyse auftretender Störungen verantwortlich. Es kommt vor, daß genau dann, wenn er seine Konzentration auf den Einrichtevorgang an der einen Maschinen richtet, eine Störung an der anderen auftritt, der er sich sofort zuwenden muß. Wenn er den unterbrochenen Einrichtevorgang dann wieder aufnehmen will, weiß er nicht mehr genau, an welcher Stelle er sich befand, und muß sich wieder neu eindenken. Besondern hinderlich wirkt sich eine Unterbrechung des Lesens der Bearbeitungsunterlagen und der Programmfunktionskontrolle und -optimierung aus. Dieses Regulationshindernis tritt einmal bis mehrmals pro Woche auf, der durchschnittliche Zusatzaufwand ergibt jedoch

auf den Arbeitstag umgerechnet wiederum weniger als fünf Minuten und wird mit "0" kodiert.

Als grundsätzliche Lösung käme die Integration des Arbeitsplatzes in ein Kooperationsgefüge in Frage: Andere Kollegen könnten dann bei auftretenden Maschinenstörungen einspringen, ohne daß der Arbeitende seine Tätigkeit unterbrechen müßte.

- Hin und wieder fehlen für das Einrichten oder die Teilefertigung benötigte Werkzeuge, da die Werkzeugausgabe diese nicht rechtzeitig zur Verfügung stellt beziehungsweise Kollegen welche ausleihen. Dies schlägt sich deshalb als Regulationshindernis in Form einer Unterbrechung durch Blockierung nieder, weil dem Maschinenführer hierdurch zusätzliche Wege (suchen, neu anfordern) entstehen. Jedoch auch in diesem Falle nimmt der Zeitaufwand durchschnittlich weniger als fünf Minuten pro Arbeitstag in Anspruch.
- Zwei aufgabenunspezifische Regulationsbehinderungen durch Überforderung treten auf: Zehn sich in der Arbeitsumgebung des Arbeitsplatzes befindliche Werkzeugmaschinen verursachen mäßigen Lärm. Der Lärmpegel ist jedoch nicht so stark, daß die Gefahr des Überhörens von Bearbeitungsgeräuschen mit dem Charakter von Warnsignalen drohen würde. Weiterhin steigen von den erhitzten Werkzeugen und Werkstücken Kühl- und Bohrmitteldämpfe auf und schweben als unangenehmer Öldunst über der ganzen Maschinenhalle. In beiden Fällen scheint eine arbeitsmedizinische Analyse jedoch nicht erforderlich.

Ergebnis der RHIA-Belastungsanalyse: Die Berechnung des Belastungsindex ergibt den Wert "0", da alle auftretenden, mit Zusatzaufwand verbundenen Regulationshindernisse mit "0" bewertet wurden. Ein weiteres Regulationshindernis tritt jedoch in Form riskanten Handelns auf: Die Gefahr von Gesundheitsschäden resultiert aus einer motorischen Erschwerung der Fortbewegung.

5.5.1.3 Beschreibung der Kommunikationsanforderungen

Arbeitsbezogene Kommunikation: Diese verläuft zum größten Teil in der Form des direkten Gespräches, manchmal vermittelt über das Telefon. Der Kooperationspartner, mit dem am meisten kommuniziert werden muß, ist der Programmierer aus der Arbeitsvorbereitung. Die Arbeitsteilung zwischen diesem und dem Arbeitenden verläuft horizontal, das heißt sie interagieren auf gleicher formaler Hierarchiestufe. Jeden Morgen wird eine kurze Absprache gehalten über Probleme, die sich ergeben haben und über Besonderheiten, die aufgrund irgendwelcher Änderungen zu berücksichtigen sind. Außerdem ist der Programmierer im allgemeinen bei der Programmoptimierung dabei. Beide geben sich gegenseitig Ratschläge, die zur Verringerung von Reibungsverlusten dienen sollen, welche aus der arbeitsorganisatorischen Trennung von Programmierung und Maschinenführung resultieren. Der Programmierer erwirbt hierbei Kenntnisse über Besonderheiten von Rohmaterial und Werkzeugen usw., die der Arbeitende sich aufgrund langjähriger Berufserfahrung "vor Ort" aneignen konnte. Der Maschinenführer wiederum erhält die Möglichkeit, Probleme der CNC-Programmierung besser zu verstehen, wodurch er sich zu einem bestimmten Teil in die Arbeitsaufgabe des Programmierers eindenken muß. Er kann jenem einerseits gezielte Ratschläge geben, andererseits selbst flexibler bei Einrichteproblemen reagieren (z.B. über die Handeingabefunktion).

Die Kommunikation bezieht sich zum Teil insofern auf die Handlungsphase der Aktionsprogrammbildung, als bestehende Aktionsprogramme (das heißt Bearbeitungsprogramme, Werkzeuglisten) gemeinsam verändert werden. Stärker noch spielen Rückmeldungen und Orientierungsprozesse eine Rolle (Einrichteprobleme, vor allem Programmoptimierung). Die Arbeitszielbildung dagegen ist vorgegeben und kaum Gegenstand der Kooperation - ein Ausdruck der spezifischen Partialisierung.

Schwerpunktmäßig richtet der Programmierer eher Anfragen an den Maschinenführer, dieser wiederum antwortet in Form von

Mitteilungen. Dieser Prozeß verläuft aber auch umgekehrt. Anforderungen spielen keine große Rolle, was auf die formelle Gleichberechtigung beider Akteure hinweist.

Die Kommunikation bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Stufe 2R der Regulationserfordernisse, da bei Bearbeitungsproblemen (vor allem bei neuen Teileprogrammen) eine gemeinsame gedankliche Vergegenwärtigung zu leisten ist.

Gewisse Kommunikationsrestriktionen ergeben sich daraus, daß ein relativ großer Teil der Arbeitsaufgabe Konzentration erfordert. Kommunikation wird dann ausgeprägt notwendig, wenn Probleme die Durchführung der Tätigkeit behindern. Hierbei ist besonders die Zweimaschinenbedienung, die zum Teil zeitversetzt geschieht, zu berücksichtigen. Andererseits sind die Restriktionen nicht so hoch zu veranschlagen, da kooperative Kommunikation institutionalisiert täglich stattfindet.

Ansonsten wird gelegentlich mit einem anderen Maschineneinrichter kooperiert, der gegenseitige Wissensaustausch und die Hilfe bei technischen Problemen verläuft qualitativ ähnlich wie die Kooperation mit dem Programmierer.

Informelle, nicht-arbeitsgebundene Kommunikation: Soziale Kontakte sind nur durch Aufsuchen von Kollegen an anderen Arbeitsplätzen möglich oder durch "Gegenbesuche" von Kollegen, da in unmittelbarer Nähe niemand arbeitet und ein gewisser Grundlärmpegel herrscht. Hinzu kommt, daß ein größerer Teil der Arbeit nur alleine bei ständiger Aufmerksamkeit (siehe oben) leistbar ist. Der Arbeitende hat jedoch zeitliche Spielräume, in denen er mal ein "Schwätzchen" halten kann.

5.5.1.4 Zusammenfassung: Bewertung nach Humankriterien

Es wird nun Bezug genommen auf einige von HACKER's Humankriterien persönlichkeitsförderlicher Arbeitsgestaltung (siehe Ab-

schnitt 4.4), soweit diese in unseren verwendeten Kategorien enthalten sind. Dies soll - soweit möglich - ohne die Berücksichtigung der parallelen Arbeitsaufgabe "SNC-Teilefertigung" geschehen, die gesondert beurteilt wird.

Qualifikation: Ausreichende Aktivität wird durch die Arbeitsaufgabe gefordert, da relativ langdauernde Einrichtevorgänge in verschiedenen Variationen zu planen und durchzuführen sind. Längere Überwachungsphasen, in denen sonst nichts geschieht, treten nicht auf, sofern Maschinenbedienung vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so wechseln sich längere Phasen der Aktivität und Phasen der passiven Überwachung ab. Die Möglichkeit der lernbedingten Erweiterung der Leistungsvoraussetzungen sind beschränkt, da weder Bereichs- noch Teilzielplanungen erforderlich werden. Der geübte Facharbeiter wird relativ wenig Gelegenheit finden, seine Qualifikationen qualitativ oder quantitativ in größerem Ausmaß zu erweitern. So bleibt die Nutzung intellektueller Regulationsanforderungen qualitativ sehr eingeschränkt, auch wenn intellektuelle Regulation auf niedrigem Niveau (vor allem gedankliche Vergegenwärtigung) häufig gefordert wird. Schöpferische Veränderungsmöglichkeiten der Verfahren, die vom Arbeitenden angewendet werden, sind in Form kleinerer Programm- und Werkzeugkorrekturen in relativ geringem Umfang möglich.

Belastung: Die kognitive Belastung durch die Arbeitsaufgabe der CNC-Maschinenführung ist als gering zu bewerten, da sich die auftretenden Regulationshindernisse de facto kaum in Zusatzaufwand niederschlagen. Eine Gesundheitsgefährdung droht allerdings aufgrund von Bedingungen, die riskantes Handeln fördern.

Kooperationsanforderungen (Interaktionsspielraum): Möglichkeiten zu befriedigender sozialer Kooperation sind in "mittlerem" Ausmaß gegeben, da mit der Arbeitsvorbereitung täglich arbeitsbezogen kooperiert werden muß. Verbesserungsvorschläge des Arbeitenden werden aufgegriffen, der Dialog erfolgt nicht

hierarchisch, sondern gleichberechtigt. Nicht-arbeitsbezogene Kommunikation ist aufgrund der betriebsspezifischen Anordnung der Maschinen in der Halle nur eingeschränkt möglich.

5.5.2 Fallstudie: Einrichten und Bedienen einer SNC-Drehmaschine unter Produktionsbedingungen

Auch an der SNC-Maschine legt der Arbeitende die Abarbeitungsreihenfolge der Lose selbst fest, die Auftragsbeschreibungen erhält er vom vorgesetzten Meister. Der Arbeitsauftrag besteht hier wiederum aus einer Abfolge einiger Lose. Ein prinzipieller Unterschied zur Teilefertigung an der CNC-Drehmaschine ist aber darin zu sehen, daß der Bediener die SNC-Drehmaschine selbst werkstattprogrammiert, was Konsequenzen für die Qualifikationsanforderungen hat.

5.5.2.1 Analyse der kognitiven Qualifikationsanforderungen: Regulationserfordernisse

Arbeitseinheit 1: Planung der Losabfolge. Gemäß dem selben Prinzip, wie in der vorangegangenen Analyse der Arbeitsaufgabe an der CNC-Maschine beschrieben, wird die optimale Abarbeitungsreihenfolge der Serien geplant. Diese Planung ist etwas weniger aufwendig, da das Teilespektrum der SNC-Maschine im allgemeinen weniger Bearbeitungsgänge pro Stück erfordert, die günstigste Reihenfolge der benötigten Werkzeuge also leichter ausmachbar ist. Es handelt sich aber auch hier wiederum um Regulationserfordernisse der Handlungsplanung (Stufe 2): Es werden mehrere Alternativen abgewägt, die richtige Anordnung der Lose ist dann prinzipiell in einem Planungsaufwand festlegbar.

Arbeitseinheit 2: Stangenmaterial einsetzen. Es handelt sich um die komplementäre Routinearbeitsseinheit, wie sie für die CNC-Maschine (unter "Maschine rüsten") beschrieben ist.

Arbeitseinheit 3: Programmerstellung. Nun muß das erste Teileprogramm erstellt werden für diejenige Serie, die im Interesse des optimalen Grundeinrichtens zuerst hergestellt werden soll. Anhand eines Vergleiches der Werkzeugpläne ist sie vom Arbeitenden ausfindig gemacht worden. Die Programmerstellung ist für den geübten Facharbeiter mit NC-Programmierkenntnissen unproblematisch. Er geht von den Bearbeitungsunterlagen aus, überlegt sich eine günstige Abfolge der Bearbeitungsschritte und gibt die gewählten Programmadressen über die Tastatur in den Speicher der Steuerung ein. Die Teileprogramme können auf Magnetbandkassette gespeichert werden, da die SNC-Steuerung nicht über Lochstreifen geschieht. Weil die Programme aufgrund der einfachen Werkstückgeometrie nicht umfangreich ausfallen und Werkzeugpläne einschließlich Bearbeitungsskizzen vorliegen, wird die Durchführung dieser Arbeitseinheit auf Stufe 2 (Handlungsplanung) reguliert. Es handelt sich in dieser Fallstudie um einen Fall der Werkstattprogrammierung einfacher und rotationssymmetrischer Teile, bei komplexeren Bearbeitungsgängen, vor allem von prismatischen Werkstücken, liegen die Regulationserfordernisse höher (siehe Abschnitt 6.1.3 dieser Arbeit). Eine solche Programmerstellung geschieht bei jeder neuen Serie eines Arbeitsauftrages.

Arbeitseinheit 4: Einrichten/Werkzeugaustausch. Erst jetzt kann die Werkzeugbestückung vorgenommen werden, sie ist durch das erste Teileprogramm determiniert. Da die SNC-Maschine keinen herausnehmbaren Revolverkopf besitzt, sondern nur herausnehmbare Werkzeugaufnahmen, verläuft das Werkzeugeinsetzen zeitlich weniger aufwendig als an der CNC-Maschine. Bestückung, Nullpunkteinstellung und Werkzeugpositionskontrolle erfordern eine kognitive Regulation auf demselben Niveau, wie es bei der CNC-Bedienung der Fall ist. Für jede neue Serie wird gemäß dem erstellten Programm gegebenenfalls ein Werkzeugaustausch durchgeführt; das heißt, diese Arbeitseinheit wiederholt sich mehrmals pro Auftrag.

Arbeitseinheit 5: Programmstart und -kontrolle. Der Arbeitende startet das Programm und stoppt es, nachdem das erste Teil

der Serie fertiggestellt ist. Er vermisst dieses und läßt das Programm durchlaufen, sofern das Ergebnis korrekt ausfällt. Bei Abweichungen werden die Programmfunktionen überprüft und korrigiert. Diese Arbeitseinheit erfordert maximal eine gedankliche Vergegenwärtigung (Stufe 2R).

Arbeitseinheit 6: Fehlersuche bei Störungen. Eine Fehlerquellenliste existiert für die SNC-Drehmaschine nicht, der Suchvorgang verläuft aber ähnlich, wie in der Arbeit an der CNC-Maschine. Der Arbeitende ruft sich aus seinem Gedächtnis die verschiedenen möglichen Ursachen ab und prüft sequentiell nach, welche vorliegt (Stufe 2R).

VERA-Einstufung der Arbeitsaufgabe "Teilefertigung mit der SNC-Drehmaschine": Die beschriebene SNC-Teilefertigung enthält Regulationserfordernisse der Stufe 3 (Ebene der Teilzielplanung).

Teilarbeitstätigkeiten sind einmal die Planung der Abarbeitungsreihenfolge mit dem Teilziel einer optimalen Losabfolge in bezug auf die Minimierung der Stillstandszeiten. Zum anderen besitzt der Programmiervorgang den Charakter einer Teilarbeitstätigkeit, mit dem jeweiligen Teilziel eines neuen Bearbeitungsprogrammes. Dies entspricht der unmittelbaren Bestimmung des Bearbeitungsablaufs an konventionellen Drehmaschinen. Die Reihenfolge all dieser Teilziele wird vom Arbeitenden selbst geplant und gegebenenfalls im Verlaufe eines Auftrages korrigiert. Ebenso plant er die Realisierung jedes einzelnen Teilzieles: Nach und nach entwirft er jeweils ein Programm (Planungsphase), richtet die Maschine ihm gemäß ein und ruft das Programm ab (Handlungsausführungsphasen). Die Werkstattprogrammierung ermöglicht dem Arbeitenden planende Strategien in beschränktem Umfang, wie hierbei deutlich wird. Er ist in der Lage, vorausschauend eine günstige Strukturierung seiner Arbeitsaufträge zu entwickeln und kann auftretenden außerplanmäßigen Vorkommnissen in bestimmtem Ausmaß durch Umstellungen begegnen. Die Ebene 3 erfordert pro Arbeitsauf-

trag gedankliches Kombinationsvermögen, Alternativenabwägung und Vergewärtigung in breitem Umfang.

5.5.2.2 Analyse der kognitiven Belastungen: Regulationshindernisse

In bezug auf die Zeitbindung weist die Arbeitsaufgabe "SNC-Maschinenführung" die gleichen Anforderungen wie die CNC-Maschinenführung auf und ist deshalb der Stufe 2 zuzuordnen.

Die beschriebene Arbeitsaufgabe ist die eine Komponente einer Mehrmaschinenbedienung. Bei ihr tritt daher ein Teil der potentiellen beziehungsweise tatsächlichen Regulationsbehinderungen auf, die schon für die CNC-Belastungsanalyse beschrieben wurden, nämlich: die informatorische Erschwerung durch unzureichende Beleuchtung, die Gesundheitsgefährdung aufgrund der motorischen Erschwerung beim Drehstangentransport; ebenso die Unterbrechungen durch andere Personen, Maschinenausfälle beziehungsweise fehlende Werkzeuge. Auch bei den unspezifischen Behinderungen aufgrund von Umgebungsbelastungen handelt es sich um dieselben. Eine informatorische Erschwerung in Form unklarer Angaben auf Arbeitsanweisungsbögen ist ausgeschlossen, da der Maschinenführer die Teileprogramme selbst erstellt.

5.5.2.3 Beschreibung der Kommunikationsanforderungen

Die Tätigkeit des SNC-Drehmaschinenbedienens ist aufgrund der eingeschlossenen Werkstattprogrammierung weitaus ärmer an arbeitsbezogener Kommunikation als das CNC-Drehmaschinenbedienen. Da die Programme der letzteren zentral erstellt werden, erfordert sie eine recht enge Kooperation zwischen Arbeitsvorbereiter und Bediener. Diese entfällt jedoch bei der Werkstattprogrammierung in der vorliegenden Fallstudie, da das Programmieren und Bedienen von ein und derselben Person ausgeführt wird. Dies muß als ein Grundproblem bei der Aufgabenintegration auf-

gefaßt werden, denn mit arbeitsplatzübergreifenden Maßnahmen (z.B. gemeinsamer Disposition) gegenzusteuern ist.

In geringem Umfang findet eine aufgabenbezogene Kooperation mit einem anderen Maschineneinrichter statt, welche bereits bei der CNC-Fertigung angesprochen wurde. Die zu bearbeitenden Serien werden hier en bloc von einem Meister vergeben, mit diesem sind jedoch kaum inhaltliche Abstimmungen notwendig, da dem SNC-Bediener eine selbständige Auftragsdurchführung zugestanden wird.

Die Kommunikationsrestriktionen, die sich aus der beobachteten Einsatzform der SNC-Teilefertigung ergeben, sind stark, da die Tätigkeit einerseits viel Konzentration notwendig macht und andererseits relativ "ganzheitlich" vom Arbeitenden durchgeführt wird, ohne daß es großer Absprachen bedarf. Auch nichtaufgabengebundene Kommunikation ist stark eingeschränkt, da es sich beim CNC-/SNC-Drehmaschinenbedienen insgesamt um einen Einzelarbeitsplatz handelt, der von den anderen in der Maschinenhalle so weit entfernt ist, daß ein direktes Gespräch mit an Nebenarbeitsplätzen beschäftigten Kollegen nicht möglich ist, sondern nur hin und wieder durch gegenseitiges Aufsuchen realisierbar wird.

5.5.2.4 Zusammenfassung: Bewertung nach Humankriterien

Qualifikation: Ausreichende Aktivität in der SNC-Teilefertigung ist bei Zwei-Maschinen-Bedienung gegeben. Auch bei Ein-Maschinen-Bedienung fänden sich aufgrund der großen Tätigkeitsbreite (Programmieren, Einrichten, Beschicken, Optimieren) ausgeprägte Aktivphasen, die mit Beobachtungsphasen wechseln.

Die Nutzung intellektueller Regulationsanforderungen erreicht - gemäß dem handlungstheoretischen Modell - ein "mittleres" Niveau: Der Produktionsverlauf erfordert relativ komplexe Pla-

nungen, viele Faktoren müssen antizipativ berücksichtigt werden. Es finden sich also planerische Strategien, die fast täglich eingesetzt werden müssen. Bestimmte Freiheitsgrade für eine schöpferische Veränderung der Vorgehensweisen bestehen insofern, als der Arbeitende Programmierung und Einrichtung selbst aufeinander abstimmen kann. Die lernbedingte Erweiterung von Leistungsvoraussetzungen ist nicht zu hoch zu veranschlagen, da die Programmierung der SNC-Steuerung relativ einfach zu bewerkstelligen ist. Sie verläuft immer nach den gleichen Prinzipien, auch wenn sich die zu produzierenden Teiletypen immer wieder ändern. Neue Bereiche können nicht erschlossen werden.

Belastung: Im Vergleich zur CNC-Maschinenbedienung treten keine weiteren Regulationsbehinderungen auf. Die kognitive Belastung ist also bei der SNC-Maschinenführung ebenfalls gering.

Kooperationsanforderungen: Die Möglichkeiten zu befriedigender sozialer arbeitsbezogener und nichtarbeitsbezogener Kooperation sind recht gering, was zum Teil der betriebsspezifischen Maschinenanordnung geschuldet ist.

5.5.2.5 Zur Generalisierungsproblematik der NC-Fallstudien

Die empirisch vorgefundenen Arbeitsaufgaben des CNC-/SNC-Drehmaschineneinrichters sind das Ergebnis einer spezifischen Konstellation von interdependenten technologischen, betriebswirtschaftlichen und arbeitsorganisatorischen Faktoren wie: Betriebsgröße, NC-Steuerungsvariante, Durchschnittslosgröße, Teilespektrum, Durchschnittsbearbeitungszeit, Art und Grad der Arbeitsteilung. Die untersuchten Arbeitsaufgaben sind Ausdruck folgender Bedingungskonstellation: knapp mittlere Betriebsgröße, geringe Anzahl von computergesteuerten Werkzeugmaschinen, Handeingabeprogrammierung (direkt über Speicher an der SNC-Maschine, per Lochstreifen und über Korrekturspeicher der CNC-Maschine), Kleinserienfertigung für eigene Montageab-

teilung, häufig wechselnde rotationssymmetrische Teiletypen, kurze Bearbeitungszeit pro Teil (etwa zwei Minuten), relativ geringe Arbeitsteilung der NC-Teilefertigung.

Auch unsere Untersuchung ergibt (in Entsprechung etwa zu SORGE u.a. 1982), daß unter solchen Bedingungen die Möglichkeiten, computergesteuerte Werkzeugmaschinen in der Werkstatt zu programmieren, besonders günstig sind. Überraschend ist hier allerdings, daß gerade die NC- und nicht die CNC-Maschine mit Handeingabemöglichkeit vor Ort programmiert wird. Auch hier offenbart sich die relative Unabhängigkeit der Arbeits- von den technologischen Bedingungen. So kann zum Beispiel auch ein Programmiergerät in der Werkstatt aufgestellt werden und es sind inzwischen zahlreiche Verfahren der maschinellen Programmierung entwickelt worden, die den Programmiervorgang in der Werkstatt vereinfachen.

Besteht jedoch, wie in unserem Fall eine zentrale Programmierabteilung, so setzt sich auch aus angeblich betriebswirtschaftlichen Gründen in den meisten Fällen eine rigide Arbeitsteilung zwischen Programmierung und dem Einrichtevorgang (inklusive Programoptimierung) durch, da die zusätzliche Anschaffung eines Programmiergerätes unökonomisch erscheint. Dem wäre natürlich einerseits "präventiv" durch den Aufbau einer werkstatt-integrierten Programmierabteilung zu begegnen, andererseits "ex post facto" durch Job-Rotation zwischen Programmierern und Maschinenbedienern. Denn bei den Programmierern handelt es sich in vielen Fällen um ehemalige Facharbeiter mit Zusatzausbildung, das Erlernen der Teileprogrammierung enthält keine besonderen Schwierigkeiten im Vergleich zu anderen, "traditionellen" Facharbeiterqualifikationen.

Gerade das Beispiel des SNC-Drehmaschinenbedienens zeigt - ohne Anspruch auf Repräsentativität -, daß die von vielen Automationsstudien nachgewiesene Polarisierung zwischen Programmierung und Bedienung prinzipiell nicht "naturwüchsig" technologisch bedingt ist, sondern arbeitsorganisatorisch und betriebs-

strategisch. Dies belegt, daß ein niedrig arbeitsteiliger, qualifizierender und kostengünstiger Einsatz von NC-Maschinen prinzipiell möglich ist.

