

**Erfahrungsgeleitete Arbeit
als Leitbild für die Entwicklung und Gestaltung
von Produktionssystemen in der industriellen Fertigung**

**Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Philosophie
der Universität Hamburg**

vorgelegt von

Hartmut Schulze

aus Marburg/Wehrda

Hamburg 2000

Referent: Prof. Dr. H. Witt, Psychologisches Insitut I, Arbeitsbereich
Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie

Korreferent: Prof. Dr. D. Rhenius, Psychologisches Institut II, Arbeitsbereich
Experimentelle und Theoretische Psychologie

Tag der letzten Prüfung: 25.01.2000

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	DIE RELEVANZ DER ARBEIT MIT WERKZEUGMASCHINEN FÜR DIE ARBEITSPSYCHOLOGIE.....	5
2.1	DER WERKZEUGMASCHINENBAU ALS SCHRITTMACHER DER ARBEITSGESTALTUNG.....	6
2.2	ERFAHRUNGSGELEITETE ARBEIT ALS UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND.....	11
2.2.1	<i>Am Leitbild der Automation orientierte Technikentwicklung</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Das Scheitern der vollständigen Automatisierung und die "Wiederentdeckung" der beruflichen Erfahrung.....</i>	<i>18</i>
3	DER FORSCHUNGSPROZEB.....	27
3.1	FRAGESTELLUNG DER UNTERSUCHUNG.....	28
3.1.1	<i>Die methodische Perspektive</i>	<i>29</i>
3.1.2	<i>Die phänomenale Perspektive.....</i>	<i>32</i>
3.1.3	<i>Die gestalterische Perspektive.....</i>	<i>35</i>
3.1.4	<i>Die theoretische Perspektive.....</i>	<i>36</i>
3.2	BEGRÜNDUNG DER QUALITATIV-HEURISTISCHEN METHODOLOGIE	45
3.3	MERKMALE DER DATENERHEBUNG IN DEN FORSCHUNGSPROJEKTEN.....	49
3.3.1	<i>Das Untersuchungssample.....</i>	<i>50</i>
3.3.2	<i>Die Beteiligung der Nutzer</i>	<i>54</i>
3.3.3	<i>Situationsbezogene Handlungsanalyse im Erfahrungsfeld.....</i>	<i>56</i>
3.3.4	<i>Variation der qualitativen Erhebungsmethoden.....</i>	<i>58</i>
3.4	FORSCHUNGSVORGEHEN UND AUSWERTUNG	63
4	CHARAKTERISTIKA VON SITUATIONEN MIT ERFAHRUNGS-ERFORDERNIS.....	71
4.1	MERKMALE KRITISCHER SITUATIONEN FÜR DIE AUTOMATISIERTE UND ZENTRALISIERTE PRODUKTION.....	72
4.2	MERKMALE KRITISCHER SITUATIONEN AUS SICHT VON FACHKRÄFTEN	80
4.3	CHARAKTERISTIKA VON SITUATIONEN MIT ERFAHRUNGSERFORDERNIS.	89
5	BEITRÄGE ERFAHRENER FACHKRÄFTE ZUR ANFORDERUNGS-GERECHTEN PRODUKTION	93
5.1	SITUATIONSOPTIMALE FEINDISPOSITION DURCH KOLLEKTIVE AUSHANDLUNGSPROZESSE.....	94
5.2	INTERN UND ABTEILUNGSÜBERGREIFEND VERNETZTES HANDELN	96
5.3	VORAUSSCHAUENDE PROZEBSTEUERUNG.....	101
5.4	KOMPENSATORISCHE PROZEBREGULATION WÄHREND DER ZERSPANUNG.....	106
5.5	FERTIGUNGSGERECHTES MESSEN UND QUALITÄTSSICHERUNG	111
5.6	FLEXIBLES UND ZEITOPTIMALES STÖRUNGSMANAGEMENT.....	113
5.7	<i>"HERANTASTENDE" BEWÄLTIGUNG "NEUER" SITUATIONEN.....</i>	<i>117</i>
5.8	<i>"INNOVATIVE" PROZEBVERBESSERUNG</i>	<i>120</i>
5.9	PRAXISBEZOGENE PLANUNG UND IMPLEMENTATION NEUER SYSTEME UND ANLAGEN	124
5.10	ZUSAMMENFASSENDE FOKUSSIERUNG DER BEITRÄGE ERFAHRENER FACHKRÄFTE.....	126

6	DIE EMPIRISCH-THEORETISCHE KATEGORIE DER ERFAHRUNG	133
6.1	DIE ERKENNTNISQUALITÄT DER ERFAHRUNG.....	133
6.1.1	<i>Erfahrung als orientierender Hintergrund</i>	135
6.1.2	<i>Erfahrung als Grundlage von Beurteilungsprozessen</i>	141
6.1.3	<i>Erfahrung als Grundlage für die Handlungsauswahl</i>	144
6.2	DIE HANDLUNGSORIENTIERTE STEUERUNGSQUALITÄT DER ERFAHRUNG.....	148
6.2.1	<i>Erspürende-empathische und analytisch-entdeckende Wahrnehmung</i>	152
6.2.2	<i>Orientiert-freischwebende und ungezielt ausgerichtete Aufmerksamkeit</i>	159
6.2.3	<i>Assoziativ-rezeptives und reflexiv-produktives Denken</i>	160
6.2.4	<i>Gefühlsgeleitetes und bewußt zielgerichtetes Handeln</i>	167
6.3	DIE WECHSELWIRKUNG ZWISCHEN ERFAHRUNG UND EMOTION/MOTIVATION	170
6.3.1	<i>Die Regulation der emotionalen Beteiligung als psychische Leistung</i>	171
6.3.2	<i>Herausforderung als Auslöser für den Erwerb von Erfahrung</i>	174
6.3.3	<i>Motivationale Folgewirkungen von Erfahrungsprozessen</i>	178
6.4	ZUSAMMENFASSENDE BESTIMMUNG VON ERFAHRUNG	181
7	DAS GESTALTUNGSLEITBILD DER ERFAHRUNGSFÖRDERLICHKEIT	185
7.1	ASPEKTE DES LEITBILDES DER ERFAHRUNGSFÖRDERLICHKEIT.....	189
7.2	GESTALTUNGSDIMENSIONEN DES LEITBILDES DER ERFAHRUNGSFÖRDERLICHKEIT	192
7.2.1	<i>Situationsvielfalt</i>	193
7.2.2	<i>Handlungsorientierte Interaktionsmöglichkeiten</i>	197
7.2.3	<i>Rückkopplung und Feedback</i>	204
7.2.4	<i>Multimodale Wahrnehmbarkeit</i>	209
7.2.5	<i>Voraussetzungen für Vertrautheit</i>	216
7.2.6	<i>Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation</i>	218
7.2.7	<i>Erfahrungsdokumentation und -management</i>	223
7.2.8	<i>Passung von Aufgabe, Verantwortung und Zuständigkeit</i>	229
7.2.9	<i>Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten</i>	233
7.2.10	<i>Zusammenfassung</i>	236
8	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	239
8.1	ZUSAMMENFASSUNG UND BESONDERHEIT DER EMPIRISCHEN ERGEBNISSE.....	239
8.2	BEWERTUNG DES ERREICHTEN FORSCHUNGSSTANDES	245
8.3	POTENTIAL DER KATEGORIE DER BERUFLICHEN ERFAHRUNG FÜR THEORIEBILDUNG	248
8.4	AUSBLICK UND SCHLUß	253
	LITERATUR	257

Vorwort

Die vorliegende Arbeit stellt das Ergebnis meiner ca. 10-jährigen Beschäftigung mit dem Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit dar. Der erste Bezug zu diesem Thema im Umfeld der industriellen Produktion entstand 1988, als ich mich als Student an einem Projektseminar zu dem Erleben von Fachkräften an Arbeitsplätzen mit neuer Technik beteiligte. Im Anschluß konnte ich mein Interesse an dem Gegenstand als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Hamburg, Psychologisches Institut I, Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie vertiefen. Im Rahmen der öffentlich vom Bundesministerium Forschung, Bildung und Technologie geförderten Projekte zur "*computergestützten erfahrungsgeleiteten Arbeit*" (CeA), zu "*handlungsorientierten Lösungen für Werkzeugmaschinensteuerungen zur Unterstützung erfahrungsgeleiteter und gruppenfähiger Facharbeit*" (WesUF) und zur "*herstellerübergreifenden Entwicklung offener und nutzerorientierter Steuerungsarchitektur*" (HÜMNOS) arbeitete ich über längere Zeit und in unterschiedlichen betrieblichen Feldern am Thema der Erfahrung und verfolgte dabei die Frage, wie diese organisatorisch-technisch unterstützt werden kann.

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die kooperative Haltung und das lebhafte Interesse auf Seiten der über 60 Fachkräfte, mit denen ich im Laufe der teilnehmenden Beobachtungen in Kontakt gekommen bin, nicht möglich gewesen. Ihnen gebührt an erster Stelle mein Dank - die abgedruckten Interviewpassagen geben nicht zuletzt einen Eindruck von den spannenden und angeregten Stunden, die wir im Laufe der mehrjährigen Untersuchungen miteinander verbracht haben. Gleichzeitig demonstrieren sie, daß es für Arbeitsgestalter außerordentlich lohnend ist, den Experten der industriellen Fertigung aufmerksam zuzuhören.

Ebenfalls möchte ich allen Freunden* und Kollegen des Arbeitsbereiches Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie der Universität Hamburg danken, die mir mit Anregungen und Kritik immer zur Seite standen. Gesondert hervorheben möchte ich Herrn Prof. Dr. H. Witt, mit dem ich seit Beginn meiner Beschäftigung in einem fruchtbaren und freundschaftlichen Dialog stehe. Seine analytische und subjektbezogene Vorgehens- und Denkweise habe ich sehr schätzen gelernt und möchte ich nicht missen. Weiterhin möchte ich Herrn Dr. H. Rose für den innovativen Austausch im Rahmen der häufig „nomadenartigen“ Projektaktivitäten danken. Herr M. Busecke war mir mit seiner tiefen philosophischen Kenntnis eine große Hilfe. Desgleichen bin ich einer Vielzahl von Ingenieuren und Informatikern zu Dank verpflichtet, mit der sie mir die Grundzüge computergestützter Produktion nahebrachten. So z.B. Herrn M. Wahl vom pak der Universität Kaiserslautern, den Herren Chr. Glockner, R. Ruppel, Th. Fechter vom PTW der TH Darmstadt, den Herren Dr. Chr. Siegel, J. Retter, Dr. S. Haasis und J. Scharpf von der ehem. Verfahrensentwicklung der DaimlerChrysler AG, K. Selb vom FIZ der BMW AG und Herrn Häckh von der Fa. Schaudt. Auch M. Flatow, A. Hildebrandt, die Mitarbeiter der SPSH e.V., die E-Mailliste „XCSA“, meine Hamburger WG, A. Borszcz und A. Kaiser waren mir wichtige Kommunikationspartner. Nicht zuletzt möchte ich F. Triebel danken, ohne deren konstruktive und tatkräftige Unterstützung ich diese Arbeit kaum hätte zu Ende führen können.

*In der Arbeit verwende ich aus Gründen der Lesbarkeit nur die maskuline Bezeichnung. Dabei ist die feminine Form, wenn nicht anders angegeben, jedoch immer mitzudenken.

Hartmut Schulze, im Mai 2000

1 Einleitung

Die nachfolgende Untersuchung hat das Arbeitshandeln von Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen in der industriellen Fertigung zum Gegenstand. Seit Ende der 80-er Jahre beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe um Prof. Dr. H. Witt an der Universität Hamburg im Arbeitsbereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie unter Mitarbeit des Autors mit Möglichkeiten und Chancen, auf die Entwicklung und Gestaltung von Produktionstechnik Einfluß zu nehmen. Gemeinsam mit Ingenieuren aus anderen Forschungseinrichtungen und Betriebspraktikern sind Anforderungen abgeleitet und organisatorisch-technische Prototypen realisiert worden, die auf eine bessere Unterstützung des Arbeitshandelns der Fachkräfte an den Maschinen abzielen. Diese und ähnliche Forschungen finden dabei in einem Spannungsfeld statt, das eine Reflexion des eigenen Standpunktes notwendig macht: Auf der einen Seite steht das Bemühen, die menschenleere Fabrik durch die Entwicklung und Einführung von Automatisierungstechnik zu verwirklichen. Auf der anderen Seite steht das Bestreben, die Stärken qualifizierter Facharbeiter herauszustellen und durch angemessene Gestaltungsmaßnahmen besser zu unterstützen, als dies mit der herkömmlichen Technik bisher möglich war. Die Position der o.g. Arbeitsgruppe besteht dabei darin, die Stellung des Menschen im Arbeitsprozeß zu stärken und anhand konkreter Realisierungsbeispiele exemplarische Alternativen zum Automationstrend aufzuzeigen.

In diesem Zusammenhang stellte Malsch 1987 eine These auf, die große Anerkennung verdient, wurde sie doch vor dem Hintergrund der damaligen Automatisierungseuphorie geäußert. Malsch (1987, S. 77-91) sprach von einer "Erneuerung" des betrieblichen Erfahrungswissens im Zuge der voranschreitenden Informatisierung der Produktion. Er beschrieb einen "Doppeleffekt" hinsichtlich des Erfahrungswissens:

"Die Informatisierung vollzieht sich mithin nicht als eindimensionale, sondern als widersprüchliche Entwicklung. Zwar ebnet sie die Vielfalt betrieblicher Kommunikationskulturen ein und richtet das Arbeitsvermögen gemäß der instrumentalistischen Logik der Computersysteme zu; dennoch erneuert sie auf paradoxe Weise das Erfahrungswissen, das eigensinnige Reflexionsvermögen und die kommunikative Kompetenz der Arbeitskraft und hält die nicht-instrumentellen Dimensionen gesellschaftlicher Lebensmöglichkeiten offen". (Malsch, 1987, S. 79).

Diese These hat sich mittlerweile bestätigt. Infolge unvorhersehbarer kleinerer und größerer Abweichungen der Ist-Situationen an den Maschinen von den geplanten Soll-Zuständen verlangsamte sich der Automationstrend. Damit einhergehend rückten die Fachkräfte und deren Leistungen verstärkt in den Blickpunkt. Die Betriebe hatten die Erfahrung gemacht, daß es zu deutlich weniger Qualitätsverlusten und Zeiteinbußen kommt, wenn erfahrene Fachkräfte an den Maschinen und Anlagen arbeiten. Die praktische Erfahrung wurde als Leistungsressource entdeckt, die die Fachkräfte befähigt, den Produktionsprozeß kontinuierlich aufrechtzuerhalten und zu optimieren - und die sich gleichzeitig als sehr widerständig erweist, wenn es darum geht, sie in Datenspeicher und in Maschinen zu übertragen.

Die Problematik spitzte sich in der Folge so weit zu, daß öffentlich geförderte Forschungverbände initiiert wurden, um das "Geheimnis" erfahrener Fachkräfte näher zu ergründen und um herauszufinden, wie diese besonderen Fähigkeiten besser als mit der herkömmlichen Produktionstechnik unterstützt werden können. In den Projekten mit der Beteiligung der Universität

Hamburg, Arbeitsbereich ABU und des Autors stand das Thema der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" im Mittelpunkt. Sie bildete gleichermaßen den Ausgang und das Ziel der Untersuchungen wie auch der prototypischen Entwicklungen.

Trotz der vielfältigen Forschungen und Bemühungen ist bisher jedoch noch kein durchgängiges empirisch-theoretisches Konzept der "beruflichen Erfahrung" entstanden. Zumindest keines, das in der Lage wäre, Phänomene des erfahrungsgeleiteten Arbeitshandelns zu erfassen, begrifflich-theoretisch abzubilden und aus dem weiterhin fundiert und begründet Anforderungen an die organisatorisch-technische Gestaltung abgeleitet werden können.

Die vorliegende Arbeit hat sich die Erarbeitung eines solchermaßen durchgängigen Konzeptes zur Aufgabe gemacht. Sie setzt dabei auf den Konzepten und Ergebnissen auf, die in den einzelnen Projekten ermittelt wurden, integriert eigene Analysen und erarbeitet auf dieser Basis eine empirisch-theoretische Kategorie der Erfahrung. Die Abstrahierung dieser Kategorie aus dem umfangreichen empirischen Material stellt einen zentralen Schwerpunkt dieser Arbeit dar. Ein weiterer besteht in der Ableitung eines Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit. Es bündelt verschiedene prototypisch realisierte Lösungen und Maßnahmen unter der Perspektive der Unterstützung des erfahrungsgeleiteten Arbeitens.

Entsprechend dieser beiden Schwerpunkte wendet sich die Arbeit außer an den interessierten Leser explizit an zwei verschiedene Zielgruppen. Einmal an den Leser mit sozialwissenschaftlichem Hintergrund und Interesse an Merkmalen und Prinzipien menschlichen Arbeitshandelns. Zum anderen wendet sich die Arbeit auch an Experten aus dem Entwicklungs- und Gestaltungsbereich. Ihnen soll das Leitbild eine Orientierung bieten, wie eine erfahrungsförderliche Gestaltung von Organisation und Produktionstechnik erreicht werden kann.

Die Arbeit gliedert sich in die folgend aufgeführten Kapitel, wobei für jedes Kapitel ein kurzer Lesehinweis für die beiden Zielgruppen gegeben wird.

- Im Anschluß an die Einleitung wird in **Kapitel zwei** die Relevanz der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Arbeitshandeln für die Arbeitspsychologie beschrieben. In einem ersten Schritt wird der Werkzeugmaschinenbau als die Branche herausgestellt, die Produktionstechnik entwickelt und damit die Arbeitsplätze vieler Millionen arbeitender Menschen im verarbeitenden Gewerbe beeinflusst. In einem zweiten Schritt wird das Leitbild der Automation und ihr - vorläufiges - Scheitern sowie die "Entdeckung" der Erfahrung als "Humanressource" dargestellt.

Dieses Kapitel stellt für Leser eine Voraussetzung dar, die sich mit der Materie der Arbeit mit Werkzeugmaschinen bisher noch kaum beschäftigt haben. Hier werden die Grundsteine gelegt, die für das weitere Verständnis der Arbeit notwendig sind.

Für den Leser, der sich bereits mit der Werkzeugmaschinentechnik auskennt, wird zumindest die Beschreibung der Technologie nicht viel Neues bieten. Interessant könnte das Kapitel jedoch auch für Ingenieure und Entwickler sein, da hier die spezifische arbeitspsychologische Perspektive entwickelt wird.

- In **Kapitel drei** ist das methodische Herangehen dargestellt. In einem ersten Abschnitt wird die Fragestellung entwickelt, um anschließend begründen zu können, warum die qualitatив-heuristische Methodologie der Arbeit zugrunde gelegt wurde. In den beiden folgenden Abschnitten sind die Merkmale der Datenerhebung und der Auswerteprozess in ihren Grundzügen beschrieben.

Zumindest diese beiden Kapitel sind ein "Muß" für jeden Leser, um später die erzielten Ergebnisse angemessen bewerten zu können.

- Ab dem **Kapitel vier** beginnt die Darstellung der Ergebnisse. Im Kapitel vier werden zunächst die identifizierten Charakteristika von Situationen präsentiert, für deren Bewältigung die praktische Erfahrung der Fachkräfte notwendig ist. Die Merkmale resultieren aus einem Vergleich von Situationen, die Grenzen für die Bewältigung durch die Steuerungstechnik darstellen, mit solchen, auf die die Fachkräfte während ihrer Arbeit in besonderem Maße Acht geben.

Auch dieses Kapitel ist für beide Zielgruppen interessant, allerdings aus verschiedenen Gesichtspunkten heraus: Sozialwissenschaftler erfahren hier etwas über die Umsetzung des methodischen Vorgehens, und die Ingenieurwissenschaftler erhalten bereits erste Ansatzpunkte für eine Gestaltung.

- In **Kapitel fünf** werden Leistungen von Fachkräften beschrieben, die wesentlich auf dem Einsatz oder aber auf dem Erwerb von Erfahrung beruhen. Dieses Kapitel trägt aus charakteristischen Segmenten der industriellen Produktion Phänomene erfahrungsgelernten Arbeitshandelns zusammen. Es ist deskriptiv angelegt, um einen anschaulichen Eindruck von dem typischen Ablauf des Arbeitshandelns zu ermöglichen. Die einzelnen Abschnitte stellen inhaltliche Schwerpunkte der Tätigkeiten von Fachkräften in der Produktion dar.

Dieses Kapitel dürfte wiederum v.a. für sozialwissenschaftlich interessierte Leser interessant sein. Es vermittelt einen anschaulichen Eindruck des Arbeitshandelns von erfahrenen Fachkräften, wie es in den teilnehmenden Beobachtungen vorgefunden wurde.

Dem ingenieurwissenschaftlich vorgebildeten Leser mit Produktionserfahrung dürften viele der Beschreibungen bereits bekannt sein. Hier empfiehlt sich eher ein Querlesen.

- Im **Kapitel sechs** wird das empirische Material in der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung verdichtet und gebündelt. Im einzelnen sind verschiedene Qualitäten und Funktionen beschrieben, die die Erfahrung für das Erleben und Handeln hat. Dies sind die Erkenntnisqualität, die handlungsorientierte Steuerungsqualität und schließlich die Wechselwirkung zwischen Erfahrung und Emotion bzw. Motivation.

Dieses Kapitel wird insbesondere den sozialwissenschaftlich interessierten Lesern empfohlen. Es enthält die psychologische Quintessenz der empirischen Forschungsarbeit.

Für ingenieurwissenschaftlich interessierte Leser dürfte dieses Kapitel eher ein Kennenlernen einer anderen Perspektive erlauben.

- Mit dem **Kapitel sieben** wird die empirische Ergebnisdarstellung abgeschlossen. Es wird ein Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit abgeleitet, das sich aus allgemeinen, Orientierung gebenden Aspekten und aus thematisch für die Produktionstechnik relevanten Gestaltungsdimensionen zusammensetzt. Jede Gestaltungsdimension wird mit mehreren Beispielen exemplarisch verdeutlicht.

Dieses Kapitel dürfte für den rein sozialwissenschaftlich interessierten Leser von weniger großem Interesse sein, beinhaltet es doch Gestaltungslösungen, die notwendigerweise sehr eng auf die Produktionstechnik bezogen sind.

Für den an Gestaltung interessierten Leser dürfte dieses Kapitel vermutlich besonders lohnend sein. Er kann hier aus einem großen Pool von Gestaltungsoptionen schöpfen und Gestaltungshinweise gewinnen.

- Das **Kapitel acht** schließlich führt die in der Arbeit aufgespannten Fäden zusammen, indem es zunächst in Form einer Zusammenfassung der Ergebnisse das Besondere der Perspektive der erfahrungsgelernten Arbeit herausstellt. In einem zweiten Abschnitt wird der erreichte Forschungsstand bewertet, und anschließend wird aufgezeigt, daß der Kategorie der Erfahrung ein bedeutsames Potential für die Theoriebildung zukommt. Im Ausblick wird auf

Forschungsaktivitäten hingewiesen, die notwendig sind, um den in dieser Arbeit begonnen Forschungsansatz weiter zu führen.

Dieses Kapitel dürfte wiederum für beide Zielgruppen relevant sein, da hier eine abschließende Bewertung und Einordnung der verschiedenen Ergebnisse vorgenommen wird.

Zum Abschluß dieser Einleitung soll noch auf die in der Arbeit verwendete Form der Hervorhebung hingewiesen werden. Zur Herausstellung von Relativierungen, die die Meinung des Autors ausdrücken, wird das Stilmittel der Parenthese verwendet. Wörtliche Zitate von anderen Autoren oder von den Fachkräften aus den Untersuchungen sind in Anführungszeichen und zusätzlich kursiv gesetzt. Weiterhin sind zur besseren Orientierung des Lesers besonders wichtige Textstellen in Fettschrift geschrieben.

2 Die Relevanz der Arbeit mit Werkzeugmaschinen für die Arbeitspsychologie

Die Arbeits- und Organisationspsychologie ringt seit einigen Jahren um ihr inneres Verständnis (Greif & Bamberg, 1994, S. 17-52). Vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Veränderungen wie sie u.a. mit den Schrumpfungsprozessen gewerblicher und entlohnter Arbeit oder mit der Globalisierung und Informatisierung breiter Arbeits- und Lebensbereiche einhergehen, stellen sich ihr neue Herausforderungen und Aufgaben. Lohnende Themen einer "*Arbeitspsychologie für morgen*" (Udris, 1997) werden u.a. in Formen produktiver Arbeit außerhalb der Erwerbsarbeit wie z.B. derjenigen der "*Gefühlsarbeit*" als sozial-pflegerischer Dienstleistung (Brucks, U., 1996), in der "*Arbeit im Haushalt*" (Resch, Bamberg & Mohr, 1997, S. 37-52) oder in der Wechselwirkung von Arbeit und Nicht-Arbeit (Richter, 1997, S. 17-36) gesehen. Auch die genauere Untersuchung von Zusammenarbeit und kollektivem Handeln (Weber, 1997) in und zwischen Praxisgemeinschaften (Clases, Endres & Wehner, 1996) und die Frage der Innovation als Entstehen neuen Wissens geben Anstöße zum Überdenken der bisherigen theoretischen Vorstellungen (Wehner & Waibel, 1997, S. 72-100). All diese aktuellen gesellschaftlichen Veränderungsprozesse tragen "*praktische Probleme*" (Hoyos & Frey, 1999, S. 6) an das Fach als angewandter Wissenschaft heran und machen eine Aktualisierung der Methoden und auch der theoretischen Grundlagen erforderlich.

Allerdings entstehen aktuelle praktische Probleme nicht nur in "neuen" Gegenstandsbereichen, sondern auch in "alten" und traditionellen Anwendungsgebieten der Arbeitspsychologie. So besteht ein zentrales Anliegen der vorliegenden Arbeit darin, die fortdauernde Relevanz der Mensch-Maschine-Interaktion im Umfeld der industriellen Produktion für die arbeitspsychologische Fachdisziplin aufzuzeigen. Die mannigfaltigen organisatorischen und technologischen Veränderungen in diesem Kerngebiet arbeitspsychologischer Forschung erfordern ebenfalls - so die These dieser Arbeit - eine Anpassung der Analyseverfahren und der theoretischen Kategorien, um Arbeitshandeln mit moderner Produktionstechnik angemessen abbilden zu können. Insbesondere stellt sich die Aufgabe, einen - prospektiven - Beitrag zur Entwicklung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen und damit zur Gestaltung der Arbeitsplätze der späteren Nutzer zu leisten.

Nachfolgend wird die Relevanz der Arbeit mit Werkzeugmaschinen- und Anlagen als Gegenstand arbeitspsychologischer Forschung zunächst aus einer allgemeinen Perspektive heraus aufgezeigt. Anschließend steht die spezifische inhaltliche Relevanz im Mittelpunkt, die mit der immer bedeutsamer werdenden Informatisierung der Maschinen und Anlagen wie auch der Produktionsprozesse insgesamt zusammenhängt. Zentral ist dabei die "Wiederentdeckung" der beruflichen Erfahrung als Ressource kompetenten Arbeitshandelns. Wie gezeigt werden wird, stellt diese Wiederentdeckung für die Arbeitspsychologie ein "praktisches Problem" im oben genannten Sinne dar.

2.1 Der Werkzeugmaschinenbau als Schrittmacher der Arbeitsgestaltung

Das Gegenstands- und Betrachtungsfeld der vorliegenden Arbeit besteht in der Entwicklung und Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen, die in der Lage sind, die Arbeitenden in ihrem Arbeitshandeln angemessener als bisher zu unterstützen. Obwohl Arbeitspsychologen mittlerweile des öfteren in interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsprojekten auf internationaler (Rosenbrock, 1989) und nationaler Ebene (Martin, 1995, Rose & Schulze, 1999; Schüpbach, 1994) mitgewirkt haben, ist es häufig noch erklärungsbedürftig, worin der originäre Part der Psychologie bei der Entwicklung von Maschinen und Anlagen bestehen kann. "Ist das nicht Sache von Ingenieuren" - solche und ähnliche Aussagen sind nach den Erfahrungen des Autors gewöhnlich erste Reaktionen von Bekannten im Lebensalltag, wenn es um die berufliche Betätigung als Arbeitspsychologe im Feld der Technikentwicklung geht. Nachfolgend wird versucht, die Fragen nach der arbeitspsychologischen Relevanz der Arbeit mit Werkzeugmaschinen und nach dem Beitrag von Arbeitspsychologen zur Entwicklung und Gestaltung von Produktionstechnik zu beantworten.

Ohne Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen kann - wie es in einer Broschüre des Verbandes der deutschen Werkzeugmaschinenhersteller e.V. (VDW) von 1993 heißt - *"kein Produkt, ob Auto, Flugzeug, Waschmaschine, Rasierapparat oder Lippenstift hergestellt werden. Damit hängt der Erfolg der gesamten deutschen Industrie im internationalen Wettbewerb in großem Maße von der Qualität der Maschinen zum Drehen, Bohren, Fräsen, Stanzen, Schleifen und Umformen ab: Der Siegeszug des deutschen Automobilbaus beispielsweise wäre ohne die Werkzeugmaschinenindustrie, die immer schnellere, bessere und intelligentere Maschinen zum Herstellen von Autos entwickelt hat, nicht denkbar gewesen. Zahlreiche andere Wirtschaftszweige, wie die Elektroindustrie oder die Luft- und Raumfahrtindustrie, sind vom Werkzeugmaschinenbau abhängig und profitieren von ihm"* (VDW, 1993, S. 3).

Die relativ kleine Branche der Werkzeugmaschinenindustrie, die nur ca. 0,5 Prozent des deutschen Bruttosozialproduktes erarbeitet, nimmt eine Schlüsselstellung in der deutschen Industrie ein (vgl. VDW, 1993, S. 3 ff.):

- Der Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau hat eine Schrittmacherfunktion für den Strukturwandel und den technologischen Fortschritt im verarbeitenden Gewerbe, indem die Konstruktions- und Bauweise der Maschinen Potentiale für die Rationalisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse vorgeben.
- Er hat eine Multiplikatorfunktion für die ca. 6 Millionen Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe (das sind etwa 30 Prozent der Beschäftigten insgesamt) und für die ca. 3 Millionen Beschäftigten in den Branchen Automobil-, Stahl-, Maschinenbau, Elektrotechnik, Feinmechanik und Metallwaren in Deutschland, d.h. die Gestaltung der Maschinen legt die Arbeitsweise der späteren Nutzer mit fest.
- Der Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau hat eine transkulturelle Funktion, da er in zunehmendem Ausmaß auch ausländische Märkte beliefert. Über 60% der deutschen Werkzeugmaschinenproduktion werden seit 1993 regelmäßig exportiert (VDMA, 1993, S. 8-10). Die deutschen Werkzeugmaschinenhersteller halten seit Jahren mit ca. 20% Weltmarktanteil die zweite Position hinter dem Weltmarktführer Japan (knapp 25% Anteil). Denk- und Orientierungsgewohnheiten von Nutzern in anderen Kulturkreisen (wie z.B. dem immer be-

deutsamer werdenden asiatischen) müssen in immer stärkerem Maße bei der Gestaltung der Maschinen berücksichtigt werden (pak, 1997).

Gleichzeitig wirken Marktanforderungen und Rationalisierungsdrücke, denen die verarbeitende Industrie unterworfen ist, auf die Werkzeugmaschinenindustrie zurück, die sowohl Hersteller wie Anwender dieser Maschinen ist. In diesem Zusammenhang spielt die typische handwerklich mittelständische Betriebsstruktur dieser Branche, wie in Tabelle 1 im Überblick dargestellt, eine wesentliche Rolle:

Tabelle 1: Gliederung nach Betriebsgrößen im Werkzeugmaschinenbau 1998¹

Betriebsgröße nach Beschäftigten	Betriebe		Beschäftigte		Produktion	
	Anzahl	%-Anteil	Anzahl	%-Anteil	Wert in TDM	%-Anteil
1 - 50	46	25,4	791	1,9	166.600	1,5
51 - 100	35	19,3	2.550	6,2	546.927	5,0
101 - 250	43	23,8	6.666	16,3	1.528.277	14,1
251 - 500	37	20,4	12.743	31,1	3.855.514	35,5
501 - 1000	14	7,7	9.638	23,5	2.576.549	23,7
über 1000	6	3,3	8.571	20,9	2.297.682	20,2
Gesamt	181	100,0	40.959	100,0	10.871.549	100,0

Wie Tabelle 1 zeigt, stellen 1998 kleine und mittlere Betriebe (KMU) mit einer Beschäftigtenzahl von unter 250 den größten Teil der Betriebe des Maschinenbaus (68,5%). Ihnen kommt ein Anteil von 24,4% am Gesamt der Beschäftigten zu und sie produzieren 20,6 % des Gesamtvolumens. Größere Betriebe zwischen 251 und 1000 Beschäftigten machen 28,1% der Betriebe aus, sie beschäftigen den weitaus größten Teil von Mitarbeitern (54,6%) und produzieren über die Hälfte des Produktionsvolumens (59,2%). Nur 3,3% der Betriebe im Werkzeugmaschinenbau zählen zu den Großbetrieben mit mehr als 1000 Mitarbeitern. Sie beschäftigen ca. 1/5 der Mitarbeiter und tragen in der gleichen Größenordnung zu dem Gesamtproduktionsvolumen bei.

In der handwerklich mittelständischen Struktur besteht gleichzeitig eine Stärke und eine Schwäche der deutschen Werkzeugmaschinenindustrie. Einerseits liefert sie gute Voraussetzungen, um die Produkte flexibel auf die Bedarfe ihrer Kunden und Anwender hin abstimmen zu können. Andererseits besitzen die Werkzeugmaschinenhersteller in konjunkturschwächeren Zeiten und in Absatzkrisen nur wenig Ressourcen zur Kompensation. Dies verdeutlicht Tabelle 2, in der die Veränderung der Branche von 1980 bis 1998 anhand verschiedener wirtschaftlicher Kenngrößen aufgeführt ist.

¹ Quelle: VDMA-Maschinenbau-Statistik, Auswertung: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme im VDMA, Baa-WS, Juli 1998

Tabelle 2: Kenngrößen der Branche Werkzeugmaschinenbau

Jahr	Produktion* ² in Mio. DM	Export in Mio. DM	Stück ³	Anteil NC		Beschäftigte ⁴
				an Stück in %	am Wert in %	
1981	10.172	6.741	216.778	1,7	17,4	99.000
1982	9.789	6.280	184.967	11,6	29,8	94.500
1983	9.401	5.829	156.562	12,5	36,5	84.000
1984	9.431	6.048	157.054	14,2	41,7	83.000
1985	10.929	6.817	165.757	15,0	45,3	88.000
1986	13.014	7.891	124.884	17,4	50,8	93.000
1987	13.272	7.642	126.169	15,0	51,5	93.500
1988	13.321	8.241	129.841	14,9	51,7	94.000
1989	14.908	9.177	143.599	15,0	51,9	99.500
1990	16.425	9.447	153.724	14,5	57,4	103.000
1991	17.235	9.828	154.325	12,5	54,9	98.000
1992	14.159	8.507	115.382	13,3	54,6	89.500
1993	10.706	6.946	119.861	13,4	53,8	82.500
1994	10.398	7.057	119.690	14,1	55,9	72.000
1995	12.371	7.586	117.816	19,9	66,4	68.300
1996	13.407	8.534	104.010	21,2	70,0	66.300
1997	14.084	8.522	106.495	19,5	70,7	63.900
1998	15.832	8.909	105.235	25,4	72,9	65.700

* Mit Teilen und Zubehör

In der Tabelle 2 sind die Jahre 1983/84 und 1991/92/93 hervorgehoben, da in diesen Jahren Rezessionen mit gravierenden Auswirkungen für die Betriebe des Maschinenbaus vorgelegen haben. Dies läßt sich an der Abnahme des Produktionsvolumens und an der Verringerung der Beschäftigtenzahlen ablesen. Wird 1991 ein Produktionsvolumen von 17.235 Mio. DM erzielt, so sinkt dieses in nur zwei Jahren um fast 40% auf 10.706 Mio. DM in 1993. Demgegenüber nahm die Produktion von 1982 auf 1983 "nur" um ca. 4% ab. In beiden Fällen finden sich allerdings gravierende Auswirkungen auf die Beschäftigtenzahl: Sie sinkt von 1982 bis 1984 um 11.500 und nach einer Phase neuerlicher Prosperität von 103.000 Beschäftigten im Jahre 1990 auf 82.500 im Jahre 1993. Anders als nach der Krise von 1983/84 nimmt die Beschäftigtenzahl mit der einsetzenden Erholung der Branche allerdings nicht wieder zu, vielmehr verlangsamt sich ihr Abbau. Erst 1998 steigen die Beschäftigtenzahlen wieder leicht auf 65.700 an.

Bereits diese grobe Analyse des Zusammenhangs zwischen der Konjunktur und der Beschäftigtenzahl zeigt, daß Schwankungen im Absatz im Werkzeugmaschinenbau nahezu unmittelbar zu

² Quelle Produktion und Export: Amtliche Statistiken, Auswertung: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme im VDMA, Baa-WS, Juli 1999

³ Quelle Werkzeugmaschinen in Stück und NC-Anteile: Statistisches Bundesamt mit Ergänzungen aus der VDMA-Maschinenbau-Statistik, Auswertung: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme im VDMA, Baa-WS, Juli 1999

⁴ Quelle für Beschäftigtenzahlen: Hochgerechnete Daten aus der VDMA-Maschinenbau-Statistik, Auswertung: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme im VDMA, Baa-WS, Juni 1999

einem Verlust von Arbeitsplätzen führen und damit v.a. die kleinen und kleinsten Betriebe schnell vor Existenzprobleme gestellt sind. Vor diesem Hintergrund gewinnt ein Grundanliegen der Arbeitspsychologie - das Hacker bereits 1973 (S. 24) formulierte und das sich auch in seiner Neuauflage von 1998 wiederfindet - nämlich jenes der *"Beteiligung an der interdisziplinären Aufgabe der Steigerung von Effektivität und Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Förderung der Entwicklung der arbeitenden Persönlichkeit"* (Hacker, 1998, S. 20) an Nachdruck. Innovative Gestaltungsoptionen für Werkzeugmaschinen, die explizit auf eine angemessenere Unterstützung des Arbeitshandelns der später mit den Maschinen Arbeitenden im nationalen und internationalen Umfeld abzielen, müssen insbesondere auch von kleinen und mittleren Maschinenbauunternehmen umgesetzt werden - und diese sind darauf angewiesen, aus Neuentwicklungen möglichst unmittelbar wirtschaftlichen Nutzen ziehen zu können. Diesen Zusammenhang muß die Arbeitspsychologie berücksichtigen, will sie an der Gestaltung von Werkzeugmaschinen mitwirken.

Allerdings - und dies gibt Anlaß zur Hoffnung, daß arbeitspsychologische Konzepte eine Umsetzungschance besitzen - sind zahlreiche Potentiale zur technischen Unterstützung und zur Leistungsverbesserung der industriellen Produktion im verarbeitenden Gewerbe noch nicht ausgeschöpft. Dies zeigen Umfragen des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). Dieses Institut führt alle zwei Jahre eine Erhebung zu "Innovationen in der Produktion" durch. Sie richtet sich an Betriebe der Investitionsgüterindustrie Deutschlands. Untersuchungsgegenstand sind innovative Organisations- und Technikkonzepte, Produktionsstrategien, Fragen des Personaleinsatzes und 1997 auch erstmals Fragen zu Dienstleistungen. Daneben werden Leistungsindikatoren der Produktion wie Produktivität, Flexibilität, erreichte Qualität und die Profitabilität erhoben. Die letzte Erhebungsrunde datiert auf 1997, für die 10.524 Betriebe angeschrieben wurden. Bis Dezember 1997 schickten 1.329 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 13%. Nach den Berechnungen des ISI stellen die antwortenden Betriebe *"einen repräsentativen Querschnitt der deutschen Investitionsgüterindustrie dar"* (Kinkel & Lay, 1998, S. 12). Die Umfrage gibt einen guten Überblick über den Stand der Investitionsgüterindustrie und erlaubt Aussagen über Produktionstrends, die sowohl für den Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau wie auch für die Arbeitspsychologie interessant sind. Soweit nicht anders angegeben, stammen die folgenden Zahlenangaben aus der Erhebung des ISI von 1997 (Wallmeier, 1998).

- Über 70 % der Betriebe aus der Investitionsgüterindustrie setzen 1997 CNC⁵-Werkzeugmaschinen ein. Dies korrespondiert mit dem kontinuierlich steigenden Anteil der Computertechnik an den produzierten Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen. Wie in Tabelle 2 aufgeführt, beträgt der Anteil von NC an den Stückzahlen im Jahre 1981 lediglich 1,7% und steigt dann auf 25,4% in 1998 an, mit einer knapp 25%-igen Steigerungsrate allein von 1997 auf 1998. Die Bedeutsamkeit der NC-Technik für den Werkzeugmaschinenbau wird noch deutlicher, wenn der Anteil der NC am Gesamtwert der Werkzeugmaschinen in Betracht ge-

⁵ CNC steht dabei für "computer numeric controlled", womit ausgedrückt wird, daß die Bewegungen der Werkzeugspindel der Maschine durch ein Computerprogramm gesteuert und dieses Programm auf einem maschineninternen Speicher gehalten und an der Maschine verändert werden kann. In der aktuellen Literatur wird der Terminus "NC" häufig synonym verwendet. Ursprünglich wurden damit Maschinen mit einer "numeric controlled" Steuerung bezeichnet, denen ein maschineninterner Speicher fehlte. Eine Veränderung der Bearbeitungsprogramme direkt an den Maschinen war damit nicht möglich.

zogen wird. 1998 machte die NC-Technik knapp 72% des Wertes der produzierten Maschinen und Anlagen aus (Tabelle 2).

- Nur etwa 2 % der antwortenden Betriebe bemängeln im Bereich der NC-Technologie fehlende technische oder wirtschaftliche Lösungen. Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Einsatz von Computer-Aided (CAD-)Systemen für den rechnergestützten konstruktiven Entwurf von Produkten. Allerdings plant hier etwa die Hälfte der Betriebe den Ausbau oder die Ablösung der bisher eingesetzten Techniken. Das heißt, in diesem Bereich bestehen Potentiale für die Werkzeugmaschinenindustrie.
- Anders sieht es allerdings für vergleichsweise "junge" Anwendungen aus: Erst 17 Prozent der Betriebe setzen softwaretechnische Informationssysteme ein, etwa gleich vielen fehlen technische und wirtschaftliche Lösungen. Nur 14 Prozent der Betriebe nutzen Informationstechniken zur kooperativen Aufgabenerledigung, auch hier ist der Anteil der Betriebe, denen technische und wirtschaftliche Lösungen fehlen, fast gleich groß. Ein integriertes Produkt- und Prozeßdatenmodell haben erst knapp 10 Prozent der Betriebe, fast doppelt so vielen fehlen akzeptable Lösungen.
- Wie groß der Bedarf an werkstattnahen Lösungen ist, zeigt sich auch daran, daß 1997 etwa 60 Prozent der Betriebe einen Personal-Computer (PC) in der Werkstatt für eine Vielzahl von individuellen Anwendungen einsetzen. Der Nutzungsgrad der eingesetzten Techniken variiert jedoch sehr stark. Die technischen Möglichkeiten für die angesprochenen Technologien sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft, die Angaben der Nutzer schwanken zwischen 40 und 50 Prozent. Die Potentiale des Internet, das mehr als die Hälfte der Betriebe bereits einsetzt, werden erst zu 20 Prozent genutzt. Hier werden dringend nutzbringende Anwendungen gesucht.

Diese Daten aus der Produktionsinnovationserhebung des Fraunhofer ISI aus dem Jahre 1997 verdeutlichen die Anforderungen, die die Investitionsgüterindustrie zur Zeit an die Werkzeugmaschinenindustrie stellt. Darüber hinaus wird auch deutlich, wo Potentiale und Wachstumschancen liegen. Die computergesteuerte Werkzeugmaschine bzw. Produktionsanlage bildet sozusagen das "Herz" der industriellen Fertigung und wird zur Zeit verstärkt in die kollektive Arbeit entlang innerbetrieblicher Prozeßketten und in überbetriebliche Netzwerke einbezogen. Die computergesteuerte Produktionstechnik wird dabei zukünftig offensichtlich nicht mehr nur "Fenster" zu den ablaufenden spanabhebenden Fertigungsprozessen eröffnen müssen, sondern auch zur kooperativen Organisation des gesamten Produktionsprozesses. Hier liegen neue Potentiale für die Werkzeugmaschinenindustrie und gleichzeitig auch Ansatzpunkte für arbeitspsychologische Beiträge.

Die Analyse des Gegenstandsfeldes der Entwicklung und Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen kann bezüglich ihrer allgemeinen Relevanz für das Fach der Arbeitspsychologie unter zwei Aspekten zusammengefaßt werden:

- Die Mitwirkung an der Entwicklung und Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen ist für die Arbeitspsychologie von zentralem Interesse, da damit auf die Arbeitsplätze nicht nur im Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau sondern generell im verarbeitenden Gewerbe und damit auf 6 Millionen oder 30% der Beschäftigten Einfluß genommen werden kann. Die Anzahl der Arbeitsplätze bewegt sich im nationalen und internationalen Kontext im mehrstelligen Millionenbereich.
- Die arbeitspsychologische Mitwirkung muß die wirtschaftlichen Ressourcen der Branche der Werkzeugmaschinenindustrie berücksichtigen. Einerseits zeichnet sich der Werkzeugmaschinenbau aufgrund der handwerklich-mittelständischen Struktur zwar durch eine hohe

Innovationsfähigkeit aus. Andererseits besteht jedoch wenig wirtschaftlicher Spielraum zum Experimentieren mit neuen Lösungen. Insbesondere bietet die weiter zunehmende Bedeutung von NC- und Informations- und Kommunikationstechnik Absatzchancen und gleichzeitig Gestaltungsmöglichkeiten.

Nachdem die allgemeine arbeitspsychologische Relevanz des Gegenstandsfeldes der Entwicklung und Gestaltung von Produktionstechnik deutlich geworden ist, werden nun zentrale inhaltliche Aspekte skizziert, die für das Fach von speziellem Interesse sind.

2.2 Erfahrungsgeleitete Arbeit als Untersuchungsgegenstand

Im Zuge der voranschreitenden Automation der Produktionsprozesse im produzierenden Gewerbe ist ein dialektisches Problem aufgetreten, das gerade auch für die Arbeitspsychologie von nachhaltigem Interesse ist. Unerwarteterweise gerieten bei dem Versuch, das Können und das Wissen von erfahrenen Fachkräften "abzuziehen" und in Computerprogramme zur automatisierten Steuerung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen zu übertragen, Stärken menschlichen Handelns wieder neu in den Blick. Dies erscheint umso erstaunlicher, als es sich um menschliche Fähigkeiten und Fertigkeiten handelt, die so selbstverständlich erscheinen, daß erst das Scheitern einer vollständigen Automatisierung ihre besondere Qualität offenbart. Neben Wahrnehmung, Bewegung und Sprache gehören u.a. Sinnverstehen, Denken in Zusammenhängen, kritisches Bewerten sowie Antizipation und Handeln in unklaren und komplexen Situationen dazu, d.h. all jene Bereiche, in denen z.B. emotionale Bewertungen, mehrdeutige Informationen oder vielfältig verzweigte Situationsverläufe eine Rolle spielen. Diese "Wiederentdeckung" menschlicher Qualitäten hat - so die These - für die Arbeitspsychologie die Bedeutung eines "Nachhalleffektes": Immer dann, wenn es um die Bedeutung der "sinnlichen Erfahrung" für das Arbeitshandeln von qualifizierten Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen geht, zeigen sich "blinde Flecken" im methodischen und theoretischen Inventar. Dieser Zusammenhang wird nachfolgend vertiefend dargestellt, indem zunächst ein grober Überblick über die vom Leitbild der Automation geprägte Entwicklung von Produktionstechnik gegeben wird. Anschließend werden Automatisierungsbarrieren aufgezeigt, die gleichzeitig die Notwendigkeit erfahrener und qualifizierter Fachkräfte in der industriellen Produktion begründen.

2.2.1 Am Leitbild der Automation orientierte Technikentwicklung

In der industriellen Fertigung werden zur Bearbeitung von Metallteilen Werkzeugmaschinen verschiedener Art und Weise eingesetzt. Sie unterscheiden sich u.a. in ihren Bearbeitungsverfahren, z.B. Drehen, Bohren, Fräsen und Schleifen, in der Form der Steuerung, z.B. mechanisch, elektrisch, elektronisch und in der Art und Weise ihrer Einbindung in die Fertigungsorganisation. Die Palette reicht hier von Stand-alone-Maschinen bis hin zu einem untereinander vernetzten Maschinenverbund, der zusätzlich datentechnisch mit vor- und nachgelagerten Abteilungen verbunden ist. Schließlich ist relevant, ob mit den Maschinen Einzelstücke oder Großserien produziert werden.

Ein Blick auf die historische Entwicklungslinie der Maschinen - beginnend vom Handwerksinstrument über konventionell-mechanisch betriebene bis hin zu computergesteuerten Werkzeugmaschinen und Transferstraßen - zeigt, daß die Automatisierung der Abläufe immer weiter zuge-

nommen hat. In Anlehnung an Böhle (1992), der die zunehmende Automatisierung auf das Prinzip der "*Verwissenschaftlichung von Technik*" (S. 110) zurückführt, kann hier von einem "Leitbild der Automatisierung" gesprochen werden. Dieses Leitbild hat Brödner bereits 1985 als den "*technozentrischen Entwicklungspfad*" skizziert, dem er den "*anthropozentrischen*" gegenüberstellte (Brödner, 1985). Darauf aufbauend unterscheidet Ulich zwischen "*technikorientierten*" und "*arbeitsorientierten*" Gestaltungskonzepten (E. Ulich, 1991, S. 215ff.). Die Orientierung der Entwicklung von Produktionstechnik an dem Leitbild der Automatisierung trifft dabei sowohl für die Einzel- wie auch für die Serienfertigung zu. Allerdings unterscheidet sich der Trend hin zur Automation in seinem Ausmaß, in seinem Tempo und auch in seinen Inhalten:

- So wurde dem Arbeitenden in der Massenfertigung im Metallbereich bereits Mitte des 19. Jahrhunderts die Steuerung der Bearbeitung entzogen und einem Automaten in Form einer Steuerwelle übertragen (Ruby, 1993, S. 6). Die Fertigung ein- und desselben Werkstücks über einen langen Zeitraum erlaubte hier eine weitgehende Standardisierung und Automatisierung der Fertigungsabläufe.
- Im Segment der Einzelteil- und Kleinserienfertigung verblieben demgegenüber Planung, Ausführung und Kontrolle des spanabhebenden Fertigungsprozesses bis weit in die siebziger Jahre dieses Jahrhunderts "in den Händen" qualifizierter Facharbeiter. Der häufige Produktwechsel und die dabei geforderte flexible Veränderung bzw. Neuplanung der Abläufe stellten hier "*Automatisierungshemmnisse*" (Böhle, Carus & Schulze, 1993, S. 16) dar. Erst mit Beginn 1960 eröffnete die Möglichkeit der elektronischen Steuerung von Werkzeugverfahren mittels Programmcodes auch in diesem Bereich neue Automatisierungschancen. Eine automatische Generierung computergesteuerter Bearbeitungsprogramme aus den Vorgaben und Zeichnungen der Konstrukteure unter Berücksichtigung von Fertigungswissen und Know How rückte ins Zentrum der technologischen Entwicklung. Das Konzept einer Computerisierung und Vernetzung der gesamten Produktion vom Einkauf über Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Montage bis hin zur Endabnahme durch den Kunden wurde versuchsweise umgesetzt in Konzepten des Computerintegrated Manufacturing (CIM), (Fleig, 1995).

Bevor auf die Merkmale der Automatisierung näher eingegangen wird, erscheint eine Skizzierung wichtiger Maschinentypen in ihren Konstruktionsprinzipien hilfreich. Es handelt sich einerseits um Typen, die die historische Entwicklung markieren und andererseits um Typen, die auch heute noch in den verschiedenen Fertigungssegmenten der Einzel- und Kleinserienfertigung sowie der Massenfertigung bedeutsam sind.

- Bei der **Universalwerkzeugmaschine** - die häufig auch als "konventionelle WZM" bezeichnet wird - erfolgt die Steuerung der Werkzeugwege über mechanisch angetriebene Werkzeugschlitten. Der Werker führt nicht mehr - wie zuvor bei den **Handwerksinstrumenten** (Kuby, 1980, S. 113-120) - manuell das Werkzeug. Er steuert aber weiterhin die Bearbeitung, indem er jeden einzelnen Arbeitsschritt auf der Grundlage der Ergebnisse des vorhergehenden direkt an der Maschine plant und über Anschläge vorgibt. Die Entstehung der universellen Drehmaschine wird allgemein zwischen 1794 und 1800 datiert (vgl. Kuby, 1980, S. 141; Mommertz, 1981, S. 13;). Antrieb und Aufbau dieser Maschinen wurden in der Folge immer weiter verfeinert und stabilisiert, indem z.B. statt Dampfkraft Elektromotoren und beim Maschinenaufbau Metall statt Holz verwendet wurde. Bau- und Funktionsweise blieben jedoch in ihren Prinzipien unverändert. Insbesondere ist den Arbeitenden ein direkter sinnlicher Zugang zum Bearbeitungsprozeß möglich. Der Verbreitungsgrad konventioneller Werkzeugmaschinen ist in Kleinbetrieben mit ca. 25-50 Mitarbeitern immer noch sehr hoch, 1997 werden ca. 85% des Maschinenparks durch diesen Maschinentyp gestellt (gk, 1997, S.

13). Die Bauweise ist insbesondere bei einer Stückzahlen von Eins infolge ihrer kurzen Rüstzeiten von Vorteil.

- Die Entwicklung der **NC-Technik zur Steuerung von spanabhebenden Werkzeugmaschinen** beginnt mit der von 1949 bis 1952 von John T. Parson von der Parsons Corporation und dem Massachusetts Institut of Technology (MIT) gebauten ersten Computersteuerung (Noble, 1986, S. 99-103). Beim ersten Maschinen-Prototyp handelte es sich um eine dreiachsenbahngesteuerte Vertikalfräsmaschine zum Einsatz in der Serienfertigung von Rotorblättern für Militärhubschrauber (S. 193). Ein außerhalb der Maschine erstelltes NC-Programm wurde über Lochstreifen in die Digitalsteuerung eingegeben. 1956 entwickelte Douglas T. Ross vom MIT die erste Programmiersprache für spanende Maschinen und Metallbearbeitung. Er war Mathematiker und dachte in der Formelwelt der analytischen Geometrie. Sein Stil prägte alle nachfolgenden Programmiercodes nach der APT-Logik bis zur DIN 66025. Die informationstechnische Basis der ersten Steuerungen besteht in elektronischen Schaltungen mit Röhren und Relais (Reintjes, 1991, S. 48 ff.). 1960 werden die Relais und Röhren durch Transistortechnik ersetzt, 1968 kommt es zum Einsatz hochintegrierter Schaltkreise. 1972 werden die ersten NC-Steuerungen mit Mikroprozessoren auf dem Markt angeboten.

An die Stelle der bei der Universalwerkzeugmaschine noch direkt-mechanisch gesteuerten Manipulation der Werkstücke trat somit bei den NC-Maschinen die Form der elektronischen Steuerung mittels des mathematisch-zahlenmäßigen Programmcodes (vgl. Benad-Wagenhoff, 1993, S. 25). Damit war nunmehr eine Trennung der Planung in Form der Programmerstellung von der Ausführung in Form der maschinellen Programmabarbeitung realisiert. Infolge des fehlenden Programmspeichers konnten bei den NC-Maschinen die Programme nicht direkt an der Maschine verändert werden. Kurzfristige Bearbeitungsänderungen über den NC-Code und damit ein Mehr an Kontroll- und Eingriffsmöglichkeiten für den Werker an der Maschine wurden erst ab 1976 mit der Entwicklung der *CNC-Werkzeugmaschine* und ihrer Ausstattung mit einem eigenen Programmspeicher erreicht. Solche Maschinen sind infolge ihrer hohen Wiederholgenauigkeit ab einer Stückzahl von ca. sechs sehr produktiv und werden vor allem in mittleren Unternehmen mit ca. 100 bis 200 Mitarbeitern eingesetzt (gk, 1997).

In der Abbildung 1 ist die Bauweise von CNC-Werkzeugmaschinen exemplarisch am Beispiel einer computergesteuerten Fräsmaschine veranschaulicht. Ganz überwiegend handelt es sich um verkapselte Maschinen, deren NC-Programm über ein Steuerpult editiert werden kann. Der spanabhebende Bearbeitungsprozeß läuft im Inneren der Maschine ab, bei laufendem Betrieb muß die Verkapselung geschlossen sein. In diesem Fall ist ein Einblick in das Innere der Maschine auf den ablaufenden Zerspanprozeß stark behindert (siehe ausführlicher S. 17).

Abbildung 1: CNC-Fräsmaschine mit schwenkbarer Steuerung



Die Entwicklung der NC-Technik erfolgte in den führenden Industrienationen entlang verschiedener Innovationspfade. Nach Untersuchungen von Hirsch-Kreinsen (1993) war sie in Bezug auf das Arbeitshandeln in den USA mehr auf einfache Interaktion von funktionsmäßig begrenzten Maschinen durch Angelernte ausgerichtet, während in Deutschland Universalmaschinen mit großem Funktionsumfang und eher der Informationslogik entlehnten Interaktionstechniken im Vordergrund standen (Hirsch-Kreinsen, 1993, 139 ff. und 183 ff.).