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit die beiden Einsatzformen der NC-Drehmaschinen unserer Fallstudie verbreitet sind. Hierzu eignet sich ihre Zuordnung zu den typischen Einsatzformen von NC-Maschinen, die REMMP u.a. (1981, S. 5) in ihrer Repräsentativstudie angeben:

Der Einsatz der SNC-Maschine entspricht der Einsatzform V, nach der 14 Prozent aller NC-Maschinen betrieben werden. Der Einsatz der CNC-Maschine fällt unter die Einsatzform II, die sich bei 40 Prozent aller NC-Maschinen wiederfindet. Insofern gewinnt unsere Studie exemplarischen Charakter: Die beiden in unserer Studie aufgefundenen globalen Einsatzformen finden sich bei über der Hälfte aller betriebenen NC-Maschinen wieder.

5.5.3 Psychologische Analyse der Tätigkeiten an einem flexiblen Fertigungssystem in der Erprobungsphase

5.5.3.1 Zum Verhältnis von Anlaufphase und Normallaufphase

Aus Ergebnissen der Automationsforschung läßt sich schließen, daß die Arbeitstätigkeiten in der Anlaufphase einer automatisierten Fertigungsanlage qualitativ umfangreicher sind als nach deren Abschluß in der Phase des Normallaufs, in der die mannigfachen Anlaufschwierigkeiten und Störungen beseitigt sind. Diese Tendenz findet sich jedoch nicht in allen Untersuchungen wieder; zum Beispiel die Studie des SOFI Göttingen (MICKLER u.a. 1976) von 1976 entdeckte einen umgekehrten Trend. Gegenstand unserer Arbeitsanalyse war eine Duplex-Fertigungszelle in der Anlaufphase. Die Anlage war vollständig installiert und ausgestattet und wurde zum Zeitpunkt unserer Untersuchung optimiert, das heißt vor allem Softwareprobleme waren zu lösen.

Da wir Gelegenheit fanden, ausführliche Expertengespräche (mit Konstrukteuren, Abteilungsleitern, Programmierern und Bedienern) daraufhin zu analysieren, werden wir nach der Erörterung der Anlaufphase prospektiv darstellen, wie sich die Arbeitsaufgaben an der Duplexzelle entsprechend der Intention der Hersteller und Anwender verändern werden. Wir können somit auf flexible Fertigungszellen bezogen die These der Reduktion der Qualifikationsanforderungen nach Abschluß der Anlaufphase überprüfen.

Die Aufgabenstruktur der Arbeit im gegenwärtigen Ein-Schicht-Betrieb an der Anlage umfaßt neben der Tätigkeit der zwei Bediener auch noch die Instandhaltung und die Programmierung sowohl der Teileprogramme als auch des Handhabungsgerätes. Die Instandhaltung wird von einem Vorarbeiter ausgeführt; die Erstellung der Teileprogramme beziehungsweise die Programmierung der Maschinenrechner leistet zur Zeit ein betriebsinterner Programmierer, während die Programmierung des Handhabungsgerätes beziehungsweise des Organisationsrechners einem externen Informatiker anvertraut ist. Letztere Programmierertätigkeit wird unter Produktionsbedingungen nicht mehr erforderlich sein, da die Software dann zum "Betriebssystem" der Anlage gehören wird.

Die Art der Arbeitsorganisation an der Zelle zeigt eine deutliche Arbeitsteilung, die Tätigkeitsbereiche sind fest abgegrenzt und Kompetenzübertretungen untersagt. Programmierer und Vorarbeiter arbeiten jedoch nur während eines Teils ihrer Arbeitszeit unmittelbar für die Anlage. Deshalb beschränkt sich unsere Analyse auf die Regulationserfordernisse und -hindernisse der Maschinenbediener, so wie sie aus der gewählten Arbeitsorganisation resultieren. Wir konzentrieren uns hierbei auf die Hauptarbeitsaufgabe der Bediener, nämlich die Anlagenbedienung (Maschinenteilefertigung), die durchschnittlich etwa 95 Prozent der täglichen Arbeitszeit in Anspruch nimmt.

5.5.3.2 Analyse kognitiver Qualifikationsanforderungen: Regulationserfordernisse

Ein typischer Arbeitsauftrag der Teilefertigung beginnt mit dem Empfang der Rohteile, der Auftragsbeschreibung und der CAD-Skizze der Aufspannvorrichtung. Er endet mit der Bereitstellung der Fertigteile zum Abtransport. Um einen genauen Einblick in die Analyse der Regulationserfordernisse zu ermöglichen, sollen die Arbeitseinheiten ausführlich beschrieben und eingeordnet werden (vgl. Abbildung 17 ff.).

Es handelt sich bei der Anlagenbedienung um eine Zwischenform der Teilefertigung und der Prozeßüberwachung, da gegenwärtig bis zu vier Rohteile auf einen Werkstückträger (Palette) gespannt werden und diese von den zwei integrierten Bearbeitungszentren unabhängig bearbeitet werden. In der Zwischenzeit geben die Bediener laufend neue Rohteile, aufgespannt auf den gerüsteten Paletten, ein. Außerdem werden bei Bedarf von ihnen verschlissene Werkzeuge ausgetauscht.

Die Bearbeitungszyklen verlaufen also nicht streng sequentiell, sondern überlappen einander. Viele Arbeitseinheiten wiederholen sich und variieren in der Reihenfolge, je nach den Erfordernissen des Bearbeitungsprozesses.

Arbeitseinheit 1

Die Reihenfolge der zu bearbeitenden Aufträge wird vom Bediener festgelegt, zumeist zu Beginn des Arbeitstages. Abänderungen sind jederzeit möglich, etwa wenn ein dringender Auftrag dazwischen geschoben werden muß. Die gewünschte Reihenfolge wird dem Organisationsrechner über das Terminal mitgeteilt und so abgerufen. Dies geschieht im rechnergesteuerten Dialog in Menutechnik.

Diese Arbeitseinheit erfordert Planungs- und Entscheidungskompetenzen vom Arbeitenden, da mehrere Alternativen der Auftragsreihenfolge hinsichtlich des terminlichen Spielraumes, der sich aus der Arbeitsauftragsbeschreibung ergibt, gegeneinander abgewogen werden müssen. Außerdem schafft sich der Bediener durch geschickte Anordnung der Auftragsreihenfolge zeitliche Spielräume, die er für andere Arbeitseinheiten nutzt (vor allem Werkstückträger umrüsten). Innerhalb dieser Einheit bestehen demgemäß Regulationserfordernisse der Stufe 2 (Handlungsplanung), da die Zielplanung bei mehreren Alternativen nur mit Zwischenschritten erfolgen kann.

Arbeitseinheit 2

Die CAD-Skizze der Aufspannsituation wird gelesen, ihr gemäß wird der Werkstückträger mit Spannelementen gerüstet. Diese Spannelemente entstammen einem Baukastensatz, der wenige Grundelemente enthält, welche in unterschiedlichen Variationen kombiniert werden müssen. Dies benötigt durchschnittlich pro Palette mit zwei bis vier Werkstückaufnahmen 15-20 Minuten.

Eine eigene Planung ist nicht erforderlich, jedoch eine gedankliche Vergegenwärtigung im Sinne eines Verstehens des Montageprinzips. Dies erfordert also Regulationserfordernisse der restringierten Stufe 2. In der Anlaufphase der Duplex-Fertigungszelle tritt die Arbeitseinheit selten auf: Hier wird nicht für den Markt produziert, sondern in erster Linie für die Erprobung des Systems und für Kundenvorfürhungen.

Die Anzahl der Teileprogramme wurde in der Anlaufphase auf etwa 20 beschränkt, gleichzeitig besteht Auftragsknappheit. Oft wird die Bearbeitung deshalb nur simuliert, das heißt, es werden aufgespannte Fertigteile in die Anlage eingegeben, die Bearbeitungsgänge werden also nur nachgezeichnet.

Als Konsequenz tritt die Arbeitseinheit "Werkstückträgergerüsten" zu Beginn der Anlaufphase also häufiger auf, bis ein gewisses Sortiment der den Teileprogrammen entsprechenden Aufspannkonstruktionen vorrätig ist. Danach muß nur noch selten gerüstet werden, etwa wenn doch einmal ein anderer Teiletyp - aus welchen Gründen auch immer - hergestellt werden soll. Dies kommt etwa einmal im Monat vor. So kann dann auch einmal das Abrüsten und neu Aufrüsten einer Palette erforderlich sein (Stufe 2R).

Arbeitseinheit 3

Die Rohteile werden auf die Vorrichtung gespannt, eine einfache und schnell zu erledigende Routinearbeitstätigkeit, die auch in der Anlaufphase täglich mehrmals auftritt. Es muß lediglich auf eine präzise Positionierung geachtet werden (Stufe 1R).

Arbeitseinheit 4

Mit Hilfe der Werkstückschwenkstation, einer Drehscheibe, werden die auf die Paletten aufgespannten Werkstücke in das System eingegeben. Das Handhabungsgerät nimmt sie sodann auf zur Lagerung beziehungsweise Bearbeitung. Dies hat den Charakter einer einfachen Routinetätigkeit auf der restringierten Stufe der Handlungsausführung (Stufe 1R).

Arbeitseinheit 5

Verschlissene Werkzeuge müssen vom Bediener registriert werden (Berufsroutine) und über das Terminal mit dem Handhabungsgerät zum Ausgabefach beordert werden, wo sie entnommen werden. Hierfür werden Ersatzwerkzeuge über das Eingabefach eingegeben. Zuvor müssen ihre Abmessungen jedoch am Werkzeugvor-

einstellgerät registriert und dem Zellenrechner übermittelt werden. Dies geschieht im rechnergesteuerten Dialog, dessen Regulationserfordernisse auf der Ebene 1 der Handlungsausführung liegen (Stufe 1).

Dem Bediener ist allerdings auch teilweise die Werkzeugbereitstellung zugeordnet. Dazu gehört unter anderem die Vorratshaltung und der Wechsel von Wendeplatten an Fräswerkzeugen. Die Zusammensetzung komplizierter Werkzeuge hingegen obliegt weiterhin vorwiegend der Werkzeugvoreinstellung, der Bediener vermißt sie lediglich am Einstellgerät. Insgesamt ist die Abfolge der Arbeitsschritte hier eindeutig (Stufe 2R).

Arbeitseinheit 6

Gefertigte Werkstücke werden auf den Paletten durch das Handhabungsgerät zur Ausgabe in die Werkstückschwenkstation gegeben. Per Knopfdruck gelangen sie aus dem System heraus, die Teile werden abgespannt und mit einer Schieblehre oder ähnlichen Meßwerkzeugen vom Bediener kontrolliert. Auch dies wieder eine Routinetätigkeit (Stufe 1).

Arbeitseinheit 7

Falls die Maßtoleranzgrenze überschritten ist, erforscht der Bediener die Ursache hierfür. Sie kann in abgenutztem Werkzeug, einer falschen beziehungsweise ungünstigen Aufspannsituation oder einer Zellenstörung bestehen. Ist die Fehlerursache erkannt, wird das Werkstück - sofern möglich - zur Nachbearbeitung nochmals eingegeben. Da es sich um Präzisionsmessungen handelt, ist meistens eine gedankliche Vergegenwärtigung notwendig (Stufe 2R).

Arbeitseinheit 8

In der Erprobungsphase ist eine Systemüberwachung während der gesamten Arbeitszeit wichtig, da unvorhersehbare Störungen auftreten können und gegebenenfalls schnell eingegriffen werden muß; zum Beispiel durch Betätigung des Notschalters, um größere Schäden zu verhindern. Oft ist auch ein Dialog über das Terminal notwendig, wenn Störungsmeldungen erscheinen oder der Zustand der Anlage überprüft werden soll. So wird zum Beispiel abgefragt, welche Werkzeuge im System sind und auf welchen Pufferplätzen sich welche Werkstücktypen befinden. Diese Angaben werden dann mit dem Ausdruck des Organisationsrechners verglichen, es können nicht registrierte oder falsch eingegebene Werkzeuge herausgefunden werden.

Der Dialog am Terminal mutet kompliziert an, prinzipiell verläuft er aber rechnergesteuert in Menuetechnik. Dem Bediener stehen verschiedene Hierarchien von Listen und Querverweisen zur Verfügung; über einfache Tastenbetätigung (oft nur ein Symbol oder eine Zahl) fordert er die gewünschte Anzeige an. Der Vorgang verläuft im Prinzip wie die Benutzung eines Nachschlagewerkes. Programmierkenntnisse sind hierzu nicht erforderlich. Wiederum stellen sich Regulationserfordernisse der Stufe der Handlungsausführung, Routinevergleiche werden durchgeführt (Stufe 1).

Freilich sind über das Terminal auch Programmiereingriffe in das System möglich, im Sinne eines benutzergesteuerten Dialoges. Dies ist den Bedienern jedoch untersagt und würde auch ein Gesamtverständnis für die Funktionsabläufe der Duplex-Fertigungszelle voraussetzen.

Die Arbeitseinheiten 3, 4, 5, 6 und 8 treten mehrmals täglich auf.

VERA-Einstufung der Hauptarbeitsaufgabe Teilefertigung

Es ergibt sich eine Zuordnung ihrer Regulationserfordernisse zur Stufe 2 der Handlungsplanung. Diese begründet sich aus dem Auftreten einer Planungsphase, die mit einer Entscheidung verbunden ist: der Steuerung der Auftragsbearbeitungsreihenfolge. Es wird im Prinzip einmal pro Arbeitstag eine Gesamtplanung gemacht, kleine Abänderungen im Gesamtplan sind möglich. Ausgesprochene Teilzielplanungen treten nicht auf, nur gedankliche Vergegenwärtigungen werden hin und wieder notwendig.

Die Regulationserfordernisse, die die Arbeitsorganisation der Anlagenbedienung zulässt, können also auf der 2. Ebene des 5-Ebenen-Modells verortet werden. Das heißt: Es besteht zwar ein gewisser Entscheidungsspielraum für den Bediener, Qualifikationsanforderungen im Sinne von Planungs- und Entscheidungsmöglichkeiten sind vorhanden. Sie sind aber sowohl vom Umfang ihres Auftretens, also auch von ihrer qualitativen Ausprägung her relativ bescheiden und vom Gesichtspunkt der an Humankriterien orientierten Arbeitsgestaltung eher zu gering. Sie entsprechen etwa dem Anforderungsniveau einfacher NC-Maschinenbedienung. Wünschenswert wäre daher eine Anhebung der Regulationserfordernisse, wie sie in unseren Gestaltungsvorschlägen dargestellt und diskutiert werden wird.

5.5.3.3 Analyse der kognitiven Belastungen: Regulationshindernisse

Die Tätigkeit der FFS-Bediener ist im Sinne des RHIA-Verfahrens als Maschinensteuerung zu bezeichnen. Es handelt sich nicht um Anlagenüberwachung oder -steuerung; da die Bediener-eingriffe nicht von einem räumlich abgrenzten Schaltpult aus erfolgen und zusätzlich in beträchtlichem Umfange manuelle Werkstückhandhabung notwendig ist. Trotzdem weist die Tätigkeit einige Analogien zur kontinuierlichen Anlagenüberwachung

auf, denn die Beschickung des Systems ist von der Bearbeitung der Werkstücke "entkoppelt". Wie schon beschrieben, existiert ein umfangreicher Palettenspeicher, weiterhin fertigen zwei BAZ parallel.

Für die Bediener ergibt sich eine (gleichartige) Auftragsstruktur, da mehrere Werkstückträger vorbereitet und ins System eingegeben werden müssen. Bei diesem Rüstvorgang handelt es sich um vorbereitete Arbeitseinheiten. Gegen Ende der Erprobungsphase verringert sich die Häufigkeit zwar beträchtlich, zum Zeitpunkt der Beobachtung war das Kriterium der 30-minütigen Dauer vorbereitender Arbeitseinheiten jedoch erfüllt. Als Auftrag im Sinne des RHIA-Verfahrens wird die einzelne Teileserie gefaßt. Den Arbeitenden wird zugestanden, daß sie die Auftragsreihenfolge hinsichtlich der Schaffung von zeitliche Spielräumen (mit Beachtung innerbetrieblicher "Liefertermine") selbst bestimmen. Die Zeitbindung ist demgemäß relativ gering, es liegt Stufe 2 vor.

Während der Erprobungsphase konnten folgende potentielle Behinderungen identifiziert werden:

- Eine mögliche informatorische Erschwerung könnte sich daraus ergeben, daß die Anzeigen der Anlage auf eine Raumtemperatur von 20° C geeicht sind. Die tatsächliche Temperatur im Umfeld des FFS beträgt jedoch 24° C, die wiedergegebenen Werte des Anlagenzustandes entsprechen demgemäß nicht ganz exakt den tatsächlichen Werten. Dies hat jedoch hierbei keine negativen Konsequenzen für die Quantität oder Qualität der Fertigung (Kategorie 12 Frageweg) und wirkt sich auch nicht als unspezifische Regulationsbehinderung (in Form von Hitze) aus.

Eine reale informatorische Erschwerung resultiert jedoch aus Unklarheiten in den Arbeitsanweisungen. In der Abteilung Arbeitsvorbereitung werden CAD-Aufspannskizzen erstellt, auf denen die genaue Aufspannkonstruktion (Rüsten der Werkstückträger mit Spannelementen) abgebildet ist. Manchmal treten in diesen Aufspannskizzen Unstimmigkeiten auf, zum Beispiel

zu großzügig bemessene Toleranzen. Hieraus entsteht die Gefahr des Auseinanderreißen der Aufspannkonstruktion während der Bearbeitung. Wenn sich der geübte Bediener die CAD-Zeichnung vergegenwärtigt, erkennt er dieses Problem im allgemeinen sofort und beseitigt es, indem er stillschweigend eine minimale Konstruktionsveränderung vornimmt, die sich zum Beispiel auf das Einsetzen einer anderen Schraube oder Unterlagscheibe beschränkt. Insofern sind zusätzliche Arbeitsschritte zu leisten und es liegt ein Regulationshindernis vor. Diskrepanzen der beschriebenen Art treten jedoch seltener als einmal wöchentlich auf, deshalb ist der durchschnittliche Zusatzaufwand auf den Arbeitstag umgerechnet minimal (weniger als eine Minute), er wird mit "0" kodiert.

Als Lösung infrage käme die Beteiligung der Bediener bei der Konstruktion beziehungsweise bei der Festlegung der Aufspannskizzen. Dies würde natürlich umfangreiche arbeitsorganisatorische Maßnahmen beinhalten. Es sollte jedoch hierbei nicht vergessen werden, daß Metallfacharbeiter an konventionellen und CNC-Fräsmaschinen bei entsprechender Berufserfahrung in der Lage sind, ihre Aufspannvorrichtungen selbst zu entwerfen. Werkstattgerechte CAD/CAM-Systeme sind inzwischen auf dem Markt, sie erleichtern eine Lösung der vorgeschlagenen Weise erheblich.

- In manchen Teileprogrammen sind Zerspannungsgeschwindigkeiten festgelegt, die für bestimmte Bohr- und Fräswerkzeuge zu hoch sind. Dies könnte einen Verlust der Maßhaltigkeit oder gar eine Beschädigung des Werkstückes nach sich ziehen. Die Anlagenbediener drosseln daher die Bearbeitungsgeschwindigkeit jedes Programmes, für das solche Werkzeuge benötigt werden, mittels eines einfachen Drehschalters. Diese motorische Erschwerung der Bedienung tritt zwar täglich auf, der abgeforderte Zusatzaufwand ist jedoch wiederum vernachlässigbar und mit dem Wert "0" zu veranschlagen.

Der RHIA-Belastungsindex ergibt ebenfalls den Wert "0", da der Zusatzaufwand, der während der FFS-Bedienung anfällt,

nur minimal ausgeprägt und deshalb mit "0" zu kodieren ist. Weder Regulationshindernisse noch sonstige Regulationsbehinderungen sind auffindbar.

5.5.3.4 Beschreibung der Kommunikationsanforderungen

Die arbeitsbezogene Kommunikation der Anlagenbediener untereinander sowie mit anderen Kommunikationspartnern verläuft in Form des direkten Gesprächs. Die sich aus der Arbeit ergebenden Notwendigkeiten zu kommunizieren treten zeitlich vielleicht während eines Drittels der täglichen Arbeitszeit auf.

Der Hauptkommunikationspartner ist jeweils der andere Bediener. Mit ihm findet ein gleichberechtigter Dialog statt, der sowohl Mitteilungen, Aufforderungen als auch Anfragen beinhaltet. Inhaltlich bezieht sich die Kommunikation schwerpunktmäßig auf die Kontrolle des Zustandes der Anlage, Fehlermeldung und -suche, allgemein auf mitgeteilte Wahrnehmungen und in beschränktem Umfang auf gemeinsame Auftragsreihenfolgeplanung.

Die Handlungsphasen der Orientierung und der Rückmeldung bestimmen also die kommunikativen Akte, die Notwendigkeit der Verständigung über Ziel- oder Aktionsprogrammgebung ist geringer ausgeprägt. Die arbeitsgebundene Kommunikation bezieht sich auf "Teilaufgaben", deren Ausführung Regulationserfordernisse der Ebene 2 der Handlungsplanung voraussetzt (Auftragsreihenfolge). Die Ebene der Teilzielplanung wird nicht erreicht, da diese in den Kompetenzbereich des Instandhalters fällt. In geringem Umfang sind Gespräche mit diesem und mit den Programmierern notwendig, diese Kommunikationspartner stehen in der Hierarchie über dem Bediener. Die Kommunikation verläuft nicht gleichberechtigt, sondern in Form eines Austausches von Aufforderungen und Anfragen von seiten des Instandhalters und der Programmierer und Mitteilungen (Berichterstattung) von seiten der Bediener. Beobachtungen (Orientie-

rungen und Rückmeldungen) der Bediener bestimmen also deren Äußerungen, kooperativ Teilzielplanung wird auch hier nicht unternommen.

Möglichkeiten für nicht arbeitsbezogene Kommunikation bestehen während mehr als der Hälfte der täglichen Arbeitszeit, da der zeitlich überwiegende Teil der Arbeitseinheiten psychisch automatisiert bewältigt werden kann, der Arbeitsort gemeinsam ist und größere Störungsbeseitigungen vom Vorarbeiter durchgeführt werden.

5.5.3.5 Zusammenfassung: Bewertung nach Humankriterien

Qualifikation:

Da ein relativ großer Zeitanteil der Arbeitsaufgaben der beiden Bediener mit der passiven Überwachung der Anlage zugebracht werden muß, ist deren Aktivität im Sinne von planerischer und eingreifender Tätigkeit keinesfalls als ausreichend zu werten. Möglichkeiten zur lernbedingten Erweiterung der Leistungsvoraussetzungen sind zu Beginn der Anlaufphase gegeben, sie nehmen im Laufe der Erprobungsphase aufgrund der hohen Routinisierungsmöglichkeiten der Tätigkeit jedoch stark ab. Eine gewisse Nutzungsmöglichkeit intellektueller Regulationsanforderungen besteht, da die Anlage optimiert werden soll und ein antizipatives Verfolgen des Produktionsablaufs - soweit möglich - erwünscht ist. Diese Anforderungen überschreiten die Ebene der einfachen Handlungsplanung jedoch nicht und bestehen meistens in Form von Vergegenwärtigungsleistungen. Aufgrund des hohen Automationsniveaus und der zentralen Programmierung und Instandhaltung der Anlage sind den Bedienern nur wenig Ansatzpunkte für schöpferische Veränderungsmöglichkeiten der Arbeitsverfahren gegeben.

Belastung:

Kognitive Belastungen der Bediener-Arbeitsaufgaben im Sinne von Regulationshindernissen am FFS konnten nicht identifiziert

werden; die Situation der Bediener hinsichtlich dieser Dimension menschlicher Arbeit erscheint günstig.

Kommunikationsanforderungen:

Der Interaktionsspielraum der Bedienertätigkeit in der Anlaufphase ist quantitativ breit ausgeprägt, mit dem Schwergewicht auf seiten der nicht arbeitsbezogenen Kommunikation; Isolation ist nicht zu befürchten. Die qualitative Ausprägung der Kommunikationsanforderungen dagegen ist eher mäßig, sie ergibt einen Bezug der arbeitsbezogenen Kommunikation zur Ebene der einfachen Handlungsplanung.

5.5.4 Prospektive Analyse der Tätigkeiten an der Duplex-Fertigungszelle unter Produktionsbedingungen: Projektierung der Arbeitsgestaltung aus der Sicht des Managements

An unseren Arbeitsanalyseinstrumenten ausgerichtete Expertengespräche (mit Ingenieuren, Betriebswirtschaftlern, Informatikern), Literaturanalysen und Bedienerinterviews erlauben eine Projektion der Arbeitsaufgaben an der Duplex-Fertigungszelle unter Produktionsbedingungen. Es soll in diesem Abschnitt also abgeschätzt werden, wie die Bedienertätigkeit aussehen wird, wenn die technischen und organisatorischen Anlaufprobleme gelöst sind und unter Konkurrenzbedingungen produziert wird. Freilich ist eine solche Analyse mit gewissen unvermeidbaren Unsicherheitsfaktoren behaftet: LUTZ (1982) verdeutlicht, daß die konkreten Arbeitsbedingungen aus einem Geflecht von fertigungspolitischen, betriebswirtschaftlichen und betriebsstrukturellen Anforderungen resultieren. Diese bilden in begrenztem Umfang Einflußgrößen, die auf die zu realisierende Arbeitsteilung an der Anlage einwirken. Pole solcher Anforderungen an die Produktion sind eine maximale Auslastung der Produktionsmittel bei minimaler Durchlaufzeit einerseits, eine hohe Flexibilität und Qualität des Teilespektrums andererseits.

5.5.4.1 Aufgabenstruktur und Bediener-tätigkeiten unter Produktionsbedingungen

Ein Drei-Schicht-Betrieb der flexiblen Fertigungszellen ist vorgesehen, eine Schicht davon wird als "bedienerlose" Nachtschicht etabliert werden (in der allerdings ein Kontrolleur mehrere Maschinen überwacht). Die Darstellung der Aufgabenstruktur bezieht sich deshalb auf die beiden Tagschichten.

Es wird angestrebt, die Anlage mit nur noch einem Bediener pro Schicht zu besetzen. Ein Instandhalter und Programmierer - zugehörig zu anderen Abteilungen - verwenden einen Teil ihrer Arbeitszeit für die Duplexzelle, je nachdem, ob Schäden auftreten oder neue Teileprogramme gebraucht werden. Im Bedarfsfall können auch betriebsfremde Instandhalter angefordert werden, was unter anderem von der Qualifikationsstruktur des Betriebes abhängt.

Die Anlagenbedienung beziehungsweise die Teilefertigung wird wie in der Anlaufphase die Hauptarbeitsaufgabe des Bedieners bilden.

5.5.4.2 Prospektive Analyse kognitiver Qualifikationsanforderungen: Regulationserfordernisse

Nachfolgend sollen vor allem die Unterschiede der Arbeitstätigkeit in der Normallaufphase im Vergleich zur Anlaufphase herausgearbeitet und aufgezeigt werden, welche Konsequenzen die Veränderungen für die Regulationserfordernisse haben.

Es wird angestrebt, die Auftragsreihenfolgeplanung sowie den Teileprogrammabruf dem Organisationsrechner beziehungsweise durch DNC-Integration der flexiblen Duplexzelle der Abteilung Arbeitsvorbereitung zu übertragen. Die Regulationserfordernisse der Handlungsplanung, die diese Arbeitseinheit beinhaltet, sollen dem Bediener entzogen werden, um ihn zu "entlasten"

und den Bearbeitungsprozeß zu optimieren. Denn die maschinelle Programmierung der Anlage in der zentralen Programmierabteilung scheint nach Ansicht des Managements eine effektive Auslastung der Anlage zu garantieren.

Gerade die Tätigkeit der Reihenfolgefestlegung und -korrektur begründet aber die Zuordnung der Bedientätigkeit in der Anlaufphase zur Stufe 2 der Regulationserfordernisse. Eine relativ wichtige Qualifikationsanforderung wird also verlorengehen. Dies ist allerdings weniger durch die technischen Gegebenheiten der DNC-Steuerung bedingt, denn diese ermöglichen prinzipiell auch eine dezentrale Programmplanung am Terminal der Duplex-Fertigungszelle. Vielmehr handelt es sich um eine organisatorisch angestrebte Zentralisierung der Fertigungssteuerung und der für sie notwendigen Kompetenzen (vgl. BRIEFS 1980; BENZ-OVERHAGE u.a. 1982).

Sofern die Auftragsplanung nicht nach verschiedenen Kriterien vom Organisationsrechner optimiert wird, erhält der Bediener von der Arbeitsvorbereitung eine festgelegte Liste der Arbeitsaufträge, nach der er das Rüsten der Werkstückträger abarbeitet. Es ist allerdings schwer vorstellbar, daß ihm damit jede Variationsmöglichkeit in der Werkstückträgereingabe genommen wird. Je nach Losgröße und Bearbeitungszeit kann er natürlich in bestimmtem Umfang Werkstückträger für verschiedene Teiletypen in unterschiedlicher Reihenfolge eingeben, ohne am von der Arbeitsvorbereitung festgelegten Bearbeitungsablauf etwas zu verändern. Nur entfällt dabei die Notwendigkeit zu planen, welche in der Erprobungsphase der Anlage noch besteht. Inwieweit er eine Palette vor der anderen eingibt, darf für die Bearbeitungsreihenfolge eben keine Konsequenzen haben. Es handelt sich also nicht um echte Alternativen und somit auch nicht um Regulationserfordernisse der Handlungsplanung.

Die neue Arbeitseinheit 1 der prospektiv abgeschätzten Anlagenbedienung ist das Umrüsten der Werkstückträger. Im Gegen-

satz zur Anlaufphase, in der sie einen geringen Zeitbetrag in Anspruch nahm, gerät sie nunmehr zur umfangreichsten Arbeitseinheit; das Werkstückspektrum ist bedeutend größer, laufende Programmwechsel und Neuerstellungen sind Resultat der Flexibilität der Zelle.

Zu bedenken ist, daß nicht nur für den laufenden Schichtbetrieb gerüstet werden muß, sondern auch für die "mannlose" Schicht. Unter bestimmten Konstellationen von Losgröße, Bearbeitungszeit und Flexibilitätsgrad kann dies sogar zu einer Überforderung des Bedieners führen, wie es auch von Experten-seite festgestellt wird: GENSCHOW und HAMMER (1983) bemerken, daß eine durchschnittliche Auftragslosgröße unter 50 Teilen "die teilweise Bereitstellung vorbereiteter Spannvorrichtungen oder eine zweite Person während der ersten Schicht" erfordert, "die beim Vorbereiten der Werkstückträger hilft" (S. 137).

Es kann also auch der Fall eintreten, daß in der ersten Schicht zwei Bediener an der Duplex-Fertigungszelle arbeiten, wobei einer jedoch lediglich für die Tätigkeit des Umrüstens eingesetzt werden soll. Eine eingehende Analyse der sich aus dieser Arbeitseinheit möglicherweise ergebenden Überlastung und Dequalifizierung findet sich in der folgenden Belastungsanalyse und in den Gestaltungsvorschlägen.

Festzuhalten bleibt, daß mit dieser Arbeitseinheit Regulations-erfordernisse der Stufe 2R in Form des gedanklichen Vergewärtigens der Aufspannskizze erhalten bleiben.

Die Arbeitseinheiten 2 (Aufspannen der Rohteile) und 3 (Werkstückträgeringabe) werden auch häufiger anfallen, an ihrem Charakter als Routinearbeits-tätigkeiten ändert sich nichts.

Arbeitseinheit 4: Verschlossene Werkzeuge identifiziert nun der Organisationsrechner durch Standzeitprotokollierung und Schnittkraftmessung ohne den Bediener und beordert diese zur

Ausgabe. Der Bediener führt weiterhin die Werkzeugvoreinstellung der Ersatzwerkzeuge aus und gibt sie in die Zelle ein. Diese Routineeinheit vereinfacht sich außerdem dadurch, daß die Datenübertragung vom Werkzeugvoreinstellgerät zum Organisationsrechner nun automatisch geschieht. Das Fadenkreuz des Voreinstellgerätes muß lediglich mit dem Werkzeug abgeglichen werden, dann wird die Quittiertaste am Gerät gedrückt.

Arbeitseinheit 5: Die Fertigteilevermessung fällt seltener an: Der Bediener muß nur noch Fertigteile nachmessen, an die Genauigkeitsnormen gestellt werden, die unterhalb des 100stel Millimeter-Bereiches liegen. Sensoren werden die Fertigteilevermessung übernehmen, wenn ihr Toleranzbereich darüber liegt. Somit ist eine Kontrolle und etwaige Nachbearbeitung von Teilen durch den Bediener nur noch im hohen Präzisionsbereich notwendig, ebenso die gedankliche Vergegenwärtigung, die als ihre Grundlage meistens erforderlich wird. Die allgemeine Realisierung eines solchen Sensoreneinsatzes ist allerdings in nächster Zeit noch nicht zu erwarten.

Arbeitseinheit 6: Da die Anlage vor ihrem Einsatz unter Produktionsbedingungen technisch optimiert wurde, hat die Bedeutung der Systemüberwachung nachgelassen, so daß sogar eine "mannlose" Nachtschicht ermöglicht wird. Ein Dialog über das Terminal mit dem Zellenrechner wird weiterhin vorkommen, da die Notwendigkeit der Diagnose des Systemzustandes bestehen bleibt.

Die VERA-Einstufung der Hauptarbeitsaufgabe Teilefertigung ergibt eine Zuordnung der Regulationserfordernisse zur restringierten Stufe 2R der Handlungsplanung. Stufenkennzeichnend ist die notwendige gedankliche Vergegenwärtigung der CAD-Aufspannskizzen. Im Gegensatz zu allen anderen Arbeitseinheiten - mit Ausnahme des selteneren Nachmessens von Teilen - ist diese nicht aufgrund von Routine psychisch automatisiert bewältigbar.

Die Qualifizierungsmöglichkeiten und der Entscheidungsspielraum werden sich also durch den vom Management angestrebten Einsatz der flexiblen Fertigungszelle unter Produktionsbedingungen verschlechtern, da die Regulationserfordernisse um eine Stufe absinken. Planen als Abwägen verschiedener Alternativen der Arbeitsauftragsausführung und als Entscheiden für einen optimalen Lösungsweg wird überflüssig werden. Nur noch eine bloße Vergegenwärtigung vorgegebener Sachverhalte wird dem Bediener verbleiben.

Die bereits während der Anlaufphase auftretenden, unter arbeitspsychologischen Gesichtspunkten unzureichenden Regulationserfordernisse verschlechtern sich qualitativ, wenn sich die allein an der derzeitigen Sichtweite des Managements orientierte Einsatzform der Duplex-Fertigungszelle durchsetzen sollte.

5.5.4.3 Zur prospektiven Belastungsanalyse

Die Frage erhebt sich, ob die Situation der Abwesenheit von Regulationsbehinderungen während der Erprobung der Anlage auch unter normalen Produktionsbedingungen im untersuchten Betrieb bestehen bleiben kann. Die Einschätzung der zukünftigen kognitiven Belastung kann nicht mit dem gleichen Gütegrad vorgenommen werden, wie er bei der prospektiven Analyse der Qualifikationsanforderungen oder der aktuellen Belastungsanalyse möglich ist. Dies hat seinen Grund im Charakter der Erprobungsphase selbst: Der zukünftige Einsatz eines zu überprüfenden Systems ist noch nicht vollständig festgelegt, sondern richtet sich auch nach während des Anlaufs auftretenden "Stärken und Schwächen" einer Anlage sowie deren "Interaktion" mit vorgelegerten, nachgelagerten sowie parallel betriebenen Aggregaten. Bestimmte Leistungsdaten sowie die genaue Einbindung in die betriebliche Fertigungsstruktur stehen noch nicht unveränderbar fest, sondern hängen unter anderem vom tatsächlichen Verfügungsgrad ab. Die sich aus arbeitsorganisatorischen Para-

metern ergebenden Erschwerungen, Unterbrechungen oder aufgabenimmanenten Regulationsbehinderungen sind deshalb nur hypothetisch abzuschätzen. Auf Umgebungsbedingungen der Anlage beziehungsweise deren ergonomische und technische Kennzeichen zurückgehende Regulationsbehinderungen sind betriebsbezogen etwas unproblematischer prognostizierbar: Anlagenstandort und -design bleiben unverändert. Im konkreten Fall kam uns entgegen, daß das Management des Anwenderbetriebs feste Vorstellungen über die das FFS betreffende Arbeitsteilung entwickelt hatte: Die Arbeitsaufgaben konnten bei Kenntnis der Tätigkeiten während der Anlaufphase relativ gut abgeschätzt werden.

Eine betriebsunabhängige Prognose des Belastungspotentials ist nur noch weitaus eingeschränkter möglich: Weder Arbeitsorganisation noch Arbeitsumgebungsbedingungen in den zukünftigen Anwenderbetrieben der untersuchten Anlage sind bekannt.

Da der Anlagenbediener in Zukunft die Auftragsreihenfolge nicht mehr selbst planen darf, verstärkt sich die Zeitbindung der Arbeit (Angaben bezogen auf optimale Bearbeitungszeit und Seriengröße!). Sie ist mit Stufe 3-2 immer noch als relativ niedrig charakterisierbar, es besteht zeitlich ein relativ großer Abstand zwischen den dem Arbeitenden vorgegebenen Eingriffen. Denn für die Herstellung einer Teileserie genügt die Vorbereitung einiger weniger Werkstückträger: Mehrfachaufspannung und wechselseitige Ein- und Ausgabe von Paletten erlauben dies. Im Falle häufig anfallender Serientypen kann sogar die Anfertigung dauerhaft gerüsteter Werkstückträger rentabel sein.

Die in der Anlaufphasen-Analyse aufgeführten potentiellen Erschwerungen werden unter normalen Produktionsbedingungen aus betriebswirtschaftlichen Gründen beseitigt werden:

- Falls die Raumtemperatur so stark vom Eichwert der Meßgeräte abweicht, daß deren Fehlanzeigen negative Konsequenzen für die Fertigungsqualität haben, wird die Temperatur oder die Eichung verändert werden.

- Um der Gefahr der Beschädigungen von Werkstücken durch teilweise für die hohen Schnittgeschwindigkeiten nicht geeignete Fräswerkzeuge zu begegnen, genügt eine einfache Geschwindigkeitsreduktion.
- Zur Optimierung der Toleranzwerte von CAD-Aufspannskizzen ist nur eine kurze Rückmeldung des Bedieners an die Arbeitsvorbereitung notwendig.

Zu bedenken ist bei all diesen generellen Lösungen, daß sie dem Bediener jeweils Arbeitsschritte entziehen, die etwas Abwechslung in seine Tätigkeit bringen.

Die Gefahr einer möglichen, unter Produktionsbedingungen eintretenden kognitiven Belastung zeichnet sich jedoch ab. Die zeitliche Inanspruchnahme des Bedieners durch die anderen Arbeitsschritte außer dem Werkstückträgerumrüsten wird stark abnehmen, letzteres soll zur überwiegenden Tätigkeit werden.

Fallen häufig kleine Losgrößen an, so ist phasenweise starker Zeitdruck zu befürchten: Es entsteht ein zu starker Arbeitsanfall pro Zeiteinheit, da sich die jeweilige Fertigungszeit kleiner Serien dem minimalen Zeitbetrag anzugleichen droht, der für die kontinuierliche Beschickung des Systems (selbst bei optimalem Ausnutzen der Mehrfachaufspannung und des Palettenaustauschs) und die sonstigen durchzuführenden Arbeitsoperationen vonnöten ist. Daß der Bediener gemäß dem Managementkonzept die Abarbeitungsreihenfolge der Lose nicht mehr variieren soll, dürfte diesen Zeitdruck noch verschärfen. In diesem Fall wird die durch eine zentralistisch ausgelegte DNC-Kopplung angestrebte Fertigungssteuerung dem FFS-Bediener knapp kalkulierte Zeitmargen setzen, denen dieser nur noch unter langfristiger Überforderung seiner psychophysischen Leistungsvoraussetzungen nachkommen kann. Er wird gezwungen, auf eine für den Erhalt seiner Arbeitskraft notwendige Regulation seiner Arbeitsverausgabung zu verzichten und mit "vollem Tempo" durchzuarbeiten. Hierdurch dürfte sich auch seine Konzentra-

tion schubweise verringern, und es wird die Gefahr auftreten, daß Aufspannvorrichtungen falsch konstruiert werden, da der Arbeitende unscheinbare Details übersieht oder verwechselt.

Es ist nochmals zu betonen, daß diese gravierende Regulationsbehinderung aufgrund von Zeitdruck hypothetischen Charakter hat: Mit Hilfe aufwendiger Berechnungen auf Grundlage von während der Erprobungsphase gewonnenen Fertigungsprozeßdaten (Dauer der unterschiedlichen menschlichen Arbeitsoperationen, Durchlaufzeiten verschiedener Serien, Arbeitsanfall) ließen sich jedoch "kritische Konstellationen" angeben, bei denen prinzipiell mit Zeitdruck zu rechnen ist. (Eine präzisere Abstufung des Zeitdruck-Grades gelingt im prospektiven Anwendungsfalle aus verständlichen Gründen nicht.) Die Erwägung eines zweiten Bedieners während der ersten Schicht durch GENSCHOW und HAMMER (1983) zeigt, daß auch von seiten des Anwenderbetriebs die Gefahren des Auftretens einer solchen Arbeitsbelastung gesehen werden: Sie sind nicht rein hypothetisch.

Monotone Arbeitsbedingungen werden im Normalbetrieb der Anlage zwar nicht zu erwarten sein, da keine ständige Aufmerksamkeitsbindung erforderlich ist. Jedoch wird eine Monotonie-Komponente zutreffen: Gleichförmigkeit. Diese ergibt sich aus einer Reduktion der Arbeitseinheiten im Vergleich zur Erprobungsphase. Wenige ähnliche Operationen werden ständig wiederholt.

An den Nebenaufgaben wird sich an der qualitativen und zeitlichen Beschaffenheit der Wartung nichts Wesentliches verändern; es ist zwar eine wachsende Bedeutung der Unterstützung der Instandhaltung zu vermuten, zum Beispiel durch Mitteilung von Bemerkungen und Überlegungen über mögliche Störfallursachen. Der Instandhalter ist während des Normalbetriebs der flexiblen Fertigungszelle nicht mehr anwesend. Der Bediener soll Reparaturarbeiten nach Möglichkeit mit verfolgen, um Kenntnisse über die Systemfunktionsweise zu erlangen. Es wird vom Management erhofft, daß er so wertvolle Tips für die Instandhaltung geben kann. An eine systematische Fortbildung in Sachen In-

standhaltung oder gar an ihn zustehende Entscheidungskompetenzen wird jedoch nicht gedacht.

5.5.4.4 Beschreibung der Kommunikationsanforderungen

Zu unterscheiden sind an dieser Stelle der von betriebswirtschaftlicher Seite angestrebte "Normalfall" der Einpersonenbedienung und die Zweipersonenbedienung.

Die Einpersonenbedienung

Die Möglichkeiten zur Kommunikation allgemein werden drastisch abnehmen, da kein zweiter Bediener als direkter Interaktionspartner mehr anwesend ist und das Umrüsten als mäßige Konzentration erfordernde Arbeitseinheit stark zunimmt. Es ist zu erwarten, daß die meiste Zeit über keine Gelegenheit zur arbeitsbezogenen oder nicht arbeitsbezogenen Kommunikation besteht und eine Restriktion in Form einer gewissen sozialen Isolierung des Bedieners eintreten wird.

Die arbeitsbezogene Kommunikation

Die vom Umfang und Häufigkeit her geringe Kommunikation bezieht sich auf den Austausch mit Instandhalter und Programmierer, die beide in der Hierarchie über dem Bediener stehen. Sie wird ähnlich verlaufen wie in der Anlaufphase beschrieben: Der Bediener äußert hauptsächlich Beobachtungen, die den Handlungsphasen der Orientierung und der Rückmeldung entstammen, Möglichkeiten zur gemeinsamen Bildung von Aktionsprogrammen und Zielen werden kaum bestehen, da dies die dem Programmierer und Instandhalter vom Management zugeteilte Planungsautonomie verletzen würde. Die dem Bediener abverlangten kommunikativen Akte dürften sich zum großen Teil auf Tätigkeiten mit Regulationsanforderungen der Ebene 2 R (Vergegenwärtigung) beziehen, da die Teilschritte und Teilziele der Reparatur sowie der Programptimierung nicht von ihm selbst bestimmt werden können.

Nicht arbeitsbezogene Kommunikation wird nur in geringfügigem Umfang möglich sein, da der Bediener beziehungsweise ein Kollege hierfür seinen Arbeitsplatz verlassen müßte. Zu denken ist nur an kurze Gespräche mit dem Instandhalter, dem Programmierer oder in der Nähe arbeitenden Kollegen.

Der Interaktionsspielraum des Einpersonenbetriebs unter Produktionsbedingungen verringert sich also in starkem Maße - sowohl quantitativ als auch qualitativ - gegenüber der Anlaufphase.

Die Zweipersonenbedienung

Durch die Heranziehung eines zweiten Bediener in einer Schicht wird sich in bezug auf die arbeitsbezogene Kommunikation nicht viel ändern: Beide Bediener sind dann hauptsächlich mit Vorrichtungsbau und Werkstückumspannen beschäftigt, Tätigkeiten, die zum größten Teil routinisiert ablaufen und nur wenig Kooperation erfordern. Ein kurzes Austauschen von Mitteilungen und Anfragen über Aufspannungskonstruktionen (gedankliche Vergegenwärtigung) und Absprachen über Routinetätigkeiten wie Paletteneingabe, Werkzeugeingabe usw. können mehrmals täglich erforderlich werden. Da keine gemeinsamen Planungsanforderungen bestehen, ist die Situation hoch restriktiv. Wahrscheinlicher als ein zweiter Bediener ist jedoch der Einsatz eines Hilfspalettierers.

Die Möglichkeiten direkter nicht arbeitsbezogener Kommunikation der Bediener untereinander werden dagegen stark zunehmen, gerade weil die Arbeitsaufgaben größtenteils routiniert zu bewältigen sind.

5.5.4.5 Auswirkungen auf andere Arbeitsplätze

Im Gegensatz zur Anlaufphase kann der realisierte Vollbetrieb der Anlage gravierende Auswirkungen auf andere NC-Arbeitsplätze im jeweiligen Anwenderbetrieb haben. In der Duplex-

Fertigungszelle werden entsprechend ihrer optimalen Einsatzbedingungen geringere Durchschnitts-Losgrößen und ein breiteres Werkstückspektrum gefertigt werden. An den übrigen NC-Bohr- und Fräsmaschinen des Betriebs ist daher mit durchschnittlich höheren Losgrößen und engerem Werkstückspektrum zu rechnen. Damit entfällt ein erheblicher Anteil von qualifizierteren wie dem Einrichten, welches bei Auftragswechsel auftritt. Die Tätigkeit an diesen Maschinen wird also in bedeutend stärkerem Umfange zur Überwachungstätigkeit werden, als dies ohne Einsatz einer Duplex-Fertigungszelle der Fall wäre. Natürlich wird diese Gefahr durch Faktoren wie zum Beispiel die Auftragslage, das heißt die Kapazitätsauslastung eines Betriebes, gemildert oder verstärkt.

5.5.4.6 Zusammenfassung: Bewertung nach Humankriterien

Qualifikation:

Ausreichende Aktivität des Anlagen-Bedieners ist zu erwarten, da das FFS aufgrund der Kapitalintensität der Fertigung hoch ausgelastet werden soll. Die Aktivität wird jedoch einseitig und partialisiert verlaufen: In der Normallaufphase wird es kaum mehr Möglichkeiten zur lernbedingten Erweiterung der Leistungsvoraussetzungen geben, die Nutzungschancen intellektueller Regulationsanforderungen werden gegenüber der Anlaufphase zumindest qualitativ absinken, da die Kompetenz der Auftragsreihenfolgeplanung entzogen werden soll und die technisch optimierte Anlage weniger ein antizipatives Verfolgen des Produktionsablaufes erfordert. Schöpferische Veränderungsmöglichkeiten der Arbeitsverfahren sind nahezu ausgeschlossen.

Belastung:

Direkte Regulationshindernisse sind nicht zu erwarten, die Gefahr überfordender Hetzarbeit in der Normallaufphase könnte auftreten, sie ist schlecht prognostizierbar.