- Eine **Transferstraße** stellt einen Verbund von Werkzeugmaschinen dar. Dabei sind die einzelnen Einheiten starr miteinander verkettet. Mittels einer Taktstange werden die Werkstücke von einer Maschinenstation zur nächsten befördert, wobei an jeder Station nur wenige hoch standardisierte Operationen durchgeführt werden. Solche Sondermaschinen werden vor allem in der Automobilfertigung eingesetzt - hier erlauben ihre vielfältigen Optimierungsmöglichkeiten und ihre Vernetzbarkeit, die Bearbeitungszeit möglichst klein zu halten. Da alle Werkstücke zur gleichen Zeit in einem festen Takt weiterbefördert werden, bestimmt die langsamste Einheit die Taktzeit der gesamten Anlage. Konventionelle Transferstraßen setzen die traditionsreiche Automatisierung in der Massenfertigung fort, deren Beginn durch Drehautomaten für die Fertigung von Holzschrauben markiert wird (Ruby, 1993, S. 8). Der Einstiegspunkt in diese Entwicklungsrichtung liegt nach Ansicht von Ruby (1993) damit einige Jahre vor der Entwicklung des Spencer-Drehautomaten von 1873, dem häufig die Bedeutung eines solchen Meilensteins zugesprochen wird (S. 14). Die Automatisierungslinie in der Serienfertigung wurde dann mit den Revolverdrehautomaten und Ein- und Mehrspindlern fortgesetzt. Letztere können als Vorgänger von Transferstraßen angesehen werden, da bereits hier mehrere Werkstücke an verschiedenen Stationen einer Maschine gleichzeitig bearbeitet werden konnten.
- **Computergesteuerte Transferstraßen** werden ca. seit Mitte der 80-er Jahre v.a. in der Massenproduktion der Automobilindustrie verwendet. Abbildung 2 verdeutlicht den Aufbau einer Transferstraße, die aus mehreren Bearbeitungseinheiten besteht:

Abbildung 2: Computergesteuerte Transferstraße

In der Regel ist ein Team von Fachkräften für die Betreuung und Überwachung mehrerer Transferstraßen und ihrer Bearbeitungseinheiten zuständig. Der CNC-Technik kommt insgesamt bezogen auf die Automatisierung im Bereich der Serienfertigung eine weniger richtungweisende Bedeutung zu wie in der Kleinserienfertigung - hier eröffnete die CNC-Technik neue Möglichkeiten zur Verbindung von Flexibilität und Automation (Böhle, Carus & Schulze, 1993, S. 15).

Wesentliche Aspekte der Automatisierung im Metallbereich sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Die Darstellung orientiert sich an den charakteristischen Maschinentypen und weniger an der historischen Entwicklungsgeschichte, die an dieser Stelle vernachlässigt werden kann.

Tabelle 3: Merkmale der Maschinenentwicklung

Handwerks- instrument	Universalwerk- zeugmaschine	Computergesteuerte Werkzeugmaschine	Transferstraße
Zunahme von Geschwindigkeit, Vielfalt und Reproduzierbarkeit der Bearbeitung 			
Zunahme der Trennung von Planung und Ausführung 			
Abnahme von Wahrnehmungs- und Eingriffsmöglichkeiten 			

Die in der Tabelle 3 dargestellten Merkmale kennzeichnen in Anlehnung an Rosenbrock (1989) die Entwicklungsrichtung der voranschreitenden Automatisierung:

- **Zunahme der Geschwindigkeit, Vielfalt und der Reproduzierbarkeit der Fertigungsabläufe:**

Mit der Computersteuerung kann eine wesentlich höhere Geschwindigkeit in den Werkzeugbewegungen erreicht werden. Von daher wurde zum Schutz des Maschinenarbeiters eine Vollverkapselung der Maschine notwendig. Weiterhin können geometrisch komplexe Bewegungen des Werkzeuges programmiert werden. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen dar, die nur in zwei Achsen verfahren konnten. Für komplexe 2,5 bis 3-dimensionale Bewegungen mußte sich hier mit Formstählen beholfen werden. Darüber hinaus zeichnen sich die computergesteuerten Werkzeugmaschinen durch eine sehr hohe Reproduzierbarkeit aus. Ein NC-Programm kann viele Male in genau der gleichen Weise abgefahren werden.

- **Trennung der Planung von der Ausführung in einem doppelten Sinn:**

Einerseits handelt es sich um ein zeitliches Auseinanderrücken. Die Mehrzahl der eingesetzten - "beschreibenden" - Programmierverfahren zeichnet sich dadurch aus, daß sehr große Bearbeitungsabschnitte komplett vor der maschinellen Ausführung geplant und definiert werden müssen. Stärker am Handeln orientierte Programmierverfahren wie z.B. Record-play-Back oder Teach-Programmierung spielten in der industriellen Fertigung bis 1996 nur eine marginale Rolle. Dabei liegt die Record-play-Back Steuerung entwicklungsgeschichtlich einige Jahre vor der Entwicklung der NC-Steuerung. Hierbei stellt ein Arbeiter ein Werkstück an der Maschine her, wobei die Bewegungen der Werkzeugspindel auf einem Magnetband registriert wurden. Ist das erste Werkstück hergestellt, können identische Werkstücke gefertigt werden, indem das "handelnd" erstellte NC-Programm gestartet wird. Daher nennt Noble diese Form der Steuerung "*Fähigkeits-Multiplizierer*" (Noble, 1986, S. 103). Daß sich die Record-play-Back-Steuerung zunächst nicht durchsetzen konnte, bestätigt die Dominanz der Automatisierungsmaxime. Erst ab 1996 gewinnen Maschinenkonzepte im Bereich der Einzelfertigung Marktanteile, die eine Mischform aus konventioneller und CNC-Technik darstellen und auch Record-play-back als eine Programmiervariante anbieten (gk, 1997). Diese Maschinen sind in der Lage, durch die Verbindung der Vorteile konventioneller Ma-

schinen (kurze Rüstzeiten) mit denen der CNC-Maschinen (Reproduzierbarkeit) die bisher bestehende Produktivitätslücke im Segment von Stückzahlen zwischen zwei und sechs zu schließen (Carus, Schlausch & Schulze, 1994, S. 61-67).

Andererseits handelt es sich um eine räumlich-personelle Trennung. Die Planung der Bearbeitung bzw. die Erstellung der Bearbeitungsprogramme erfolgt häufig in anderen Betriebsabteilungen (wie z.B. einer vorgelagerten NC-Programmierabteilung) und wird von anderen Mitarbeitern vorgenommen als die maschinelle Ausführung. Beide Aspekte der Trennung der Planung von der Ausführung faßt Volpert (1974) unter den Begriff der "*Partialisierung*" (Volpert, 1974, S. 56-63).

- **Zunahme von Zugangs- und Eingriffsbarrieren für Werker:**

Die technische Weiterentwicklung hat den Zugang von Werkern zu den Maschinen und zu dem im Inneren ablaufenden Bearbeitungsprozeß verändert: Die Möglichkeiten zur Wahrnehmung relevanter Merkmale des spanabnehmenden Prozesses sind durch die zunehmende Verkapselung der Maschinen immer weiter eingeschränkt worden (siehe Abbildung 3). Gleiches gilt für die Möglichkeiten einer direkten Einflußnahme auf den Bearbeitungsprozeß. Häufig stehen dafür nur Not-Aus für das Unterbrechen der Bearbeitung sowie eine manuelle Regulierung der Schnittgeschwindigkeiten über den Override-Schalter zur Verfügung.

Abbildung 3: CNC-Drehmaschine mit statischer Steuerung



Bauweise und Steuerungsprinzip der spanabhebenden Werkzeugmaschinen sind somit aufgrund der dominanten Entwicklungsrichtung der Automatisierung auf eine a-priori Planung der anschließenden maschinellen Bearbeitung hin ausgelegt. Zugrunde liegt dabei die Erwartung, daß die Bearbeitungsprozesse in ihrem Verlauf im Vorhinein in exakter Weise geplant werden können. Und daß die Fertigung dann auch so verläuft, wie im NC-Bearbeitungsprogramm festgelegt bzw. daß Abweichungen von der Technik nach Art eines Adaptive Control erkannt

und korrigiert werden können. Der selbsttätig und automatisiert ablaufende Bearbeitungsprozeß stellt somit bis weit in die achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts die dominierende Leitvorstellung für die Entwicklung und den Einsatz von Produktionstechnik dar.

2.2.2 Das Scheitern der vollständigen Automatisierung und die "Wiederentdeckung" der beruflichen Erfahrung

Mit der Einführung der Computertechnologie wurde somit die Erwartung verbunden, das Wissen und die praktische Erfahrung der Facharbeiter in ihren relevanten Aspekten in NC-Programme zur Steuerung der computergesteuerten Werkzeugmaschinen überführen zu können. Die Entwickler gingen und gehen teils immer noch davon aus, daß sie im Grundsatz die Arbeitsaufgaben und -vollzüge an der Maschine kennen und es deshalb ausreicht, wenn die Arbeitskräfte für die Steuerung ein von Spezialisten erstelltes NC-Programm einspielen. Ein sinnlicher Zugang zum Bearbeitungsprozeß und eine Kontrolle über die Bearbeitung durch Werker erschien nicht mehr notwendig. In der Konsequenz wurden ca. ab 1970 in vielen Betrieben qualifizierte Fachkräfte entlassen. Die verbleibenden Arbeitsplätze waren häufig als "Restarbeitsplätze" konzipiert, wobei den Werkstattmitarbeitern hauptsächlich überwachende und materiallogistische Aufgaben zugedacht wurden. In diese Richtung gingen jedenfalls Erwartungen von Firmenleitern Anfang der siebziger Jahre. Der Einsatz von Menschen in der Produktion wurde nur in wenigen Ausnahmefällen noch für notwendig gehalten.

Seit den 70er Jahren hat sich jedoch in vielen Betrieben im Bereich der Einzelteil- und Kleinserienfertigung, aber auch in der Massenfertigung gezeigt, daß sich der Produktionsprozeß mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen durch Computersteuerung allein nicht zuverlässig genug kontrollieren läßt. NC-Programme laufen beim ersten Einsatz in der Regel nicht störungsfrei, es treten Abweichungen des realen vom geplanten Bearbeitungsprozeß auf. Infolge situationsbedingter Variabilitäten wie z.B. Werkstoffunterschieden, infolge neuer Anforderungen wie z.B. neuer Werkstoffe sowie infolge der Vielzahl von Einflußfaktoren, die auf die Bearbeitung einwirken - wie z.B. der Verschleiß von Werkzeugen und Maschinenkomponenten - und die im Vorhinein in ihrem Zusammenwirken und in ihrem Verlauf nur schwer zu berechnen sind, erweist sich die Planbarkeit des Bearbeitungsprozesses als wesentlich problematischer als angenommen. Im Verlauf der Fertigung kommt es in Abhängigkeit von der Komplexität und dem Standardisierungsgrad der Werkstücke mit einer Häufigkeit von ca. 5 % bis 30 % zu unerwartet auftretenden und für eine anforderungsgerechte Fertigung "kritischen" Ereignissen. Häufig sind es gerade "kleinere Störungen" wie z.B. Späne, die sich unter Aufspannungen oder auf Sensoren von Überwachungssystemen ansammeln und die zu teils gravierenden Zeitverzögerungen, Maschinenstillständen und großen Einbußen in der Qualität führen (vgl. Schüpbach, 1994, S. 66)

Interessant für die Frage der arbeitspsychologischen Relevanz dieser betrieblichen Beobachtungen ist nun, daß die für die rechnergesteuerte, automatisierte Produktion "kritischen Situationen" zu einem großen Teil für qualifizierte Facharbeiter kein Problem darstellen: In der betrieblichen Praxis hat sich gezeigt, daß Fertigungsausfälle und Qualitätseinbußen entscheidend weniger auftreten, wenn qualifizierte Facharbeiter die Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen einstellen und überwachen. Zu einer automatisierten Produktion muß offensichtlich der Mensch etwas beitragen, damit eine anforderungsgerechte und fehlerfreie Fertigung zustande kommt.

Die Diskussion um die Schwachstellen der NC-Technik und komplementär um die Leistungspotentiale qualifizierter Fachkräfte beginnt dabei bereits Ende 1970. Die nachfolgende Verlaufsanalyse der Entwicklung von Produktionstechnik zeigt, wie das Leitbild der vollständigen Automation zugunsten einer Auslegung der Maschinen an Dominanz verliert, die stärker am Arbeitshandeln der Fachkräfte orientiert ist. Die Verlaufsanalyse beginnt mit dem Bekanntwerden erster Schwierigkeiten beim Einsatz von NC- und CNC-Werkzeugmaschinen und endet 1998 mit dem Entwurf einer "offenen" und herstellerübergreifenden Steuerungsplattform für Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen.

(1) *Erste Schwierigkeiten werden in den 70-er Jahren als "Übergangsphänomene" gewertet*

In der Praxis vor allem der Einzelfertigung oder Kleinserienfertigung erweist sich bereits Ende 1970 die Optimierung und auch die Erstellung von NC-Programmen in der Werkstatt als aufwendig und als fehlerbehaftet. Die Kapazität der Maschinen ist deshalb nicht ausreichend ausgelastet, in der Frühzeit der NC-Technik liegt sie nur zwischen 30 bis 40%. Um diesen Mangel auszugleichen, werden den Arbeitskräften deshalb bald Programmierhilfsmittel wie Unterprogrammtechnik oder Zyklenprogrammierung im Sinne einer Bedienerführung zur Verfügung gestellt. Die ersten Rückmeldungen aus der Praxis über Probleme beim Einsatz mit den NC- und später CNC-Maschinen (Moll, 1979) werden als übliche Schwierigkeiten einer Übergangsphase angesehen, die mit jeder neuen Technik einhergehen. Dabei handelt es sich um "Kinderkrankheiten", die im Zuge der Weiterentwicklung schnell abnehmen - so die verbreitete Ansicht.

Jedenfalls reichen die ersten Problemmeldungen nicht aus, um die neue Technik auf Seiten der Entwickler und auch der Anwender kritisch zu hinterfragen. Vielmehr wird - auch im Zuge einer allgemeinen Begeisterung für den technischen Fortschritt in der Produktions- und Systemtechnik - in den achtziger Jahren die Automatisierung noch viel weitgehender konzipiert. Das Konzept der vollautomatischen Fabrik mit verketteten Maschinen und automatisierten Transportwegen wird zur Leitperspektive (computerized integrated manufacturing, abgekürzt CIM). Es soll die Basis für eine hierarchisch strukturierte zentral kontrollierbare "Fabrik ohne Menschen" (Brödner, 1986, S. 50) bilden, in der drei Schichten produzieren und nur wenige Fachkräfte die Anlagen überwachen. Mit der Leitperspektive CIM wird kaum noch von Arbeit mit Maschinen gesprochen, sondern nur noch von der Überwachung vollautomatischer gesteuerter Bearbeitung. Typischerweise wird deshalb geforscht, wie die automatische Überwachung durch die Verwendung neuer Sensoren und Aktoren sowie durch den Einsatz von Expertensystemen verbessert werden kann.

(2) *Forderung nach Berücksichtigung arbeitsorientierter Aspekte ab ca. 1980*

Der Umgang mit den CNC-Maschinen bleibt Anfang 1980 trotz der Verfügung über Programmierhilfen als Form der Bedienerführung im Grundsatz der informationslogischen Maxime verpflichtet. Besonders hinderlich ist der Tatbestand, daß jede Steuerung, auch wenn Steuerprogramme für die Maschine im DIN-Code verfaßt werden können, unterschiedlich zu handhaben ist. Viele Facharbeiter, die vor dem Einsatz von CNC-Maschinen ihre Aufgaben an konventionellen Maschinen leistungsstark bewältigen konnten, verlieren ihre Leistungstärke und fühlen sich bei der Arbeit mit der neuen Technik belastet. Sie verbleiben dann lieber an den konventionellen Maschinen, wenden sich anderen Aufgaben zu oder scheiden aus. Fachkundige Kritiker wie z.B. H. H. Erbe (1986) oder U. Blum (1987) wollen sich aber mit den von den Entwicklern erwiderten Argumenten, daß sich die Probleme durch weitere Einübung schon einpendeln oder daß neue Techniken eben neue Anforderungen hervorrufen, nicht zufriedengeben. Sie führen die Ausgrenzung von Facharbeitern auf die Denkweise der Entwickler hinsichtlich der "richtigen" Bedienung zurück und fordern, daß sich die Inter-

aktion mit der neuen Technik am Arbeitshandeln der Facharbeiter und nicht allein an der Informationslogik auszurichten hat.

Die Kritik bleibt nicht gänzlich ungehört. In einem durch den Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten Forschungs- und Entwicklungsverbund wird von 1985 bis 1988 ein Konzept für "*Werkstattorientiertes Programmieren (WOP)*" erarbeitet und prototypisch demonstriert (Hekeler, 1988, S. 2-10), das in der Folgezeit die Rahmenkonzepte aller Hersteller im Hinblick auf die sogenannte Benutzerfreundlichkeit prägt. Auf der EMO 1989 konnten WOP-Konzepte, z.B. der Firma S. + R. Keller, Bosch und Traub erhebliche Aufmerksamkeit erzielen. Die Interaktion mit der CNC-Maschine soll dadurch benutzerfreundlich werden, indem durch Klartext- und Grafik-Eingabe im Dialog NC-Programme erstellt werden können, ohne daß der DIN-Satz verwendet werden muß. Dialog- wie Ein- und Ausgabeschnittstelle werden dabei nach software-ergonomischen Erkenntnissen gestaltet (Fährich, 1987). Auch neue Normen mit dieser Ausrichtung werden Ende der achtziger Jahre geschaffen. Dazu gehören u.a. die Erweiterung von DIN-Normen (z.B. Deutsches Institut für Normung [DIN], 66234, Teil 8 mit Empfehlungen zur Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität und Fehlerrobustheit als Kriterien zur Dialog-Gestaltung) und die EU-Bildschirm-Richtlinie.

Einen weiteren Schwerpunkt der Kritik an Automatisierungskonzepten wie CIM bildet die zumeist implizit verbundene Ausrichtung der Arbeitsorganisation. Die Arbeitsprozesse werden bei dieser Perspektive stark segregiert sowie hierarchisch strukturiert und zentral geplant, kontrolliert und koordiniert. Es besteht, wie die Soziologen H. Kern und M. Schumann (1985) betonen, die Tendenz zu einer Gliederung der Arbeitsorganisation in von einander abgeschottete Abteilungen und unterschiedlich qualifizierte Gruppen. Nach deren Argumentation läßt die neue Technik jedoch auch eine dezentralere und "arbeitsorientierte" Organisation zu, die es den Arbeitskräften erlaubt, ihre Aufgaben anteilig selbst zu planen und zu kontrollieren. Sie plädieren zudem für Gruppenarbeit. Hierdurch sehen sie erhebliche Nutzenpotentiale für den Betrieb (Brödner & Pekruhl, 1991).

(3) Konzept "*CeA - computergestützte erfahrungsgelitete Arbeit*" 1989

1988 veröffentlichen Böhle & Milkau ihre bahnbrechende Studie zur Bedeutung der "*sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß*". Hier wird zum ersten Mal eine empirische Arbeit vorgelegt, in der Klagen aus der betrieblichen Praxis nun auch wissenschaftlich fundiert werden. Erste öffentlich geförderte Projekte zur "*Sicherung des spanabhebenden Verfahrens*" (Udris & Kraft, 1988) und zur "*modellgestützten Fehlerfrüherkennung in der spanenden Fertigung*" (Schüpbach, 1990) bestätigen die Bedeutsamkeit der sinnlichen Erfahrung des Bearbeitungsprozesses an computergesteuerten Dreh- und Fräszentren.

Der erste Entwurf für ein Konzept erfahrungsgeliteter Arbeit mit Werkzeugmaschinen findet sich in der 1988/89 vom BMBF geförderten Vorstudie über "*CNC-Entwicklung und -Anwendung auf der Basis erfahrungsgeliteter Arbeit*" (Martin & Rose, 1992). Anfang der 90er Jahre wurde im Anschluß der CeA-Forschungsverbund (Computergestützte erfahrungsgelitete Arbeit) gebildet, dem ingenieurwissenschaftliche, arbeits- und sozialwissenschaftliche Institute ebenso wie Hersteller und Anwender angehörten. (Martin, 1995).

Hervorzuheben ist, daß die Arbeits- und Sozialwissenschaften im CeA-Verbund nicht erst im Nachhinein - wenn technische Prototypen bereits entwickelt sind - z.B. in Form von Akzeptanzuntersuchungen oder Vorschlägen für Korrekturen einbezogen worden sind, sondern bereits die Erstellung von Anforderungsprofilen in Kooperation mit den Ingenieuren erfolgte. Im Rahmen der vielfältigen Diskussionen zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen haben sich sowohl grundlegende Konzepte zum Arbeitshandeln und zur Erfahrungsbildung, wie auch über Ansatzpunkte für neue technische Komponenten herausgeschält. Die Fallanalysen in verschiedenen Betrieben aus der Einzelteil- und Kleinserienfertigung zeigten,

daß Fachkräfte insbesondere bei der Bewältigung nicht vorhersehbarer Situationen auf ihre Erfahrungen mit der Bewältigung bisheriger Situationen zurückgreifen. Dies versetzt sie offensichtlich in die Lage, Situationen zu bewältigen, die allein durch Automationstechnik nicht zu bewältigen sind. Im Verbund wurden diese Phänomene mit dem Begriff der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" zusammengefaßt. Damit ist die "*selbständige Beherrschung der rechnergestützten Fertigung durch implizites Wissen des Werkstattpersonals, wie es zur Sicherung flexibler Produktion notwendig ist*" (Martin & Rose, 1992, S. 1) gemeint.

Anfang 1990 werden noch weitere Entwicklungs- und Forschungsvorhaben zum Thema computergestützter erfahrungsgeleiteter Arbeit vom BMBF gefördert. Dazu gehören die Verbundvorhaben

- "*Lernen und Fertigen*" (Sell & Henning, 1993),
- "*Innovative Wege für die Handlungsunterstützung des Facharbeiters an Werkzeugmaschinen (InnovatiF)*" an der RWTH Aachen (Weck, Henning, Westerwick, Keller & Daude, 1997),
- "*Informationsmanagement in dezentralen Organisationsformen*" ("TUDOR"), des IAT der Universität Stuttgart (Bullinger, 1999),
- "*Facharbeitergerechte Modernisierung von Werkzeugmaschinen (FAMO)*" der Universität Bremen (Frede, Hoppe & Schlausch, 1995, S. 173-194).

Auch Checklisten für die "*humanförderliche*" Arbeitsgestaltung werden veröffentlicht, u.a. vom Rationalisierungs-Kuratorium der deutschen Wirtschaft (1993), der GhK (Vollmer & Engroff, 1994) sowie ein "*arbeitswissenschaftlicher Leitfaden für die Praxis*" von der ETH-Zürich (Weber, Oesterreich, Zölch & Leder, 1994).

Bei der Gestaltung stoßen die Verbände allerdings auf gravierende Hindernisse. Sie können zwar grobe Anforderungen an neue Technik zur besseren Berücksichtigung erfahrungsgeleiteter Arbeit ableiten, aber die technischen Voraussetzungen für die Umsetzung in den herstellereigenen Maschinen- und Anlagensystemen fehlen häufig. So ist es z.B. nicht möglich, einen Joystick zur Prozeßführung in eine Maschine zu integrieren, da die Steuerungen und Maschinenkomponenten als weitgehend geschlossene Systeme keine Anbindungsmöglichkeit bieten (Ruppel, Mertens & Ligner, 1995, S.185). Die Gestaltung von Software-Komponenten gelingt dagegen eher. Aber auch hier sind enge Grenzen gesetzt: Die zumeist abgeschlossenen Steuerungssysteme verschiedener Hersteller lassen es nicht zu, daß ein einheitliches handlungsorientiertes Konzept für Benutzungsoberflächen bei der Arbeit mit verschiedenen CNC-Maschinen zur Anwendung gelangen kann. Wie die europäische Maschinenausstellung 1993 zeigt, greifen Hersteller einzelne Aspekte des CeA-Konzeptes nun gegenüber der EMO 1988 vermehrt auf, so z.B. die grafisch-interaktive Handeingabe beim Programmieren. Weiter zeigt sich, daß die Hersteller an Leitperspektiven für mehr Offenheit ihrer Steuerungen interessiert sind, um die Voraussetzungen für eine herstellerübergreifende Anbindung von Komponenten und für einheitliche Benutzungsoberflächen zu schaffen.

(4) Erweiterung des CeA-Konzeptes um den Aspekt des Einbezugs von verteilter Arbeit entlang Prozeßketten 1995

1995 wurden zwei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben abgeschlossen, die sich auf die Zusammenarbeit zwischen Programmierern und Werkstatt bezogen. Im Mittelpunkt stand die Entwicklung eines durchgängigen Programmiersystems für die Arbeitsvorbereitung bzw. die NC-Programmierung und die Fertigung. Das Vorhaben "*Handlungsorientierte Lösungen für Werkzeugmaschinen für Werkzeugmaschinensteuerungen zur Unterstützung erfahrungsgeleiteter und gruppenfähiger Facharbeit (WesUF)*" (Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1995, S. 131-172) wurde durch das PTW der Technischen Universität Darmstadt koordiniert. Das Vorhaben "*Werkstattgerechte Nutzerunterstützung bei der Freiformflächenbearbeitung (WNF)*" (Storr & Itterheim, 1995) wurde durch die Technische Universität Dresden in Zusammenarbeit mit dem ISW der Universität Stuttgart durchgeführt. In beiden

Vorhaben wurden auf der Basis objektorientierter Informationsmodelle Programmierverfahren für Werkzeugmaschinen-Steuerungen entwickelt und getestet, die es erlauben, daß Programmierer und Werkstattpersonal Steuerungen mit Hilfe von Bearbeitungsobjekten (also ohne DIN-Satz) programmieren und auf die Bearbeitungsobjekte bezogene Informationen austauschen können.

Der Frage der technischen Unterstützung für Zusammenarbeit innerhalb der Fertigung und mit anderen Abteilungen widmeten sich seit Anfang der neunziger Jahre verschiedene andere Untersuchungen. Hier sollen Verweise auf die Untersuchungen

- der ETH Zürich zur "*Prozeßregulation in rechnergestützten Fertigungssystemen*" (Schüpbach, 1994) zur "*Gestaltung rechnerunterstützter integrierter Produktionssysteme (GRIPS)*" (Weber & Leder, 1993, S. 22-26; Weber & Leder, 1994, S. 20-26), und zur "*Komplementären Analyse und Gestaltung von Produktionsaufgaben in soziotechnischen Systemen*" (Grote, 1997),
- der Gesamthochschule Kassel, Institut für Arbeitswissenschaft zum "*Qualitäts- und Prozeßmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen*" (Mengedoht, 1997),
- des ITB der Universität Bremen zu "*Expertensystemen und Instandhaltungsfacharbeit*" (Fischer, Jungeblut & Römmermann, 1995)
- und des VDW zum Konzept "*autonomer kooperativer Produktionssysteme*" als Leitperspektive für Entwickler und Anwender in der Industrie (Tönshoff, Pritschow, Storr, Reinhart & Weck, 1996, S. 22-25)

genügen. In allen Untersuchungen wird hervorgehoben, daß Fachkräfte für das Optimieren von Bearbeitungsvorgängen und die Diagnose und Behebung von Störungen und Qualitätsabweichungen vielfältiges Erfahrungswissen besitzen, dieses aber nur unzureichend und umständlich an andere Fachkräfte und Mitarbeiter weitergeben können. Flexible Produktion ist aber auf die Verfügbarkeit dieses Wissens angewiesen, damit die Kompetenzen von Mensch und Maschine voll ausgeschöpft werden können. Insbesondere bei komplexen und echtzeit-behafteten Aufgaben stoßen wissenbasierte Systeme an ihre Grenzen. Deshalb ist es für die Zukunft wichtig, daß die Kooperation und Kommunikation zwischen Fachkräften technisch besser unterstützt werden.