Kommunikationsanforderungen:

Im Falle der Einmannbedienung wird der Spielraum für arbeitsgebundene und informelle Kommunikation gering sein, im Falle der Zweimannbedienung wird Gelegenheit zur nicht arbeitsgebundenen Kommunikation gegeben sein, zur arbeitsgebundenen dagegen nur stark eingeschränkt. Zweimannbedienung ist allerdings eher unwahrscheinlich.

5.6 Einschätzung der Ergebnisse

Sowohl die begleitende als auch die prospektive Tätigkeitsanalyse an der flexiblen Duplex-Fertigungszelle förderten recht eindeutig zutage, daß die Anforderungsstruktur an der Anlage kaum mit Kriterien einer humanen Arbeitsplatzgestaltung vereinbar ist. Insgesamt können also die in dieser Hinsicht optimistischen Erwartungen - zumindest an dieser Anlage unter den managementseitig vorgesehenen Einsatzbedingungen - nicht bestätigt werden.

Als Ergebnis unserer ausführlichen Expertengespräche muß außerdem festgehalten werden, daß im Anschluß an die Erprobungsphase offenbar nicht mit einer Verbesserung der arbeitsinhaltlichen Struktur gerechnet werden kann - anders als etwa im verfahrenstechnischen Produktionsbereich (vgl. MICKLER u.a. 1976). Mögliche Ursachen wollen wir im nächsten Abschnitt erläutern. Es muß im Gegenteil davon ausgegangen werden, daß bei Realisierung der angestrebten Form der Arbeitsorganisation unter Produktionsbedingungen wesentliche persönlichkeitsförderliche Parameter der Arbeitstätigkeit weitere Einschränkungen erfahren.

Im Anschluß an die in Abschnitt 5.2 formulierten Annahmen wenden wir uns nun den einzelnen Tätigkeits- und Organisationsaspekten zu. Vergleichsmaßstab für Tendenzaussagen sind wiederum entsprechende Arbeitsplätze geringerer Automationsstufen, in unserem Fall also qualifizierter konventioneller und

NC-Facharbeit in der Klein- und Mittelserienfertigung, letztere am Beispiel unserer beiden Fallstudien.

1) Unter den gegenwärtigen und absehbaren Einsatzbedingungen ist keine Zunahme von Qualifikationsanforderungen festzustellen, ebensowenig eine qualitative Verschiebung hin zu anderen Qualifikationen.

Die Planungsanforderungen, welche bei qualifizierter NC-Facharbeit in der Regel mindestens Stufe 2, eher Stufe 3 im VERA-Modell erreichen, liegen an der FDZ voraussichtlich darunter (2R, vgl. Tabelle 1 im Anhang). Höherwertige Arbeitsfunktionen werden delegiert (Programmierung und Optimierung), fallen weg (Einrichten) oder sie wurden vereinfacht (wie das Rüsten). Vereinfacht wurden auch "reintegrierte" Funktionen wie die Werkzeugvoreinstellung. Eine ehemals zentrale kognitive Anforderung, die Planung rationellen Mitteleinsatzes und optimaler Maschinenauslastung (stimuliert durch Leistungslohn) übernimmt nunmehr der Organisationsrechner. Werden Betriebsdatenerfassung und DNC-Kopplung realisiert, ist eine technische beziehungsweise organisatorisch zentrale Übernahme auch der verbliebenen Optimierungsfunktionen möglich und zu befürchten.

Diese Entwicklungstendenz spiegelt sich nicht nur in der absoluten Höhe der Regulationserfordernisse wider, sondern auch im zeitlichen Verhältnis der Anforderungsniveaus. So liegt das zeitgewichtete Stufenmittel an der FDZ unter dem vergleichbaren an der NC- und der CNC-Maschine (vgl. Graphik 3 im Anhang).

Insofern nähert sich die Struktur der Anlagenbedienertätigkeit wieder konventionellen Tätigkeiten mit einem relativ hohen Anteil manueller Verrichtungen (Rüsten, Aufspannen usw.) an. Typischer sind jedoch die Tätigkeitsprofile üblicher "Automations-Restfunktionen". Will man einen Vergleich zu automatisierten Anlagen der chemischen Industrie (die als richtungsweisend gelten) herstellen, so würden die Tätigkeitsprofile der FDZ-Bediener eher mit denjenigen der "Anlagenkon-

trolleure" als mit denen der "Meßwartenfahrer" übereinstimmen. Tätigkeitsprofile, die letztere auszeichnen, wären dagegen in der mechanischen Fertigung aufgrund der komplizierten stofflich-technischen Formungsprozesse kaum anzutreffen.

Eine wachsende Bedeutung prozeßspezifischer Qualifikationen ist im Fall der FDZ daher ebenfalls nicht festzustellen. Da kaum Eingriffskompetenzen in dem Fertigungsablauf bestehen, ist aus den hohen Kosten der Anlage allein keine höhere Verantwortung abzuleiten*. Flexibilität gegenüber variierenden Auftragsbedingungen wird an der Anlage vor allem technisch gewährleistet, Optimierungsaufwand wird vor der eigentlichen Inbetriebnahme durch Systemtechniker in der Rechnersoftware vergegenständlicht. Ebenso werden abstrakte Zusammenhänge und Prozeßabläufe algorithmisiert und die Bediener hiervon "entlastet". Zutreffend ist hier also, daß sowohl prozeßspezifische wie unspezifische Qualifikationen in relativ geringem Umfang entfielen.

Als positive Entwicklung läßt sich hier lediglich eine Erweiterung des Tätigkeitsspielraums nachweisen, der (wie im Abschnitt 3. gezeigt) in vielen Untersuchungen den zentralen Indikator für eine Höherqualifizierung abgibt.

Für Arbeitsplätze in der Anlagenumgebung ist eine "Entmischung" von Tätigkeitsanteilen zu befürchten, sofern die Produktionseffekte der Anlage nicht durch Produktionsausweitung und/oder verminderte Seriengrößen kompensiert werden. Auf jeden Fall würden die für die FDZ optimalen Losgrößen und Werkstücke an dieser konzentriert werden. Natürlich könnte dies auch positive Effekte ermöglichen, zum Beispiel bei größeren Losen mehr Zeit für Teileprogrammierung an CNC- Maschinen.

Zur Frage, inwieweit diese wie auch die anderen Entwicklungen betriebswirtschaftlich "notwendig" aus dieser konkreten Auto-

* Gleichwohl werden zur Verringerung des Rest-Risikos an der teuren Anlage weiterhin "bewährte" Facharbeiter eingesetzt.

mationstechnologie folgen, haben wir in der Darstellung der Anlage einige Rahmendaten genannt. Wir wollen in Abschnitt 5.7 darauf zurückkommen.

2) Die Abschätzung der Beanspruchungsentwicklung ist mit größeren Unsicherheiten behaftet als die der qualifikatorischen Auswirkungen. Hier ist entscheidend, welche quantitative Verteilung und Intensität der Tätigkeitsanteile welchen Grad von Zeitautonomie zugunsten von Bewältigungshandlungen zuläßt. Die wichtigsten technischen und organisatorischen Variablen wurden in Abschnitt 5.4 aufgeführt.

Daher können vorab mit großer Sicherheit deterministische Annahmen einer Belastungsreduktion und einer gleichzeitigen Belastungsverschiebung zurückgewiesen werden. Ein globaler Trend ist folglich nicht feststellbar, doch ist die künftige Einsatzform der Anlage gut aus der jetzigen sowie den vorliegenden Managementvorstellungen und ihren Realisierungsbedingungen ableitbar.

Unsere prospektive Belastungsanalyse ergab, analog zur Einschätzung der Qualifikationsentwicklung, eine Zunahme der Wahrscheinlichkeit von Belastungen auf physiologischer und unterster kognitiver Ebene. Körperliche Belastung, psychische Ermüdung und Monotonieerleben sind bei entsprechenden, für die Anlage wahrscheinlichen Werkstückspektren zu befürchten.

Regulationshindernisse auf höheren Regulationsebenen sind hingegen weniger wahrscheinlich. Überspitzt formuliert: wo keine kognitiven Anforderungen gestellt werden, kann auch keine kognitive Belastung auftreten.

Wir wollen hier noch einmal betonen, daß diese Entwicklung nicht notwendig aus der konkreten Technologie, mit Sicherheit aber aus der angestrebten Arbeitsorganisation folgt (vgl. Hypothese 4 und Abschnitt 5.7).

3) Von einer "Entkopplung" des Bedieners kann unter den vorauszusehenden Betriebsbedingungen bei Mehrmaschinenbedienung keine Rede sein. Bei einem Werkstückspektrum, wie es für die FDZ optimal ist, wiese ein entsprechender Arbeitsplatz an einer unverketteten CNC-Maschine (besonders einem Bearbeitungszentrum) einen wesentlich höheren Entkopplungsgrad auf. Während einer angenommenen Bearbeitungszeit von 20 Minuten kann sich dort ein Bediener anderen Aufgaben zuwenden, zum Beispiel der Erstellung eines neuen Teileprogramms für das nächste Los.

An der FDZ ist der Bediener zwar nicht alle 20 Minuten zu manuellen Eingriffen gezwungen, doch erfordert die Beschickung der beiden hochproduktiven Maschinen einen relativ hohen Anteil einfacher manueller Verrichtungen. Es stellt sich die paradoxe Situation einer Zunahme von Handhabungsfunktionen durch Automation ein.

Eventuelle Zeitgewinne wurden durch Reintegration vereinfachter, vormals ausgelagerter Funktionen kompensiert, so daß zusammen mit den übrigen Arbeitsfunktionen im Durchschnitt von einer vollständigen Auslastung des Anlagenbedieners auszugehen ist. Insofern lassen sich zwar eine reduzierte Taktbindung, nicht aber geringere Zeit- und Maschinenbindung identifizieren.

Da potentielle Entkopplungseffekte kompensiert wurden, war auch keine Zunahme des Interaktionsspielraums zu verzeichnen. Im Gegenteil, es kann fast von einer "Entkopplung von interaktiven Bezügen" gesprochen werden, da Kooperation mit dem Werkzeugvoreinsteller und dem Einrichter entfällt. Allerdings hatte diese zuvor auf der NC-spezifischen Taylorisierung der Maschinenarbeit beruht und hatte nicht unbedingt auf gleichberechtigter Ebene stattgefunden.

4) Nach unserer Einschätzung ist mit der flexiblen Verkettung beider Bearbeitungszentren eine Reduktion des arbeits-

organisatorischen Gestaltungsspielraums verbunden. Allerdings ist diese Feststellung abhängig von der Definition beziehungsweise der Reichweite des Gestaltungskonzepts. So läßt sich die Beschränkung vor allem hinsichtlich der Aufgabenanreicherung mit anspruchsvollen Tätigkeitsanteilen konkretisieren, bezogen auf den Arbeitsplatz des Bedieners. Die Gründe liegen im betriebswirtschaftlichen Zwang zur Maximierung der produktiven Zeiten und zur Minimierung der Eingriffs- und Fehlermöglichkeiten (vgl. Abschnitt 5.4).

Arbeitsplatzübergreifend bestehen sehr wohl weiterhin organisatorische Gestaltungsspielräume. Allerdings ist zu deren Nutzung ein höherer Organisationsaufwand erforderlich. Es sind umfassendere und weiter vorausschauende flexible Lösungen für größere Fertigungsbereiche anzustreben (vgl. Abschnitt 6.). Insofern wäre es angebrachter, von einer Reduktion der Möglichkeiten punktueller Organisationsalternativen zu sprechen.

Ob sich die Widersprüche zwischen kurz- und langfristigen Verwertungsinteressen letztlich in einer Managementorientierung an einer hochqualifiziert-flexiblen Belegschaft niederschlagen oder eher im Versuch einer intensiveren Nutzung der flexiblen Planungs- und Kontrolltechnologien, kann hier nicht entschieden werden.

5) Eine Notwendigkeit zu flexiblerer Arbeitsorganisation konnte in unserem Fallbeispiel nicht festgestellt werden. Dies hat vor allem methodische Gründe, da sich unsere Untersuchung nur auf den Arbeitsplatz an der Maschine bezog, nicht aber auf vor- und nachgelagerte Arbeitsbereiche und längerfristige Austauschprozesse mit diesen. Andererseits waren aber - dies wurde herausgestellt - Verbindungen mit diesen Bereichen zeitlich und funktionell gering. Dafür, daß die Annahme größerer personalseitiger Flexibilitätsnotwendigkeiten bei FFS mit mehreren Anlagenbedienern zutreffen könnte, fanden wir in der Literatur allerdings auch kaum Hinweise (vgl. Ab-

schnitt 3.2). Aus der dort deutlich sichtbaren Tendenz, weiterhin Polarisierungs- anstelle von Qualifizierungsstrategien zu fahren, läßt sich jedenfalls nicht schließen, klassisch-arbeitsteilige Betriebsformen seien der neuen Technologie inadäquat. Nicht zuletzt bietet ja gerade die Zusammenfassung mehrerer Arbeitender an einer Anlage die Möglichkeit, sie einzelnen Funktionsnotwendigkeiten der Anlage zuzuordnen und die Koordination durch einen Rechner und einen Anlagenführer zu gewährleisten.

Auch diese Frage kann hier nicht entschieden werden. Wir haben allerdings den Eindruck, daß realisierte fortschrittliche Gestaltungskonzepte nicht zuletzt auf politische Einflüsse zurückgehen, etwa im Rahmen von PR-Strategien oder HdA-Maßnahmen.

5.7 Geltungsbereich und Generalisierbarkeit der Studie in Bezug auf die Hypothesen; Ausblick

Insgesamt haben wir an der flexiblen Duplexzelle eine Verschlechterung wichtiger arbeitsinhaltlicher und arbeitsorganisatorischer Parameter festgestellt. Für den günstigen Fall ließ sich abschätzen, daß sich zumindest keine Verbesserung naturwüchsig durchsetzen würde.

Die Interpretation der Ergebnisse, insbesondere wenn diese für die Abschätzung der Arbeits- und Gestaltungsbedingungen an anderen FFS herangezogen werden sollen, muß (mindestens) folgende Aspekte berücksichtigen:

- Es handelt sich lediglich um eine Fallstudie,
- unser Fallbeispiel befand sich in der Erprobungsphase,
- es handelt sich dabei um eine kleine FFS-Version.

Von unserem methodischen Ansatz her ist eine Überprüfung unserer Hypothesen im engeren Sinne nur fallbezogen möglich. Für

weiterreichende Schlüsse steht uns nur die Sekundäranalyse vorliegender empirischer Ergebnisse zur Verfügung, die nicht mit unseren Methoden gewonnen wurden. Eine Übertragung ist also mit größeren Unsicherheiten behaftet. Größere Sicherheit für eine generelle Abschätzung der uns interessierenden Folgen der Automation für die Arbeitsgestaltung könnten nur weitere Untersuchungen mit unserem Instrumentarium, kombiniert mit organisationssoziologischen Verfahren, liefern.

Dennoch sind wir der Meinung, daß unsere Ergebnisse einige generell-deterministische Annahmen im Zusammenhang mit FFS beziehungsweise der Automation mechanischer Fertigung im weiteren Sinne "falsifizieren" können. Das Faktum der Erprobungsphase fällt hierbei weniger ins Gewicht. Eine Revision restriktiver Einsatzformen zugunsten höherer Flexibilität des (reduzierten) Bedienerpersonals bei Normallaufphase, wie in der Verfahrenstechnik, ist hier nicht zu erwarten. Während dort vorwiegend Überwachungs- und einige Regulationsfunktionen anstehen, verbleibt im Bereich der mechanischen Fertigung ein relativ hoher Anteil manueller Restfunktionen im Verhältnis zur stark reduzierten Belegschaft. Hieran wird auch die Unhaltbarkeit von Positionen deutlich, die in der Automation generell einen Prozeß der Eliminierung eben jener einfachen, manuellen Restfunktionen sehen. Man kann hier eher studieren, wie diese unter bestimmten Einsatzinteressen jeweils neu hervorgebracht werden.

Von größerer Bedeutung für den Gestaltungsspielraum und das Verhältnis von qualifizierten zu unqualifizierten Tätigkeiten am FFS ist dessen Größe.

Soll ein FFS nur von einer Person bedient werden, so ist deren Tätigkeit in entscheidendem Maß von technologischen Parametern abhängig (Losgröße und Bearbeitungszeit). In diesem Fall ist der Gestaltungsspielraum stark technologisch determiniert und - unter dem Zwang der Hauptzeit-Maximierung - gering.

Die technische Gestalt und die Formen des Arbeitseinsatzes an größeren Anlagen sind hingegen offener. Insofern fällt auch die prospektive Folgenabschätzung schwerer als bei der Automation von Einzelaggregaten (z.B. bei CNC-Maschinen). So bestehen bei FFS sowohl mehr prinzipielle technologische Gestaltungsmöglichkeiten (z.B. Fließprinzip vs. Zellenprinzip) als auch arbeitsorganisatorische. Verbleibende, eventuell neu entstehende und aus anderen Bereichen integrierte Funktionen (z.B. Arbeitsvorbereitung) können hier in unterschiedlicher Weise verteilt, kombiniert oder auch rotiert werden.

Damit werden einerseits Bedingungen für eine weitere Taylorisierung des Arbeitsprozesses geschaffen (die durchaus entsprechend genutzt werden, vgl. Abschnitt 3.2), andererseits aber auch Bedingungen für qualifizierte teilautonome Arbeitsgruppen. Diese sind somit technologisch gegeben und müssen nicht erst durch Managemententscheidungen zur "Mitarbeitermotivierung" hergestellt werden. So sind die Voraussetzungen für eine Rotation der Arbeitsplätze beziehungsweise der Funktionen an einer Anlage mit Sicherheit besser als bei einer Rotation mit Arbeitsplätzen aus anderen Betriebsteilen (z.B. AV, Programmierbüro), wie dies zum Beispiel in Japan praktiziert wird. Von einer Notwendigkeit dazu ist auszugehen, wenn bei einem relativ hohen Anteil manueller Tätigkeiten eine bipolare Anforderungsstruktur vermieden werden soll.

Hinzu kommt, daß der relative Lohnkostenanteil weiter abnimmt ebenso wie derjenige der Qualifizierungskosten, denn eine Bedienmannschaft müßte ohnehin über einen längeren Zeitraum angelernt werden.

Insgesamt erscheinen also die Voraussetzungen auch für den Einsatz eines hochqualifiziert-flexiblen "Teams" gegeben, welcher auch im Interesse des Managements an einem reibungslosen Produktionsablauf liegen müßte.

Ob tatsächlich unumgängliche Qualifizierungs- und Motivierungsnotwendigkeiten auftreten werden - ob die neuen Flexibilitätsanforderungen mit flexibler Organisationstechnologie allein nicht bewältigt werden können, das wird sich herausstellen. Und ob sie sich andernfalls nicht durch einen Leiter, "Anlagenführer" oder "Spezialisten" gegenüber einer Mehrheit von Handlangern realisieren ließen, wird die Praxis zeigen.

In der Literatur fanden wir jedenfalls wenig Nahrung für diese Hoffnung. Das Kontroll- beziehungsweise Herrschaftsinteresse des Managements an derart teuren und zentralen Fertigungsanlagen läßt wohl durchaus auch andere, sicher auch vermeintlich "technologie-inadäquate" Arbeitseinsatzformen zu, deren Auswirkungen anderweitig aufgefangen werden können (Lohnpolitik, Personalsektion, Motivationspsychologie usw.).

Dies wäre mit den geeigneten Methoden in unterschiedlichen Branchen mit ihren unterschiedlichen produktions- und marktökonomischen Verwertungsbedingungen zu untersuchen.

Auf künftige Untersuchungen zu warten oder darauf zu hoffen, daß die harte marktwirtschaftliche Praxis schon zur Selektion der besseren und humaneren, der Technologie und den Arbeitnehmern adäquaten Einsatzform und Personalstrategie führen wird, halten wir für wenig erfolgversprechend.

Einen "wird-schon-werden"-Standpunkt halten wir daher, zumal wenn er von wissenschaftlicher Seite vertreten wird, nicht nur für theoretisch falsch, sondern auch für politisch unverantwortlich. Die quantitativen und qualitativen Folgen für die Beschäftigten können beträchtlich sein - selbst wenn sich die "humanere" Variante nachträglich durchsetzen sollte.

Auch unter dem zunehmenden Druck anderer Krisenpotentiale der "Arbeitsgesellschaft", etwa der Arbeitslosigkeit, bleibt die Auseinandersetzung um menschenwürdige Arbeitsbedingungen ein zentrales Feld gesellschaftlicher Interessenkonflikte. Arbeit

bleibt weiterhin, trotz aller Sireningesänge über "postindustrielle Gesellschaft" und "Wertewandel" die zentrale Quelle des Lebensunterhalts, der Identifikation und der Sozialisation der abhängig Beschäftigten.

Flexible Fertigungssysteme bedrohen zumindest ihre Arbeitsplätze, direkt oder indirekt, und, es ist zu befürchten, auch Teile ihrer beruflichen Anforderungen und Autonomie.

6. Prospektive Arbeitsgestaltung unter Berücksichtigung handlungstheoretischer Humankriterien

Wie in vielen Studien über andere Werkzeugmaschinentypen festgestellt wurde, erweist sich auch am Beispiel der flexiblen Fertigungszelle, daß die Technologie alleine keinen determinierenden Einfluß auf die Qualifikations- und Belastungsentwicklung ausübt. Vielmehr hängt diese wesentlich von der gewählten Arbeitsorganisation ab, welche das konkrete Tätigkeitsspektrum bestimmt und damit die Möglichkeiten der Kenntnis- und Fertigkeitentwicklung in der konkreten Arbeitstätigkeit.

Allerdings muß im Falle der Duplexzelle festgestellt werden, daß es sich bei diesem Konzept der flexiblen Automatisierung um eine technische Realisierung der Mehrmaschinenbedienung handelt. Diese stellt, obwohl im Arbeitsaufwand gegenüber der Bedienung zweier separater Maschinen reduziert, eine Gestaltungsalternative zur Werkstatt- beziehungsweise Bedienerprogrammierung dar (HAMMER 1981, S. 498). Das Spektrum möglicher Gestaltungsalternativen für einen Bediener an der Duplexzelle ist daher aus zeitstrukturellen Gründen stark eingeschränkt. Dennoch läßt die technische Beschaffenheit der Duplex-Fertigungszelle keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Persönlichkeitsförderlichkeit (im Sinne von HACKER) und der psychischen Fehlbeanspruchungsgefahren, die in der Arbeit an der Duplexzelle zu erwarten sind, zu.

In Abhängigkeit vom Werkstückspektrum beziehungsweise der Fertigungsstruktur bieten sich unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten für die Arbeit an der Anlage.

Nachfolgend seien nun anhand handlungstheoretischer Kriterien humaner Arbeitsgestaltung eine optimierte und zwei arbeitsplatzübergreifende Formen des Arbeitseinsatzes dargestellt und bewertet, sowie die Bedingungen und Probleme ihrer Realisierung erörtert:

1. Reintegration beziehungsweise Ausweitung der Bedienerfunktionen um Programmierung und Unterstützung der Instandhaltung;
2. Job-rotation mit dem Programmierer;
3. Kooperation zweier Bediener beziehungsweise abteilungsautonome Aufgabenverteilung durch die Arbeitsgruppe einer flexiblen Fertigungsinsel.

Hinsichtlich der Persönlichkeitsförderlichkeit der vorgeschlagenen Arbeitsgestaltungsmaßnahmen halten wir - dies sei vorweg bemerkt - Vorschlag 3 für den geeignetsten.

Auf eine Belastungsanalyse wird im folgenden weitgehend verzichtet, da die Gestaltungsvorschläge nur allgemein sein können und eine Konkretisierung für je spezifische betriebliche Bedingungen verlangen; mit Sicherheit kann eine Vielzahl von Anlässen für Regulationshindernisse auftreten, deren Feststellung verlangt aber - wie bereits erwähnt - konkrete Bedingungen. Offensichtliche Anlässe werden daher unter Problemen der Realisierung diskutiert.

6.1 Gestaltungsvorschlag 1: Aufgabenanreicherung

Als Haupttätigkeiten treten bei dieser Arbeitsaufgabe die Anlagenbedienung und die Teileprogrammierstellung hervor. Als Nebenaufgaben fallen Wartung und vorbeugende Instandhaltung beziehungsweise Unterstützung der Instandhaltung an.

Die Arbeitsaufgabe gliedert sich demnach in folgende Arbeitseinheiten (die Programmierung wird zur besseren Übersichtlichkeit gesondert dargestellt).