(5) Neue technische Voraussetzungen zur Umsetzung des CeA-Konzepts 1998

Die im Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau weit verbreitete Inkompatibilität zwischen Steuerungsprodukten und Werkzeugmaschinen stellt - wie bereits angesprochen - ein schwerwiegendes Hindernis für jedwede Gestaltungsbereitschaft dar. Die Komponenten der verschiedenen Maschinen und Steuerungen können nur bedingt untereinander Informationen austauschen, z.B. zwischen Antrieben, Sensoren und Softwaremodulen und der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Neben dem Mainstream der Technikentwicklung führte deshalb eine Gruppe von Ingenieuren schon seit den achtziger Jahren eine Diskussion um herstellerübergreifende offene Steuerungsarchitekturen. Das Konzept geht von einer technischen Kommunikationsplattform aus, die sowohl den Datenstrom zwischen Hardware- und Software-Komponenten sowie zur Mensch-Maschine-Schnittstelle auf der Basis von Architektur und Informationsobjekte einheitlich regelt, wie auch die Kombination von Modulen unterschiedlicher Hersteller zuläßt. Auf diese Weise werden Module portabel, erweiterbar, austauschbar, skalierbar und kombinierbar (Schäfer, 1998, S. 9).

Das Esprit-Projekt OSACA ("*Open System Architecture for Controls within Automation Systems*") eröffnete in diesem Zusammenhang neue Chancen (Idas Osaca Consortium, 1997). OSACA wurde 1992 mit dem Ziel begonnen, eine herstellerübergreifende, offene Steuerungsplattform zu definieren. Der in OSACA begonnene Innovationsprozeß wurde 1995 durch das Verbundprojekt HÜMNOS fortgesetzt (VDW, 1998). Um einen herstellerübergreifenden datentechnischen Kommunikationsstandard zu schaffen, wurden große Anwenderfirmen von Steuerungstechnik (Daimler-Benz, BMW), wichtige Maschinenhersteller (u.a. Alfing, Heller, Homag, Index, Trumpf), marktführende Steuerungshersteller (u.a.

Bosch, Siemens) und Forschungsinstitute in das Projekt unter der Koordination des Verbandes der deutschen Werkzeugmaschinenhersteller e.V. (VDW) einbezogen (Schäfer, 1996, S. 59). Die im Projekt beteiligten Werkzeugmaschinen- und Steuerungshersteller sowie die Großanwender BMW und Daimler-Benz haben auf der Grundlage der im Projekt erreichten Weiterentwicklung der OSACA-Referenzarchitektur (Barg & Hardebusch, 1998, S. 19-44) nunmehr konkrete Schritte in Form eines Lastenhefts vereinbart, um die prototypisch realisierte "offene" Steuerungsplattform zur Industriereife unter Echtzeitbedingungen weiterzuentwickeln. Die im Wettbewerb stehenden Akteure handelten ein Commitment aus, wie es für den Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau bislang einmalig ist. Die Großanwender erklärten, bei zukünftigen Großprojekten die HÜMNOS-OSACA Steuerungsplattform berücksichtigen zu wollen. Derzeit erfolgt die Umsetzung in Steuerungsprodukte (Schäfer, 1998, S. 17).

Für die Werkzeugmaschinenhersteller wie auch für die Anwender aus der Investitionsgüterindustrie erlaubt eine solche herstellerübergreifende Vereinheitlichung der datentechnischen Kommunikationsschnittstellen zur Steuerung und zu den Maschinenantrieben die schnellere Entwicklung bzw. die unaufwendige Integration von Anwendungsmodulen verschiedener Hersteller. Damit bieten sich auch für die Arbeitspsychologie neue Chancen, über das bisherige Stadium der Demonstration gestalterischer Konzepte mittels Stand-alone-Lösungen hinauszukommen. Eine hohe Verbreitung arbeitspsychologischer Anforderungen scheiterte bisher häufig an fehlenden Integrationsmöglichkeiten in die Maschinen- und Steuerungskerne. Eine offene Steuerungsplattform bietet hier völlig neue Perspektiven.

Die Verlaufsanalyse der Diskussion um die Schwachstellen der NC-Technik macht deutlich, daß die Automatisierungsbarrieren von der metallverarbeitenden Industrie letztlich als so gravierend eingeschätzt wurden, daß eine ganze Anzahl großer Forschungsverbände öffentlich geförderte Untersuchungen zu diesem Thema durchführen konnten. In den Betrieben wurde die Erfahrung gemacht, daß wesentlich bessere Ergebnisse in der Fertigung erzielt werden, wenn qualifizierte Fachkräfte an den Maschinen und Anlagen stehen und die Prozesse überwachen und optimieren.

Wodurch sind nun Menschen zu solchen Leistungen in der Lage? Durch welche Merkmale läßt sich dieses Vermögen charakterisieren? Wie läßt es sich durch organisatorische Maßnahmen und technische Lösungen angemessen unterstützen, und ist die Arbeitspsychologie mit ihrem Instrumentarium in der Lage, die zugrundeliegenden Phänomene zu erfassen und abzubilden? Zu diesen Fragen lieferten die Forschungsverbände erste Entwürfe und Konzepte. Insbesondere dem Konstrukt der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" wurde in den Projekten ein hohes Erklärungspotential zugesprochen (Martin, 1995; Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1996, S. 131-172). Demgegenüber waren erfahrungsbezogene Phänomene in Erhebungen auf der Grundlage arbeitspsychologischer, standardisierter Arbeitsanalyseverfahren in Form von Beobachtungsinterviews und Fragebögen nicht weiter aufgefallen. Solche Phänomene fielen gleichsam durch das Netz nicht nur der handlungstheoretisch begründeten Arbeitsanalyseverfahren wie z.B. dem VERA (Oesterreich & Volpert, 1991), dem RHIA (Leitner, Volpert, Greiner, Weber & Hennes, 1987) oder dem TBS (Hacker, Iwanowa & Richter, 1983) sondern auch der stärker verhaltenswissenschaftlich begründeten Verfahren wie z.B. dem TAI (Frieling, Kannheiser, Facaoaru, Wöcherl & Dürholt, 1984). Dies ist allerdings auch nicht weiter verwunderlich und es würde an dieser Stelle unzulässige Kritik bedeuten, wollte man dies den Verfahren anlasten. Arbeitsanalyseverfahren, die aus Operationalisierungen übergeordneter theoretischer Vorstellungen entstanden sind und bestimmte Merkmalsausprägungen in standardisierter Form

messen, können nicht etwas entdecken, was prinzipiell außerhalb ihrer definierten Kriterien liegt. "Erfahrung" und "implizites Erfahrungswissen" zählten bislang nicht zu den Leistungsvoraussetzungen, die für das Arbeitshandeln als zentral eingeschätzt wurden und deshalb existieren bis heute noch keine spezifisch auf die Erfassung erfahrungsgeleiteter Arbeit ausgelegten Analyseinstrumente. Auch in dem von Heiner Dunckel 1999 herausgegebenen "*Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren*" finden sich keine Methodiken oder auch nur methodische Überlegungen zur Erfassung beruflicher Erfahrung (Dunckel, 1999).

Dies verdeutlicht nachdrücklich die Relevanz der - erst mit dem Scheitern der vollständigen Automatisierung der Produktionsprozesse in das Blickfeld geratenen - "erfahrungsgeleiteten Arbeit" für die Arbeitspsychologie. Es stellt sich die Herausforderung, die erfahrungsbasierten Phänomene eingehender zu untersuchen. Eine solche Analyse konnte in den stark anwendungsorientierten interdisziplinären Forschungsprojekten - obwohl sie das Wort "erfahrungsgeleitet" in den Titeln tragen - noch nicht in ausreichendem Maße geführt werden. Dies lag u.a. an der ab Anfang 1990 geänderten öffentlichen Forschungsförderung. Anders als im Vorgängerprogramm "*Humanisierung des Arbeitslebens*" war eine reine Grundlagenforschung im Programm "*Arbeit und Technik*" des damaligen Bundesministeriums Forschung und Technik (BMFT⁶) nicht mehr förderungswürdig. Im Mittelpunkt standen nun v.a. Gestaltungs- und Umsetzungsaspekte und weniger grundlagenbezogene Fragestellungen. Dies zeigt sich auch daran, daß ingenieurwissenschaftliche Fachdisziplinen dominierten und eine Industrieförderung von 50% zur Mindestvoraussetzung wurde. Entsprechend ging es im Projektverbund CeA in erster Linie um die Erarbeitung technischer Lösungen für die bessere Unterstützung der Arbeit mit CNC-Dreh- und Fräsmaschinen im Bereich der Einzel- und Kleinserienfertigung. Im Projekt WesUF standen die Erarbeitung und die prototypische Realisierung einer objektorientierten Werkzeugmaschinensteuerung im gleichen Fertigungssegment im Mittelpunkt. Das Projekt HÜMNOS wurde im Programm "Produktion 2000" (Projektträgerschaft Fertigungstechnik des Forschungszentrums Karlsruhe) gefördert und beschäftigte sich mit der Spezifikation der OSACA-Steuerungsplattform v.a. für die Massenfertigung. Von daher haben die Forschungsverbände zwar in einem breiten Spektrum industrieller Produktion - die Segmente reichen von der Einzelteil- über die Kleinserien- bis hin zur Massenfertigung - Untersuchungen durchführen und wichtige Anstöße in Richtung erfahrungsgeleiteter Arbeit und ihrer organisatorisch-technischen Unterstützung geben können. Noch immer fehlt jedoch eine

- segmentübergreifende Analyse und Beschreibung der Phänomene erfahrungsgeleiteter Arbeit,
- theoretische Fassung des Konzepts der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" aus der arbeitspsychologischen Perspektive,
- systematische Ableitung interdisziplinär verständlicher Gestaltungskriterien zur organisatorisch-technischen Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit und schließlich fehlt eine
- Analyse des theoretischen Potentials und der Reichweite der Kategorie der "beruflichen Erfahrung".

⁶ Das Bildungsministerium wurde Mitte 1990 dem Forschungsministerium zugeordnet. Das Gesamtministerium nennt sich seitdem "Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie" (BMBF)

Diese Aspekte stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit. Im nächsten Kapitel werden die wesentlichen Fragestellungen und das methodische Vorgehen dargestellt.

3 Der Forschungsprozeß

In dem folgenden Kapitel wird der Forschungsprozeß dargestellt, in dessen Verlauf das Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit präzisiert und erweitert und auf dessen Basis schließlich das Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit als Perspektive für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Interaktionssystemen im Umfeld der industriellen Produktion abgeleitet wird. Die empirische Grundlage dafür bilden die qualitativen Felduntersuchungen, an denen die Universität Hamburg, Bereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie unter Mitarbeit des Autors im Laufe der öffentlich geförderten Projekte "CeA", "WesUF" und "HÜMNOS" maßgeblich beteiligt waren. In allen Projekten ging es um die prototypische Realisierung einer organisatorisch-technischen Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit im Umfeld der industriellen Fertigung. In den Projektanträgen wurde vorausgesetzt, daß bereits ein ausformuliertes und elaboriertes Konzept einer solchen Arbeitsweise besteht, auf das aufgesetzt werden kann. Allerdings existierte dieses Konzept zu jenem Zeitpunkt noch nicht in ausreichender Präzisierung. Lediglich in dem Projekt CeA konnten - trotz der auch hier bestehenden Gestaltungsorientierung - in stärkerem Ausmaß grundlagenorientierte Fragen zu Merkmalen und zum Stellenwert von Erfahrung im Arbeitshandeln von Fachkräften bearbeitet werden. Das Untersuchungsfeld beschränkte sich aber auf die Arbeit mit computergesteuerten Einzelwerkzeugmaschinen, die nur selten datentechnisch in Verfahrensketten integriert waren. In den beiden folgenden Projekten WesUF und HÜMNOS konnte das Untersuchungsfeld um datentechnisch vernetzte bzw. verkettete Maschinen und Anlagen erweitert werden (siehe Tabelle 4). Wie bereits ausgeführt (vgl. S. 24) mußte in beiden Projekten die Weiterentwicklung des Konzeptes der erfahrungsgeleiteten Arbeit vernachlässigt werden. Fragen wie diejenigen nach der Gültigkeit oder nach der spezifischen Form einer solchen Arbeitsweise entlang von Verfahrensketten oder mit verketteten Bearbeitungseinheiten wurden daher nur am Rande bearbeitet.

Tabelle 4 zeigt die Merkmale der verschiedenen Forschungsprojekte im Überblick. Wie ersichtlich wird, stand die Gestaltungsperspektive im Mittelpunkt der Forschungsprojekte, an denen der Arbeitsbereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie der Universität Hamburg mitwirkte.

Tabelle 4: Merkmale der Forschungsprojekte mit ABU-Beteiligung

Projekte Merkmale	CeA Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit (1990 - 1994)	WesUF Handlungsorientierte Lösungen für Werkzeugmaschinensteuerungen zur Unterstützung erfahrungsgeleiteter und gruppenfähiger Arbeit (1994 - 1996)	HÜMNOS Herstellerübergreifende Module für den nutzerorientierten Einsatz in der offenen Steuerungsarchitektur (1995 - 1998)
Betrachtungsfokus	Arbeitshandeln mit computergesteuerten (CNC-) Werkzeugmaschinen	Arbeitshandeln mit CNC-Werkzeugmaschinen eingebunden in die CAD-CAP-NC Verfahrenskette	Arbeitshandeln mit verketteten Maschinen und Bearbeitungseinheiten
Untersuchte Tätigkeits-schwerpunkte	werkstatorientierte Programmierung bzw. Optimierung und Fertigungsfeinsteuerung	Optimierung von Bearbeitungsprogrammen an der Maschine, eingebunden in die CAD-CAP-NC-Verfahrenskette	Störungsbewältigung im Fachkräfteteam und in Kooperation mit Instandhaltung
Gestaltungsperspektive	Technische Unterstützung sinnlicher Wahrnehmung und Schaffung von Eingriffsmöglichkeiten	Schaffung steuerungstechnischer Grundlagen für eine einheitliche Benutzung in der NC-Programmierung und in der Werkstatt	Erarbeitung von Standards für eine hersteller- und technologieübergreifend einheitliche Kommunikations- und Bedienstruktur für Werkzeugmaschinensteuerungen

Zentrale Anliegen der vorliegenden Arbeit bestehen daher in der Sammlung von Erfahrungsphänomenen in den verschiedenen Untersuchungsfeldern sowie in der entsprechenden Präzisierung und Erweiterung des Konzeptes der erfahrungsgeleiteten Arbeit. Die dafür notwendige Auswertung kann dabei auf dem bereits vorliegenden umfangreichen qualitativen Datenmaterial aufsetzen, da in den empirischen Untersuchungen im Rahmen der genannten Forschungsprojekte bereits eine Vielzahl an erfahrungsorientierter Arbeitshandlungen zusammengetragen wurden. Sie konnten jedoch nicht in einer angemessenen Art und Weise ausgewertet und dargestellt werden. Dies wird in der vorliegenden Arbeit nachgeholt.

Nachfolgend werden zunächst die Fragestellungen der spezifischen Auswertung und Nachbetrachtung des Datenmaterials entwickelt, die Wahl der qualitativen Methodologie begründet und das allgemeine Forschungsvorgehen dargestellt. Anschließend wird die Durchführung der empirischen Untersuchungen in den einzelnen Projekten nurmehr im Überblick vorgestellt, da dies an anderen Stellen bereits ausführlich beschrieben ist (vgl. Martin, 1995; Rose, 1996; Rose & Schulze, 1999). Im letzten Abschnitt ist dann der eigentliche Auswerteprozess skizziert.

3.1 Fragestellung der Untersuchung

Die vorliegende Untersuchung setzt auf dem Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit auf, wie es im CeA-Projekt entworfen wurde (vgl. Fleig & Schneider, 1995; Krogoll, 1994; Martin, 1995). Sie führt dessen integrativen Anspruch fort und verbindet methodische, phänomenale, gestalterische und theoretische Perspektiven. Eine umfassende empirische Forschungsarbeit zum Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit, die diese verschiedenen Blickrichtungen integriert,

wurde bisher so noch nicht geleistet. Die eigene Untersuchung umfaßt verschiedene Perspektiven:

- Sie beginnt mit dem Fragenkomplex, wie erfahrungsbezogene Phänomene identifiziert und erfaßt werden können (methodische Perspektive).
- Sie fragt danach, in welchen Aufgaben und Situationen im Produktionsalltag Erfahrungen gewonnen bzw. eingesetzt werden und durch welche Merkmale sich erfahrungsgeleitete Arbeit charakterisieren läßt (phänomenologische Perspektive).
- Des weiteren soll geklärt werden, durch welche Kennzeichen sich ein erfahrungsförderlicher oder -hemmender Technikeinsatz auszeichnet und wie sich erfahrungsgeleitete Arbeit generell unterstützen läßt (gestalterische Perspektive).
- Die Untersuchung schließt mit Überlegungen zur arbeitspsychologischen Theoriebildung und zu dem Beitrag, den die Kategorie der Erfahrung hier leisten kann (theoretische Perspektive).

Wie die Verlaufsanalyse der Diskussion um die Entwicklung von NC-Technik und die Arbeit mit CNC-Maschinen zeigte (siehe S. 19 ff.), findet eine Untersuchung der Stärken und Schwächen von Mensch und Technik und der daraus folgenden Anforderungen an die Art und Weise der Arbeits- und Funktionsverteilung in einem Spannungsfeld statt. Die Akteure und Beteiligten der Forschung zeichnen sich durch verschiedene Sichtweisen aus:

- Die Entwickler von Produktionstechnik auf Herstellerseite wie auch die Fertigungsplaner auf Anwenderseite nehmen häufig eine eher "technikzentrierte" Sicht auf Maschinen- und Steuerungsfunktionen ein.
- Die mit der Produktionstechnik arbeitenden Nutzer und auch die Sozialwissenschaftler, die an einer angemessenen Unterstützung der Nutzer durch organisatorisch-technische Maßnahmen interessiert sind, nehmen vermehrt eine vom Handeln ausgehende "arbeitsorientierte" Sicht ein.

In der Folge wird die Arbeit mit Werkzeugmaschinen aus verschiedenen Blickrichtungen betrachtet, die mindestens partiell im Widerspruch miteinander stehen und die zu verschiedenen Anforderungen an Bauweise und Funktionsprinzipien der Produktionstechnik führen. Beide Seiten haben zumeist nur ein geringes Verständnis für die Anliegen der anderen Seite. So sind Ingenieuren oft arbeitspsychologische Kategorien fremd, umgekehrt aber auch Arbeitspsychologen und Soziologen die Denk- und Herangehensweise von Ingenieuren und Technikern. In der vorliegenden Untersuchung wird der Versuch gemacht, in eine arbeitsorientierte Sicht Aspekte des technischen Verständnisses aufzunehmen, so daß die Ergebnisse nicht nur die Diskussion in den Sozialwissenschaften sondern auch in den Ingenieurwissenschaften - durch Wiederfinden und Anknüpfung an technische Aspekte - anregen können. Nachfolgend werden die verschiedenen Perspektiven der Fragestellung näher ausgeführt.

3.1.1 Die methodische Perspektive

Polanyi hat mit seinem Buch "*Implizites Wissen*" (1985/1966) die Frage nach der Art und Weise menschlichen Erkennens wieder neu in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht. Anhand verschiedener alltäglicher Beispiele wie denen des Wiedererkennens von Gesichtern (S. 14) und zweier experimentell gewonnener psychologischer Befunde zur unterschwelligten Wahrnehmung von Lazarus & McCleary (1949, zitiert in Polanyi, 1985/1966, S. 16) und Eriksen & Kueth

(1958, zitiert in Polanyi, 1985/1966, S. 17) entwickelt er seine These, *"daß wir mehr wissen, als wir zu sagen wissen"* (S. 14). Bestimmte menschliche Fähigkeiten zeichnen sich danach dadurch aus, daß sich das *"Wie"* (S. 14) des Zustandekommens der jeweiligen Leistung dem menschlichen Bewußtsein entzieht. Dem solchermaßen *"implizit"* bleibenden Wissen mißt Polanyi - und hierin besteht eine seiner beeindruckendsten Thesen, die im übrigen später von Dreyfus & Dreyfus (1987/1986) aufgegriffen und bestätigt wurde - eine der rational gewonnenen Erkenntnis gleichrangige Bedeutung zu. Vielmehr beruhen gerade die bedeutendsten menschlichen Leistungen auf *"impliziten"* Anteilen: *"Die höchsten Integrationsformen erweisen sich als die umfassendsten: sie kommen in den nicht-explizierbaren Fähigkeiten des wissenschaftlichen und künstlerischen Genies zur Geltung"* (Polanyi, 1985/1966, S. 16). Polanyi geht davon aus, *" daß jeder unserer Gedanken Komponenten umfaßt, die wir nur mittelbar, nebenbei, unterhalb unseres eigentlichen Denkinhalts registrieren - und daß alles Denken aus dieser Unterlage, die gleichsam Teil unseres Körpers ist, hervorgeht"* (S. 10). In der kognitiven Psychologie fand Polanyi infolge fehlender experimenteller Beweise und vorwiegend *"episodischen Schilderungen und philosophisch-analytischen Bestimmungen der ablaufenden Erkenntnisprozesse"* - wie es Perrig, Wippich & Chiello-Perrig (1993) auf Seite 29 leicht abwertend ausdrücken - nur zögerlich Anerkennung. Allerdings sind in diesem Fachgebiet der Psychologie mittlerweile *"implizite"* Anteile menschlichen Denkens und Verhaltens weithin anerkannt und machen ein bedeutendes Forschungsgebiet aus. Perrig, Wippich & Chiello-Perrig (1993) sprechen dann von einem *"impliziten" (Hervorhebung durch die Autoren) oder unbewußten Gedächtniseffekt..., wenn Lern- oder Behaltensleistungen ohne subjektives Erinnerungsbewußtsein bei der Versuchsperson beobachtet werden"* (1993, S. 33).

Auch in den empirischen Felduntersuchungen im Rahmen der Forschungsprojekte zur *"erfahrungsgeliteten Arbeit"* fanden sich Phänomene, die sich in das Spektrum *"impliziter"* - im Sinne unvollständig bewußt registrierbarer bzw. mitteilbarer - psychischer Prozesse einordnen lassen. So bildet die Erkennung und Handhabung von schleichenden und unvorhersehbaren Veränderungen im Rahmen der aufgeführten Projekte eine wesentliche Stärke erfahrener Fachkräfte. Wenn der Bearbeitungsprozeß in seinem Verlauf der sinnlichen Wahrnehmung zugänglich ist und adäquate Eingriffsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, gelingt es ihnen, blitzschnell und offensichtlich ohne reflektierendes und analytisches Nachdenken anhand von Geräuschen, Vibrationen, Gerüchen, Spanfarbe und -form Eingriffe vorzunehmen und dadurch den Prozeß am Laufen zu halten. Ein explizites Nachfragen der Grundlagen und Begründungen des jeweiligen Handelns führt eher zu einer nachträglichen Rechtfertigung und Rationalisierung des Vorgehens. Diese Beobachtung entspricht derjenigen, die auch Dreyfus & Dreyfus (1987/1986) beschreiben. Die Grundlagen bestimmter Leistungen von Fachkräften entziehen sich offenbar einem umstandslosen bewußten Zugriff, zumindest können sie nur eingeschränkt verbalisiert und mitgeteilt werden. Diese Befunde werden auch von Hacker (1992) bestätigt, der aufgrund seiner Untersuchungen die Leistungen von Spitzenkönnern zu einem wesentlichen Anteil auf *"unbewußt genutzte Leistungsvoraussetzungen"* (S. 36) zurückführt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage - die gleichzeitig auch den Kern des methodischen Aspekts der Fragestellung der vorliegenden Untersuchung ausmacht - wie denn solche *"impliziten"* psychischen Erkenntnis- und Handlungsprozesse untersucht werden können. Die ex-

perimentell ausgerichtete kognitive Psychologie behilft sich bei der *"Beobachtung von Erfahrung"* (Perrig, Wippich & Chiello-Perrig, 1993, S. 32) z.B. mit *"direkten"* bzw. *"indirekten Gedächtnistests"* (S.32-34). Direkte Gedächtnistests verlangen von der Versuchsperson eine explizite Erinnerung an ein vergangenes Ereignis. So wird z.B. in Versuchsaufbauten zum Wiedererkennen die Versuchsperson gebeten, bei den präsentierten Wörtern zu entscheiden, ob sie sie in einer vorhergehenden Lernphase bereits gesehen hat. Bei indirekten Gedächtnistests muß die Versuchsperson eine solche Entscheidung nicht fällen. Hier sieht sie *"z.B. unter erschwerten Wahrnehmungsbedingungen ein Wort auf dem Bildschirm auftauchen und muß so schnell wie möglich entscheiden, wie das Wort heißt"* (S. 32). In der Differenz der Leistungen bei alten und bei neuen bzw. vorher nicht präsentierten Wörtern wird ein Maß für die *"implizit"* im Sinne von unbewußt sich vollziehende Gedächtnisleistung gesehen. Ein solches Vorgehen läßt sich in dieser methodischen Stringenz wohl nur bei stark reduzierten kognitiven Leistungen anwenden. Darüber hinaus ist fraglich, ob mit solchen Versuchen die ganze Breite des Phänomens der *"impliziten Erfahrung"* abgedeckt werden kann.

Hacker (1992, S. 29 ff.) kritisiert dieses Vorgehen der kognitiven Psychologie, das er als *"Erschließungsansatz"* im Sinne eines Rückschlusses von aktuellem Verhalten auf dahinter stehende psychische Eigenschaften bzw. Prozesse bezeichnet (S. 31): *"Wenn Verhalten, hier also zielgerichtete Tätigkeiten von Experten, nur Indikator für etwas anderes ist, scheinen psychisch entleerte, intensionslose Tätigkeiten gemeint zu sein. Das wäre abwegig. Es geht vielmehr um zielgerichtet ausgelegte Tätigkeiten als ein intensionales und damit finales und kausales Operieren mit Bedeutungseinheiten"*. (S. 31). Folgerichtig stehen in der Arbeitspsychologie nach Hacker komplexe Tätigkeiten im Mittelpunkt, eingebettet in umfassende Aufgaben- und Sozialbezüge. Eine Reduktion um die subjektiven und situationalen Hintergründe zielgerichteter und bedürfnisorientierter Handlungen ist von daher als *"Sinnentleerung"* anzusehen. Einen methodischen Ausweg sieht Hacker (1992) in dem Vergleich von Spitzen- und Durchschnittskönnern. Im Rahmen arbeitspsychologischer Anliegen hält er diesen für relevanter als die seiner Ansicht nach in der Wissenspsychologie und Expertiseforschung vorherrschenden Vergleiche zwischen Novizen und Spitzenkönnern (vgl. Hacker, 1992, S. 11). Ein Vergleich zwischen *"Spitzenkönnern und durchschnittlichen Arbeitskräften gleicher Ausbildung und gleichen Berufsalters"* erst erlaube *"Hinweise auf entscheidende Leistungsvoraussetzungen"* (beide Zitate ebenfalls aus Hacker, 1992, S. 11). Für den methodischen Zugang zu den unbewußten psychischen Leistungsressourcen der Experten hält Hacker verbalisierende Verfahren für nur begrenzt geeignet. Als *"Haupteinwände gegen Aussagemethoden"* führt er u.a. an (alle nachfolgenden Zitate auf S. 71):

- Kognitive Prozesse *"sind nur zum Teil bewußtem Erfassen zugänglich"*.
- Erzielte Aussagedaten sind *"subjektiv, unzuverlässig und schlecht verifizierbar"*.
- Bei tätigkeitsbegleitendem Einsatz *"entstehen Inferenzen des Aussagens mit der eigentlichen Tätigkeit"*.
- Die Unterscheidung zwischen *"tätigkeitsleitenden psychischen Sachverhalten und solchen, die lediglich die Tätigkeiten interpretierend rechtfertigen, wird ungenügend beherrscht"*.

Trotz dieses Nachteils, daß mit solchen Verfahren *"nicht-bewußtseinsfähige, automatisierte bzw. automatische Vorgänge"* (Hacker, 1992, S. 72) nicht erfaßt werden können, hält Hacker sie für unverzichtbar. Auch in seinem Vorschlag einer Methodenkombination zur Untersuchung impli-

ziter Phänomene im Arbeitshandeln dominieren deutlich verbalisierende Verfahren. Methoden wie die des "verdeutlichenden Vormachens" (S. 80) oder des "Zeichnens" (S. 80) stehen deutlich im Hintergrund gegenüber befragenden Methodiken z.B. im Rahmen von Arbeitsanalysen oder Gruppenprozessen (S. 72).

Deutlich wird, daß die Untersuchung impliziter psychischer Phänomene im Arbeitshandeln im Produktionsalltag besondere methodische Anforderungen darstellt und hierfür noch keine elaborierten Analyseverfahren zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang hat sich die in den Forschungsprojekten CeA, WesUF und HÜMNOS eingesetzte Methode der teilnehmenden Beobachtung in besonderem Maße als eine fruchtbare und dem Gegenstand angemessene Vorgehensweise herausgestellt (siehe S. 59 ff.). Dem Forscher kam dabei eher eine Rolle als Anleiter für die Selbsterforschung und Introspektion der Arbeitenden zu. In der Erarbeitung einer Verständigungsbasis zwischen Forscher und Handelndem, einer Art gemeinsamer "Sprache", die mehr als nur eine Verbalisierung darstellt, besteht somit gleichermaßen die Brisanz wie auch die Herausforderung des methodischen Aspekts der Fragestellung.

3.1.2 Die phänomenale Perspektive

1937 hat Franziska Baumgarten eine Untersuchung "zur Psychologie des Maschinenarbeiters" in Schweizer Betrieben durchgeführt. In Interviews mit Drehern an Drehbänken in der Einzelfertigung, aber auch in der Serienfertigung, war das Erleben der Arbeit Thema. Zusätzlich hatten die Befragten die Möglichkeit, der Forscherin brieflich weitere Mitteilungen zukommen zu lassen, die ihnen im Gespräch nicht einfielen. Nachfolgend sind aus einem dieser Briefe einige Passagen zitiert, die einen Eindruck vermitteln, worum es in der phänomenalen Perspektive der vorliegenden Untersuchung gehen wird:

"Beim Werkzeug-Dreher muss die Dreharbeit ganz im Gefühl liegen, natürlich kommt es darauf an, was man hat, leichte oder schwierige Dreharbeit. Schwierig ist eigentlich alles nicht mehr, wenn man es einmal kann, aber das Gefühl braucht es immer dazu, sonst geht es nie recht und dann kann ein Dreher die richtige Freude am Beruf nicht finden. Wenn man in Drehgefühlsmomenten drinnen steckt, dann vergißt man daneben alles und das ganze Nervensystem konzentriert sich auf die Dreharbeit, sei es nun ein Facon oder sonst eine genaue 1/100 mm Arbeit. [...] Als letzter Punkt möchte ich Ihnen noch etwas über das Messen berichten. Das ist für einen Dreher eine ganz wichtige Sache. Natürlich ist hier nicht der 1/10 mm gemeint, nein ich rede nur vom 1/100mm. Muss ein Dreher zum Beispiel eine Kupplung auf eine Welle festsitzend aufpassen, dann sagt er sich, hier mache ich soviel Zugabe und dann geht's. Man hat dies im Erfahrungsgefühl, wie viel Zugabe dieses braucht und wenn es dann eben das erste Mal beim probieren festsitzend geht, da kann ich Ihnen mittelian, dass hier eine große Freude liegt". (Baumgarten, 1937, S. 51-52).

Der Facharbeiter im obigen Zitat drückt erfahrungsrelevante Phänomene mit Worten wie "Drehgefühlsmomente", "Erfahrungsgefühl" und an anderer Stelle mit "Gefühlssinn" aus. Deutlich wird eine bestimmte Vagheit im verbalen Ausdruck, die desto erstaunlicher ist, handelt es sich doch um hohe Fertigungsgenauigkeiten im 1/100 mm Bereich.

Im Mittelpunkt der phänomenalen Perspektive der Fragestellung steht die genauere Bestimmung erfahrungsbasierter Phänomene im Kontext des Arbeitshandelns mit - und dies ist ein Unterschied zu der Untersuchung von Baumgarten - computergesteuerten Werkzeugmaschinen und Anlagen in der industriellen Produktion. Zu unterscheiden sind dabei u.a. zwei Aspekte:

- Einmal ist zu klären, ob und wie sich Erfahrung auch bei der Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen bemerkbar macht und zu welchen Beiträgen und Leistungen die Fachkräfte auf der Grundlage ihrer Erfahrung in der Lage sind.
- Weiterhin ist genauer zu untersuchen, durch welche psychischen Merkmale sich die Bildung, aber auch die Anwendung und Weitergabe von Erfahrung auszeichnen und in welchem inneren Zusammenhang sie zu psychologischen Kategorien wie z.B. denen der Wahrnehmung, des Denkens, des Fühlens oder des Handelns steht.

Böhle und Milkau (1988) haben in diesem Zusammenhang nachdrücklich auf die Bedeutung "*der sinnlichen Erfahrung und eines gefühlsmäßig geleiteten Handelns*" (S.10) auch bei der Arbeit mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen aufmerksam gemacht. Im Mittelpunkt ihrer Studie stehen Phänomene eines "*subjektivierenden Arbeitshandelns*", die auf der Grundlage von empirischen Fallstudien mittels Beobachtungen des Arbeitshandelns (teilweise unterstützt durch Videoaufnahmen) und qualitativer Interviews entdeckt wurden. Die Form des subjektivierenden Arbeitshandelns als der "anderen" und oft unterschätzten Seite menschlichen Handlungsvermögens - die die Autoren einem "*objektivierenden Arbeitshandeln*" gegenüberstellen - wird dabei in engem Zusammenhang mit Erfahrungsprozessen gesehen. Vier miteinander verschränkte Aspekte werden als konstitutiv für subjektivierendes Arbeitshandeln wie auch für die Bildung und Anwendung von Erfahrung beschrieben:

- Mit der "*fühlenden, spürenden Sinnlichkeit*" (Böhle & Milkau, 1988, S. 25) wird eine Form der **sinnlichen Wahrnehmung** hervorgehoben, an der alle Sinnesorgane gleichermaßen beteiligt sind. So beschreiben die Facharbeiter in den Interviews, daß sie mit allen fünf Sinnen am Fertigungsprozeß beteiligt sind, man müsse "*Auge, Ohr und Hand zusammenbringen*" (S.57). Die spezifische Form der Wahrnehmung besteht weiterhin weniger in einem distanzierten Registrieren von Signalen oder Zeichen durch fragmentierte Sinnesorgane, sondern vielmehr in einem "*Erspüren*" nicht objektiv und nicht eindeutig definierbarer Umwelteigenschaften. Exemplarisch verdeutlichen Böhle & Milkau diese Art der Wahrnehmung mit dem Beispiel des Facharbeiters, der am Geräusch der Maschine "*spürt*", ob Fehler auftreten (S.57). Die Form der Sinnlichkeit wird als gebunden an einen "*sensiblen Körper*" beschrieben. Auch Perspektivveränderungen durch Körperbewegungen werden als Akte einer solchen Sinnlichkeit verstanden. Die Relevanzen bestimmter Umweltbedingungen für das handelnde Subjekt werden aktiv und teilnehmend wahrgenommen. Die Bedeutung der Umweltbedingungen wird durch die den Wahrnehmungsvorgängen beigeordneten Gefühle "*erlebt*" (S. 58).
- Mit dieser Art der sinnlichen Wahrnehmung geht eine **Beziehung zur Umwelt** einher, die sich durch ihre "*sympathetische Verbundenheit*" (Böhle & Milkau, 1988, S.28), durch das Erkennen der Zugehörigkeit der Umwelt zum Subjekt auszeichnet. Die Umwelt erhält "*Subjektcharakter*", indem der Handelnde Ähnlichkeiten zwischen ihren Eigenschaften und denen von Menschen wahrnimmt. Diese persönliche Beziehung zeigt sich in besonderen Aktivitäten der Facharbeiter, so schildern Böhle & Milkau Beobachtungen, in denen sie "*ihre*" Maschinen "*putzen und hätscheln*" (S.50 ff.). Ein Facharbeiter beschreibt in diesem Zusammenhang, daß er sich auf seine Maschine einläßt "*wie auf Personen,... die auch ihre Eigenarten haben*". In der Folge arbeiten die Facharbeiter nicht "*an*" einer Maschine, sondern "*mit*" ihr ähnlich wie mit einem Werkzeug (S.52 ff.).
- Aus dieser Verbundenheit des Subjektes mit der Umwelt resultieren **dialogisch-interaktive Handlungsweisen**, bei denen das Subjekt "*in einem Prozeß wechselseitigen Austauschs gemeinsam (mit der Umwelt) ein bestimmtes Ergebnis bzw. Ziel anstrebt*" (Böhle & Milkau,

1988, S.30). Der Gegenstand der Arbeit ist aus der Sicht der Fachkräfte nicht die Maschine, sondern das Werkstück, das gemeinsam mit dem Werkzeug bearbeitet wird.

- **Gefühle und Erfahrung** schließlich werden von Böhle & Milkau als wesentliche Faktoren des Erkennens von Eigenschaften der Umwelt wertgeschätzt. Gefühlsmäßiges Erkennen bildet sich danach in der aktiven Interaktion mit der Umwelt und wird im praktischen Handeln gelernt. Diese Interaktion führt letztlich zu "Erfahrungswissen", indem Erkenntnisse auf der Grundlage praktischer Erfahrung "einverleibt" (S.33) werden. Somit kommt dem Gefühl eine handlungsregulatorische Funktion zu, indem es wesentlich an der Erkenntnis der Umwelt und der Orientierung in ihr beteiligt ist. Dem Erspüren von Eigenschaften und Sinnzusammenhängen korrespondieren **assoziative, erlebensnahe Denkformen**. Gefühl für die Maschine ist notwendig, um "durch und über Gefühle" (Böhle & Milkau, 1988, S. 59) Materialeigenschaften erkennen und beurteilen zu können. Weiter wird ebenfalls die Ausführung der einzelnen Arbeitsvollzüge über Gefühle reguliert.

Böhle & Milkau (1988) betonen, daß Gefühle in der Art von Gespür weder angeboren noch ererbt sind, sondern durch die praktische Erfahrung in konkreten Situationen erworben und erlernt werden. Diese "unmittelbare sinnlich-praktische Auseinandersetzung" (S. 59 ff.) betrachten sie als eine wesentliche Voraussetzung und Grundlage für den Erwerb gefühlsgeliteter Komponenten des Arbeitshandelns. Auf der Studie von Böhle & Milkau aufsetzend wurde im Projekt CeA die folgende Arbeitsdefinition von erfahrungsgeliteter Arbeit vorgenommen:

"Die Leistungen qualifizierter Fachkräfte beruhen zu einem Großteil auf ihrem `Erfahrungswissen`. Dies umfaßt jedoch weit mehr als bloße Routine oder einen in der Vergangenheit angesammelten Erfahrungsschatz. Eine wichtige Rolle spielt das "Erfahrung machen" als eine Methode, um speziell neue Anforderungen, die sich auf Veränderungen von neuartigen Situationen, die sich durch neue Materialien, Werkzeuge, Produktion usw. ergeben, zu erfassen und praktisch zu beherrschen. Diese Art zu arbeiten, läßt sich als "erfahrungsgelitete Arbeit" bezeichnen" (Böhle, 1995a, S. 8).

Dieses Arbeitsverständnis von "erfahrungsgeliteter Arbeit" läßt letztlich offen, wodurch sich "Erfahrung" auszeichnet. Etwas Klärung wird durch die Abgrenzung dieser Form des Arbeitens von einem "(natur-)wissenschaftlich-analytisch geleiteten Vorgehen" (Böhle, 1995a, S. 8) oder einem regelgeleiteten, rationalen Arbeitshandeln gewonnen. Die Arbeitsdefinition, wie auch das zugrundeliegende Konzept von Böhle & Milkau, zeichnen sich somit durch eine begriffliche Unschärfe aus. Diese Vagheit hat sich andererseits gerade als fruchtbar für die weitere Untersuchung von Erfahrungsphänomenen erwiesen. Wird damit doch ein Phänomenbereich in seiner Komplexität in den Blick gerückt, was durch eine schärfere begriffliche Fassung wohl nicht in dieser Form möglich gewesen wäre. Die Stärke der Untersuchung von Böhle & Milkau (1988) besteht in der inhaltlichen Nähe, die zwischen der spezifischen Form der sinnlichen Wahrnehmung, der sympathetischen Verbundenheit mit den Arbeitsgegenständen, des assoziativen Denkens sowie der dialogischen Art des Handelns und der "praktischen Erfahrung" hergestellt wird. Allerdings wird das Verhältnis, in dem die verschiedenen psychischen Merkmale des Zusammenhangs zusammenwirken nur sehr vage bestimmt: Erfahrung entsteht in der "unmittelbar sinnlich-praktischen Auseinandersetzung", und gleichzeitig werden Erkenntnisse auf der Basis der praktischen Erfahrung "einverleibt". Hier einen Schritt weiter zu kommen und eine auf der Empirie gründende "Typisierung" erfahrungsnotwendiger Situationen, erfahrungsbezogener Leistungen und konstitutiver psychischer Qualitäten und Funktionen zu schaffen, stellt ein weiteres Anliegen der vorliegenden Arbeit dar.

3.1.3 Die gestalterische Perspektive

Wenn erfahrungsgeleitete Arbeit eine solch wichtige Ressource und Stärke menschlichen Handelns ist, dann stellt sich die Frage, wie sie durch die Gestaltung der organisatorisch-technischen Rahmenbedingungen unterstützt werden kann. Welche Anforderungen stellen sich z.B. hinsichtlich des Angebotes an Funktionalitäten von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen, um den Fachkräften den Erwerb, die Anwendung und die Weitergabe von Erfahrung mit dem Ziel der Aufgabenerfüllung in möglichst optimaler Art und Weise zu ermöglichen? Fragen nach der organisatorisch-technischen Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit stehen im Mittelpunkt des gestalterischen Teilaspekts der Fragestellung. Auch hier wird ein neues Feld betreten, bei dessen Bearbeitung verschiedene Schwierigkeiten lauern. Zunächst ist von Seiten der Entwickler, aber auch von denen der Betriebe, die "erfahrungsförderliche" Maßnahmen und Technikprototypen in ihrer Fertigung umsetzen müssen, eine große Bereitschaft gefordert, sich auf ein Experimentieren, Ausprobieren und Verändern einzulassen. Diese Bereitschaft erscheint aus zwei Gründen unvermeidbar:

- Zunächst ist das Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit - wie gezeigt wurde - nur unklar und vage bestimmt. Keinesfalls lassen sich aus dem Konzept schon klare Anforderungen an organisatorische Maßnahmen und an die Entwicklung von Technikkomponenten ableiten. Vielmehr kann sich die Tauglichkeit von provisorisch eingeführten Maßnahmen und von Technikprototypen erst dann herausstellen, wenn sie von den Fachkräften im Rahmen ihrer täglichen Arbeit ausprobiert und eingesetzt werden.
- Ein solches Ausprobieren stellt gleichzeitig eine wichtige Methode zur Weiterentwicklung des Konzepts der erfahrungsgeleiteten Arbeit dar: Zeigen sich doch bei der Anwendung einer gänzlich anders gestalteten Technik die Phänomene erfahrungsgeleiteter Arbeit in einem neuen Licht bzw. werden Behinderungen dieser Form des Arbeitens durch die herkömmlichen und dem Leitbild der Automation verhafteten Organisationsformen und Technikausprägungen erst durch deren Überwindung erkennbar.

Wie jedoch kann eine "erfahrungsförderliche" Organisation und Technik überhaupt konzipiert und entwickelt werden? Diese Frage lenkt den Blick auf eine weitere Schwierigkeit. In vielen empirischen Beobachtungen hat sich gezeigt, daß Fachkräfte eine beeindruckende Meisterschaft entwickelt haben, die Schwächen herkömmlicher Technik mit dem Ziel der Aufgabenerfüllung zu überwinden (Carus, Schulze & Golinski, 1995, S. 125). Allerdings sind sie gleichzeitig nicht ohne weiteres in der Lage, Verbesserungsvorschläge zu formulieren, die über die Grenzen des Vorhandenen und Mangelhaften hinausgehen (Dahmer, 1994, S. 17). Allein aus der Analyse der Ist-Arbeitsprozesse ergeben sich in der Regel noch keine Anforderungen an grundlegende Verbesserungen. Mittels visionärer Szenarios (Van den Anker & Lichtveld, 1999) oder "*provokativer Technikvorschläge*" (Carus, Schulze & Golinski, 1995, S. 125) können aber den Arbeitenden Möglichkeiten angeboten werden, die es ihnen erlauben, die Restriktionen durch die bestehenden Bedingungen zu überwinden.

Die beiden zuvor genannten Aspekte verdeutlichen die Notwendigkeit, sich auf Unwägbarkeiten und Experimente einzulassen, die unweigerlich auf die Akteure der Forschung zukommen, wenn es um die Entwicklung erfahrungsförderlicher organisatorischer Strukturen und Technikkomponenten geht. Darüber hinaus stellt auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Nutzern der Technik, von Ingenieuren und Informatikern sowie von Arbeitspsychologen und Sozialwissen-

schaftlern nicht zu unterschätzende Anforderungen (Rose, 1999, S. 11-40). Diese Schwierigkeiten sind mit dafür verantwortlich, daß in den öffentlich geförderten Projekten zur Erarbeitung von Unterstützungsmöglichkeiten erfahrungsgeleiteter Arbeit zwar einzelne Gestaltungslösungen erarbeitet und evaluiert werden konnten, aber ein integratives grundsätzliches Konzept dabei nicht entstand. An dieser Stelle möchte die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten, indem sie auf der Basis der empirischen Ergebnisse ein Leitbild der "Erfahrungsförderlichkeit" formuliert, das in der Lage sein soll, Entwicklern und Gestaltern Orientierungshilfen an die Hand zu geben.

3.1.4 Die theoretische Perspektive

Die theoretische Perspektive der Fragestellung soll klären, welchen Beitrag die Forschung zur erfahrungsgeleiteten Arbeit für die psychologische Theoriebildung leisten kann. Auf der Basis der Untersuchungen können empirisch gegründete Fragen an die bereits bestehende arbeitspsychologische und allgemeinspsychologische Theorie gestellt werden wie z.B.:

- Lassen sich die Phänomene im Zuge eines erfahrungsgeleiteten Arbeitshandelns durch die bereits bestehenden Theoriegebilde hinreichend abbilden oder können "*Phänomenüberhängen*" (Wehner & Waibel, 1996, S. 115) identifiziert werden, deren theoretische Modellierung noch aussteht?
- Welcher Begriff der Erfahrung ist den bestehenden psychologischen Theorien zu eigen, wie läßt sich das jeweilige Verständnis der Erfahrung vor dem Hintergrund der empirischen Ergebnisse kennzeichnen?
- Welche Anforderungen muß eine psychologische Theorie erfüllen, wenn sie dem empirischen Phänomen erfahrungsbasierten Arbeitshandelns gerecht werden will?
- Welchen Beitrag kann die empirisch-theoretische Kategorie der beruflichen Erfahrung zur Theoriebildung beitragen?

Der Anspruch dieser Arbeit besteht nicht in der Erarbeitung einer eigenständigen "Erfahrungstheorie" und sie kann auch nicht eine vollständige Analyse der bestehenden Theorie hinsichtlich des jeweils zugrunde liegenden Erfahrungsbegriffs leisten. Auf der Basis einer ersten Theoretisierung der empirischen Phänomene - in Richtung einer genaueren Bestimmung der psychologischen Qualitäten und Funktionen der Erfahrung und in Richtung der Konzeption eines Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit - kann sie jedoch das Potential der erfahrungsgeleiteten Arbeit als theoretischer Kategorie und für die Theoriebildung aufzeigen.

Dabei findet diese Form der Auseinandersetzung nicht im "theorielosen" Raum statt, und sie beginnt auch nicht voraussetzungslos. Ein zentraler Aspekt des theoretischen Vorverständnisses läßt sich auf eine kurze Formel bringen: Es wird von der Überzeugung ausgegangen, daß die Form des regelgeleiteten und rationalen Handelns nach Art eines analytischen und sequentiellen Problemlöseverfahrens nicht die einzig mögliche Form menschlichen Erkenntnisgewinns darstellt.

Die nachfolgende Skizzierung der widerstreitenden theoretischen Grundpositionen zum Gegenstand menschlichen Denkens und Handelns stellt einerseits das Vorverständnis dar, von dem die vorliegende Arbeit ihren Ausgang nimmt. Andererseits werden die empirischen Ergebnisse am Ende der Arbeit in dieses Spannungsfeld eingeordnet.

Die qualitativ-empirische Untersuchung fand vor dem Hintergrund einer wissenschaftstheoretischen Problemstellung statt, die tiefe historisch-philosophische Wurzeln hat und in verschiedenen Schattierungen immer wieder zum Thema wird. Dreyfus & Dreyfus vertreten in ihrem Buch *"Grenzen der künstlichen Intelligenz"* von 1987/1986 in diesem Zusammenhang eine dezidierte Position. Ihrer Meinung nach ist bei dem Versuch, menschliche Entscheidungsprozesse auf Computern zu simulieren, die Frage aktualisiert worden, wie der menschliche Geist arbeitet und auf welche Weise Menschen zu Unterscheidungen und Entscheidungen gelangen (Dreyfus & Dreyfus, 1987/1986, S.19 ff.). In Sokrates, Platon und auch Kant sehen Dreyfus & Dreyfus Protagonisten des regelgeleiteten Vorgehens, die der Überzeugung anhängen, daß menschliches Verstehen auf der Grundlage von Regeln und der Kombination fester Definitionen funktioniert. Diesen Philosophen stellen sie u.a. Aristoteles, Hume und Heidegger entgegen, die in der Dreyfusschen Lesart versuchten, Alltagserfahrungen zu beschreiben und zu dem Ergebnis kamen,

"daß man die Wahrnehmung nicht erklären kann, indem man Regeln auf fundamentale Elemente anwendet. Menschliches Verstehen ist (...) eine Fähigkeit, die eher dem Wissen darüber verwandt ist, wie man sich in der Welt zurechtfindet, als der Kenntnis vieler Fakten und entsprechender Regeln, nach denen man diese Fakten zueinander in Beziehung setzt. Demzufolge beruht unser Verstehen eher auf einem 'Wissen, wie' ... als auf einem "Wissen, daß" (Hervorhebung v. Verf.)". (1987/1986, S. 23).

In ihren empirischen Untersuchungen analysieren Dreyfus & Dreyfus die Entwicklung von Know-How beim Erlernen neuer Fertigkeiten z.B. bei Flugzeugpiloten, Schachspielern oder Autofahren mit einer anfänglichen Anleitung durch schriftliche oder verbale Instruktionen. Diesen Lernprozeß unterscheiden sie u.a. von einem Lernen durch Versuch und Irrtum oder durch Nachahmung, wie es beispielsweise in der Kindheit u.a. beim Gehenlernen oder dem Spracherwerb stattfindet (Dreyfus & Dreyfus, 1987/1986, S.41).

Im Ergebnis bilden Dreyfus & Dreyfus den Lernprozeß des "Neulings" bei vorgegebenen Instruktionen auf dem Weg zum "Experten" modellhaft in fünf Stufen ab. Dieses Modell beschreibt im Laufe der zunehmenden Erfahrungen des Lernenden einen voranschreitenden Wandel der erworbenen Fertigkeiten. Die beiden Enden dieses Fertigkeitserwerbs sind gekennzeichnet durch den distanziert Regeln befolgenden Anfänger, der sich für Fehler wenig verantwortlich fühlt und durch den intuitiv vorgehenden Experten, der in höchstem Maße Anteil an seinen Handlungen nimmt. Für den Wandel vom Anfänger zum Experten halten die Autoren die Lösung einer Krise im analytisch-distanzierenden Planverfolgen angesichts zunehmender Komplexität für voraussetzend. Gefordert ist in diesem Zusammenhang offensichtlich ein Sich-Einlassen auf erfahrungsbasierte Heuristik und Intuition. Das Verlassen des extern vorgezeichneten Pfades der Regeln erfordert von den Lernenden Mut und ein Vertrauen auf die wachsende Kompetenz zum erfahrungsbasierten Handeln.

Der Erfahrung kommt im Konzept des Fertigkeitserwerbs nach Dreyfus & Dreyfus ein zentraler Stellenwert zu. Auf der Stufe des fortgeschrittenen Anfängers (Stufe 2) werden zunächst lediglich einzelne Situationselemente erfahrungsbasiert erkannt, die dann der Kompetente in seine Pläne einbezieht (Stufe 3). Auf den beiden höchsten Stufen (4 und 5) werden dagegen gesamte Situationen auf der Grundlage eines holistischen Vergleiches mit erinnerten intuitiv verstandenen, wobei auf der höchsten Stufe des Experten auch Aktionen, Entscheidungen, Ziele und Erwar-

tungen intuitiv assoziiert werden. In diesem Prozeß kommt Gefühlen eine Anzeigefunktion für den Grad der Übereinstimmung einer aktuellen mit erinnerten Situationen zu. Emotionale Qualitäten haben nach Dreyfus & Dreyfus eine handlungsregulierende Funktion. In Situationen, die nicht zu stark aus dem Spektrum der erinnerten herausfallen, wendet der Experte keine analytischen Problemlöseprozesse an, sondern macht einfach das, was ihm auf der Grundlage seiner Erfahrungen intuitiv vor Augen steht. Nur in außergewöhnlichen Situationen, für deren Bewältigung noch keine adäquaten Handlungen vorliegen, setzen auch Experten analytische Vorgehensweisen ein.

Aus der Beobachtung, daß die untersuchten Experten ablaufende Entscheidungsprozesse nicht in Worte fassen können, folgern Dreyfus & Dreyfus, daß ihnen auch die Art ihres Vorgehens nicht in der Form von Fakten und Regeln zugänglich ist (1987/1986, S.151). Das so verstandene *Know-How* (S.37) entwickelt sich nach Dreyfus & Dreyfus durch Übung und Erfahrung in konkreten Situationen und besteht im wesentlichen aus "*einer ungeheuren Bibliothek von unterscheidbaren Situationen*" (S.57).

Dreyfus & Dreyfus gehen in ähnlicher Weise wie Polanyi (1985/1966; siehe 29 ff.), davon aus, daß wesentliche Erkenntnis- und Bewältigungshandlungen von Experten auf Erfahrung und auf der darauf zurückgehenden, implizit bleibenden Intuition beruhen. Damit grenzen sie sich ab von theoretischen Modellvorstellungen, die planende und rationale Vorgehensweisen als wesentliche Bestimmungsmomente menschlichen Handelns hervorheben, wie es v.a. bei den frühen Ausformulierungen der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulationstheorie sensu Hacker (1973), Volpert (1974) und Oesterreich (1981) der Fall ist. Nach Volpert (1984) stellt die Handlungsregulationstheorie einen Versuch dar, "*zwei Entwicklungsrichtungen innerhalb der Psychologie miteinander zu verbinden: den tätigkeitsorientierten Ansatz der sowjetischen Psychologie (...) und den Informationsverarbeitungsansatz innerhalb der US-amerikanischen Psychologie*" (Volpert, 1984, S. 71). Theoriegeschichtlich läßt sich die Handlungsregulationstheorie damit thematisch in der Forschungsrichtung ansiedeln, die als die "*kognitive Wende*" bezeichnet wird (Volpert, 1987, S.149). Diese Richtung erarbeitete kognitive Alternativen zu dem behavioristischen Reiz-Reaktionsmodell menschlichen Verhaltens. Als vermittelnd zwischen Reizen und Reaktionen wird hier die Existenz kognitiver, im weitesten Sinne rational geleiteter Prozesse angeführt. Bevor weiter auf die Handlungsregulationstheorie Bezug genommen wird, soll mit dem Ansatz von Miller, Galanter & Pribram (1973/1960) ein zentraler Vertreter der "*kognitiven Wende*" vorgestellt werden. Darüber hinaus basieren zentrale Konzepte der Handlungsregulationstheorie auf diesem Ansatz.

Menschliches Handeln verstehen Miller, Galanter & Pribram als hierarchische Abfolge von Handlungseinheiten, denen ein vorher festgelegter Handlungsplan zugrundeliegt. Ein Plan baut sich nach der Sichtweise der Autoren aus einer Folge von Instruktionen auf, die zumindest in ihrer Richtung beschreibbar sind, aber auch in unbewußter Form vorliegen können. Miller, Galanter & Pribram sehen explizit große Ähnlichkeiten zwischen einem Plan und einem Programm, das das Vorgehen der von einem Computer ausgeführten Operationen festlegt. So stellt "*ein Computerprogramm, das gewisse Züge des Verhaltens simuliert, eine Theorie über den menschlichen Plan dar, der das Verhalten steuert*" (Miller, Galanter & Pribram, 1973/1960, S.25). Pläne werden als grundsätzlich mitteilbar angesehen, sei es durch verbales Benennen,

durch Veranschaulichung mit Hilfe von Beispielen oder durch das Vormachen einer bestimmten Handlung. Weiterhin muß einem Plan nicht notwendig eine beobachtbare Handlung folgen. Damit beziehen Miller, Galanter & Pribram eine Gegenposition zum Behaviorismus, nach dem ein Verhalten nur dann als solches bezeichnet werden kann, wenn es beobachtbar ist. Handlungspläne werden auf der Grundlage von TOTE-Einheiten (Test-Operate-Test-Exit) umgesetzt. Eine Handlung besteht dabei aus zwei Phasen:

- Aus einer der Handlung vorausgehenden Prüfphase:
Diese Prüfphase hat den Zweck sicherzustellen, "*daß eine Operation relevant ist*" (Miller, Galanter & Pribram, 1973/1960, S.36). Dafür ist eine Bewertung notwendig, wobei Prüfkriterien die Bedingungen definieren, in denen ein bestimmter Plan ausgeführt werden kann. In der Folge wird Planen als das Aufstellen einer Reihe von Prüfkriterien beschrieben. Die Tests beziehen sich auf Bilder oder Vorstellungen vorweggenommener Endresultate (S.43).
- Aus der Handlungsphase selbst:
Diese enthält ebenfalls wieder eine Prüfphase, die sog. Rückkopplung, in der die Ergebnisse der Handlungen mit den erwarteten verglichen werden. Aus dieser Prüfung resultiert dann entweder eine Fortsetzung der Handlung oder aber deren Beendigung, wenn das Handlungsziel erreicht wurde.