6.1.1 Analyse der Hauptaufgabe

- Bestimmung der Auftragsreihenfolge und damit des individuellen Arbeitsplans: Mit der Planung der Reihenfolge der

Werkstücke entsprechend ihrer unterschiedlichen Durchlaufzeiten bestimmt der Bediener unter anderem seine Zeitmargen für die übrigen Arbeitseinheiten wie zum Beispiel die Teileprogrammierung. Der Bediener schafft damit die Voraussetzung für optimale Zeit- beziehungsweise Anlagennutzung und die Vermeidung zeitlicher Inflexibilität und Überforderung, insbesondere bei kurzfristiger Umdisposition aufgrund eiliger neuer Aufträge (vgl. HAMMER 1981; FÄHNRIch u.a. 1983). Diese Arbeitseinheit sollte unbedingt beim Bediener verbleiben, da sie Planungskompetenzen verlangt, die in der Abwägung mehrerer Alternativen bestehen. Sie bietet Regulationsanfordernisse auf dem Stufenniveau 2 (Handlungsplanung). Eine Übernahme der Auftragssteuerung durch den Organisationsrechner oder die zentrale Programmierung etwa bei DNC-Steuerung der flexiblen Fertigungszelle, ist keineswegs zu empfehlen, da dem Bediener sonst eine relativ wichtige Planungskompetenz verloren geht.

- Erstellen der Teileprogramme (siehe unten).
- Werkstückträger mit Spannelementen des Baukastensystems nach CAD-Plan rüsten: Diese Tätigkeit bewegt sich auf der restringierten Stufe 2R der Handlungsplanung; eine konzentrierte Vergegenwärtigung der skizzierten Aufspannsituation ist notwendig. Da durch die Flexibilität des Teilespektrums immer wieder neue Spannvorrichtungen notwendig werden, ist diese Arbeitseinheit nicht vollständig routinisierbar.

Die übrigen Arbeitseinheiten der Maschinenbedienung enthalten Regulationserfordernisse nur auf der Ebene 1 der Handlungsausführung:

- Werkstückrohteil auf die Vorrichtung aufspannen.
- Teileprogramme am Bildschirmgerät abrufen.
- Werkzeugvoreinstellungen, Registriersysteme, externe Bohr- und Fräswerkzeuge im Werkzeugvoreinstellgerät, das heißt Übermittlung ihrer Maße an den Organisationsrechner der flexiblen Fertigungszelle. Danach Eingabe des Werkzeuges durch das Eingabefach.

- Verschlossene Werkzeuge aus dem Ausgabefach holen. Die Sensoren sorgen dafür, daß verschlossenes Werkzeug in die Ausgabe transportiert wird.
 - Rohteile auf Paletten mit Hilfe der Werkstückschwenkstation in die flexible Fertigungszelle eingeben.
 - Fertigteile mit Hilfe der Schwenkstation herausholen. Sensoren übernehmen die Qualitätskontrolle, die Fertigteile werden bei gemeldeter Anwesenheit des Bedieners automatisch auf den Ausgabeplatz transportiert.
- Kontrolle und Korrektur der Werkstücke: Nachmessen und gegebenenfalls Nachbearbeitung der Teile im Genauigkeitsbereich von 1/100 mm. Diese Arbeitseinheit kann Regulationserfordernisse der Stufe 2R erreichen, wenn eine gedankliche Vergewärtigung der möglichen Ursachen einer Maßabweichung erforderlich ist. Darüber hinausgehende Anforderungen an die Störungsanalyse werden nur bei (vorbeugender) Instandhaltung auftreten.
- Überwachung der Anlage: Auch die reine Überwachung, deren Bedeutung durch Beseitigung der Kinderkrankheiten des flexiblen Fertigungssystems nach Abschluß der Innovationsphase geringer wird, setzt keine Planungen voraus. Sie erfordert nur das Betätigen des Aus-Schalters im Notfalle. Eine der Prozeßsteuerung in der Meßwarte vergleichbare Vigilanz-Situation ist nicht gegeben.
- Auch diese Arbeitseinheit verändert ihre Bedeutung im Rahmen vorbeugender Instandhaltung (siehe unten). Insgesamt führt die VERA-Einstufung der Arbeitsaufgabe Anlagebedienung zu einer Einordnung der Stufe 2, da gedankliches Durchspielen der Auftragsreihenfolge als Planung prinzipiell vorkommt. Wie häufig geplant wird, hängt allerdings vom Teilspektrum, also auch von der Ausnutzung der Flexibilität der Anlage ab. Oft wird eine einmalige Planung auf Stufe 2 pro Schicht genügen. Hinzu kommt, daß diese Stufe kaum als persönlichkeitsförderlich einzuschätzen ist, so daß auch ihre häufigere Inanspruchnahme bei der immer gleichbleibenden Arbeitseinheit der Auftragsreihenfolgepla-

nung als nicht befriedigend - im Sinne humaner Arbeitsgestaltungskriterien der Handlungsregulationstheorie - gelten kann.

Unbedingt erforderlich erscheint daher die Integration weiterer planungsrelevanter Arbeitseinheiten.

- **Programmerstellung und -optimierung:** Vor der Bewertung dieser Arbeitseinheit zunächst einige Bemerkungen zu den Einsatzbedingungen. Da die hohen Investitionskosten der Anlage eine maximale Anlagennutzung erzwingen, die Möglichkeit der Parallelprogrammierung in der Hardware der Maschinenrechner nicht gegeben ist, kann die Programmierung nur an einem dezentralen, rechnergestützten Programmierplatz vollzogen werden. Dieser, eventuell portable Programmierplatz sollte sich in unmittelbarer Nähe der Duplexzelle befinden, gegebenenfalls schallgeschützt.

Bei den zu erstellenden Bearbeitungsprogrammen muß es sich keineswegs nur um relativ einfache handeln. Grenzwerte für Komplexität beziehungsweise Schwierigkeit der Programme lassen sich kaum angeben, da diese Parameter vom eingesetzten Programmierkomfort beziehungsweise der "Benutzernähe" definiert werden (vgl. ZEPPELIN 1979; HOHWIELER u.a. 1983; MEIER u.a. 1979).

Analyse der Programmerstellung und Optimierung

Für den Maschinenbediener ergeben sich als Elemente der Programmierstätigkeit im wesentlichen folgende Arbeitseinheiten:

- Vergegenwärtigung der Konstruktionszeichnung;
- Festlegung der Aufspannsituation(en) und der Bearbeitungsfolge;
- Auswertung von Unterlagen (Werk- und Schneidstoffe usw.);
- Umsetzung der geometrischen und technologischen Informationen in ein Teileprogramm-Manuskript;
- Eingabe in das Programmierterminal und Übermittlung an den Zellenrechner;

- Optimierung des selbst erstellten Programms nach Testlauf;
- Korrektur und Optimierung fremdergestellter Programme;
- gegebenenfalls dezentrale Programmdatenverwaltung beziehungsweise Zugriff im DNC-Betrieb.

Als ausgesprochene Routinetätigkeit kann nur die Programmeingabe eingestuft werden (Stufe 1). Die Auswertung von Arbeitsunterlagen sowie Kontrolle, Korrektur und Optimierung des Programms erfordern im allgemeinen nur Zuwendung auf der restringierten Stufe der Handlungsplanung (Stufe 2R). Größere Änderungen sowie die übrigen Arbeitseinheiten enthalten Regulationserfordernisse der Stufe 2; Bearbeitungsaufgaben höherer Komplexität können bei zwei Arbeitseinheiten leicht die Ebene Teilzielplanung erreichen (Stufe 3).

So kann die Festlegung und Herstellung der Aufspannsituationen mehrere Versuche erfordern, bis zum Beispiel das Minimum an Aufspannungen und Spannaufwand sowie Kollisionsfreiheit gefunden wird. Bei der eigentlichen Programmierung kann eine notwendige Teilzielplanung aber auch technisch verhindert werden. Eine Reduktion der Entscheidungsfreiheit und der Planungsanforderungen wird durch eine starre Bedienerführung im rechnergesteuerten Dialog bewirkt.

Daher ist im Falle des Dialogbetriebs die Möglichkeit der Wahl der Betriebsweise vorzusehen. Der geübte Bediener kann dann zwischen Benutzerführung und Benutzersteuerung wählen und durch die Direkteingabe seine Arbeit effektivieren (HOFWIELER u.a. 1983).

Insgesamt ergibt sich im Falle einfacherer Teileprogramme eine Zuordnung der Programmerstellung zur Stufe 3R, da die Teilziele dieses Prozesses als Schema gegeben sind. Mehrere Planungsphasen bei komplexeren Bearbeitungsaufgaben rechtfertigen eine Einstufung der Aufgabe in die Teilzielplanung (Stufe 3).

Die besondere Bedeutung dieser Teiltätigkeit liegt darin, daß hier Planungen im Sinne von Problemlösungsprozessen erhalten bleiben, wie sie für eigentliche Facharbeiter-Tätigkeiten charakteristisch sind. Die Handlungsregulation des Bedieners findet dadurch auf einem qualitativ höheren Niveau statt, als dies bei reiner Anlagenbedienung der Fall wäre. Diese allein würde den Bediener eindeutig dequalifizieren, da er eines Großteils der für seinen Beruf typischen Planungsanforderungen enthoben wäre. Als Bestandteil der Anlagenbedienung kann die zeitliche Koordination der Programmierfähigkeit mit den übrigen Arbeitseinheiten die Regulationserfordernisse - bei weitgehender Autonomie der Arbeitsplanung - bis auf Stufe 4R heben. Dies kann der Fall sein, wenn der Bediener unter Nutzung zeitlicher Flexibilität vorbeugende oder vorbereitende Aktivitäten entwickelt wie zum Beispiel die Herstellung von Programmen "auf Vorrat".

Im allgemeinen dürften aber bei der zu erwartenden geringen Zeitautonomie Planungsanforderungen, wie sie zum Beispiel für Instandhalter typisch sind, nämlich die Koordination mehrerer Handlungsbereiche beziehungsweise paralleler Prozesse, kaum vorkommen.

Bei Reintegration der Steuerungskompetenzen fördert die handlungstheoretische Beurteilung der Lern- und Entwicklungschancen der Arbeitstätigkeit an der flexiblen Duplexzelle also ein mittleres Niveau zutage. Die zur Maschinenführung aufgewertete Maschinenbedienertätigkeit gleicht sich damit dem Anforderungsniveau qualifizierter NC-Facharbeit und konventioneller Kleinserienfertigung an. Damit wird zugleich die unterste Stufe arbeitsimmanenter Qualifizierungschancen erreicht, an welcher unter humanwissenschaftlichen Kriterien von "persönlichkeitsforderlicher" Arbeit gesprochen werden kann.

6.1.2 Analyse der Nebentätigkeiten

Die Übertragung von Kompetenzen der vorbeugenden und unterstützenden Instandhaltung an den Bediener, einschließlich der dazu notwendigen Qualifizierung, würde einen Beitrag auch zur Aufwertung der Anlagenbedienung leisten.

Durch eine vorausblickende Analyse und Protokollierung der Ursache von Maßabweichungen und Unregelmäßigkeiten in verschiedenen Betriebszuständen der Anlage sowie gegebenenfalls von Informationen aus der Wartung könnte der Bediener zur Verhinderung von Störungen beitragen. Außerdem wäre er im Störfalle in der Lage, wichtige Hinweise und Unterstützung bei der Reparatur der Anlage zu bieten. Damit würden zudem die Kooperationsmöglichkeiten erweitert.

Ob dieser Nebentätigkeit tatsächliche Bedeutung zukommt, hängt von der Betriebssicherheit der Anlage und der Entwicklung von adaptive control-Einrichtungen (AC) ab, wie sie ansatzweise in der Schnittkraftmessung mit automatischer Prozeßunterbrechung realisiert sind.

Die Wartung hingegen trägt als reine Routinetätigkeit nichts zur Anhebung des Anforderungsgehalts der Gesamttätigkeit bei.

6.1.3 Schwierigkeiten der Realisierung

Die Realisierung des Gestaltungsvorschlages trifft nun auf verschiedene betriebswirtschaftlich bedingte Schwierigkeiten.

a) Einmal verhindert der Zwang zur Maximierung der Bearbeitungszeit die Variante der Handeingabesteuerung, das heißt die maschinengebundene Direktprogrammierung der beiden Bearbeitungszentren, denn ein Bearbeitungszentrum steht, solange es programmiert wird, still. Deshalb kommt nur die Variante

der maschinenungebundenen Werkstattprogrammierung in Frage, die an einem Fertigungszellen unabhängigen, computerunterstützten Programmiergerät geschieht. Ein solches bedeutet natürlich einen zusätzlichen Kostenaufwand für den Betrieb.

Im Vergleich zum Anlagenwert würde der Mehraufwand allerdings mit bestenfalls 5 Prozent zu Buche schlagen (etwa 50 bis 100.000 DM). Dem stehen unter anderem eine Entlastung der Arbeitsvorbereitung (AV) und eine Reduktion des Optimierungsaufwands entgegen (vgl. REMPP u.a. 1981, S. 155 f.).

Die Wirtschaftlichkeit des dezentralen Programmierplatzes wird unter anderem beeinflusst von Parametern wie Losgröße, Wiederholhäufigkeit, Verfügbarkeit, Komplexität und Betriebsgröße (vgl. z.B. SORGE u.a. 1982 und KJEF 1983).

Insgesamt ist bei einer hohen Innovativität des Teilespektrums, charakteristisches Einsatzkriterium für FFS (GENSCHOW und HAMMER 1983), dezentrale Programmierung am ehesten zu erwarten. Allerdings unterliegt diese Organisationsform kaum erkennbaren Gesetzmäßigkeiten (vgl. CZIUDAJ und PFENNIG 1982; REMPP u.a. 1981, S. 223 ff.). REMPP u.a. betonen außerdem, daß bezüglich des Einsatzes von Werkstattprogrammierung kaum Wirtschaftlichkeitsrechnungen angestellt würden.

Man kann allerdings feststellen, daß die Bereitschaft des Managements zur Einrichtung dieser Organisationsform mit zunehmenden Anlagenkosten abnimmt (CLAUSSNITZER 1974; CZIUDAJ u.a. 1982). Dies verringert die Chancen an der Duplexzelle erheblich.

Welche Organisationsform sich durchsetzen wird, hängt daher nicht nur von den Erfahrungen mit dem adäquaten, das heißt dezentralen und flexiblen Einsatz der Fertigungsanlage ab (SORGE u.a. 1982; HAMMER 1981), sondern auch vom Engagement der betrieblichen Interessenvertretung hinsichtlich der längerfristigen Erhaltung von Facharbeiterqualifikationen.

Dies trifft auch für die notwendige Qualifizierung der Maschinenbediener zu, da die Betriebe kein Interesse haben, Mitarbeiter auf eigene Kosten zu qualifizieren, deren Qualifikationen sie nach der nächsten Rationalisierungsmaßnahme aufgrund von Umsetzung und Entlassung nicht mehr verwerten können.

b) Ein weiteres Problem besteht in den zu erwartenden Einsatzbedingungen der Duplex-Fertigungszelle (Drei-Schicht-Betrieb, geringe Losgröße). Daraus resultiert die Gefahr der Überlastung und unzumutbaren Arbeitsintensivierung des Bediener wie sie auch als Argument gegen die partielle Teileprogrammierung ins Feld geführt wird. Zwar ist das Bestreben nur Facharbeiter als Bediener zu beschäftigen (oft mit NC-Programmiererfahrung) klar erkennbar, da auf deren Überblick über den prozeßspezifische Produktionsvorgang und deren Qualifikationen (wie z.B. Sorgfalt, Konzentration, Verantwortungsbewußtsein) großen Wert gelegt wird. Außerdem hat die Entwicklung des computerunterstützten Programmierens und benutzerfreundlicher Programmiersprachen den Programmiervorgang sehr erleichtert. Dennoch ist fraglich, ob die dem Bediener verfügbare Zeit zur Erstellung zumindest eines Teils der Programme ausreicht.

- Es müssen die zwei Bearbeitungszentren mit Werkstückträgern versorgt werden;
- Werkstückträger für den mannlosen Betrieb in der Nachtschicht müssen umgerüstet werden;
- zusätzlich fallen Tätigkeiten an wie die Werkzeugvoreinstellung und Wartung.

Eine der Determinanten der disponiblen Zeit ist die durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Werkstück. KIEF (1983) geht von 30 Minuten pro Palette allgemein für flexible Fertigungszellen aus. In Abweichung hiervon werden von seiten des untersuchten Herstellerbetriebes unterschiedliche Angaben gemacht. Einerseits gelten 12 Minuten als optimale Bearbeitungszeit pro Werkstück (mündliche Mitteilung), andererseits sprechen

HAMMER und SCHUSTER (1983) von 20 Minuten pro Palette (auf der im allgemeinen 2 bis 4 Werkstücke aufgespannt sind. Inzwischen können auch bis zu 8 einfachere Teile aufgespannt werden, eine Erweiterung auf 16 ist geplant). Im allgemeinen werden die Spannzyklen mit der Teilezahl etwas länger.

Eine weitere Determinante besteht in der Bestückung der Werkstückträger mit Spannelementen (Umrüsten), diese dauert etwa 15 Minuten.

Eine dritte Determinante ist die Losgröße. Je geringer diese ist, um so größer ist der Umrüstaufwand. Ist die durchschnittliche Losgröße gering, werden Palettieren und vor allem Umrüsten zur überwiegenden Tätigkeit, wodurch sich die Gesamttätigkeit wieder der an nicht-"entkoppelnden" mechanischen Aggregaten mit der Notwendigkeit permanenter manueller Eingriffe angleicht. Allerdings entfällt hierbei die Steuerungskompetenz. Eine umfangreichere Losgröße hingegen erfordert nach der Bereitstellung einiger gleicher Aufspanvorrichtungen nur das unproblematische und schnelle Austauschen und neu Aufspannen von Rohteilen. Es ergibt sich also ein Paradoxon: Der Faktor "geringe Losgröße", der im allgemeinen dezentrale Programmierlösungen begünstigt, behindert eine solche Lösung im Falle der flexiblen Fertigungszelle. Werkstücke, die eine längere Bearbeitungszeit erfordern (z.B. 40 Minuten) und hierdurch disponible Zeit schaffen könnten, dürften eher in der mannlosen Nachtschicht bearbeitet werden, kürzere Aufträge dagegen in den Tagschichten. Das Vorbereiten der Werkstückträger für die bedienerlose Schicht kann beträchtliche Zeit in Anspruch nehmen. So würde dieses alleine 8 Stunden benötigen, im Falle daß alle 32 Pufferplätze mit Rohteilen belegt werden müssen, deren Bearbeitungszeit 20 Minuten beträgt. Dies würde eine mannlose Schicht von 5 Stunden ergeben. Dieses vorbereitende Umrüsten muß von den beiden Bedienern, die in zwei

Schichten arbeiten, geleistet werden zusätzlich zu deren anderen Tätigkeiten* .

Die Gefahr, daß der Bediener der flexiblen Fertigungszelle zum bloßen Palettierer dequalifiziert wird, dessen Regulationsanfordernisse aus der Sicht der an Humankriterien orientierten Arbeitsgestaltung völlig ungenügend sind, besteht also.

Da die Eckdaten des betriebswirtschaftlich optimalen Einsatzes der Duplex-Fertigungszelle festliegen (Losgröße 50 Stück, Stückzeit etwa 5 bis 12 Minuten) ist rechnerisch eher mit der Nichtrealisierung der Aufgabenanreicherung für den Bediener zu rechnen. Unter diesen Einsatzbedingungen sind folglich gegenüber der vorgesehenen Einsatzform arbeitsplatzübergreifende Gestaltungsvorschläge vorzulegen.

6.2 Gestaltungsvorschlag 2: Aufgabenwechsel zwischen Maschinenbediener und Programmierer

Diese Möglichkeit zur Erhöhung der Lern- und Entwicklungschancen der Bediener besteht in der periodischen Übernahme von Aufgaben höheren Anforderungsgehalts.

Neben dem Beitrag zum Erhalt des Qualifikationsniveaus bietet diese Form des Arbeitseinsatzes weitere organisatorische Vorteile, die vor allem in besserer Vermittlung von Theorie und Praxis und zweckmäßiger Rekrutierung qualifizierten Program-

* Die angegebenen Daten beziehen sich, wie schon bemerkt nur auf eine Duplexzelle mit der Palettengröße 400 x 400 mm. Eine FFZ, das heißt ein FFS mit nur einer Werkzeugmaschine und der Palettengröße 630 x 630 mm konnten wir ergänzend beobachten. Die durchschnittliche Durchlaufzeit einer Palette betrug hier etwa 45 Minuten. Der zeitliche Dispositionsspielraum war daher infolge Einmaschinenbedienung und größeren Werkstückabmessungen erheblich größer.

mierpersonals bestehen (vgl. KIEF 1983). Auf Nachteile und Realisierungsprobleme wollen wir wieder unten eingehen.

6.2.1 Qualifikationsanforderungen

Der maximale Anforderungsgehalt in der Gesamttätigkeit des Bedieners wird in diesem Fall von den Planungserfordernissen der höherwertigen Arbeitsaufgabe, das heißt der Programmier-tätigkeit bestimmt. Wir waren oben zum Ergebnis gekommen, daß hier in Abhängigkeit von der Komplexität der Programmieraufgaben und der "Benutzerfreundlichkeit" durchschnittlich auf der Ebene der Teilzielplanung reguliert wird (Stufe 3R bis 3).

Bei beispielsweise einem 2tägigen Wechsel, während dessen jeweils einer der beiden Bediener/Programmierer die Programme, gegebenenfalls für seine Bedienzeit schreibt, wäre allerdings keine Koordinierung der beiden Teilaufgaben im Sinne der Bereichskoordination (Stufe 4R bis 4) erforderlich; unter bestimmten Umständen wie zum Beispiel in der Anfangsphase dieses Gestaltungsprojekts wäre aber eine eigenständige Arbeitsteilung in der Bedienergruppe denkbar. So könnte der erfahrene Bediener beziehungsweise Programmierer die komplizierten Programme schreiben, während der noch zu qualifizierende Bediener Praxiserfahrung mit der Erstellung einfacherer Programme sammelt. In diesem Falle könnte die Koordination der Arbeitsaufgaben nach zeitlichen und Schwierigkeitskriterien Handlungsregulation auf Stufe 4R erfordern, da jeweils die Planungen des Kooperationspartners bei der eigenen berücksichtigt werden müßten. Diese Anforderung wäre jedoch nicht von Dauer, da die Erstellung einfacher Programme in ihren Regulationserfordernissen schnell absinken würde (Stufe 2). Außerdem wäre unter den wünschenswerten Kriterien konfliktfreier Kooperation auf gleichberechtigter Basis eine dauerhafte Arbeitsteilung dieser Art nicht funktional.

Eine langfristige Sicherung der Lernchancen wäre darüber hinaus dadurch gegeben, daß sehr erfahrene Bediener/Programmierer sich praktisch für Aufgaben qualifizieren könnten, wie sie sich aus einer künftig veränderten Arbeitsteilung zwischen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung im Zuge des CAD-Einsatzes ergeben dürfte (vgl. z.B. MASKOW und THOMAS 1979; SUHR 1983).

Eine tendenziell für kleinere Betriebe vorteilhafte Auswirkung dieser Arbeitsgestaltungsmaßnahmen besteht daher in verbesserten Rekrutierungsbedingungen für qualifiziertes Programmierpersonal, zumal ohnehin der Facharbeiteranteil ohne (34 bis 52 Prozent) und mit Zusatzausbildung (Techniker, Meister, 44 bis 54 Prozent) den Hauptteil des Programmierpersonals bildet (88 bis 96 Prozent, CLAUSSNITZER 1974; GOTTSCHALCH 1981).

Die praktische Erfahrung der Bediener an der Maschine reduziert außerdem den durchschnittlichen Optimierungsaufwand und häufige, damit verbundene Spannungen zwischen Bediener und Arbeitsvorbereitung. Die Relevanz der Praxis für die Programmierung erweist sich auch daran, daß die Optimierung des Programms an der Maschine gegenüber der CAD-Simulation für unverzichtbar gehalten wird, so zumindest im Fall des FFS-Herstellerbetriebs.