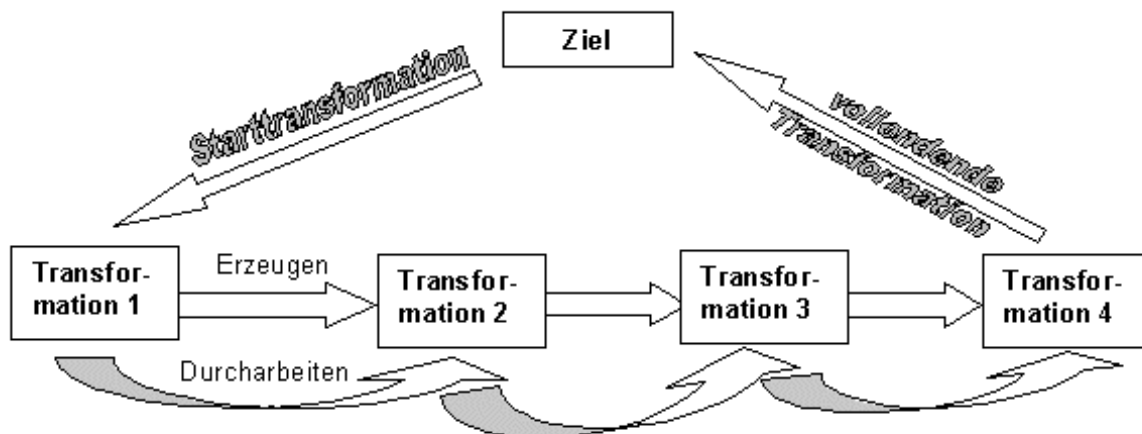
Miller, Galanter & Pribram verstehen menschliches Handeln als aus Rückkopplungskreisen aufgebaut. Die Handlungsphase einer TOTE-Einheit kann dabei ebenfalls wieder TOTE-Einheiten enthalten. Jegliches menschliche Verhalten wird nach der Vorstellung der Autoren durch Pläne gesteuert. Komplexes Verhalten besteht somit aus hierarchisch aufeinander folgenden Plänen und Unterplänen. Die Erzeugung und Regulierung von Handlungen erscheint als ein von emotionalen und nicht-rationalen Komponenten losgelöster kognitiver Prozeß auf der Basis des Vergleiches zwischen einem Ist-Zustand und einem angestrebten Soll-Zustand. Die Autoren gestehen durchaus einen "*Verzicht auf die dynamischen Eigenschaften von Plänen*" ein (Miller, Galanter & Pribram, 1973/1960, S.65), um in einem ersten Schritt die "*Informationsverarbeitungs-fähigkeit*" (S. 65) genauer betrachten zu können.

In den sich im Detail unterscheidenden Varianten der Handlungsregulationstheorie nach Hacker (1973, 1992, 1998), Volpert (1974, 1984, 1992) und Oesterreich (1981, 1994, 1996, 1997) findet sich als eine zentrale Gemeinsamkeit diese hierarchisch-sequentielle Organisation von Handlungen wieder. Auch hier werden Handlungsziele als Ausgangspunkt beschrieben, aus denen so lange Teilziele abgeleitet werden, bis am Ende eine Reihe von auszuführenden Bewegungen oder Operationen geplant ist, die dann zur Erreichung der Ziele führen:

"Der Tatbestand der hierarchisch überformten sequentiellen Organisation bedeutet (...), daß Handlungsentwürfe bzw. -programme nicht aufsteigend entstehen vom letzten Detail zur umfassenderen und allgemeineren Tätigkeitseinheit, sondern umgekehrt, also vom umfassenden, groben Gesamtentwurf ausgehend zur fortlaufenden Konkretion bis zum effektorischen Detail".
(Hacker, 1973, S. 338-339).

Die Grundstruktur eines solchen Handelns beschreibt Volpert (1992) in Form von "zyklischen" Einheiten, wie sie in Abbildung 4 schematisch wiedergegeben ist:

Abbildung 4: Die zyklische Einheit in Anlehnung an Volpert (1992, S. 15)

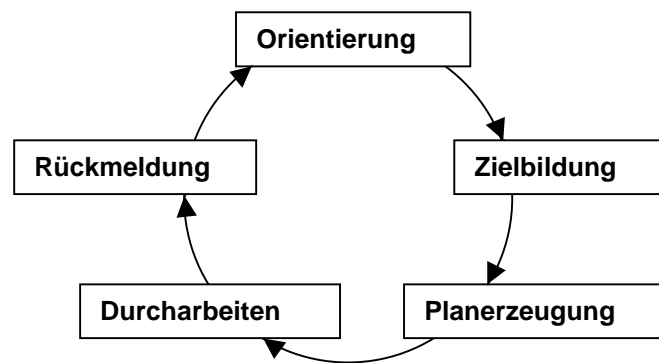


Die zyklische Einheit beschreibt die Grundstruktur, die die Handlungsregulationstheorie jeder - erfolgreichen - Handlung zugrundelegt:

- Der Ausgangspunkt der Handlung wird in der Genese eines Zieles gesehen, das wiederum auf der Grundlage der Wahrnehmung einer Diskrepanz resultiert: *"Etwas in den Beziehungen zwischen dem Subjekt und der Welt ist nicht so, wie es sein soll. Dieses Soll entsteht aus der vom Subjekt wahrgenommenen Lage seiner selbst"* (Volpert, 1992, S. 14).
- Ein kompetent Handelnder - von dem die Handlungsregulationstheorie normativ ausgeht und dessen Handlungen sie zu beschreiben sucht - entwirft dann einen Weg zum Ziel. Ein solcher Plan kann in einfachen Fällen auch spontan entstehen. Pläne können verschiedene Wege zum Ziel und verschiedene Stationen beinhalten.
- Auf jeder einzelnen Station *"wird in irgendeiner Weise das Verhältnis zwischen Akteur und Welt verändert"* (Volpert, 1992, S. 14). Volpert schlägt an dieser Stelle vor, von *"Transformationen"* (Volpert, 1992, S. 15) zu sprechen, wobei deren Abfolge den Plan zur Zielerreichung konstituiert. Die erste Transformation wird dabei als *"Starttransformation"* bezeichnet und die *"vollendende Transformation"* (S. 15) - siehe Abbildung 4 - als diejenige, durch die das Ziel erreicht wird.
- Nach oder schon während der vollendenden Transformation findet *"eine Rückmeldung oder Rückbestätigung"* statt, in der ganz ähnlich wie bei der TOTE-Einheit von Miller, Galanter & Pribram (1973/1960) geprüft wird, ob das Ziel erreicht wurde.

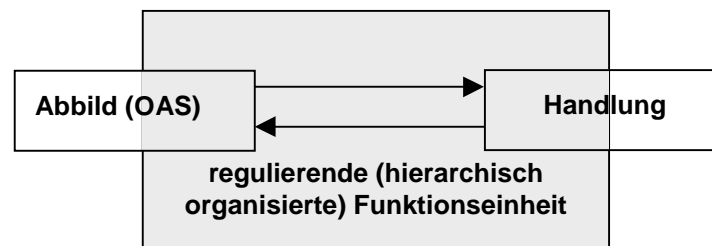
Nach der Handlungsregulationstheorie beginnt somit jede Handlung mit einem Ziel und sie endet mit dessen Erfüllung. Die hierarchisch-sequentielle Struktur kann als ein kreislaufförmiger Prozeß gesehen werden, wie er in der Abbildung 5 veranschaulicht ist:

Abbildung 5: Der kreisförmige Handlungsablauf in Anlehnung an Volpert (1992, S. 15)



Reguliert wird die Ausführung der Transformationen bzw. die Erreichung der Ziele durch Regelkreise im Sinne von TOTE oder - in der Lesart von Hacker - "Vergleichs-Veränderungs-Rückkoppelungseinheiten" (Hacker, 1973, S. 194). Hacker geht dabei davon aus, die Sollvorstellungen in Form von "operativen Abbildern" (S. 103) oder "handlungsleitenden Abbildern" (Hacker, 1992, S. 40 ff.) repräsentiert werden: In der Orientierungsphase werden auf der Basis mentaler Modelle Handlungen antizipiert, in der Ausführungs- und Bewertungsphase werden Handlungen bzw. deren Ergebnisse mit den Soll-Vorstellungen des Modells verglichen und ggfs. verändert. Abbildung 6 gibt diesen Zusammenhang wieder:

Abbildung 6: Die "regulierende Funktionseinheit" (nach Hacker, 1973, S. 103)



Nach der Handlungsregulationstheorie geht somit das Erzeugen umweltverändernder Transformationen in Form von Plänen dem Durcharbeiten bzw. Abarbeiten der Pläne voraus. Diese hierarchische Abfolge des Planens und Ausführens stellt eines der Grundprinzipien dieser Theorie dar - und ist auch schon des öfteren kritisiert worden (vgl. Böhle & Milkau, 1988). Volpert betont in seinen neueren Fassungen der Theorie dann auch immer wieder (z.B. Volpert, 1984, S. 70-100; 1992, S. 17-20), daß die hierarchisch-sequentielle Struktur von Grob- zu Teilzielen und schließlich zu Operationen keinesfalls als starrer Mechanismus mißverstanden werden dürfe, sondern je nach Situation flexibel anpaßbar ist: "das Modell (wird) sehr häufig mißverstanden (...): als Formalismus, als starres Schema, das dann fatal an bürokratische Ablaufpläne oder Computerprogramme erinnert. (...) Die Flexibilität des Handelns, das Eingehen auf Unerwartetes, wäre durch ein so interpretiertes Modell nicht mehr gesichert" (Volpert, 1992, S. 17). Volpert bezieht in seine Version des Modells gestalttheoretische Aspekte ein, wie z.B. die der Gestaltschließung oder der Invariantenbildung bei gleichzeitiger Flexibilität, die er im Konzept der "flexiblen Grundmuster" (Volpert, 1991, S. 5-18) zusammenfaßt. Auf dieser Grundlage sieht er durch die im Modell vorgesehenen Möglichkeiten der Vornahme vager Fernziele und ihrer

schrittweisen und flexiblen Annäherung und Anpassung an sich verändernde Umwelten oder infolge von Fehlhandlungen einen großen Vorteil der Handlungsregulationstheorie.

Allerdings stellt sich die Frage, ob die Flexibilität der Handlungen auch tatsächlich durch das Prinzip der hierarchischen Abfolge von Zielen, Plänen und Operationen abgebildet werden kann bzw. ob sich in Untersuchungen realen Arbeitshandelns diese hierarchische Abfolge auch tatsächlich in der postulierten dominierenden Form wiederfindet. Jedenfalls verflüchtigt sich das Geheimnis des "intuitiven" und kompetenten Handelns in beeindruckender Weise, wenn Handlungen - wie es die Handlungsregulationstheorie tut - in zweckbezogene Zielabfolgen zerlegt werden, an deren Ende dann relativ weit zergliederte Operationen stehen. An dieser Stelle kann die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten, da Phänomene erfahrungsgeleiteten Arbeitshandelns aus einem großen Spektrum der industriellen Produktion zusammengetragen werden.

Die Handlungsregulationstheorie greift somit den Ansatz der hierarchischen Abfolge von Handlungsplänen von Miller, Galanter & Pribram (1960/1973) auf und erweitert ihn gleichzeitig, indem sie verschiedene psychische Regulationsstufen einführt. So unterscheidet Hacker (1973) die folgenden Ebenen der psychischen Regulation:

- Die sensumotorische Ebene als unterste Stufe der psychischen Regulation. Hier werden automatisierte Bewegungsfolgen als "*unselbständige Komponenten von Handlungen*" ausgeführt, die von nicht bewußtseinspflichtigen bewegungsorientierten Abbildern gelenkt werden (Hacker, 1973, S. 118).
- Die perzeptiv-begriffliche Regulationsebene. Selbständige Handlungen werden durch "*bewußt gewordene (stets bewußtseinsfähige, wenn auch nicht immer bewußtseinspflichtige) Abbilder reguliert*". Dabei besitzen "*begrifflich in unterschiedlichem Maße überformte Wahrnehmungen und Vorstellungen*" (Hacker, 1973, S. 118) handlungsvorbereitende Wirkung.
- Die intellektuelle Ebene als die höchste Stufe der Regulation. Hier stellen "*komplexe begriffliche Abbildsysteme als Ergebnisse gegenwärtig erfolgreicher intellektueller Analyse und Synthese (...) die höchste (bewußtseinspflichtige) Ebene der kognitiven Handlungsvorbereitung*" dar (Hacker, 1973, S. 118).

Oesterreich (1981, S. 16 ff.) kritisiert an diesen Ebenen das seiner Meinung nach wenig einheitliche Bildungsprinzip. Auch seien die Übergänge zwischen den Stufen wenig trennscharf. So würden z.B. Signalverarbeitungsprozesse von Hacker sowohl der intellektuellen wie auch der perzeptiv-begrifflichen Stufe zugeordnet. Er entwickelt seinerseits ein 5-Ebenen Modell, das unterschiedliche Planungsreichweiten unterscheidet:

- | | | |
|---|------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ebene 1: Sensumotorische Ebene • Ebene 2: Handlungsplanung • Ebene 3: Teilzielplanung • Ebene 4: Koordination mehrere Handlungsbereiche • Ebene 5: Erschließung neuer Handlungsbereiche | entspricht Hackers unterster Stufe | } diesen vier Ebenen
entspricht die intellektuelle
Ebene bei Hacker; die
zweite Hackersche Ebene
kommt nicht mehr vor. |
|---|------------------------------------|--|

Beiden Ebenenmodellen ist gemeinsam, daß sie die höchste menschliche Meisterschaft auf den Ebenen ansiedeln, in denen sich rein intellektuelle und kognitive psychische Regulationsformen finden - die zudem noch als grundsätzlich bewußtseinsfähig eingeschätzt werden. Hier findet

sich ein zentraler Unterschied zu den Vorstellungen von Dreyfus & Dreyfus (1987/1986), Polanyi (1985/1966) und Böhle & Milkau (1988), die alle menschliche Meisterschaft zu einem entscheidenden Anteil auf implizite und nicht bewußtseinsfähige Aspekte zurückführen. Weitere Unterschiede betreffen u.a.:

- **Die unterschiedliche Gewichtung von Emotionen:**

Während Gefühle und Emotionen in den Ansätzen von Dreyfus & Dreyfus, Polanyi und Böhle & Milkau von zentraler Bedeutung für das Handeln sind, werden sie in der Handlungsregulationstheorie eher stiefmütterlich behandelt. Einzig Oesterreich (1981) - und in Referenz darauf auch Volpert (1983, S. 193-205) - widmet sich in seiner Darstellung etwas ausführlicher der Bedeutung von Emotionen und Gefühlen. Er sieht Gefühle v.a. im Zusammenhang mit dem von ihm in die Handlungsregulationstheorie eingeführten Motiv des "*Kontrollstrebens*" (Oesterreich, 1981, S. 113 ff.): "*Wir behaupten damit, daß im Handeln die angenehmen und unangenehmen Gefühle so variieren, wie die vom Handelnden erlebte Kontrolle variiert. Diese kann sich z.B. erhöhen durch das Erreichen bestimmter Konsequenzen, von denen aus Zielkonsequenzen gut erreichbar erscheinen*". Gefühle entsprechen nach diesem Verständnis der subjektiven Übersetzung der objektiven "*Effizienz-Divergenz*" von bestimmten Konsequenzen im "*Handlungsfeld*" (S. 99 ff.) und haben in diesem Zusammenhang die Funktion von Anzeigern für Zielerreichungswahrscheinlichkeiten: "*Wir halten es dagegen nicht für unrealistisch anzunehmen, daß die Schätzungen der Wirkwahrscheinlichkeiten von Handlungen zum großen Teil in Form von Gefühlen wirksam sind*" (Hervorhebung von Oesterreich, 1981, S. 246).

In der Handlungsregulationstheorie wird somit v.a. eine "instrumentelle" Funktion von Gefühl hervorgehoben. Die besondere Qualität des Gefühls, die Dreyfus & Dreyfus z.B. als wesentlich für die Erkennung von Ähnlichkeiten zwischen aktuellen und erfahrenen Situationen halten, findet sich in der Handlungsregulationstheorie nicht in vergleichbarer Art und Weise.

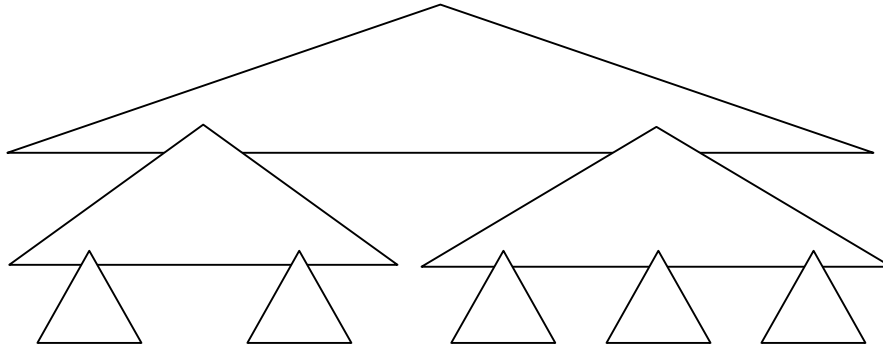
Polanyi hat an dieser Stelle ein besonders weitgehendes Verständnis von der Bedeutung von Empfindungen und Gefühlen. Er sieht den Körper "*als das grundlegende Instrument, über das wir sämtliche intellektuellen oder praktischen Kenntnisse von der äußeren Welt gewinnen*" (Polanyi, 1985/1966, S. 23). Das somatische Empfinden bildet für ihn im Rahmen der Mensch-Umwelt-Interaktion die Schlüsselkategorie zum Erkennen der Welt, in der wir leben. Polanyi geht davon aus, daß hier Prozesse des Einverleibens und der Ausdehnung des Körpers eine zentrale Rolle spielen. Er beschreibt dies anhand des mittlerweile berühmten Beispiels, "*wie wir lernen, am Ende eines Werkzeugs oder einer Sonde zu empfinden, wenn wir damit an äußere Gegenstände stoßen. Wir können dies als Verwandlung des Werkzeugs oder der Sonde in eine (...) empfindungsbegabte Verlängerung unseres Körpers betrachten. Der Umstand, daß wir uns äußeren Dingen zuwenden, indem wir unseres Körpers gewahr werden, legt es nahe, die Reichweite unserer Körperempfindungen auszuweiten. Wann immer wir bestimmte Dinge gebrauchen, um von ihnen aus auf andere Dinge zu achten - also so, wie wir unseren Körper stets gebrauchen - verändern diese Dinge ihr Aussehen. Sie erscheinen uns als diejenigen Entitäten, auf die wir von jenen aus unsere Aufmerksamkeit richten, gerade so, wie wir unseren Körper als die äußeren Dinge empfinden, denen wir uns von ihm aus zuwenden*" (Polanyi, 1985/1966, S. 23-24).

- **Die verschiedenen Konzepte zur Bewältigung zunehmender Komplexität:**

Ein weiterer zentraler Unterschied zwischen dem Ansatz der Handlungsregulationstheorie und den Konzepten von Dreyfus & Dreyfus, Polanyi und Böhle & Milkau besteht in den Vorstellungen, wodurch und wie Menschen in der Lage sind, komplexen Anforderungen und Umwelten begegnen zu können. Die Handlungsregulationstheorie versucht dies über die "*baumartige Verschachtelungsstruktur*" (Volpert, 1992, S. 16) und über die "*psychologische*

Automation" (Hacker, 1973, S. 92 ff. und 342 ff.). Die Verschachtelung beruht darauf, daß zyklische Einheiten selbst wieder Teile umfassenderer zyklischer Einheiten sein können. "Ich kann jede Einheit als Teil einer übergeordneten Einheit, als eine Transformation auf dem Weg zu einem noch allgemeineren Ziel ansehen" (Volpert, 1992, S. 16). Das Schema einer solchen Verschachtelung zeigt Abbildung 7, wobei jedes Dreieck eine zyklische Einheit darstellen soll:

Abbildung 7: Die hierarchische Gliederung (nach Volpert, 1992, S. 16)



Nach dem Prinzip der psychischen Automation können nun bei wiederkehrenden Handlungen vormals komplexe Abläufe zu "*stereotypisierten, funktionellen sensumotorischen Einheiten*" (Hacker, 1973, S. 343) zusammenschmelzen. Das zugrundeliegende Prinzip kennzeichnet Hacker als "*dynamisches Stereotyp*" (S. 342). Er bezieht sich dabei auf Pawlow, der nach Hacker auf der Basis von Tierversuchen unter diesem Stereotyp "*den beteiligten Grundmechanismus, bei dem sich auf gleichbleibende (stereotype) Reizfolgen entsprechende Reaktionsfolgen bilden, verzahnen und auf einen Initialreiz hin ablaufen*" (S. 342) verstanden hat. Im Prozeß der "*psychischen Automatisierung von Komponenten der Arbeitshandlung treten ursprünglich bewußtseinspflichtige Bestandteile der psychischen Struktur aus dem Bewußtsein zurück*" (Hacker, 1973, S. 92). Die Handlungsregulationstheorie geht somit davon aus, daß Komplexität durch die feste Verknüpfung von häufig wiederkehrenden Situationskonstellationen mit Handlungsabläufen nach Art von Programmen bewältigbar wird. Vormals auf den oberen Hierarchiestufen regulierte Handlungen werden nunmehr zu festen Einheiten verschmolzen, deren sensumotorische Regulation keines Bewußtseins mehr bedarf. Böhle & Milkau (1988) kritisieren diese Vorstellung der psychischen Automation, nach der sensumotorische Fertigkeiten als "*abgesunkene Sedimente ehemals kognitiv-rational regulierten Handelns begriffen*" (Böhle/Milkau, 1988, S.14) werden. Dieser begrenzte Begriff wird ihrer Ansicht nach solch komplexen Fähigkeiten wie z.B. denen des Einsatzes von Fingerspitzengefühl bei der Steuerung von Werkzeugmaschinen nicht gerecht. Solche Fertigkeiten finden auch statt in neuen Situationen, entziehen sich einem bewußten Zugriff und können somit kaum unter den Begriff der "psychischen Automation" gefaßt werden. Einen anderen Ansatz zum Verständnis der Bewältigung von Komplexität vertreten Dreyfus & Dreyfus (1987/1986). Ihrer Ansicht nach haben Experten die Fähigkeit, komplexe Situationen ganzheitlich miteinander hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschieden zu vergleichen, ohne sie vorher in einzelne Bestandteile zu zerlegen.

Mit der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation auf der einen und den in stärkerem Ausmaß implizites Know-How sowie den Körper und Emotionen als Erkenntnismedien wertschätzenden Ansätzen auf der anderen Seite sind die beiden Pole des theoretischen Spannungsfeldes umrissen. In dieses Spannungsfeld ordnet sich die Arbeit ein und versucht vor diesem

Hintergrund zu einer Theoriebildung beizutragen. Zumindest können auf der Basis der empirischen Untersuchungen einige Prämissen der Handlungsregulationstheorie aber auch der Ansätze von Dreyfus & Dreyfus, Polanyi und Böhle & Milkau neu hinterfragt und das Vorgehen skizziert werden, das letztlich zur theoretischen Überwindung und Aufhebung der konkurrierenden Positionen führen müßte.

3.2 Begründung der qualitativ-heuristischen Methodologie

Die vorliegende Untersuchung führt einerseits die Ergebnisse aus den öffentlich geförderten Projekten CeA (Martin, 1995), WesUF (Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1996, S. 131-172) und HÜMNOS (Rose & Schulze, 1999) mit Bezug auf die im vorhergehenden Abschnitt skizzierten Fragestellungen zusammen. Andererseits konnten insbesondere in den Forschungsprojekten WesUF und HÜMNOS infolge der starken gestaltungsorientierten Fokussierung viele der erhobenen Daten im Umfeld des Gegenstandes der erfahrungsgeleiteten Arbeit nicht ausgewertet werden. Dieses Material wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit einer Nachanalyse unterzogen und mit den bereits ausgewerteten Daten verglichen. Die empirischen Untersuchungen mit den Zielen einer Analyse erfahrungsgeleiteten Arbeitshandelns, der Ableitung von Gestaltungsanforderungen und erster Evaluationen organisatorisch technischer Lösungen basierten in den genannten Forschungsprojekten auf der Methodologie der qualitativ-heuristischen Sozialforschung nach Kleining (1982 und 1995). Nachfolgend werden die allgemeinen Kennzeichen der "*entdeckenden Sozialforschung*" (Kleining, 1995) dargestellt. Insbesondere wird begründet, warum die qualitative Forschungsmethodologie dem Untersuchungsgegenstand der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" in den verschiedenen Schattierungen der Fragestellung in besonderer Weise angemessen ist.

Wie anlässlich der Entwicklung der Fragestellung bereits aufgezeigt wurde (siehe S. 27 ff.), handelt es sich bei der empirischen Untersuchung von Phänomenen erfahrungsgeleiteter Arbeit um ein Forschungsthema, das zu Beginn der Forschungsarbeiten in dem Projekt CeA noch kaum im Blickpunkt von Arbeitsanalysen stand. Die bis dahin entwickelten arbeitspsychologisch fundierten Analyseverfahren basieren in mehr oder weniger ausgeprägter Form auf aufgabenbezogenen oder auf handlungsregulationstheoretischen Konzepten (vgl. Weber, 1994, S. 50-60). Im Mittelpunkt der Untersuchung von Arbeitstätigkeiten steht dabei die Ermittlung und Bewertung von Planungs- und Denkerfordernissen. Ausgehend von der Analysekategorie der Arbeitsaufgabe werden die Bedingungen analysiert, die für das Bilden und Umsetzen von Zielen und Teilzielen voraussetzend werden. Da solche Verfahren somit auf die objektiv gegebenen Regulationserfordernisse abzielen, werden sie auch unter dem Begriff der "bedingungsbezogenen psychologischen Arbeitsanalyse" gefaßt. Für das Feld der Produktionsarbeit ist in diesem Zusammenhang die Arbeitsanalysemethode des VERA ("*Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit*", Oesterreich & Volpert, 1991) und hier die eigens für die Arbeit mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen entwickelte "*VERA-Mikroanalyse*" interessant (Weber, 1994, S. 61 ff.). Auf der Grundlage der Bewertung von "*Regulationserfordernissen von aufeinanderfolgenden Aufgabenteilen, nämlich Arbeitseinheiten*" (S. 61) erarbeitet Weber eine Typisierung von CNC-Arbeitstätigkeiten in Form von "*Arbeitsstrukturtypen*". Er unterscheidet insgesamt fünf Typen, die zum Teil noch Untertypen

beinhalten (Weber, 1994, S. 70 ff.). Vom Arbeitsstrukturtyp I als dem Typ mit den meisten Regulationserfordernissen im Zuge eines gruppentechnologischen Fertigungsprinzips mit flexibler Bildung von Teilaufgaben und der "*Partizipation aller Gruppenmitglieder an der Kernaufgabe*" (Weber, 1994, S. 117) nehmen die Notwendigkeiten zur eigenständigen Planung, Teilzielbildung und Umsetzung immer weiter ab. Beim Arbeitsstrukturtyp Va handelt es sich beispielsweise nurmehr um die Überwachung und einfache Fehlerlokalisierung fest eingestellter und selbsttätig ablaufender Produktionsprozesse. Strukturtyp Vb schließlich stellt nach Weber die Extremform hoch arbeitsteiliger und spezialisierter Aufgabentypen dar. "*Im Unterschied zum Strukturtyp IVb wird das Korrigieren und Optimieren der Teileprogramme aus der Einrichteaufgabe herausgelöst und einer zentralen Programmierabteilung (...) übertragen*" (Weber, 1994, S. 221).

So interessant diese Typisierung für den Gegenstandsbereich der CNC-Fertigung auch ist - Weber stellt darüber hinaus die einzelnen Arbeitsstrukturtypen in überzeugender Weise als Ergebnisse von Partialisierungsprozessen dar - so weist sie doch einen wichtigen Mangel auf. Sie beruht auf einer Beobachtungsanalyse, die allein auf die Entdeckung von Notwendigkeiten zur Bildung von Ziel- und Teilzielhierarchien bezogen ist:

"Metaphorisch ausgedrückt, richtet sich das Raster der VERA-Mikroanalyse auf einen theoretisch sinnvoll eingegrenzten Aufgabenausschnitt, welcher analysiert und bewertet wird. Bestimmte dieser Aufgabenausschnitte (d.h. Arbeitseinheiten) enthüllen bei der Analyse ihr dispositives Potential". (Weber, 1994, S. 66).

Das "*dispositive Potential*" in Form von Planungserfordernissen wird dabei als besonders lern-, entwicklungs- und facharbeitsförderlich bewertet, während der negative Gegenpol als "*Routine*" (Weber, 1994, S. 62) bezeichnet wird. Geht man von einem sehr eng gefaßten Begriff der Routine aus - im Sinne der Reduktion von Arbeitstätigkeiten auf weitgehend "psychisch automatisierte" sensumotorische Operationen - so ist dieser Zusammenhang sicherlich richtig. Allerdings fallen gerade jene Phänomene durch das Raster der VERA-Analyse, die mit einem "weiter" gefaßten Begriff der Routine zusammenhängen, wie ihn beispielsweise Polanyi (1985/1966) oder Dreyfus & Dreyfus (1986/1987) mit dem "*impliziten Wissen*" oder dem "*Know-How*" entwickelten. Insbesondere "heuristische" Komponenten der Erfahrung, die z.B. in der Übertragung erfahrener Zusammenhänge auf neue Situationen bestehen, können mit VERA und seiner mikroanalytischen Variante somit nicht erfaßt werden.

Die Kritik an dem VERA-Arbeitsanalyseverfahren trifft dabei grundsätzlich für alle Verfahren zu, die Operationalisierungen der Handlungsregulationstheorie oder verwandter Auffassungen darstellen: Indem sie nur planerische Regulationsgrundlagen des Handelns theoretisch modellieren, können sie auch nur nach Planungserfordernissen suchen. Phänomene des erfahrungsgeliteten Arbeitshandelns fallen somit zwangsläufig durch das Raster solcher theoriegestützter Analyseverfahren. Auch aufgabenorientierte Analyseverfahren (Hackman & Oldham, 1975, S. 159-170) sind infolge ihrer Vernachlässigung der tatsächlichen Handlungssituationen nicht geeignet zur Erfassung und Abbildung von Erfahrungsphänomenen.

Da somit noch keine Arbeitsanalyseverfahren existierten, die in der Lage gewesen wären, Phänomene des erfahrungsgeliteten Arbeitshandelns in einer standardisierten und quantifizierenden Art und Weise angemessen zu erfassen, wurde im Forschungsverbund CeA entschieden, zu-

sätzlich eine qualitativ-entdeckende bzw. heuristische Forschungsstrategie einzusetzen. Eine erste Begründung für die Untersuchung erfahrungsgeleiteter Arbeit mittels qualitativer Forschungsmethoden stellt somit die Neuartigkeit des Forschungsfeldes dar. Gerade in solchen Fällen sind qualitative Untersuchungsansätze durch ihre größere Nähe zu den Alltagszusammenhängen besonders geeignet, Gemeinsamkeiten und Bezüge zu entdecken. Die Entdeckung von Beziehungen, Verhältnissen, Verbindungen, Bezügen und Relationen in der Art einer systematisierten Entdeckung von Strukturen beschreibt Kleining (1982, S. 229) als ein Ziel der qualitativen Sozialforschung.

Eine zweite Begründung leitet sich aus den besonderen Kennzeichen des Forschungsgegenstandes ab. Wie bereits im Zuge der Beschreibung der methodischen Perspektive der Fragestellung ausgeführt, entzieht sich Erfahrung dem verbalen und darüber hinaus häufig auch dem bewußten Zugriff. Erfahrung ist an die Person gebunden und ist in die persönliche Form des Handelns eingebettet. Daraus folgt, daß Erfahrung nur aus einer "Innenperspektive", also aus der persönlichen und individuellen Sicht der Arbeitenden heraus verstanden werden kann. Zu diesem Zweck ist die Verwendung einer qualitativen Methodik unerläßlich, da nur sie dem Forscher die notwendige Offenheit für Bezüge und Zusammenhänge ermöglicht, die sich von seinem eigenen Bedeutungsfeld unterscheiden.

In den Untersuchungen im Rahmen der Forschungsprojekte CeA, WesUF und HÜMNOS hat sich das Basisprinzip der qualitativ-heuristischen Sozialforschung - das sog. "*heuristische Dialogprinzip*" (Kleining, 1995, S. 228) - als besonders nutzbringend erwiesen. Dieses Prinzip ermöglicht eine allmähliche Überführung eines subjektiven "Vorverständnisses" in ein übersubjektives Verständnis der Strukturen und Erscheinungsformen des Forschungsgegenstandes. Es beruht auf einer dialogischen Abfolge aus aktivem Befragen des Gegenstands, der rezeptiven Beobachtung der "Antwort" und der anschließenden Formulierung einer neuen Frage (vgl. Witt, 1997, 261 ff.). Grundlage und Voraussetzung des Gelingens sind dabei die Anpaßbarkeit der Forschungsorganisation, um auf nicht vorausplanbare, "neu entdeckte" Merkmale des Gegenstandes eingehen zu können. Mit dem Ziel einer Förderung des Forschungsprozesses formuliert Kleining verschiedene Regeln, die "*die methodologische Haltung der Forschungsperson beeinflussen und die Untersuchungsanlage optimieren*" (Kleining, 1995, S. 263) sollen.

- Die Forschungsperson betrachtet ihr Vorverständnis als vorläufig und ist offen für die dem Forschungsfeld immanenten Bedeutungen und Strukturen. Durch das Verstehen der den Gegenstand auszeichnenden Strukturen wird eine allmähliche Anpassung des Vorverständnisses an den Gegenstand möglich: "*Deutungen und Vorverständnisse sind vorläufig und sollen durch Entdeckungsverfahren auf ihre (gesellschaftlichen) Bedingungen untersucht werden*" (Kleining, 1995, S. 21). Dabei ist die geforderte Offenheit auf Seiten der Forschenden, möglichst alle Daten zum Thema zu akzeptieren und gegebenenfalls auch zu Lasten des eigenen Selbstverständnisses zu forschen, nicht einfach zu verwirklichen und aufrechtzuerhalten. Ein Problem im Rahmen industrieller Feldforschung beschreibt Kleining als "*vested interests*" (Kleining, 1995, S. 232). Mit dem Begriff wird die Tendenz von Forschungspersonen bezeichnet, bereits im Vorfeld der Untersuchung Informationen abzuwehren oder nicht wahrhaben zu wollen, wenn sie dem eigenen Grundverständnis entgegenlaufen. Ein entgegengesetztes Problem läßt sich auf der Grundlage der eigenen Untersuchungen als "*Vereinnahmung der Forschungspersonen durch das Forschungsfeld*" bezeichnen. Gelingt nach einem notwendigen Sich-Einlassen auf das Forschungsfeld nicht

auch eine Distanzierung und diesbezügliche Reflexion, so besteht die Gefahr, gleichsam von der Praxis im Forschungsfeld "eingesogen" zu werden. Somit kommt es also darauf an, eine angemessene Mischung in den von Kleining geforderten "*Aktivitäts-Rezeptivitäts-Abfolgen*" (S. 74) zu verwirklichen.

- Weiterhin gewinnt der Gegenstand der Forschung erst im Laufe des Forschungsprozesses Kontur. Die Forschungsperson muß somit auch für thematische Veränderungen offen sein. In diesem Sinne "entsteht" der Gegenstand erst im Laufe der Forschungen und erfordert von den Forschungspersonen eine "*Annäherung der Gedanken an den Gegenstand*" (Kleining, 1995, S. 266).
- Die qualitative Erforschung eines Themas soll umfassend sein, und die Informationen über selbiges sollen möglichst unterschiedlichen Perspektiven entstammen, deren maximale Variation somit ein Gütekriterium dieser Forschungsrichtung ausmacht. Kleining rät hier zu mindestens "*vier bis sechs möglichst verschiedenen Perspektiven*" nach Art eines "*Extremgruppensamples*" (Kleining, 1995, S. 242), wobei er vor allem zwei Variationen als zentral einschätzt: zum einen die Vielfalt der Methoden selbst und zum anderen die Einbeziehung der historischen und geographischen Dimensionen. Insbesondere gilt es, die eigene Stellung als Forschungsperson zu dem Untersuchungsfeld zu reflektieren. Auf diesen Aspekt hat u.a. Bourdieu eindrucksvoll hingewiesen, der die Frage "*nach dem wahren Verhältnis des Beobachters zum Beobachteten*" zum Ausgangspunkt seiner kritischen Analysen sowohl zum Objektivismus wie auch zu phänomenologischen Erkenntnisweisen, wie z.B. der teilnehmenden Beobachtung macht (Bourdieu, 1993/1980, S. 49 ff.).
- Die Analyse der auf der Grundlage der maximal variierten Perspektiven gewonnenen Informationen wird hinsichtlich ihrer Gemeinsamkeiten vorgenommen. Gegensätze und Unterschiede bekommen einen Erkenntniswert, da sie auf zugrundeliegende Strukturen verweisen. Die Überwindung von Unterschieden durch das Entdecken des Gemeinsamen macht den qualitativen Forschungsprozeß aus. Diesen Prozeß beschreibt Kleining selbst als den entscheidenden und gleichwohl "*schwierigsten Vorgang der qualitativ-heuristischen Forschungspraxis*" (Kleining, 1995, S. 243). Die Schwierigkeit resultiert aus der geforderten Überwindung von Unterschieden durch die Erkennung von Gemeinsamkeiten und Ähnlichkeiten. Gegenüber der Alltagspraxis handelt es sich um ein gegenläufiges Vorgehen. Die Methoden im Alltag stellen nach Kleining stärker auf das Erkennen und Bewerten von Differenzen ab. Der Forschungsprozeß selbst ist beendet, wenn alle Daten sich mit den gefundenen Strukturen erklären lassen.

Qualitative Sozialforschung unterscheidet sich außer in ihrem Untersuchungsansatz auch in ihren Objektivitäts-, Verlässlichkeits- und Gültigkeitskriterien:

- Der Beginn der Forschung, der Einstieg und Zugang zu einem Thema wird subjektiv gewählt und ist von den Interessen und Bedürfnissen des Forschers abhängig. Infolge der maximalen Variation der Perspektiven und der Analyse auf Gemeinsamkeiten wird dann die Struktur des "Gegenstandes" deutlich. Diese gilt nur für den fraglichen Zusammenhang und ist somit objektiv. Das Kriterium besteht hier in einer intersubjektiven Objektivität, d.h. die Struktur besteht unabhängig von der Person des Forschers: "*Das Entdeckungsverfahren stellt Intersubjektivität her durch Variation der Perspektiven und Analyse auf Gemeinsamkeit. Die Herstellung ist ein Prozeß der Näherung*" (Kleining, 1995, S. 98).
- Eine Verlässlichkeit über die gefundene Struktur ist abhängig von dem Abschluß des Forschungsprozesses. Dieser ist erreicht, wenn nach der 100 %-Regel alle Fakten eines Problembereiches mit der gefundenen Struktur erklärt werden können. Eine entdeckte Struktur ist dabei nur für die zu einem bestimmten Zeitpunkt relevanten Bedeutungen und Bedingungen gültig. Hier gilt dann die Regel, daß jeder beliebige Datensatz, der bisher nicht erhoben wurde, die Analyse ohne Einschränkung bestätigen muß.

Nachdem die Wahl des qualitativ-heuristischen Forschungsansatzes begründet und dieser in seinen Grundzügen umrissen wurde, können nun im nächsten Abschnitt die in den Projekten eingesetzten Untersuchungsmethoden beschrieben werden.

3.3 Merkmale der Datenerhebung in den Forschungsprojekten

Ein wesentliches Kriterium für die Wahl der Methoden besteht in ihrer Gegenstandsangemessenheit (vgl. Leithäuser, 1986, S.297). Sie sollen der Forschungsperson erlauben, zunächst zu einem umfassenden Verständnis der zu untersuchenden sozialen Wirklichkeit zu kommen, um dann anschließend die zentralen Gemeinsamkeiten in den Merkmalen und Ausprägungen des Forschungsgegenstandes entdecken zu können. In der Interdisziplinarität ist in diesem Zusammenhang eine Methode zu sehen, die sich für das Verständnis der Arbeit mit Werkzeugmaschinen als bedeutsam herausgestellt hat. Eine gegenseitige Perspektivergänzung, wie sie sich durch eine erfolgreiche Zusammenarbeit erzielen läßt, mußte dabei in den Forschungsprojekten CeA, WesUF und HÜMNOS allerdings erst schrittweise erarbeitet werden. Die gemeinsam mit Ingenieuren in interdisziplinär zusammengesetzten Forschungsteams durchgeführten Analysen und Evaluationen haben sich als hilfreich gezeigt, um zu einem angemessenen Verständnis des Forschungsgegenstandes kommen zu können. Die Forschungsteams in den einzelnen Projekten setzten sich dabei aus Entwicklungsingenieuren von Maschinen-, Steuerungsherstellern und Forschungsinstituten, aus Verfahrensentwicklern und Fertigungsplanern von Anwendern sowie aus Arbeitswissenschaftlern und -psychologen zusammen. Anhand der gemeinsamen Erarbeitung von ersten Meilensteinen, wie z.B. denen eines Fragebogens, aber auch anhand der gemeinsam in kleinen Teams aus Ingenieuren und Arbeitspsychologen durchgeführten Arbeitsanalysen wurden zunächst unterschiedliche Denk- und Herangehensweisen deutlich. Entwickler von Herstellern "dachten" stärker in "Funktionen" und waren vor allem an "Nutzungsgraden" in der Anwendung interessiert. Fertigungsplaner wiederum gingen stärker von der aufgabenangemessenen Handhabbarkeit aus, sie waren interessiert an "kritischen" Situationen, die mit den herkömmlichen Funktionen und Systemen nicht anforderungsoptimal bewältigt werden können. In vielen Diskussionen im Rahmen von "round table settings" bei den Anwendern konnte ein erstes gemeinsames Verständnis entwickelt werden. Insbesondere war jedoch die gemeinsame Arbeit an konkreten "Objekten", wie z.B. der Fragebogenerhebung oder der Durchführung gemeinsamer Beobachtungen des Arbeitshandelns förderlich für die Erarbeitung einer "Verständigungsplattform". Das sich auf diese Weise durch handelndes Miteinander herausbildende gemeinsame Verständnis über das Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit erleichterte den Austausch über die Untersuchungsausrichtung wie auch über die Zielkriterien der Technikentwicklung (Carus, Schulze & Golinski, 1995, S. 124). In dem interdisziplinären Vorgehen ist weiterhin ein Gütekriterium der Forschungen in den Projekten zu sehen. Die jeweils fremde Disziplin war in besonderer Weise in der Lage, auf "blinde Flecken" und nicht hinterfragte Selbstverständlichkeiten in der eigenen Sichtweise hinzuweisen. Dies erwies sich insbesondere für die Untersuchung der erfahrungsgeleiteten Facharbeit mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen in beide Richtungen als sehr förderlich.

Nachfolgend wird die Datenerhebung in den öffentlichen Forschungsverbänden skizziert, indem zunächst das Untersuchungssample vorgestellt wird. Anschließend werden mit der Nutzer-

beteiligung, der Form der Handlungsanalyse in Situationen sowie der Kombination mehrerer qualitativer Forschungsmethoden zentrale Charakteristika der Datenerhebung aufgezeigt.

3.3.1 Das Untersuchungssample

Im Laufe der Untersuchungen von 1989 bis 1998 konnte sukzessive ein Extremgruppen-Sample, bestehend aus Betrieben bzw. Produktionsbereichen, verwirklicht werden, das von der Einzel- über die Kleinserienfertigung bis hin zur Massenfertigung im Automobilbau reicht. Auf diese Weise konnte eine Variation der Perspektiven erreicht werden, die sich für die Untersuchung des Forschungsgegenstandes der erfahrungsgeleiteten Arbeit als sehr günstig erwiesen hat. Mit steigendem Automationsgrad fand sich in den Untersuchungen in immer weitgehenderer Art und Weise ein Abzug planender Handlungsanteile aus dem Aufgabenbereich der Fachkräfte und deren Übertragung in den Verantwortungsbereich vorgelagerter Abteilungen (vgl. Weber, 1994, S. 90-93). Die damit zusammenhängenden gravierenden Unterschiede in den Arbeitstätigkeiten - die von der eigenständigen Planung und Umsetzung einer komplexen Bearbeitungsstrategie über das Optimieren extern erstellter Strategien und NC-Bearbeitungsprogramme bis hin zur Überwachung und Störungslokalisierung bei der Massenfertigung reichten - erlaubten die Beobachtung einer großen Bandbreite von Erfahrungsphänomenen im Arbeitshandeln. Die im Rahmen der Forschungsprojekte untersuchten Produktionsbereiche lassen sich in drei verschiedene Untersuchungsfelder klassifizieren. Dabei wird unter einem "Produktionsbereich" nachfolgend entweder ein eigenständiger Betrieb im Falle kleinerer oder mittlerer Unternehmen, ein einzelnes Werk oder auch ein einzelner Produktionsbereich innerhalb eines Werkes im Falle von Konzernen verstanden. Die Zahlenangaben beziehen sich nur auf Produktionsbereiche, an deren Untersuchung der Autor selbst beteiligt war.

- **Untersuchungsfeld werkstatorientiertes Programmieren (WOP):**

Ein zentrales Kriterium für die Zuordnung eines Produktionsbereiches zu dem Untersuchungsfeld WOP besteht in der Erstellung von NC-Programmen durch die Fachkräfte an den Maschinen. Damit geht in aller Regel auch eine bestimmte Art und Weise der Fertigungsorganisation einher. Die Fachkräfte in den Produktionsbereichen des Untersuchungsfeldes WOP erhalten in der Regel aus der Konstruktion lediglich eine technische Zeichnung, aus der sie dann eine Bearbeitungsstrategie ableiten und in ein NC-Programm in Form einer Reihenfolge kodierter Verfahrbewegungen von Werkzeugen transformieren. Auch das Einrichten und Rüsten der Maschinen sowie das Einfahren bzw. Überwachen und Optimieren der selbst erstellten Programme und die Qualitätssicherung fallen in ihren Aufgabenbereich. Diese Abfolge aus Bearbeitungsplanung, NC-Programmerstellung, Abarbeitung und Auswertung in Form der Qualitätssicherung wiederholt sich zyklisch mit jedem neuen Auftrag. In soweit handelt es sich um einen Tätigkeitsbereich mit einem hohen Handlungsspielraum und vielfältigen Anforderungen an das Planungsvermögen, an die Kreativität, aber auch an die berufliche Kompetenz der Fachkräfte. Die Produktionsbereiche, die dem Untersuchungsfeld WOP zugeordnet wurden, zeichnen sich durch ein hohes Ausmaß kundenspezifischer Auftragsfertigung mit einem hohen Anteil von Neuteilen und sehr kleinen Losgrößen aus. Bei den Produktionsbereichen handelt es sich um Produktionsbereiche aus dem Werkzeugmaschinen-, dem Formen- und dem Gießwerkzeugbau.

- **Untersuchungsfeld werkstatorientiertes Modifizieren (WOM):**

Ein zentrales Zuordnungskriterium zu dem Untersuchungsfeld des werkstatorientierten Modifizierens (WOM) besteht in der Existenz einer zentralen NC-Programmierung, die der

Fertigung vorgelagert ist. Der ganz überwiegende Anteil der NC-Bearbeitungsprogramme wird zentral erstellt, die Fachkräfte erhalten die fertigen NC-Programme, Werkzeuglisten, Aufspannpläne und die technischen Zeichnungen. Ihre Aufgabe ist es, das Werkstück so aufzuspannen, daß die bereits programmierten Verfahren der Werkzeuge mit der realen Situation an den Maschinen übereinstimmen. Diese Aufgabe wie auch die des nachfolgenden Einfahrens und Optimierens der übernommenen NC-Programme enthalten ebenfalls bedeutende Freiheitsgrade und Entscheidungsnotwendigkeiten. Allerdings ist den Fachkräften ein Anteil Kreativität entzogen - das eigenständige Entwerfen einer Bearbeitungsstrategie ist ihnen abgenommen. An diese Stelle tritt das Nachvollziehen der Strategien des Programmierers. Die Produktionsbereiche des Untersuchungsfeldes WOM zeichnen sich durch höhere Losgrößen, eine größere Standardisierung der zu fertigenden Produkte und eine höhere Automatisierung des Fertigungsablaufes aus. Die untersuchten Produktionsbereiche entstammen dem Maschinenbau, dem Gerätebau, dem Turbinen- und dem Automobilbau.

- **Untersuchungsfeld werkstatorientiertes Überwachen und Kontrollieren (WOK):**

Das Untersuchungsfeld des werkstatorientierten Überwachens und Kontrollierens zeichnet sich durch den höchsten Automationsgrad und durch eine weitgehende Auslagerung planender Tätigkeitsanteile in vorgelagerte Abteilungen aus. Ein wesentliches Zuordnungskriterium besteht in der Massenfertigung mit verketteten Sondermaschinen. Es handelt sich um eine Fließfertigung von nur wenigen Varianten eines Produkttypen. Der Prozeß läßt sich weitgehend standardisieren. Im Unterschied zur Einzelfertigung im Untersuchungsfeld WOP finden sich hier die Phasen des Anfahrens (Einzelfertigung: Programmerstellung und Einfahren) und des Produzierens/Qualitätssicherns (Einzelfertigung: Bearbeitung und Qualitätssicherung) in einer zeitlich im Lebenszyklus einer Anlage aufeinanderfolgenden Abfolge. D.h. der für die Einzelfertigung charakteristische auftragsbezogene Wechsel der Bearbeitungsphasen findet sich in der Massenfertigung nicht. Sind die Maschinen "hoch- und eingefahren" - die Dauer der Inbetriebnahme und des Anfahrens kann dabei bis zu einem Jahr und länger benötigen - sinkt der Optimierbedarf in der anschließenden langjährigen Produktionsphase auf ein Minimum. Die Aufrechterhaltung des Produktionsflusses sowie die Erhöhung der Produktivität sind die alles entscheidenden Kriterien. Entsprechend werden Werkstücktransport und Maschinenlauf in hohem Maß automatisch gesteuert und überwacht. Der Optimierbedarf steigt wieder in der Auslaufphase, wenn die Nachfrage nach dem Produkt sinkt und die Kapazität heruntergefahren wird. Der erhöhte Optimier- und Reparaturbedarf resultiert vor allem aus der voranschreitenden Abnutzung der Maschinen, wie in Produktionsbereichen mit auslaufenden Anlagen beobachtet werden konnte. Die dem Untersuchungsfeld WOK zugeordneten Produktionsbereiche stammen allesamt aus der Automobilindustrie.

Der geringste Grad an Automatisierung findet sich somit in den Produktionsbereichen des Untersuchungsfeldes WOP, in der Regel handelt es sich um alleinstehende Einzelmaschinen wie z.B. im Bereich des Gießwerkzeugbaus eines Automobilherstellers. Das Untersuchungsfeld WOM zeichnet sich durch einen mittleren Automationsgrad aus. Z.B. wurde ein flexibles Fertigungssystem bestehend aus drei miteinander verketteten CNC-Bearbeitungszentren mit automatischer Werkstückzuführung und separaten Paletteneinrichteplätzen diesem Untersuchungsfeld zugeordnet. Der höchste Automationsgrad findet sich dagegen bei starr verketteten Transferstraßen im Untersuchungsfeld WOK, an denen über einen längeren Zeitraum das gleiche Produkt gefertigt wird. Hier wird auch der Bearbeitungsprozeß weitestgehend z.B. durch Werkzeugüberwachungs-, Verschleißerkennungs-, und durch automatisierte Diagnosesysteme technisch überwacht.

Weiterhin fertigen die einzelnen Produktionsbereiche des Untersuchungssamples sehr verschiedene Produkte. Die einbezogenen Produkte unterscheiden sich in der geforderten Maßgenauigkeit, in der Größe, in der geometrischen Komplexität - in einem Produktionsbereich aus dem Werkzeugbau werden z.B. Werkstücke hergestellt, die gleichermaßen 2,5 D und komplexe 3-D-Freiformflächen enthalten. Weitere Produkte bestehen z.B. in Kurbelwellen, Zylinderköpfen, Werkzeugvorrichtungen, Papiermaschinen, Kraftwerksturbinen, Werkzeugmaschinen und -zubehörteile oder in kleinen Motorzulieferteilen. Abbildung 8 Abbildung 9 geben einen Eindruck von der Verschiedenartigkeit der Fertigungsprodukte:

Abbildung 8: Zylinderkopf (ca. 80cm Länge)

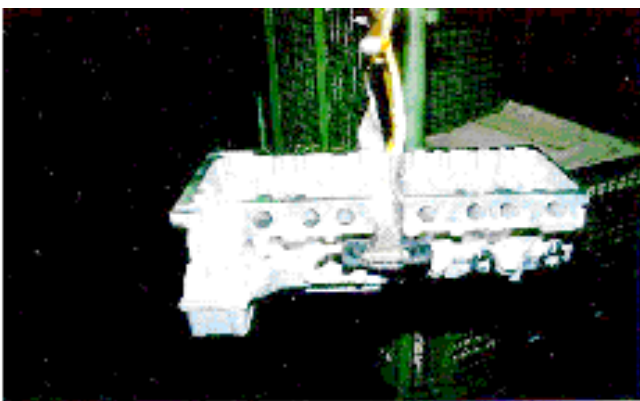


Abbildung 9: Kleinteile (ca. 7 cm Länge)

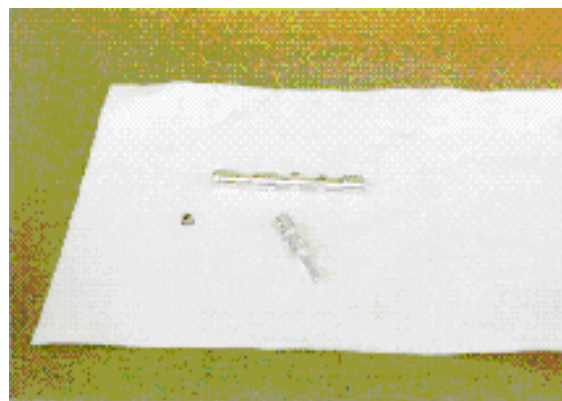


Tabelle 5 faßt die Ausprägungen der Merkmale und Kenngrößen zusammen, durch die sich die den einzelnen Untersuchungsfeldern zugeordneten Produktionsbereiche auszeichnen. In der Rubrik "einbezogene Fachkräfte" sind an dieser Stelle die Nutzergruppen genannt, auf denen in den Untersuchungen das Hauptaugenmerk lag. Darüber hinaus wurden Expertengespräche mit den einzelnen Abteilungen entlang der Prozeßkette geführt, wie z.B. Qualitätssicherern, Arbeitsplanern, Fertigungsingenieuren etc.

Tabelle 5: Kenngrößen und Merkmale der Untersuchungsfelder

Kenngrößen	Werkstatorientierte		
	Programmierung (WOP)	Modifizierung (WOM)	Überwachung und Kontrolle (WOK)
Fertigungsart	Auftragsbezogene Kundenfertigung	Baukastenfertigung mit Integration von Kundenwünschen	Fließfertigung weniger Produktvarianten
Losgröße	Einzelteil-, Kleinserienfertigung	Mittlere und Großserien	Massenfertigung
Maschinentyp	Konventionelle WZM CNC-Maschinen	CNC-Maschinen Flexible Fertigungssysteme	Transferstraßen Sondermaschinen
Programmierung	An der Maschine durch den Werker	Zentral durch NC-Programmierer	Extern durch Maschinenhersteller
Verkettung	Einzelstehend	Flexible Verkettung	Starre Verkettung
Automation	Automatisierte Steuerung von Werkzeugbewegungen	zusätzlich automatisierte Erstellung maschinenspezifischer Programme über Postprozessoren	Automatisierte Werkstückzuführung und Transport, technische Prozeßkontrollsysteme
Laufzeiten	Je nach Komplexität und Werkstückart von mehreren Minuten bis Tagen und Wochen		Im Sekundenbereich pro Maschineneinheit
Arbeitszeit	Meist Einschichtbetrieb	Meist Zweischichtbetrieb	Meist Zwei- bis Dreischichtbetrieb
Zuordnung zu Maschinen	Einzelbetreuung einzelner Maschinen	Einzelbetreuung von Einzelmaschinen Einzelbetreuung mehrerer Maschinen Betreuung mehrerer Maschinen im Team	Betreuung von Produktionslinien im Team aus 6-8 Fachkräften
Tätigkeitsspektrum der Fachkräfte in der Fertigung	Auftragsreihenfolgeplanung Bearbeitungsplanung und Programmierung Einfahren und Überwachen Qualitätssicherung Störungsmanagement	Optimierung Überwachen Qualitätssicherung Störungsmanagement	Überwachen Qualitätssicherung Störungsmanagement
Anzahl der Produktionsbereiche	5	5	4
Branche	Maschinen-, Formen-, und Werkzeugbau	Maschinen- und Automobilbau	Automobilbau

Die Variation von Fertigungsbedingungen, Aufgaben und Tätigkeiten, wie sie einzelnen Untersuchungsfelder repräsentieren, hat sich für die Untersuchung erfahrungsgeleiteter Arbeit als sehr fruchtbar erwiesen. In den einzelnen Untersuchungsfeldern fanden sich unterschiedliche Auftretenswahrscheinlichkeiten von Situationen mit Erfahrungserfordernis und auch die Inhalte der erfahrungsbasierten Beiträge von Fachkräften zur anforderungsgerechten Produktion unterschieden sich.