6.2.2 Schwierigkeiten der Realisierung

a) Als vordergründigstes Problem erscheint zunächst, etablierte Programmierer für diesen Aufgabenwechsel zu gewinnen. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist sicherlich gering. Geeigneter wäre eine ohnehin in Aufbau, Ausweitung oder Umstrukturierung befindliche Programmierabteilung beziehungsweise Arbeitsvorbereitung. Eine Möglichkeit für Einarbeitung der Programmierer/Bediener wurde angedeutet, weitere wären denkbar. Darauf soll hier nicht weiter eingegangen werden.

b) Mit Sicherheit würde aber auch bei bereits optimierungserfahrenen Facharbeitern ein "learning by doing" nicht ausreichen, um die Flexibilitätsanforderungen zu erfüllen. Daher wären zumindest die verbreiteten ein- bis zweiwöchigen CNC-Kurse sowie eine kooperative Einarbeitung durch erfahrene Programmierer erforderlich.

Dies wäre mit Qualifizierungskosten verbunden, deren Nutzen immerhin zu prüfen wäre (vgl. HAMMER 1979), nicht zuletzt auch unter schwieriger zu quantifizierenden Aspekten.

c) Den Einwänden gegen Werkstattprogrammierung, Programmiertraining und Know-how-Transfer blieben gering, außerdem sei Programmerstellung auf Vorrat kaum möglich (SUHR 1983), wird hier optimal begegnet. Der Einwand größerer Personalabhängigkeit ist nur insofern managementseitig verständlich, als nun zwei qualifiziertere Mitarbeiter eingesetzt (und bezahlt) werden, zuvor aber nur einer. Die Disponibilität der Arbeitskräfte ist jedoch gewachsen. Die entscheidende Frage ist hier, ob die Betriebe eher dazu tendieren, die Flexibilität der Produktion über eine adäquate Personalpolitik herzustellen und zu sichern, oder ob sie dies in erster Linie mit Hilfe der Computertechnologie bewerkstelligen wollen.

Eine Selektion der besseren Strategie über die Marktmechanismen kann für die Beschäftigten außerordentlich nachteilige Folgen haben.

d) Die veränderte Form des Arbeitseinsatzes in Vorschlag 2 führt zwar zur Erhöhung der Planungs- und Entwicklungschancen, bleibt aber bei einem mittleren Anforderungsniveau und damit unterhalb einer unter handlungstheoretischen Kriterien wünschenswerten Persönlichkeitsförderlichkeit.

Unabhängig davon können bei einem entsprechenden Teilespektrum an der Anlage Betriebsbedingungen auftreten, die entweder eine Überlastung des Bedieners beziehungsweise von Bedie-

ner und Programmierer zur Folge haben oder eine über die zuvor vorgeschlagenen Maßnahmen hinausgehende Arbeitsgestaltung notwendig machen.

Unter dem Zwang zur maximalen Anlagennutzung kann es ohne weiteres zur Fertigung eines betriebswirtschaftlich suboptimalen Werkstücksspektrums an der Anlage kommen. Unterschreiten Bearbeitungszeit und Losgröße zusammen eine gewisse kritische Grenze, kann der dann ohnehin weitgehend zum Rüster und Palettierer degradierte Anlagenbediener den Arbeitsumfang nicht mehr bewältigen.

Nun verweist jedoch ein Zitat von GENSCHOW und HAMMER (1983, S. 137) auf eine prinzipielle Lösbarkeit dieses Problems:

"Zur Bedienung der Zelle in der ersten und zweiten Schicht wird jeweils eine Person benötigt, wenn die durchschnittliche Auftragsgröße etwa 50 Stück beträgt. Kleinere Losgrößen erfordern die teilweise Bereitstellung vorbereiteter Spannvorrichtungen oder eine zweite Person während der ersten Schicht, die beim Vorbereiten der Werkstückträger mithilft."

Das Prinzip des Vorschlags von HAMMER und SCHUSTER betrifft also eine Erweiterung des Bedienpersonals. Inhaltlich ist dabei aber wohl an einen völlig weiteren Anforderungen enthobenen Rüster oder gar Palettierer gedacht. Eine solche Lösung ist sowohl hinsichtlich der Qualifikation als auch der Kooperation und Belastung für beide Anlagenarbeiter unter Human-kriterien abzulehnen.

Bei derartig hohen Anlagen- und Fixkosten wie an der Duplex-Fertigungszelle fallen Lohnkosten außerdem nur gering ins Gewicht, während auf der Nutzenseite qualifizierte Arbeit, höhere Facharbeitermotivation, bessere Störungsprävention und Disponibilität qualifizierter Arbeitskraft stehen. Insgesamt kann sich dadurch eine Kostensenkung ergeben, welche mit erweiterten Kriterien überhaupt erst erfaßt werden müßte (vgl. REMPP u.a. 1981; HAMMER 1981).

6.3 Gestaltungsvorschlag 3: Teilautonome Arbeitsgruppen. Ein flexibles Gestaltungskonzept

Unter Einbeziehung von Elementen der Gestaltungsvorschläge 1 und 2 bietet sich hier ein Gestaltungskonzept an, welches mehrere Gestaltungsmöglichkeiten unterschiedlicher Reichweite und Konsequenz offenläßt. Es ist flexibel gegenüber spezifischen betrieblichen Bedingungen. Drei Beispiele dieser Möglichkeit sollen hier kurz dargestellt und nur dort diskutiert werden, wo sich gravierende Unterschiede zu Vorteilen und Problemen der Vorschläge 1 und 2 ergeben.

a) Ein Bediener erstellt und optimiert (einen Teil der) Programme. 0,5 bis 1 Hilfskräfte Rüsten und Palettieren. 0,2 bis 0,5 Programmierer werden dadurch entlastet.

Diese Gestaltungsmöglichkeit ist mit ähnlichen Nachteilen verbunden wie der Vorschlag von HAMMER und SCHUSTER. Die Fehlbeanspruchung des Palettierers wäre hoch, seine Motivation hingegen gering. Der Palettierer könnte außerdem nicht zur Ausfallfertigung eingesetzt werden und ebensowenig als qualifizierte Ersatzkraft für den Anlagenführer fungieren. Insbesondere ist davon auszugehen, daß eine derart starke Ungleichverteilung der Qualifikation und der Belastungskontrollchancen zu Konkurrenz und konflikthafter (Nicht-)Koordination führen würde. Vom arbeitspsychologischen Standpunkt aus wäre eine solche Segmentierung daher strikt abzulehnen.

b) Zwei Bediener (beziehungsweise je nach Teilespektrum auch 1,5 bis 3 Bediener) übernehmen gemeinsame oder gegebenenfalls in Job-rotation alle an der Anlage anfallenden Tätigkeiten einschließlich der Teile-Programmierung.

Ihnen steht ein dezentraler Programmierplatz zur Verfügung. Im benutzergesteuerten DNC-Dialogbetrieb haben sie Zugriff zur Programmdatenverwaltung und diesbezügliche Aufgaben.

Bei geringen Werten des Verhältnisses von Programmierzeit zu Bearbeitungszeit kann es unter Umständen genügen, einen zusätzlichen Bediener einzubeziehen, der einen beide Tagschichten je zur Hälfte überlappenden Dienst versieht. Eher unwahrscheinliche durchschnittliche Losgrößen von 150 bis 200 Teilen könnten auch die Realisierung des Gestaltungsvorschlags 1, dem qualifizierten "Ein-Mann-Betrieb" ermöglichen. Bei den erwarteten üblichen Betriebsbedingungen dürfte bei Übernahme aller Arbeiten und der entsprechenden Entlastung der Arbeitsvorbereitung ein Zwei-Mann-Betrieb angemessen sein. Letztlich muß hier die betriebliche Praxis entscheiden.

Die Regulationserfordernisse der qualifizierten Anlagenführung im Zwei-Mann-Betrieb würden bei gleichberechtigter Stellung in der teilautonomen Arbeitsgruppe auf der Ebene der Bereichskoordination liegen.

Zumindest ist davon auszugehen, daß bei mehreren Planungsphasen in der Arbeitstätigkeit jeweils Kenntnis und Berücksichtigung des Handlungsbereichs des Kooperationspartners erforderlich ist (Stufe 4R).

Zusätzlich wirksam in Richtung auf eine humane Arbeitsgestaltung vergrößert sich so auch der Interaktionsspielraum des einzelnen Bedieners bedeutend. Arbeitsbezogene Kommunikation in bezug auf Programmierung, Auftragsreihenfolge, Wartung und Anlagenüberwachung wird somit umfangreich erst möglich, wohingegen der Interaktionsspielraum des Einzelbedieners relativ gering ist. Diese Lösung beinhaltet auch Vorteile für den Betrieb:

- Die zentrale Programmierabteilung wird entlastet (falls eine solche vorhanden ist); die zeitlich mögliche Übernahme weiterer Werkzeugeinstellarbeiten entlastet die AV;
- eine problemlosere Vertretung von Ausfällen (Krankheit, Urlaub) wird möglich, indem unter bestimmten Bedingungen der Kollege kurze Zeit den Anlagenbetrieb aufrechterhält und/

oder von der Programmierabteilung und einer Hilfskraft unterstützt wird; niemand muß neu eingewiesen werden;

- die Motivation der Bediener dürfte durch die relativ anspruchsvolle und kooperative Arbeit im Vergleich zur Einzelarbeit ansteigen, die Gefahr von Bedienerfehlern, Unachtsamkeit und Fluktuation absinken;
- die dezentrale und kooperative Anlagenführung ermöglicht eine hohe Flexibilität bei der zeitlichen, sachlichen und personellen Umdispositionen.

Als Nachteil aus betrieblicher Sicht können wiederum die höheren Qualifizierungs- und Lohnkosten sowie diejenigen für den Programmierplatz angeführt werden. Auf das erste Argument wurde bereits eingegangen. Bei Nichtauslastung des Programmierplatzes durch die Anlagenführer könnte dieser auch durch weitere Maschinenbediener der Abteilung genutzt werden.

Als organisatorisches Problem könnte sich die flexible Koordination der Anlagenbesetzung bei stark schwankenden Betriebsbedingungen erweisen. Von Bedeutung ist hier die Fertigungsstruktur der Abteilung (Maschinenpark, Werkstückspektrum, Qualifikationsstruktur).

Auf managementseitige Lösungsmöglichkeiten dieses Problems kann hier nicht eingegangen werden.

c) Probleme des flexiblen Personaleinsatzes wie auch der optimalen Anlagenutzung (inklusive der Programmierhilfen) lassen sich erheblich besser im Rahmen begrenzter teilautonomer Fertigungsbereiche bewältigen (vgl. BENZ-OVERHAGE u.a. 1982).

Der Kern des von uns favorisierten Gestaltungsvorschlags besteht daher in der Einrichtung beziehungsweise Einbeziehung der Duplex-Fertigungszelle in eine flexible Fertigungsinsel mit dezentralisierter Entscheidungskompetenz hinsichtlich der

Zeitplanung und der Verteilung von Aufgaben, Tätigkeiten und Maschinen.

Entsprechend der unterschiedlichen Produktionsaufgaben wäre an eine jeweils dynamisch angepaßte Arbeitsgruppe von NC-erfahrenen Facharbeitern, ehemaligen Einrichtern, Meistern und Programmierern zu denken. Die Formen des Arbeitseinsatzes wären dabei allerdings im Interesse der Flexibilität weitgehend der Arbeitsgruppe zu überlassen.

Weitere organisatorische Gestaltungsprinzipien, wie sie in der Arbeits- und Organisations- sowie der Motivationspsychologie entwickelt wurden, wären das Prinzip der demokratischen Entscheidungsfindung in der Gruppe, der Qualifizierung (Kompetenzvermittlung, z.B. durch Aufgabenwechsel und Fortbildungsmaßnahmen) und der Anerkennung von Qualifikationen (z.B. durch Zertifizierung als Abbau des Arbeitsplatz- und Abstiegsrisikos, vgl. GREIF 1983).

Im Interesse einer "Humanisierung" der Arbeit ist zu beachten, daß eine bloße Selektion von Personal anstatt einer Weiterqualifizierung diesem Interesse zuwiderlaufen würde.

Eine wesentliche Bedingung für die Effektivität der flexiblen Fertigungseinheiten, insbesondere für die Vermeidung von Konkurrenzverhalten und Konflikten wäre außerdem die Anwendung und Anpassung geeigneter Entlohnungsprinzipien (vgl. REMPP u.a. 1981).

Mehrere Realisierungen solcher Arbeits- und Organisationsgestaltungskonzepte, vorwiegend in Großbetrieben, haben sich bereits bewährt und sind für Aufgaben von hohen Qualitäts- und Flexibilitätsanforderungen in diesen Betrieben unverzichtbar geworden (vgl. BENZ-OVERHAGE 1983; BRÖDNER 1985).

Unter der Voraussetzung einer Beteiligung aller Gruppenmitglieder der Fertigungsinsel an Entscheidungsprozessen kann

davon ausgegangen werden, daß mehrere Handlungsbereiche (Einzeltätigkeit, Aufgabenverteilung und Lohnabrechnung) mit ihrerseits mittleren Planungsanforderungen (Stufe 3) koordiniert werden müssen.

Die prospektive Analyse dieser Arbeitstätigkeit(en) führt daher zur Einstufung in die Ebene der Bereichskoordination (Stufe 4).

Unter arbeitspsychologischen Kriterien weist das vorgeschlagene arbeitsplatzübergreifende Gestaltungskonzept zusammengefaßt folgende Vorteile auf:

- Es bestehen für alle Beteiligten hohe Planungs- und Qualifikationsanforderungen;
- eine Polarisierung der Anforderungen wird vermieden, ebenso damit einhergehende soziale Konflikte (eine abteilungsspezifische Polarisierung dürfte dadurch aber nur abgeschwächt werden);
- es besteht die Möglichkeit zur breiten Qualifizierung auch über längere Zeiträume hinweg;
- der Tätigkeitsspielraum wie auch die Möglichkeiten der Belastungskontrolle durch die Beteiligten sind breiter als im managementseitig projektierten Konzept.

Die zu erwartenden und in der Literatur beschriebenen empirischen Vorteile aus betrieblicher Sicht gliedern sich wie folgt:

- hohes Qualifikationsniveau der gesamten Arbeitsgruppe und damit hohe Disponibilität der Arbeitskräfte;
- geringe "Reibungsverluste" durch Konflikte infolge ineffektiver Leitungs- und Entlohnungsprinzipien;
- hohe Flexibilität gegenüber Produktionsvariablen (z.B. Umstellungen, Eilaufträge und anderes) und Personalvariablen (Ausfallfertigung, Personalausfall und anderes);

- hohe Facharbeitermotivation durch breite Qualifizierungsmöglichkeiten und dadurch verbesserte Rekrutierungsbedingungen.

Aus den genannten Gründen halten wir den Gestaltungsvorschlag 3c unter humanwissenschaftlichen Kriterien, das heißt im Sinne einer Kompensation des potentiell dequalifizierenden Anlagencharakters und einer Erhöhung der Lern- und Entwicklungschancen für den geeignetsten. Die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen seiner Realisierung halten wir für gegeben. Sie wären betrieblicherseits jeweils konkret zu prüfen.

Abschließend sei hier noch einmal im Zusammenhang mit der Frage der Wirtschaftlichkeit auf zwei zentrale Aussagen der ISI/IAB/IWF-Studie (1982) verwiesen:

"Die Personalkosten, die dann durch die höhere Qualifikation der Arbeitskräfte entstehen können, sind bei den hohen Systemstundensätzen relativ leicht über eine Erhöhung der Systemnutzung zu amortisieren." (S. 356)

und:

"Das Vorurteil, daß menschengerechte Arbeitsstrukturen unwirtschaftlich seien, kann durch die Studie nicht gestützt werden." (S. 58)

Beide Feststellungen beziehen sich auf eine umfassende Untersuchung flexibler Fertigungssysteme einschließlich betriebswirtschaftlicher Modellrechnungen.

Tabelle 1: Regulationserfordernisse bei unterschiedlichen Einsatzformen

Arbeitseinheiten	Gegenw. Einsatz	Vorges. Einsatz	Gestaltungsvorschläge			SNC	CNC	
			1 *	2	3a **			3b
1 Koordination der Aufgabenverteilung	-	-	-	-	-	4R-4	4	-
2 Auftragsreihenfolge festlegen	2	-	2	2	2	2	2	2
3 Programmieren/Optimieren	-	-	3R-3	3R-3	3R-3	3R-3	3R-3	2R
4 WZM- bzw. WZ-Träger rüsten	-	-	-	-	-	-	-	2R
5 WZ-Einstellung/-Lagerhaltung	2R	1	1	1(2)	-	2	2-3	2
6 Werkstückträger rüsten	2R	2R	2R	2R	2R	2R	2R	-
7 Werkstücke aufspannen	1	1	1	1	-	1	1	-
8 Werkstückzuführung/-abnahme	1R	1R	1R	1R	-	1R	1R	1R
9 Maßkontrolle	1	(1)	1	1	1	1	1	1
10 Korrektur des Arbeitsergebnisses	2R	2R	2R	2R	2R	2R	2R	2R
11 Überwachung	2R	1	2R	2R	2R	2R	2R	2R
12 Unterstützung der Instandhaltung	-	-	(3R)	3R	-	3R	3R-4	2R
Gesamtaufgabe	2	2R	3	3-4R	3	4R-4	4	3

* Setzt geeignetes Werkstückspektrum voraus.

** Gilt nur für den qualifiziert eingesetzten Bediener.

*** Höhere Regulationserfordernisse sind zu erwarten, wenn die Fertigungsinsel die gesamte Werkzeugvoreinstellung und Lagerhaltung für ihren Bereich übernimmt.

**** Höhere Anforderungen sind gegeben, wenn sich ein Instandhalter in der Arbeitsgruppe befindet, der mit den übrigen Gruppenmitgliedern zusammenarbeitet und damit qualifiziert und mit ihnen die Fertigungsabstimmung im Störungsfall durchführt.

Abbildung 15

Tabelle 2: Zeitstruktur der Tätigkeiten bei unterschiedlichen Einsatzformen (geschätzte Werte, abhängig von Produktionsparametern; Angaben in %, 1 % = etwa 5 Minuten)

Arbeitseinheiten	Gegenw. Einsatz	Voges. Einsatz	Gestaltungsvorschläge			SNC	CNC
			1	2, **	3a ***		
1 Koordination der Aufgabenverteilung	-	-	-	-	3	-	-
2 Auftragsreihenfolge festlegen	3	-	3	3	3	6	6
3 Programmieren/Optimieren	-	-	18	30	24	12	6
4 WZM- bzw. WZ-Träger rüsten	-	-	-	-	-	27	21
5 WZ-Einstellung/-Lagerhaltung	6	6	6	9	9	18	15
6 Werkstückträger rüsten	12	30	18	12	15	-	-
7 Werkstücke aufspannen	18	30	18	12	15	-	-
8 Werkstückzuführung/-abnahme	6	12	9	6	6	3	3
9 Maßkontrolle	3	3	3	3	3	6	3
10 Korrektur des Arbeitsergebnisses	3	3	3	3	3	6	3
11 Überwachung	44	9	9	6	6	15	30
12 Unterstützung der Instandhaltung	-	-	(6)	6	6	-	6
Wartung	6	6	6	6	6	6	6

* Aufgabenanzieherung setzt Zeitreserven durch geeignetes Werkstückspektrum voraus.

** Werte beziehen sich auf Durchschnitt über den Aufgabenwechsel hinweg.

*** Angabe nicht sinnvoll, da Zeitstruktur zwischen den Personen und Auftragsbeständen extrem ungleich verteilt.

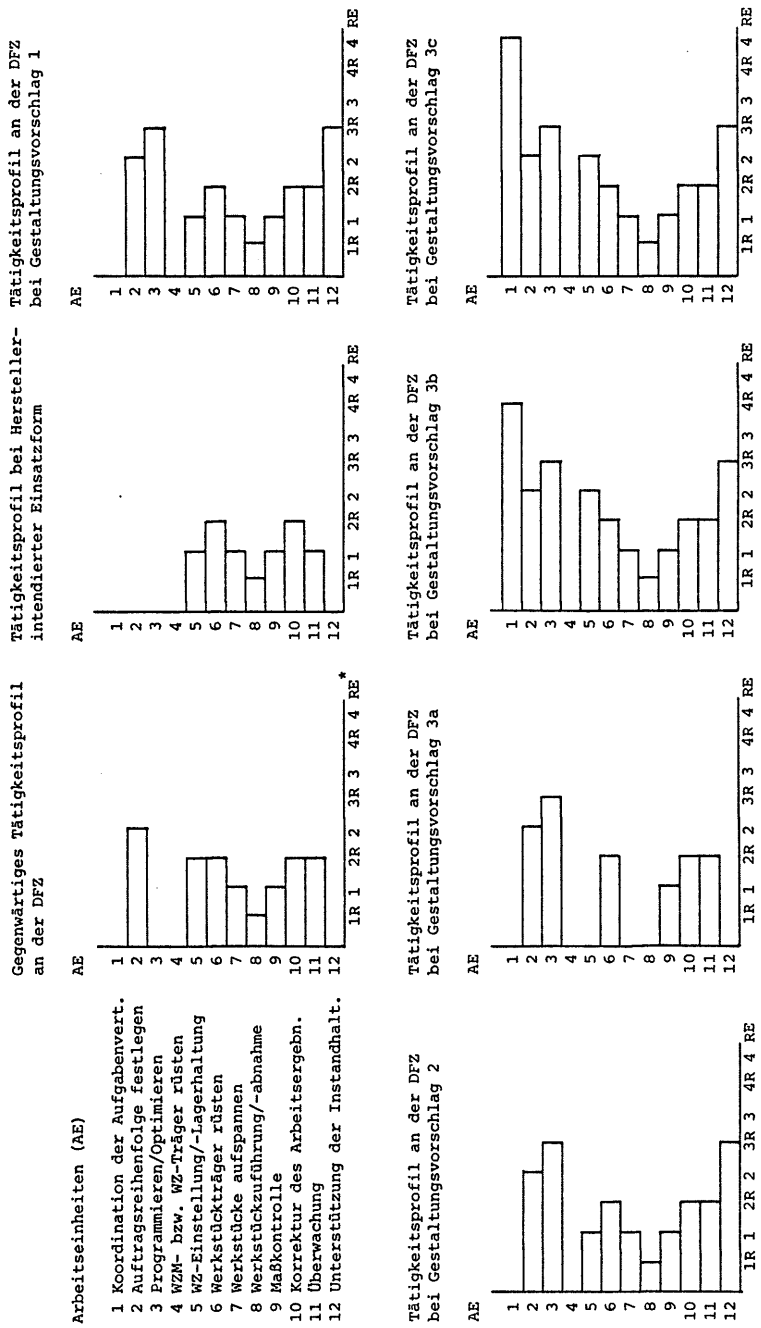
**** Die Anforderungen und zeitlichen Anteile sind bei dieser Arbeitseinsatzform sehr variabel und abhängig von jeweils laufenden Einarbeitungs- und Qualifizierungsprozessen. Die Zeitstruktur dürfte durchschnittlich der des Vor- schlags 3b nahekommen, bei höherem Anteil an Koordinierungsaufgaben.

Abbildung 16

Tabelle 3: Zeitgewichtetes Stufenmittel
Anforderungen an die Regulationstätigkeit (grob gerundet, in %)

Regulations- erfordernisse	Gegenw. Einsatz	Vorges. Einsatz	Gestaltungsvorschläge			SNC	CNC		
			1	2	3a 3b 3c				
bis Ebene 2	100	100	80	65	80	65	60	100	100
bis Ebene 3	-	-	20	35	20	30	30	-	-
bis Ebene 4	-	-	-	-	-	5	10	-	-

Grafik 1 : Regulationserfordernisse bei unterschiedlichen Einsatzformen



* RE = Regulationserfordernisse.

Abbildung 19

Grafik 3: Zeitgewichtetes Stufenmittel

Regulations-
erfordernisse

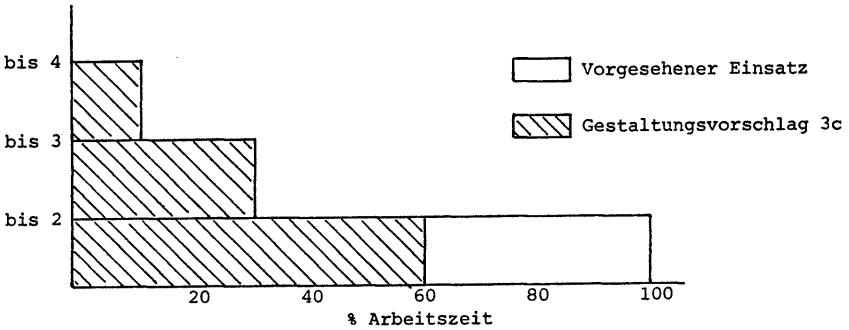
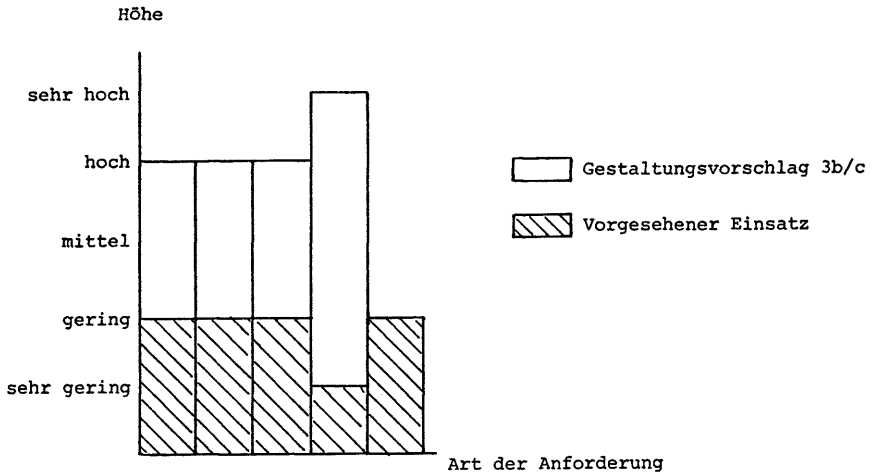


Abbildung 20

Grafik 4: Vergleich der Gesamtanforderungsprofile



Intellektuelle
Handlungs-
spielraum
Kenntnisse
Kooperation
Belastung

ANHANG

Anmerkungen

1.

Das vorliegende Schema ist nach funktionalem Prinzip aufgebaut, das heißt es differenziert die Begriffe nach der Hauptfunktion, die sie in der wissenschaftlichen Diskussion einnehmen. Sie sind daher teilweise unabhängig von den weiteren Konnotationen, Überschneidungen und Unschärfen, die bei den jeweiligen Autoren impliziert sind.

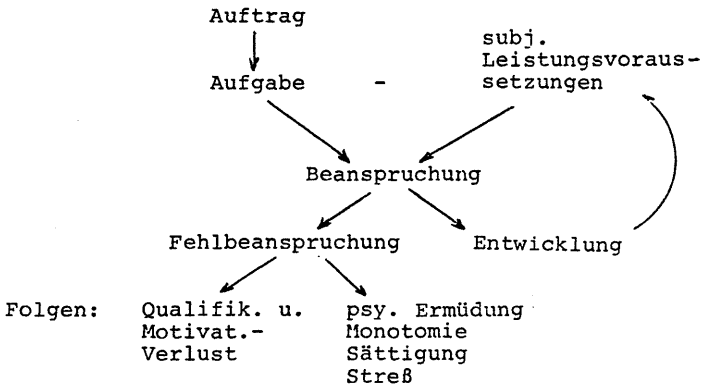
Eine andere mögliche Darstellungsform wäre wissenschaftshistorische Herleitung gewesen, wie sie zum Beispiel KARG/STAEHLE (1982, S. 167) in ihrer Übersicht über Arbeitsanalyseverfahren wählen.

Den Schwierigkeiten graphischer Darstellung ist unter anderem geschuldet, daß Lohnarbeits-Anforderungen neben den Aufgabenanforderungen stehen, statt, wie theoretisch dargestellt, letztere einzuschließen.

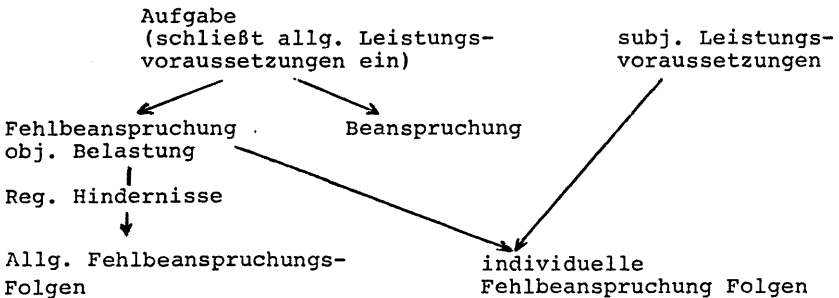
2.

Auch das funktionelle Schema zum Belastungsbegriff legt zunächst einmal unser Begriffsverständnis zugrunde, welches von der Möglichkeit personenunabhängiger Erfassung von Stressoren ausgeht. Die größte Schwierigkeit der Darstellung liegt darin, daß selbst Autoren, die vor der Untersuchung streßerzeugender Person/Umwelt - Interaktionen einen objektiven Belastungszugang fordern, diesen teilweise nicht durchhalten. So ist zum Beispiel der Beanspruchungsbegriff bei HACKER inkonsistent verwendet: Während im zweiten Band der speziellen Arbeits- und Ingenieurpsychologie (1980, S. 15 ff.) Beanspruchung jeweils nur über ein Subjekt definiert wird, wird im TBS (1980, Band I, S. 18 ff.) die Aufgabenseite personenunabhängig präzise gefaßt.

Subjektiver Beanspruchungsbegriff bei HACKER (1980, Bd. 2)



Der objektive Belastungsbegriff geht dabei aber vom ϕ geübten Arbeitenden mit funktional ausreichenden Leistungsvoraussetzungen aus, die ebenfalls von bestimmten Regulationsbedingungen beeinträchtigt werden können und somit jedes konkrete Individuum überfordern würden. In diesem Falle sähe das Schema folgendermaßen aus: (vgl. 1980, Bd. 1)





Auszüge aus:

Verfahren zur Ermittlung von

VERSION 1986
(NUR ZUM INTERNEN
GEBRAUCH)

REGULATIONS- HINDERNISSEN IN DER ARBEITSTÄTIGKEIT

Manual

Das Forschungsprojekt wird mit Mitteln des BMFT gefördert und beim Projektträger HdA unter dem Titel "Entwicklung eines Verfahrens zur Ermittlung kognitiver Arbeitsbelastung" und dem Förderkennzeichen 01HA0225 geführt.

B EINSTUFUNG



Forschungsprojekt
Regulationshindernisse
in der Arbeitstätigkeit

B 3 EINSTUFUNG DER ZEITAUTONOMIE/ÜBERSICHTSBLATT

Auftragsstruktur Zeitautonomiestufe	Kontinuierliche Steuerung maschineller Prozesse	Kontinuierliche Herstellung von Produkten	Aufgaben mit erkennbarer Auftragsstruktur
5 - 4	Eingriffszeitpunkt von außen festgelegt. Ständige Aufmerksamkeit gefordert.	Zeitpunkt zur Herstellung jedes Produkts von außen festgelegt. Zyklus kleiner als 3 Min.	
5 - 3		Wie 5 - 4. Zyklus zwischen 3 und 10 Minuten.	
5 - 2		Wie 5 - 4. Zyklus zwischen 10 und 20 Minuten.	
5 - 1		Wie 5 - 4. Zyklus länger als 20 Minuten.	
4 - 4	Eingriffszeitpunkt von außen festgelegt. Abwendungsphase kürzer als 3 Min.	Zeitpunkt zur Herstellung jedes Produkts von außen festgelegt, jedoch Abwendungsphasen vorhanden. Zyklus kürzer als 3 Min.	Zykluszeit oder Abwendungsphase kürzer als 3 Min.
4 - 3	Wie 4 - 4. Abwendungsphase zwischen 3 und 10 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus zwischen 3 und 10 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus oder Abwendungsphase zwischen 3 und 10 Min.
4 - 2	Wie 4 - 4. Abwendungsphase zwischen 10 und 20 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus zwischen 10 und 20 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus oder Abwendungsphase zwischen 10 und 20 Min.
4 - 1	Wie 4 - 4. Abwendungsphase länger als 20 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus länger als 20 Min.	Wie 4 - 4. Zyklus oder Abwendungsphase länger als 20 Min.
3 - 4	Eingriffszeitpunkte werden von Arbeitenden festgelegt, oder <i>kurz</i> verlassen des Arbeitsplatzes ist möglich.	Zeitpunkt, zu dem eine größere Menge von Produkten hergestellt sein muß, liegt fest.	Zeitpunkt, zu dem der Auftrag erledigt sein muß, liegt fest. Auftragsdauer unter 30 Min.
3 - 3			Wie 3 - 4. Auftragsdauer zwischen 1/2 Std. und 1 Std.
3 - 2			Wie 3 - 4. Auftragsdauer zwischen 1 Std. und 4 Std.
3 - 1			Wie 3 - 4. Auftragsdauer länger als 4 Std.
2			Zeitpunkt zur Erledigung mehrerer Aufträge liegt fest. Die Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge hat Einfluß auf die Arbeitsbedingungen.
1			Keine Zeitpunkte festgelegt, zu denen die Arbeitsaufträge erfüllt sein müssen.

C BELASTUNGSANALYSE



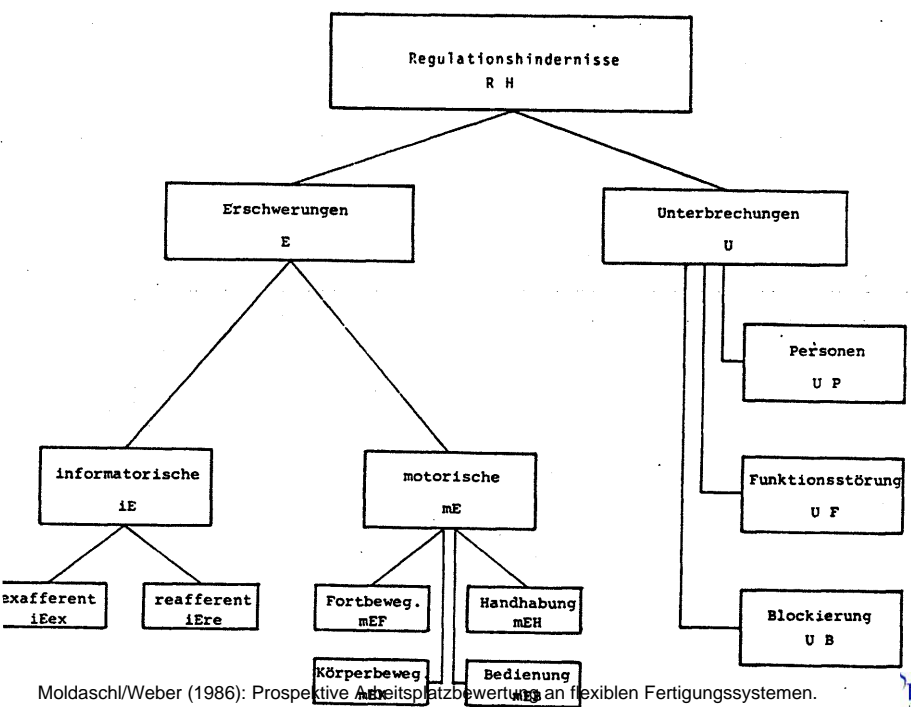
C 1 KLASSIFIKATION VON REGULATIONSHINDERNISSEN

Forschungsprojekt
Regulationshindernisse
in der Arbeitstätigkeit

Unter Regulationsbehinderungen werden Arbeitsbedingungen verstanden, die die Erreichung des Arbeitsergebnisses behindern, ohne daß dem durch Vorausplanung begegnet werden kann. Regulationsbehinderungen treten in 2 Hauptformen auf, die sich jeweils weiter untergliedern lassen. Die Hauptformen sind:

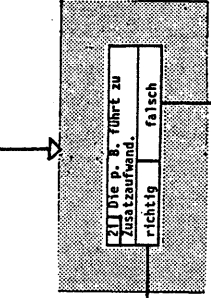
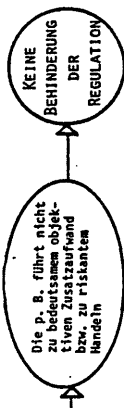
Direkte Behinderung der Regulation durch mangelhafte äußere Handlungsvoraussetzungen (Regulationshindernisse, RH);
vermittelte Behinderung der Regulation durch Überforderung von Leistungsvoraussetzungen (Behinderung durch Überforderung, BÜ).
BÜ werden im Teil C 4 beschrieben.

In diesem Teil (C 1) werden Regulationshindernisse klassifiziert. Sie behindern die Regulation direkt, und zwar durch Erschwerungen oder Unterbrechungen.

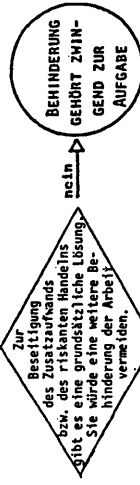
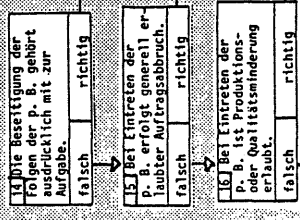


1

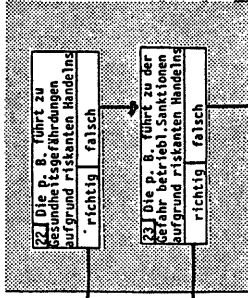
Keine oder praktisch unbedeutende Auswirkungen auf das objektive Arbeitshandeln



Erlaubte/erforderte Reaktionen



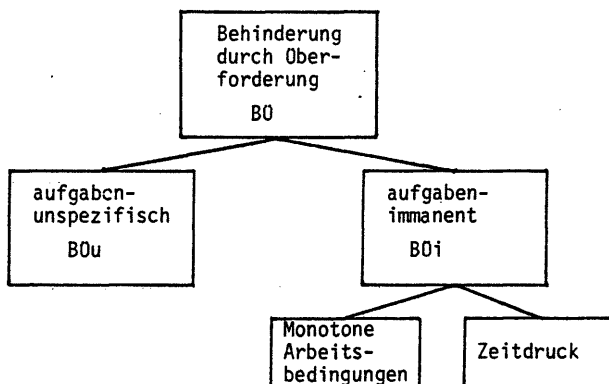
Die p. B. führt zu riskantem Handeln



1

Behinderungen durch Überforderung von Leistungsvoraussetzungen liegen vor, wenn die körperliche oder geistige Leistungsfähigkeit des Arbeitenden durch bestimmte Ereignisse langfristig herabgesetzt wird. Hierbei wird die Handlungsregulation nicht unmittelbar erschwert. Es handelt sich vielmehr um Dauerzustände, die erst durch längere "Einwirkungszeit" menschliche Kapazitätsgrenzen überschreiten. BÜ behindern die Handlungsregulation vermittelt. Ihre Wirkung kumuliert sich im Verlauf des Arbeitstages.

BÜ können durch aufgabenunspezifische oder aufgabenimmanente Bedingungen hervorgerufen werden.



Schema zur Beschreibung von Kommunikationsanforderungen in der Arbeitstätigkeit

I. Arbeitsbezogene Kommunikation

0. Einzel- oder Gruppenarbeit

1. Form der Kommunikation

direktes Gespräch (vis-à-vis/telefonisch)
(Inhalts- und Beziehungsgespräch)
indirekte Kommunikation über technische Medien
(schriftlich/über EDV/über Signale)
(nur Inhaltsaspekt)

2. Quantitative Ausprägung der Kommunikation:

Schätzung des zeitlichen Anteils kommunikativer Akte
je nach Arbeitsaufgabe eine Arbeitenden

- a) Häufigkeit
- b) Zeitaufwand
- c) Zahl der Kommunikationspartner (auf gleicher/über-/untergeordneter Ebene)
- d) Zahl der von eigenen Entscheidungen oder Handlungen unmittelbar betroffenen Arbeitsplätze

3. Quantitative Ausprägung der Kommunikation

3.1 Formale Stellung des/der Kommunikationspartner in der betrieblichen Hierarchie

- a) gleichberechtigt
- b) subaltern
- c) vorgesetzt

3.2 Charakter der kommunikativen Akte

- a) Erfahrungsaustausch
- b) Kenntnisvermittlung/Instruktion
- c) Anweisung, Aufforderung
- d) Mitteilung, Weitergabe von Arbeitsdaten
- e) Anfrage

3.3 Schwerpunktzuordnung kommunikativer Akte zu bestimmten Handlungsphasen

- a) Zielbildung
- b) Aktionsprogrammbildung
- c) Rückmeldung
- d) Orientierung

3.4 Bezugnahme der kommunikativen Akte auf die jeweilige Regulationsebene der Arbeitsaufgabe

- | | |
|----------------------|---|
| Bereichserschließung | (Bestimmung neuer Produktions- und Arbeitsziele) |
| Bereichskoordination | (Abstimmung der Ziele und Aufgaben von Personen, Gruppen, Arbeitsteilungen) |
| Teilzielbildung | (Bestimmung von Arbeits- und Aufgabenabfolgen) |
| Handlungsplanung | (Bestimmung von Arbeitsschritten) |
| Aktionsprogramme | (Abstimmung von Arbeitsbewegungen und -ergebnissen z.B. Maße) |

4. Kommunikationsrestriktionen: Behinderung von notwendiger Kommunikation durch Arbeitsbedingungen wie:

- a) Zeitdruck
- b) Mobilität der Kommunikationspartner
- c) Unklare Kompetenzdefinitionen
- d) Behindernde Aufgabenbeschreibung
- e) Technische Bedingungen
- f) Umgebungsbedingungen

II. Informelle, nicht-arbeitsbezogene Kommunikation

1. Möglichkeiten informeller Kommunikation (Kommunikationsrestriktionen)

- a) bezüglich der Lage des Arbeitsplatzes (Entfernungen, Zahl der kommunikativen Partner)
- b) bezüglich der Zeitstruktur (Taktbindung)
- c) bezüglich des Bewegungsraums (z.B. Maschinenbindung)
- d) bezüglich der Umgebungsbedingungen (z.B. Lärm)
- e) Pausenregelung

2. Zeitanteil von Möglichkeiten informeller Kommunikation ohne Beeinträchtigung der Arbeitsaufgabe

9. Literaturverzeichnis

- ALIOTH, A. (1980): Entwicklung und Einführung alternativer Arbeitsformen. Bern, Stuttgart und Wien: Huber.
- ALTMANN, N., u.a. (1982): Grenzen neuer Arbeitsformen: betriebliche Arbeitsstrukturierung, Einschätzung durch Industriearbeiter, Beteiligung der Betriebsräte. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Arbeiten des Instituts für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München).
- ASENDORF-KRINGS, I./DREXEL, I./NUBER, Ch. (1976): Reproduktionsvermögen und die Interessen von Kapital und Arbeit. Ein Beitrag zur theoretischen Bestimmung von Qualifikation. In: Mendius u.a.: Betrieb-Arbeitsmarkt-Qualifikation 1. Frankfurt a.M., S. 207-236.
- BAISCH, R. (1980): "NC-Technik, wie die Werkstatt sie braucht". In: VDI-Nachrichten, 24.
- BAITSCH, Ch., und FREI, F. (1980): Qualifizierung in der Arbeitstätigkeit. Bern, Stuttgart und Wien.
- BECHMANN, G., VAHRENKAMP, R., und WINGERT, B. (1979): Mechanisierung geistiger Arbeit. Frankfurt/New York: Campus.
- BENNINGHAUS, H. (1980): Merkmale und Auswirkungen beruflicher Tätigkeit. Zwischenbericht für ein Forschungsprojekt. Berlin (West): Institut für Soziologie der TU Berlin. (Unveröffentlichtes Manuskript).
- BENZ-OVERHAGE, K., u.a. (1982): Neue Technologien und alternative Arbeitsgestaltung: Auswirkungen des Computereinsatzes in der industriellen Produktion. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Forschungsberichte des Instituts für Sozialforschung Frankfurt a.M.).
- BENZ-OVERHAGE, K., u.a. (1983): Computergestützte Produktion: Fallstudien in ausgewählten Industriebetrieben. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Schriftenreihe Humanisierung des Arbeitslebens, Bd. 43).
- BERTRAND, O. (1982): Das flexible Fertigungssystem im Werk Bonthéon von Renault Véhicules Industriels (R.V.I.). In: LUTZ, B. und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft. Frankfurt a.M., New York: Campus, S. 41-55.
- BLAUNER, R. (1964): Alienation and Freedom. Chicago/London: University Press.
- BRANDT, G. (1984): "Marx und die neuere deutsche Industrie-soziologie". In: Leviathan, 2 (überarbeitete Fassung eines Vortrags vor der Sektion "Industriesoziologie" der Deutschen Gesellschaft für Soziologie am 28. Oktober 1983 in Frankfurt a.M.).

- BRAVERMAN, H. (1977): Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß. Frankfurt a.M. und New York: Campus.
- BRIEFS, U. (1980): Arbeiten ohne Sinn und Perspektive? Köln: Pahl-Rugenstein.
- BRIGHT, J. R. (1959): Automation und Management. Boston/Mass.
- BRIGHT, J. R. (1974): "Automation und Qualifikationsanforderungen bei tendentieller Dequalifizierung der Gesamt-Arbeitskraft". In: HEGELHEIMER, A. (Hrsg.): Texte zur Bildungsökonomie. Frankfurt a.M., Berlin, Wien: Ullstein, S. 475-510.
- BRÖDNER, P. (1985): Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik. Berlin : Edition Sigma Bohn.
- CAPLAN, R. D. u.a. (1975): Job Demands and Worker Health Washington: NIOSH.
- CHOMSKY, N. (1969): Aspekte der Syntaxtheorie (dt.). Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- CLAUSSNITZER, R. (1974): Der Einsatz von NC-Werkzeugmaschinen in der BRD. Stuttgart und Vaihingen: TVG.
- CZIUDAJ, M., und PFENNIG, V. (1982): "Organisation des Personaleinsatzes an NC-Maschinen. Ergebnisse einer Umfrage". In: Angewandte Arbeitswissenschaft, 94.
- DÄHNERT, H. (1982): Beispiele flexibler Fertigungskonzepte und -systeme. tz für Metallbearbeitung 5, Jg. 76. S. 42-56.
- D'IRIBARNE, A. (1982): Flexible Fertigungssysteme in Japan: Technische, wirtschaftliche und soziale Aspekte. In: LUTZ, B. und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft. Frankfurt a.M., New York: Campus, S. 27-39.
- DÖRR, G., und NASCHOLD, F. (1982): Arbeitspolitische Entwicklungen in der Industriearbeit zum Zusammenhang von Belastung, Qualifikation und Kontrolle. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin (IIVG-papers, dp 82-211).
- DOSTAL, W. u.a. (1982a): Flexible Fertigungssysteme und Arbeitsplatzstrukturen. In: Mitt.AB 2/82. S. 182-191.
- DOSTAL, W. (1982b): "Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme in der BRD". In: LUTZ, B., und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München), S. 73-85.

- DOSTAL, W, und KÖSTNER, K. (1982): "Beschäftigungswirkungen beim Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen". In: MittAB, 4, S. 443-449.
- DOSTAL, W., u.a. (1982): "Flexible Fertigungssysteme und Arbeitsplatzstrukturen". In: MittAB, 2, S. 182-191.
- DUSCHELEIT, S., FROMMANN, R. und VOLPERT, W. (1977): Persönlichkeitsförderliche Arbeitsplätze. In: SIEBERT, H. (Hrsg.): Taschenbuch der Weiterbildungsforschung. Bartmannsweiler: Burgbücherei. S. 246-265.
- EDER, H. (1983): "Erstellen von CNC-Programmen am Zeichenbrett zur Verkürzung der Entwicklungszeit von Produkten". In: ZWF, 78, 10, S. CA20-22.
- FÄHNRIICH, K.-P., u.a. (1983): "Benutzer und aufgabengerechte Schnittstellengestaltung am Beispiel der Programmierschnittstelle von CNC-Maschinen". In: Office Management, S. 28.
- FISCHBACH, D./NULLMEIER, E. (1983): Nutzen von Arbeitsanalyseverfahren in Abhängigkeit von der theoretischen Konzeption. In: DÜRHOLOT, E., u.a. 1983: Qualitative Arbeitsanalyse; Frankfurt a.M. und New York: Campus.
- FORSCHUNGSINSTITUT DER FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG, u.a. (1982): Ein Programm und seine Wirkung. Analyse von Zielen und Aspekten zur Forschung "Humanisierung des Arbeitslebens" (Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens", Band 31). Frankfurt a.M.: Campus.
- FREI, F. (1981): "Psychologische Arbeitsanalyse - eine Einführung zum Thema". In: FREI, F., und ULICH, E. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31), S. 11-36.
- FREI, F., und ULICH, E. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31).
- FRESE, M. (1977): Psychische Störungen bei Arbeitern. Zum Einfluß von gesellschaftlicher Stellung und Arbeitsplatzmerkmalen. Salzburg: MÜLLER.
- FRESE, M. (1978): Partialisierte Handlung und Kontrolle: Zwei Themen der industriellen Psychopathologie. In: FRESE, M., GREIF, S. und SEMMER, N. (Hrsg.): Industrielle Psychopathologie. Bern, Stuttgart, Wien: Huber. S. 159-183.
- FRESE, M. (1979): Industrielle Psychopathologie. In: GROSURTH, P. (Hrsg.): Arbeit und Persönlichkeit: Berufliche Sozialisation in der arbeitsteiligen Gesellschaft. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch. S. 47-72.

- FRESE, M. (1983): Der Einfluß der Arbeit auf die Persönlichkeit. Zum Konzept des Handlungsstils in der beruflichen Sozialisation. In: Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie 1/83, S. 11-28.
- FRESE, M./GREIF, S./SEMMER, N. (Hrsg.) (1978): Industrielle Psychopathologie Bern: Huber.
- FRICKE, W. (1975): Arbeitsorganisation und Qualifikation. Ein industriesoziologischer Beitrag zur Humanisierung der Arbeit. Bonn-Bad Godesberg: NVG.
- FRIEDRICH, J., WICKE, F. und WICKE, W. (1982): Computereinsatz: Auswirkungen auf die Arbeit. (= Humane Arbeit-Leitfaden für Arbeitnehmer Bd. 3). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.
- FRIELING, E., und HOYOS, C. Graf (1978): Fragebogen zur Arbeitsanalyse (FAA). Deutsche Bearbeitung des "Position Analysis Questionnaire" (PAQ). Handbuch. Bern: Huber.
- FRIELING, E. u.a. (1984): Entwicklung eines theoriegeleiteten, standardisierten, verhaltenswissenschaftlichen Verfahrens zur Tätigkeitsanalyse (= BMFT Forschungsbericht 01HA029 ZA-TAP-0015 Humanisierung des Arbeitslebens) München: Institut für Psychologie der Universität München, Organisations und Wirtschaftspsychologie.
- GABLENZ-KOLAKOVIC, S., u.a. (1981): "Subjektive oder objektive Arbeitsanalyse?" In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 4, S. 217-220.
- GALLIEN, D., und HAMMER, H. (1983): "Wirtschaftlich Rüsten von Baukastenvorrichtungen am Arbeitsplatz". In: tz für Metallbearbeitung, 77, 5.
- GALPERIN, P. J. (3. Aufl.) (1972): Die geistige Handlung als Grundlage für die Bildung von Gedanken und Vorstellungen. In: GALPERIN, P. J. und LEONTJEW, A. N. (Hrsg.): Probleme der Lerntheorie. Berlin (DDR): Volk und Wissen. S. 33-49.
- GALPERIN, P. J. (1980) (dt.): Zu Grundfragen der Psychologie: (= Beiträge zur Psychologie Bd.4). Berlin (DDR): Volk und Wissen.
- GARDELL, B. (1978): Arbeitsgestaltung, intrinsische Arbeitszufriedenheit und Gesundheit. In: FRESE, M., GREIF, S. und SEMMER, N. (Hrsg.): Industrielle Psychopathologie. Bern, Stuttgart, Wien: Huber. S. 52-111.
- GENSCHOW, H., und HAMMER, H. (1983): "Duplex-Fertigungszelle zum automatischen Bohren und Fräsen". In: Werkstatt und Betrieb, 116, 3, S. 133-137.

- GERWIN, D. (1982): Arbeitnehmerreaktionen auf flexible Fertigungssysteme und Folgerungen für die Arbeitsorganisation. In: LUTZ, B. und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft. Frankfurt a.M. und New York: Campus. S. 57-72.
- GOTTSCHALCH, H. (1982): "Spielräume technisch-organisatorischer Gestaltung bei Automation". In: Zeitschrift für Führung und Organisation, 2, S. 77-86.
- GOTTSCHALCH, H., und SCHMITZ, G. (1981): "Zur Qualifizierung von Arbeitskräften an CNC-gesteuerten Maschinen". In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 4, S. 241-246.
- GREIF, S. (1978): Intelligenzabbau und Dequalifizierung durch Industriearbeit? In: FRESE, M., GREIF, S. und SEMMER, N. (Hrsg.): Industrielle Psychopathologie. Bern, Stuttgart, Wien: Huber. S. 232-256.
- GREIF, S. (1983): Streß und Gesundheit. Ein Bericht über Forschungen zur Belastung am Arbeitsplatz. In: Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie 1/83. Weinheim: Beltz. S. 41-58.
- GREINER, B. u.a. (1987): "RHIA - Ein Verfahren zur Erfassung psychischer Belastung". In: SONNTAG, K. H. (Hrsg.): Arbeitsanalyse und Technikentwicklung - Beiträge über Einsatzmöglichkeiten arbeits-/tätigkeitsanalytischer Verfahren bei technisch-organisatorischem Wandel. Köln: Bachem.
- GROSKURTH, P. (1975): "Zur Systemanalyse der 'Neuen Formen der Arbeitsgestaltung'". In: GROSKURTH, P., und VOLPERT, W.: Lohnarbeitspsychologie. Berufliche Sozialisation: Emanzipation zur Anpassung. Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch, S. 199-297.
- GROSKURTH, P. (Hrsg.) (1979): Arbeit und Persönlichkeit: berufliche Sozialisation in der arbeitsteiligen Gesellschaft. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt.
- HACK, L., u.a. (1979): Leistung und Herrschaft. Soziale Strukturzusammenhänge subjektiver Relevanz bei jüngeren Industriearbeitern Frankfurt a.M. und New York: Campus.
- HACKER, W. (1980): Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten. Berlin (DDR): Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- HACKER, W., und RICHTER, P. (1980): Psychische Fehlbeanspruchung: Psychische Ermüdung, Monotonie, Sättigung und Streß. Berlin (DDR): Deutscher Verlag der Wissenschaften (Spezielle Arbeits- und Ingenieurpsychologie in Einzeldarstellungen, Lehrtext 2).

- HAMMER, H. (1979): "Technische, betriebliche und wirtschaftliche Aspekte der Werkstattprogrammierung". VDI-Zeitschrift, 121, 21.
- HAMMER, H. (1981): "Wirtschaftlichkeit werkstattprogrammierter CNC-Revolver-Drehautomaten mit automatischer Werkstoff- und Werkstückhandhabung". In: Werkstatt und Betrieb, 8, S. 495-501.
- HAMMER, H. (1983): "Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch flexible Automatisierung beim Bohren und Fräsen". In: ZWF 78, 2, S. 77-86.
- HAMMER, H., und SCHUSTER, J. (1983): "Neue Lösungen zur flexiblen Automatisierung beim Bohren und Fräsen". In: tz. für Metallbearbeitung, 77, 5.
- HAUG, F. (1977): Zum Stand der Arbeitswissenschaft. In: Kritische Psychologie (II) Argument Sonderband AS 15 Berlin (West), S. 72-83.
- HAUG, F., u.a. (1975): Automation in der BRD. Probleme der Produktivkraftentwicklung. Berlin: Argument-Verlag (Argument-Sonderband, AS 7).
- HAUG, F., u.a. (1978): Theorien über Automationsarbeit. Berlin: Argument-Verlag (Argument-Sonderband, AS 31,).
- HAUG, F., u.a. (1980): Automationsarbeit: Empirie 1. Berlin: Argument-Verlag (Argument-Sonderband, AS 43).
- HENNES, K. (1986): Theoretische Überlegungen und experimentelle Untersuchungen zum Problem monotoner Arbeitsbedingungen. Sind Frauen monotonieresistent? Berlin: Institut für Psychologie der Freien Universität Berlin (unveröff. Diplomarbeit).
- HOFF, E.-H., LAPPE, L., und LEMPERT, W. (1983): Methoden zur Untersuchung der Sozialisation junger Facharbeiter. Teil I und II. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 24).
- HOFF, E. H., LAPPE, L., und LEMPERT, W. (Hrsg.) (1985): Arbeitsbiografie und Persönlichkeitsentwicklung. Bern: Huber.
- HOHWIELER, E., POTTHAST, A., und ZUGHAIBI, N. (1983): "Stand und Entwicklungstendenzen von CNC-Steuerungen und Servovorschubantrieben für NC-Werkzeugmaschinen". In: ZWF, 78, 11, S. 522-526.

- ISI/IAB/IWF (Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung/Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung/Institut für Werkzeugmaschinen- und Fertigungstechnik) (1982): Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme. Karlsruhe: Projektträgerschaft Fertigungstechnik (Forschungsbericht KfK-PFT 41).
- KANNHEISER, W. (1983): Theorie der Tätigkeit als Grundlage eines Modells von Arbeitsstress. Psychologie und Praxis. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie 27, S. 102-110.
- KANNHEISER, W. (1984): Das Tätigkeitsanalyseinventar - Ein konzeptioneller Rahmen zur Analyse von betrieblichen Schwachstellen (= Beitrag zur Fachtagung "Einsatzmöglichkeiten und Auswirkungen von Arbeitsplatz- beziehungsweise Tätigkeitsinformationssystemen, Gesamthochschule Kassel am 17./18.5.1984). (unveröffentlichtes Manuskript).
- KARASEK, R. A. (1978): Job socialisation: A longitudinal study of work, political and leisure activities. Stockholm: Swedish Institute for Social Research.
- KARASEK, R. A. (1979): Job demands, job decision latitude and mental strain: Implications for job redesign. Administrative Science Quarterly, 24. S. 285-308.
- KERN, H., und SCHUMANN, M. (1970): Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein. Frankfurt a.M.: EVA.
- KERN, H. und SCHUMANN, M. (1977). Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein. Studienausgabe. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- KERN, H., und SCHUMANN, M. (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München: Beck.
- KIEF, H. B. (1983): NC-Handbuch '83. Michelstadt: NC-Handbuch-Verlag.
- KOHN, M. L. (1981): Persönlichkeit, Beruf und soziale Schichtung. Stuttgart: Klett-Cotta.
- KORNHAUSER, A. (1965): Mental Health of the Industrial Worker. New York: Wiley.
- LAPPE, L. (1985): "Berufsverlaufsmuster und Reproduktionsinteressen junger Facharbeiter". In: HOFF, E.-H., LAPPE, L. und LEMPERT, W. (Hrsg.): Arbeitsbiographie und Persönlichkeitsentwicklung. Bern: Huber, S. 179-199.
- LAZARUS, R. S. und LAUNIER, R. (1981): Streßbezogene Transaktionen zwischen Person und Umwelt. In: NITSCH, R. (Hrsg.) 1981, S. 213-260.

- LEITNER, K., u.a. (1986): Verfahren zur Ermittlung von Regulationshindernissen in der Arbeitslosigkeit (RHIA)-Manual (Version 1986). Berlin: Institut für Humanwissenschaft in Arbeit und Ausbildung der Technischen Universität Berlin (unveröff. Entwurf).
- LEMPERT, W. (1977): Untersuchungen zum Sozialisationspotential gesellschaftlicher Arbeit. Ein Bericht. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (Materialien aus der Bildungsforschung, Nr. 12).
- LEONE, W. C. (1967): Production Automation and Numerical Control. New York.
- LEONTJEW, A. N. (1973): Probleme der Entwicklung des Psychischen. Frankfurt a.M.: Athenäum Fischer.
- LEONTJEW, A. N. (1982): Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Köln: Pahl-Rugenstein.
- LOOMAN, J. (1982): Das flexible Fertigungssystem der Zahnradfabrik Friedrichshafen. In: LUTZ, B., und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft. Frankfurt a. M. und New York: Campus, S. 13-25.
- LUTZ, B. (1982): "Personalstrukturen bei automatisierter Fertigung". In: LUTZ, B., und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a.M.: Campus Verlag (Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München), S. 85-103.
- LUTZ, B., und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.) (1982): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a. M. und New York: Campus.
- MALSCH, T. (1983): Erfahrungswissen versus Planungswissen. Facharbeiterkompetenz und informationstechnologische Kontrolle am Beispiel der betrieblichen Instandhaltung. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin (IIVG-papers, dp 83-207).
- MARTH, K. (1980): Technologische Entwicklung und ihre Auswirkungen auf die Beschäftigung. WSI-Mitteilungen 8, S. 426-436.
- MARSTEDT, G. und MERGNER, U. (1983): Subjektivierung der Tätigkeitsanalyse? Überlegungen zur Bedeutung Beschäftigungsgruppen- und subjektsspezifischer Betroffenheit als Maßstab der Beurteilung von Tätigkeitsanforderungen am Beispiel der Belastungsanalyse. In: DÜRHOFT u.a. (Hrsg.). 1983, s. 221-237.

- MARTIN, E., u.a. (198=): Monotonie in der Industrie (= Schriften zur Arbeitspsychologie Nr. 1980). Bern, Stuttgart, Wien: Huber.
- MARX, K. (1973): Thesen über Feuerbach. In: MARX, K. und ENGELS, F.: Werke Bd. 3. Berlin (DDR): Dietz.
- MARX, K. (1979): Das Kapital. Bd. 1, MEW 23. Berlin: Dietz.
- MASKOW, J., und THOMAS, W. (1979): "Auswirkungen des Einsatzes von NC-Maschinen". In: Angewandte Arbeitswissenschaft, 79, S. 3-16.
- MEIER, H., POTTHAST, A., und SCHIFFELMANN, H. (1979): "Entwicklungsstand moderner CNC-Steuerungen". In: ZWF, 74, 12, S. 593-597.
- MICKLER, O. (1981): Facharbeit im Wandel: Rationalisierung im industriellen Produktionsprozeß. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Studienreihe des Soziologischen Forschungsinstituts Göttingen, SOFI).
- MICKLER, O., DITTRICH, E., und NEUMANN, U. (1976): Technik, Arbeitsorganisation und Arbeit. Eine Untersuchung in der automatisierten Produktion. Frankfurt a.M.: Aspekte.
- MICKLER, O., MOHR, W., und KADRITZKE, U. (1977): Produktion und Qualifikation. Bericht zur Hauptstudie. Bd. 1 und 2, Göttingen: SOFI.
- MILLER, G. A., GALANTER, F., und PRIBRAM, K. H. (1973): Strategien des Handelns. Pläne und Strukturen des Verhaltens. Stuttgart: Klett.
- MOLDASCHL, M. (1986a): "Subjektive und objektive Indikatoren der Arbeitskomplexität. Ein empirischer Vergleich". In: Berliner Hefte zur Arbeits- und Sozialpsychologie 5. Berlin: Technische Universität.
- MOLDASCHL, M. (1986b): Flexible Fertigungssysteme. Einsatz, Auswirkungen, Gestaltungsmöglichkeiten. Arbeitsmaterialien zum Aktionsprogramm "Arbeit und Technik - der Mensch muß bleiben. Berlin: IG Metall.
- MOLDASCHL, M., und WEBER, W. (1986): "Rechnergestützte Facharbeit in Fertigungszellen und Fertigungssystemen". In: HOPPE, M., ERBE, H. (Hrsg.): Rechnergestützte Facharbeit. Reihe Berufliche Bildung, Bd. 7, Wetzlar, S. 49-70.
- MÜLLER, J. (1981): Computergesteuerte Maschinen. Frankfurt a.M. und New York: Campus.
- MÜLLER, M. (1981): Psychologische Aspekte der Arbeit an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Bern, Frankfurt a.M. und Las Vegas: Lang (Europäische Hochschulschriften: Reihe 6, Psychologie, Bd. 83).

- NASCHOLD, F. und TIETZE, B. (1977): Arbeitsgestaltungspolitik durch rechtliche Normierung. Zum Entwurf der DIN 33.405: Psychische Belastung und Beanspruchung. In: Humanisierung der Lohnarbeit (= Argument - Sonderband 19). Berlin (West): Argument, S. 102-115.
- NITSCH, R. (Hrsg.) (1981): Streß: Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen. Bern, Stuttgart, Wien: Huber.
- OBERHOFF, H. (1976): Beanspruchung der Arbeitspersonen an hochtechnisierten Arbeitsplätzen dargestellt am Beispiel "Numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen". LANG, H., Bern, LANG, P., Frankfurt und München.
- OESTERREICH, R. (1981): Handlungsregulation und Kontrolle. München: Urban und Schwarzenberg.
- OESTERREICH, R. (1985): "Zur Analyse arbeitsbezogener Kommunikation. In: Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie, 2, S. 271-290.
- PROJEKTGRUPPE RHIA (1983): Forschungsprojekt Regulationshindernisse in der Arbeitstätigkeit. Berlin (West): Institut für Humanwissenschaft in Arbeit und Ausbildung der Technischen Universität Berlin (unveröffentlichte Hektographie).
- REMPP, H., BOFFO, M., und LAY, G. (1981): Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des CNC-Werkzeugmaschineneinsatzes. Karlsruhe: Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung.
- ROHMERT, W., und LANDAU, K. (1979): Das arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET). Handbuch. Bern: Huber.
- RUBINSTEIN, S. L. (dt.) (1974): Sein und Bewußtsein (Rotdruck Bd. 17). S'Gravenhage: Van Eversdijk.
- SCHMITZ, G., und GOTTSCHALCH, H. (1981): "Lehrgänge für Programmierer und Metallfaharbeiter an CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen". In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 4, S. 241-246.
- SCHÖNPLUG, W. (1979): "Regulation und Fehlregulation im Verhalten. I. Verhaltensstruktur, Effizienz und Belastung - theoretische Grundlagen eines Untersuchungsprogramms". In: Psychologische Beiträge, 21, S. 174-202.
- SCHULTZ-WILD, R. (1982): "Flexible Fertigungssysteme und ihre Einsatzstrukturen - ein Diskussionsüberblick". In: LUTZ, B., und SCHULTZ-WILD, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag (Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München), S. 103-125.

- SEMMER, N. (1983): Streßbezogene Tätigkeitsanalyse. Psychologische Untersuchungen zur Analyse von Streß am Arbeitsplatz. Berlin (West): Technische Universität (Dissertation, Photodruck).
- SEMMER, N., und GREIF, S. (1981): "Zur Funktion qualitativer und quantitativer Methoden der Tätigkeitsanalyse". In: FREI, F., und ULICH, F. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31), S. 39-55.
- SMITH, A. (1786) (1923 dt.): Eine Untersuchung über Natur und Ursachen des Volkwohlstandes. Bd. 3. Übersetzte Fassung. Jena: G. Fischer.
- SORGE, A., u.a. (1982): Mikroelektronik und Arbeit in der Industrie. Frankfurt a.M. und New York: Campus Verlag.
- SPUR, G. (1976): "Entwicklungstendenzen von spanenden Werkzeugmaschinen". In: ZWF, 71, 3, S. 83-91.
- SPUR, G. (1979a): Handbuch der Fertigungstechnik. Bd. 3/1: Spanen. München und Wien: Hauser.
- SPUR, G. (1979b): "Produktionstechnik im Wandel". In: ZWF, 74, 6, S. 261-272.
- SPUR, G. (1981a): "CNC-Computer numerical Control". In: ZWF, 76, 8.
- SPUR, G. (1981b): "Prozeßrechner in der Fertigung". In: ZWF, 76, 8.
- SPUR, G., MATTLER, H. P., und RITTLINGHAUSEN, H. (1976): "Flexibles Fertigungssystem zur Bearbeitung rotationssymmetrischer Werkstücke". In: ZWF, 71, 2, S. 43-49.
- SPUR, G., PREHN, W., und SELIGER, G. (1976): "Werkstückanalyse zur Auslegung eines flexiblen Fertigungssystems". In: ZWF, 71, 6, S. 227-233.
- SPUR, G., MEIER, H., und POTTHAST, A. (1979): "Entwicklung einer CNC-Steuerung mit integriertem Programmiersystem für Drehautomaten". In: ZWF, 74, 10, S. 482-486.
- SPUR, G., SELIGER, G., und EGGERS, A. (1983): "Kompetenzorientierte Werkstattsteuerung". In: ZWF, 78, 5, S. 216-220.
- STAUDT, E. (1984): "Wachsende Freiräume in der Gestaltung von Arbeitsorganisation". In: MittAB, 1, S. 94-104.
- STEINKAMP, G. (1983): Auf der Suche nach den sozialstrukturellen Bedingungen sozialen Handelns: KOHN; M. In: Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie 1983/1, S. 105-115.

- SUHR, V. (1983): Vom manuellen Programmieren zum CAD. In: ZWF, 78, 10.
- TOMASZEWSKI, T. (1978): Tätigkeit und Bewußtsein: Beiträge zur Einführung in die polnische Tätigkeitspsychologie. Weinheim und Basel: Beltz.
- UDRIS, I. (1981): "Redefinition als Problem der Arbeitsanalyse". In: FREI, F., und ULICH, E. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31), S. 283-302.
- ULICH, E. (1975): Möglichkeiten einer Verbesserung der Qualität des Arbeitslebens. In: Jahrbuch der Neuen Helvetischen Gesellschaft, Nr. 46. Bern: Verlag der Neuen Helvetischen Gesellschaft.
- ULICH, E. (1978): Über mögliche Zusammenhänge zwischen Arbeitstätigkeit und Persönlichkeitsentwicklung. In: Psychosozial 1978/1, S. 44-63.
- ULICH, E. (1981): "Subjektive Tätigkeitsanalyse als Voraussetzung autonomieorientierter Arbeitsgestaltung". In: FREI, F., und ULICH, E. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31), S. 327-347.
- ULICH, E., GROSKURTH, P., und ULICH, H. (1974): Über einige Zusammenhänge zwischen Arbeitsgestaltung und Freizeit. Gutachten für das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung. Zürich.
- VOLPERT, W. (1974): Handlungsstrukturanalyse als Beitrag zur Qualifikationsforschung (= Sport, Arbeit, Gesellschaft Bd. 5). Köln: Pahl-Rugenstein.
- VOLPERT, W. (1975): "Die Lohnarbeitswissenschaft und die Psychologie der Arbeitstätigkeit". In: GROSKURTH, P., und VOLPERT, W.: Lohnarbeitspsychologie. Berufliche Sozialisation: Emanzipation zur Anpassung. Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch, S. 11-196.
- VOLPERT, W. (1979a): "Der Zusammenhang von Arbeit und Persönlichkeit aus handlungspsychologischer Sicht". In: GROSKURTH, P. (Hrsg.): Arbeit und Persönlichkeit: berufliche Sozialisation in der arbeitsteiligen Gesellschaft. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch, S. 21-46.
- VOLPERT, W. (1979b): Konviviale Produktionsstätten und schöpferische Arbeitslosigkeit - die Suche nach alternativen Arbeitsformen. Psychosozial 1/2 Jg. S. 51-76.
- VOLPERT, W. (1981): Sensumotorisches Lernen. Zur Theorie des Trainings in Industrie und Sport. Frankfurt a.M.: Fachbuchhandlung für Psychologie (Reprints Psychologie, Bd. 20).

- VOLPERT, W., LUDBORZS, B., und MUSTER, M. (1981): "Lernrelevante Aspekte in der Aufgabenstruktur von Arbeitstätigkeiten - Probleme und Möglichkeiten der Analyse". In: FREI, F., und ULICH, E. (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, Nr. 31), S. 195-222.
- VOLPERT, W. (1982): Psychologische Handlungstheorie in der Arbeitswissenschaft - Möglichkeiten und Grenzen. In: DÖBELE -BERGER, C.; MARTIN, H. und MORITZ; H. (Hrsg.): Die Arbeitswissenschaft in ihrer gesellschaftlichen Verantwortung. Dokumentation einer Ringvorlesung im WS 81/82 an der Gesamthochschule Kassel. S. 147-166.
- VOLPERT, W. (1983): Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation. In: HACKER, W, VOLPERT, W., und von CRANACH, M. (Hrsg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Bern, Stuttgart, Wien: Huber (hektographierter Vordruck).
- VOLPERT, W., u.a. (1983): Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- ZEPPELIN, W. von (1979): "CNC-Drehautomat mit integriertem Programmiersystem". In: ZWF, 74, 10, S. 475-481.
- ZIMMERMANN, L. (1982-a): Computereinsatz und Auswirkungen auf die Arbeit. Hamburg: Rowohlt (Reihe Humane Arbeit, Bd. 3).
- ZIMMERMANN, L. (1982 b): Organisation der Arbeit. (Reihe "Humane Arbeit" Bd.4). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Verzeichnis der abgekürzten Zeitschriften

- MittAB: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt und Berufsforschung. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz: Kohlhammer.
- ZSE: Zeitschrift für sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie. Weinheim: Beltz.
- ZwF: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung (Hrsg. G. Spur). Hauser: München.