3.3.2 Die Beteiligung der Nutzer

In den öffentlich geförderten Forschungsprojekten mit dem Ziel der Entwicklung und Umsetzung einer besseren organisatorisch-technischen Unterstützung des erfahrungsgeleiteten Arbeitshandelns der Werker stellte sich das Problem, wie sie als Nutzer der Produktionstechnik erfolgreich in die Konzeption und Entwicklung neuer Produktionsbausteine einbezogen werden können. Nutzer vor Ort haben in der Regel eine große Qualifikation, was die Lösung aktueller Fertigungsprobleme und den Umgang bzw. den Einsatz der konkreten Produktionstechnik betrifft. Zu weitreichenden Innovationen können sie allerdings - wie bereits anlässlich des gestalterischen Aspekts der Fragestellung ausgeführt (siehe Kapitel 3.1.3, S. 35 ff.) - nicht ohne weiteres beitragen, da sie die Potentiale neuer technischer Konzepte nicht unmittelbar abschätzen können. Auf der anderen Seite sind Entwickler notwendigerweise von der konkreten Fertigungspraxis ein gutes Stück entfernt - von daher fällt es ihnen häufig schwer, die praxisbezogenen Vorgehensweisen der Nutzer in adäquate Konzepte umzusetzen. Ein frühzeitiger Nutzereinbezug ist folglich nur gewinnbringend, wenn die Nutzer eine möglichst anschauliche Vorstellung von den Potentialen neuer Technikkonzepte gewinnen können und wenn ein effizienter Austausch zwischen Entwicklern und Nutzern sichergestellt werden kann.

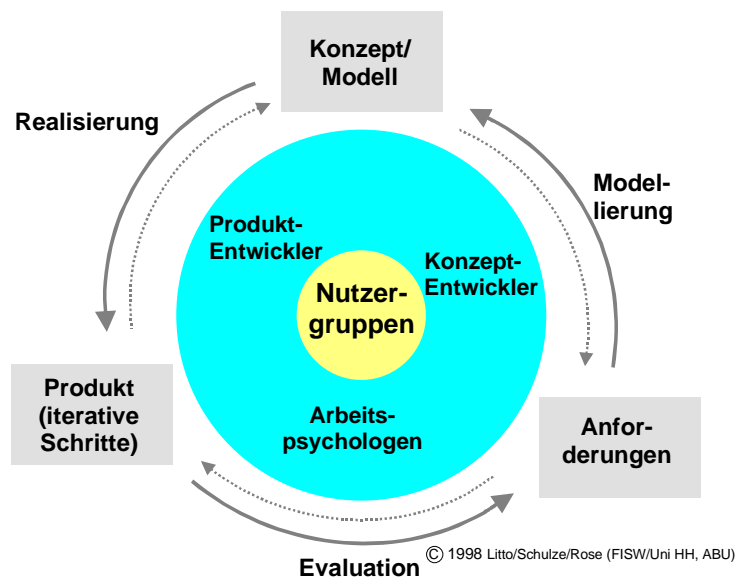
Das nachfolgend umrissene Konzept zur Nutzerbeteiligung wurde sukzessive in den Forschungsprojekten entwickelt. Im Mittelpunkt steht die Qualifizierung und Sensibilisierung der Nutzer zur Beteiligung an organisatorisch-technischer Innovation. Sie zu befähigen, aktiv am Entwicklungsprozeß teilzunehmen, um ihre Erfahrung bei der Bewältigung konkreter Fertigungssituationen und bei der Handhabung von Technik einbringen zu können (Schulze & Witt, 1997), stellt das erklärte Ziel des Konzeptes dar. Dies kann erreicht werden, wenn die Potentiale neuer Technik möglichst frühzeitig anhand ihrer potentiellen Funktionen und Handhabungsweise veranschaulicht werden. In diesem Zusammenhang eröffnen gerade auch moderne Multimedia-techniken neue Perspektiven. An ersten Visualisierungen von Prototypen können die Nutzer mit ihren Erfahrungen ansetzen und das Nutzenpotential der Produktionstechnik abschätzen. Damit ein möglichst frühzeitiger Nutzereinbezug erreicht werden kann, ist voraussetzend, daß:

- die typischen Aufgaben aus der Produktion sowie die bisher problematischen Fertigungssituationen ermittelt werden und als Referenzaufgaben für die neu zu entwickelnde Technik dienen können,
- zweitens schon in der Phase der Projektierung für die Nutzer ein Erfahrungsraum eröffnet wird, der ihnen einen Eindruck von den (neuen) Funktionen und Interaktionsmöglichkeiten eröffnet,
- drittens dieser Erfahrungsraum durch verschiedene Erprobungssituationen aufbauend auf voranschreitenden technischen Spezifikationen schrittweise praxisnäher gestaltet wird, wie es in den Untersuchungen mittels visualisierter Vor-Versionen von Konzepten, durch produktionsnahe Simulationen und schließlich durch Tests in der Produktion umgesetzt wurde.

In Abbildung 10 ist die vorgeschlagene Methodik zum Nutzereinbezug in Form eines evolutionär-kooperativen Innovationszyklus veranschaulicht. Im Zentrum des Zyklus stehen die Akteure der Entwicklung, d.h. Konzeptentwickler, Produktentwickler, Arbeitspsychologen und die Nutzer. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit dieser verschiedenen Akteure erfordert Kommu-

nikationsprozesse und –techniken, wie sie u.a. im Projekt HÜMNOS in einem ersten Ansatz erfolgreich ausprobiert wurden (Rose, Schulze & Wahl, 1998, S.59-84).

Abbildung 10: Evolutionär-kooperativer Innovationszyklus mit Nutzerbeteiligung



Der Innovationszyklus mit Nutzerbeteiligung, wie er hier auf der Grundlage der Projektergebnisse vorgeschlagen wird, umfaßt verschiedene **Tätigkeiten** (Arbeitsanalysen, Evaluation von Konzepten und Prototypen, Modellierung sowie Realisierung) und jeweils resultierende **Ergebnisse** (Anforderungen, Pflichten- und Lastenhefte, Konzepte/Modelle und Prototypen). Zugrundegelegt ist ein iteratives Vorgehen, d.h. ausgehend von einer ersten Untersuchung des Arbeitshandelns mit der bestehenden Technik werden Anforderungen und Konzepte abgeleitet, die zu einem ersten Entwurf führen und dann in der Form einer allerersten Vergegenständlichung evaluiert werden. In weiteren Zyklen wird der Prototyp weiter modifiziert und ausprogrammiert, wobei auch die Anforderungen und Konzepte/Modelle immer weiter konkretisiert werden. Die durchgezogenen Pfeile deuten die allgemeine Richtung des Entwicklungsprozesses an, wobei Modifikationen nicht notwendig einen vollständigen Durchlauf erfordern. So können z.B. Erfahrungen bei der Erstellung von Produkten direkt auf die Konzepterstellung rückwirken – diese kurzen Feedbackschleifen sind durch die gestrichelten Pfeile symbolisiert.

Mittels dieses mehrschrittigen Vorgehens können Nutzer:

- An der Systemintegration (verschiedener Steuerungen für Maschinen und Meßtechnik) beteiligt werden.
- Für die Entwicklung der Gestaltung einheitlicher Benutzungssysteme herangezogen werden,
- als Promotoren für die Einübung in die Handhabung der Maschine/Steuerung eingesetzt werden.
- Zur Bewältigung neuer Aufgaben z.B. aus Materiallogistik oder Programmoptimierung, Entstörung und Qualitätssicherung befähigt werden.
- Für die Kommunikation mit anderen Berufsgruppen (betriebsintern z.B. mit Programmierern wie auch überbetrieblich z.B. mit Servicefachleuten) vorbereitet werden.

Wie die Projektergebnisse zeigen, profitierte die Analyse erfahrungsgeleiteter Arbeit enorm von den frühzeitigen organisierten Rückkopplungen erster technischer Konzepte und Prototypen in die betriebliche Praxis. Anhand der Erprobung und Begutachtung neuer technischer Prototypen offenbarte sich einerseits der Einfluß der bis dato eingesetzten Technik auf das Arbeitshandeln. Andererseits konnte eine Sensibilisierung der Fachkräfte für neue technische Entwicklungen, und damit ein Einbezug der Arbeitenden in die technische Entwicklung, erreicht werden.

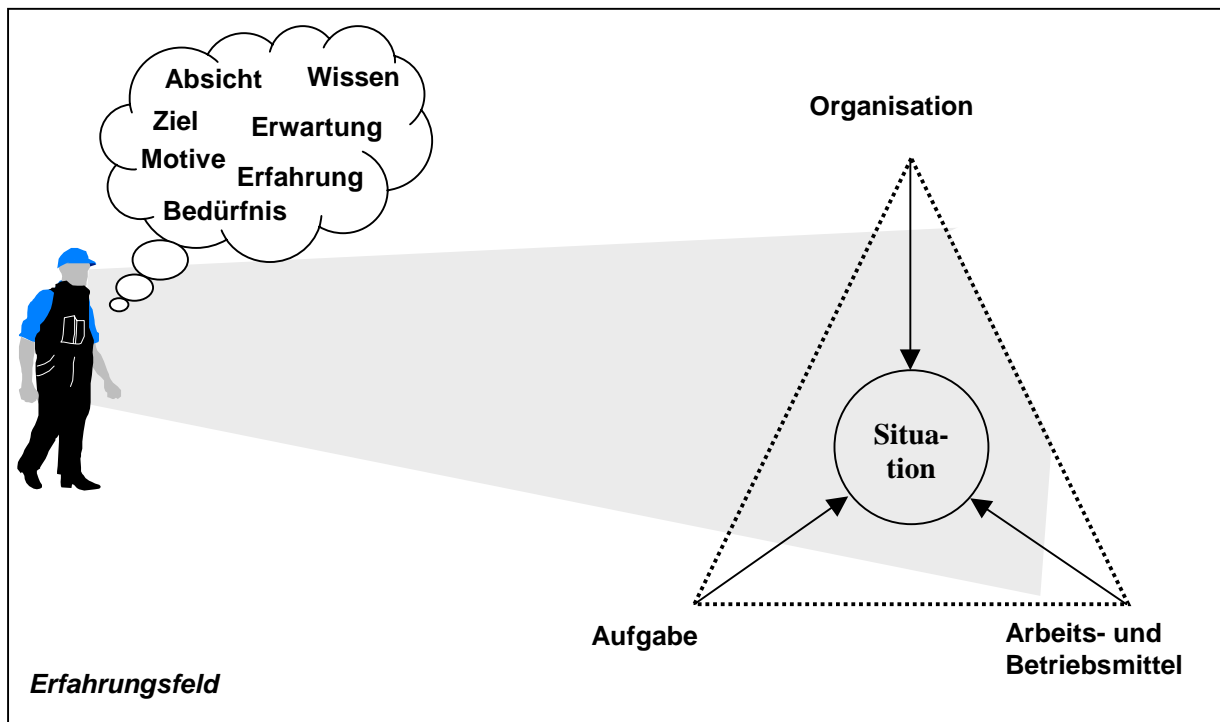
3.3.3 Situationsbezogene Handlungsanalyse im Erfahrungsfeld

In den Projekten CeA, WesUF und HÜMNOS wurde als zentrale Einheit für die Untersuchung erfahrungsbezogener Phänomene des Arbeitshandelns die der "Situation" gewählt. Im Mittelpunkt steht dabei die subjektive Sicht von Fachkräften, d.h. Situationen werden aus der Perspektive der Arbeitenden betrachtet. In der Betonung der aktuellen und konkreten Fertigungskonstellation aus einer phänomenologischen Perspektive besteht ein wesentlicher Unterschied zur Analysekategorie der "Aufgabe" (z.B. Hacker, 1978, S. 58). In der Arbeitspsychologie gilt die Aufgabe im Rahmen der hier vorherrschenden handlungsregulationstheoretischen Konzepte üblicherweise als Ausgangspunkt für die Bewertung von Arbeitsbedingungen hinsichtlich ihrer Persönlichkeitsförderlichkeit oder für die Ableitung humanförderlicher Gestaltungsanforderungen. Im Zentrum steht dabei die Analyse der Planungs- und Entscheidungserfordernisse in ihrer Bedeutung für die psychische Regulation eines hinreichend geschulten und erfahrenen Mitarbeiters (Weber, 1994, S. 61-96). Somit wird zwangsläufig von den konkreten Bedingungen aber auch von den jeweiligen Fertigkeiten und dem Erfahrungsniveau der konkret Arbeitenden abstrahiert. Bei der Frage der Bedingungen und Merkmale von Erfahrungsprozessen und ihrer Unterstützung durch eine organisatorisch-technische Gestaltung müssen jedoch die konkreten Ausprägungen von Situationen aus der Sicht der Arbeitenden auf der Grundlage ihres aktuellen Kenntnis- und Erfahrungsstandes im Zentrum stehen. In Merkmalen konkreter Situationen sehen Fachkräfte Handlungsnotwendigkeiten, auf diese beziehen sich ihre Absichten und Erwartungen, und in der aktiven Auseinandersetzung wenden sie ihr Wissen und ihre Erfahrung an oder machen neue Erfahrungen. Eine solche Betrachtungsweise wird erst mit der Analysekategorie der Situation möglich. Diese Perspektive einer Wechselwirkung zwischen Situation und der Person in ihrem Erleben und Handeln deckt sich in zentralen Aspekten mit derjenigen, die Zuboff (1988) ihrer qualitativen Untersuchung des Erlebens von Mitarbeitern verschiedener Organisationen im Zuge der Einführung der Computertechnik in den 80-er Jahren zugrundelegt:

"I want to understand the dialectical interchange between human responsiveness (feeling, perceiving, behaving) and what philosophers call the 'life world' or the 'life field'. On the one hand, the human body and its responsiveness actively structure the world, but that world in turn shapes and selects forms of human responsiveness. It is in this perpetual interchange that human meanings take shape and find their expression in feeling and behavior. My shorthand for this perspective is to say that 'feelings are the body's version of a situation'". (S. 423).

Auf der Grundlage dieses "dialektischen" Verständnisses von Situation und Person kann ein Erfahrungsfeld als Ort von Erfahrungsprozessen abgebildet werden, das sich aus einer bestimmten Person und konkreten Situationen zusammensetzt. In der Abbildung 11 wird diese Perspektive verdeutlicht.

Abbildung 11: Das Erfahrungsfeld als die subjektive Sicht von Arbeitenden auf die Situation



Die Situationen, auf die sich das Handeln der Fachkräfte im Erfahrungsfeld der industriellen Produktion bezieht, sind dabei geprägt:

- von der Organisationsform mit der jeweiligen Art und Weise der Arbeitsteilung sowie den formellen und informellen Kooperations- und Kommunikationsweisen,
- von den Arbeits- und Betriebsmitteln mit ihren jeweiligen Funktionalitäten, ihren Handhabungsprinzipien und ihrem Automationsgrad und
- von den jeweiligen Aufgaben, die offiziell oder inoffiziell in den Verantwortungsbereich der Arbeitskräfte übertragen werden.

Vor dem Hintergrund dieses Verständnisses entfaltet das in den Forschungsprojekten umgesetzte Datensample sein "heuristisches" Potential. Durch die Variation der Rahmenbedingungen der Organisation, der Arbeits- und Betriebsmittel und der Aufgaben in den drei verschiedenen Untersuchungsfeldern konnten auch die einzelnen Situationen variiert werden. In allen Untersuchungsfeldern bildeten die Fachkräfte entsprechend ihrer unterschiedlichen Erfahrungen einen unterschiedlichen Blickwinkel aus - zumal sie sich auch in ihrem Erfahrungsgrad unterschieden. Ca. 30% der befragten Fachkräfte hatten eine Berufserfahrung von weniger als zwei Jahren.

Zur Identifizierung von Situationen, zu deren Bewältigung Erfahrung in mehr oder weniger großem Ausmaß notwendig ist, wurde eine kontrastierende Form der Analyse vorgenommen, die sich durch zwei unterschiedliche Aspekte auszeichnete:

- Einerseits wurden Situationen, die von der herkömmlichen Produktionstechnik geprägt sind, solchen gegenübergestellt, die maßgeblich von prototypisch realisierten neuen technischen Komponenten bestimmt werden. Dieses Vorgehen erlaubte eine Erkennung von Erfahrungsanteilen, die ansonsten nicht aufgefallen wären. Manche Effekte ausgebildeter Erfahrung werden erst mit der Veränderung der Situationen bewußt, auf die sie sich beziehen. Darüber hinaus ermöglichten solchermaßen "neue" und den Fachkräften unbekannte Situationen einen guten Zugang zu Prozessen, die mit der Bildung von neuen Erfahrungen einhergingen.

- Andererseits wurden Situationen, die für eine automatisierte Steuerung durch Produktionstechnik "kritisch" oder gut zu bewältigen sind, solchen gegenübergestellt, die "kritisch" für eine Bewältigung durch erfahrende Fachkräfte waren oder von ihnen auf der Grundlage ihrer Kompetenz gemeistert werden konnten.

Die Kennzeichnung einer Situation als "kritisch" bedeutet, daß diese Situation eine Gefährdung für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß darstellt, auf die reagiert werden muß (vgl. Rose & Macher, 1993, S. 612 ff.; Schulze, 1997, S. 164 ff.). Ein anforderungsgerechter Fertigungsprozeß liegt dann vor, wenn die für eine bestimmte Produktion definierten Anforderungen an Zeit, Qualität und Kosten (z.B. Werkzeugstandzeit, Materialkosten, Werkzeugkosten, Bearbeitungs- und Durchlaufzeit, Maschinenkosten etc.) erfüllt werden. Eine kritische Situation im Sinne der Gefährdung eines anforderungsgerechten Fertigungsprozesses zeichnet sich durch das Auftreten von Einflußgrößen aus, die potentiell zu einer Störung des Prozesses führen können. Jeder eingetretenen Störung eines anforderungsgerechten Prozesses muß nach diesem Verständnis eine kritische Situation vorausgegangen sein, die für diese ungünstige Entwicklung ausschlaggebend war.

Kritische Situationen erfordern die Registrierung der auftretenden Einflußgrößen, die Interpretation ihrer Bedeutsamkeit für den anforderungsgerechten Produktionsprozeß, und erfordern eine Entscheidung über einen regulierenden Eingriff sowie dessen Durchführung. Kritische Situationen zeichnen sich somit durch ihr Gefährdungspotential für den anforderungsgerechten Fertigungsprozess aus. Sie lassen sich differenzieren nach solchen Einflußgrößen,

- die kritisch für die automatisierte Planung und Steuerung von Produktionsprozessen sind, in deren Mittelpunkt die zerspanende Herstellung von Werkstücken steht,
- die kritisch für eine Bewältigung durch den Menschen und nach solchen
- die generell in besonders hohem Ausmaß kritisch für den Bearbeitungsprozeß sind.

Die genaue Analyse kritischer Situationen erwies sich in den Untersuchungen in dreifacher Hinsicht als nützlich:

- In der Bewältigung kritischer Situationen zeigt sich besonders deutlich die Erfahrung der Fachkräfte, und insofern sind die kritischen Situationen der Schlüssel zum Phänomen der Erfahrung.
- Die Unterscheidung verschiedener Typen von kritischen Situationen ermöglicht es, Schwachstellen in der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine zu finden.
- Ausgehend von den Schwachstellen der Arbeitsteilung und von den besonderen Kompetenzen der Facharbeiter können Leitlinien für die Gestaltung der Arbeitsorganisation und der Technik formuliert werden.

3.3.4 Variation der qualitativen Erhebungsmethoden

Das in der methodischen Perspektive der Fragestellung skizzierte Problem des Zugangs zum erfahrungsgeliteten Arbeitshandeln wurde in den Forschungsprojekten durch eine Kombination verschiedener qualitativer Erhebungsverfahren angegangen. Intensive teilnehmende Beobach

tungen (vgl. Lamnek, 1988) des Arbeitshandelns von Fachkräften in konkreten Situationen wurden ergänzt durch offene Interviews. Einen Überblick über die im Rahmen der Forschungsprojekte CeA, WesUF und HÜMNOS unter Mitwirkung des Autors durchgeführten teilnehmenden Beobachtungen und offenen Interviews gibt Tabelle 6. In der Tabelle sind die untersuchten Produktionsbereiche den entsprechenden Untersuchungsfeldern zugeordnet. "WOP/1" bezeichnet z.B. einen ganz bestimmten Produktionsbereich, der mit der Ziffer "1" versehen wurde. Damit sind die Produktionsbereiche eindeutig markiert, und es kann gleichzeitig die den beteiligten Fachkräften und Betrieben zugesicherte Anonymität und Vertraulichkeit gewährleistet werden.

Tabelle 6: Durchgeführte teilnehmende Beobachtungen und qualitative Interviews

	Werkstatorientierte		
	Programmierung (WOP)	Modifizierung (WOM)	Überwachung und Kontrolle (WOK)
Dauer der teilnehmenden Beobachtungen pro Produktionsbereich (in Tagen)	WOP/1: 1991 = 7 und 1993 = 13 (CeA) WOP/2: 1991 = 2 und 1994 = 2 (CeA) WOP/3: 1995 = 3 (WesUF) WOP/4: 1997 = 4 (HÜMNOS) WOP/5: 1991 = 2 (CeA) Gesamtdauer: 33 Tage	WOM/1: 1991 = 24 (CeA) WOM/2: 1991 = 14 (CeA) WOM/3: 1994 = 3 (WesUF) WOM/4: 1994 = 3 (WesUF) WOM/5: 1997 = 3 (HÜMNOS) Gesamtdauer: 47 Tage	WOK/1: 1997 = 4 (HÜMNOS) WOK/2: 1997 = 3 (HÜMNOS) WOK/3: 1997 = 4 (HÜMNOS) WOK/4: 1997 = 2 (HÜMNOS) Gesamtdauer: 13 Tage
Interviews mit Werkern pro Produktionsbereich	WOP/1: 1991 = 8 und 1993 = 10 und 1996 = 2 WOP/2: 1991 = 2 und 1993 = 4 WOP/3: 1995: = 2 WOP/4: 1997: = 2 Gesamt: 30 Werker	WOM/1: 1991 = 13 WOM/2: 1991 = 7 WOM/3: 1994 = 4 WOM/4: 1994 = 3 WOM/5: 1997 = 3 Gesamt: 30 Werker	WOK/1: 1997 = 7 WOK/2: 1997 = 5 WOK/3: 1997 = 6 WOK/4: 1997 = 3 Gesamt: 21 Werker
Interviews mit vor- und nachgelagerten Experten	Meister Konstrukteure Arbeitsvorbereiter Qualitätssicherer Betriebsleitung Montage Metallager Gesamt: 25 Mitarbeiter	Meister NC-Programmierer Konstrukteure Arbeitsvorbereiter Qualitätssicherer Betriebsleitung Montage Instandhalter Gesamt: 16 Mitarbeiter	Fertigungsingenieur Instandhalter NC-Programmierer Qualitätssicherer Gesamt: 11 Mitarbeiter

Der Einbezug von Mitarbeitern aus vor- und nachgelagerten Abteilungen sowie von Fachkräften mit unterschiedlichem Ausbildungs- und Erfahrungshintergrund ermöglichte ein Verständnis einzelner Handlungen und Fertigkeiten unter besonderer Berücksichtigung der praktischen Erfahrung vor dem Hintergrund der gesamten Fertigungsorganisation (Carus, Schulze & Golinski, 1995).

Die Art der durchgeführten Beobachtungen läßt sich in Anlehnung an Lamnek (1989, S. 248) wie folgt kennzeichnen:

- Als unstrukturiert und nicht als strukturiert, d.h. es wurden keine Beobachtungskategorien in operationalisierter Form vorgegeben.

- Als offen und nicht als verdeckt, d.h. die Fachkräfte wurden vorher gefragt, ob sie mit einer Beobachtung einverstanden waren.
- Als teilnehmend und nicht als distanziert beobachtend, d.h. es wurde versucht, sich in die Arbeitenden und in ihre spezifische Sicht auf die vorliegenden Situationen "einzufühlen".

Teilnehmende Beobachtungen haben zum Ziel, das soziale Verhalten von einzelnen Menschen oder Gruppen in einer möglichst authentischen und von der Anwesenheit der Forschungspersonen möglichst unveränderten Art und Weise zu erfassen. Dies ist allerdings ein kaum je vollständig einlösbarer Anspruch. Ein im Feld anwesender Beobachter verändert das Verhalten und Erleben der - offen - beobachteten Personen immer in einem bestimmten Ausmaß. In den Untersuchungen wurde versucht, diese Effekte möglichst gering zu halten. Als eine gute Möglichkeit hat sich die Beteiligung der Fachkräfte an der Auswahl der beobachteten Sachverhalte und Ereignisse erwiesen. Im Mittelpunkt der teilnehmenden Beobachtungen standen in den Untersuchungen Situationen, in denen die Fachkräfte entweder selbst eingreifen und aktiv werden oder aber in denen sie sich Hilfe holen mußten. Zwar wurde gemeinsam mit Fertigungsplanern oder Meistern bereits im Vorfeld eine Vorauswahl getroffen, so daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten solcher Situationen in der Zeitspanne der teilnehmenden Beobachtungen als hoch einzuschätzen war. Da die Produktionsbereiche jedoch zum Teil sehr groß waren - im Bereich der Massenfertigung handelte es sich teils um Produktionslinien mit bis zu 100m Ausdehnung - konnten die Forschungspersonen nur in Ausnahmefällen an den Maschinen zugegen sein, an denen sich gerade eine kritische Situation ereignete. Nach dem Kennenlernen des Untersuchungsinteresses riefen die Fachkräfte sehr häufig die Forscher hinzu, wenn an ihren Arbeitsplätzen eine kritische Situation auftrat.

Die in der teilnehmenden Beobachtung aufgenommenen Aspekte wurden auf Stellwänden in einer für die Fachkräfte gut sichtbaren und leicht zugänglichen Form festgehalten. Verbesserungen und Kritik konnten direkt angebracht werden - was von den Fachkräften im Laufe der teilnehmenden Beobachtungen nach einer ersten Zurückhaltung in zunehmendem Maße in Anspruch genommen wurde. Auf diese Weise gelang es, über die direkt Befragten hinaus noch weitere Interessierte einzubeziehen. Auch die Transparenz der Untersuchung konnte dadurch für alle Werkstattmitarbeiter erhöht werden.

In enger Verschränkung mit den teilnehmenden Beobachtungen wurden mit Werkern und mit Mitarbeitern entlang von Prozeßketten offene Interviews geführt. In den Untersuchungen hat es sich als sehr nützlich erwiesen, Interviews nicht zu Beginn oder am Ende der Beobachtungsphasen, sondern in deren Mitte durchzuführen. In der Regel hatte sich zu diesem Zeitpunkt bereits ein gegenseitiges Vertrauen aufgebaut, das für die Interviews von zentraler Bedeutung war. Infolge des ausführlichen gegenseitigen Kennenlernens in den teilnehmenden Beobachtungen verloren die Fachkräfte in den Interviews ihre anfängliche Scheu, sich auf so diffizile Themen einzulassen, wie z.B. das der Bedeutung von Gefühlen für die tägliche Arbeit. Ebenfalls erwies es sich im Zusammenhang mit dem Untersuchungsgegenstand der erfahrungsgeliteten Arbeit als besonders hilfreich, sich im Gespräch auf gemeinsam erlebte Ereignisse aus der teilnehmenden Beobachtung beziehen zu können. So konnten einerseits die Fachkräfte geschilderte Sachverhalte mit Beispielen veranschaulichen, die auch die Forschungspersonen zuvor miterlebt hatten. Andererseits konnten auch die Forscher in den Interviews nachfragen, wodurch sich eine

bestimmte Situation in der teilnehmenden Beobachtung aus der Sicht des Interviewpartners auszeichnete. Fand nach den Interviews wiederum eine Phase teilnehmender Beobachtung statt, so holten die Fachkräfte die Forscher häufiger an ihre Arbeitsplätze, um etwas zu zeigen oder vorzumachen. Insbesondere diese beiden Mitteilungsarten stellten sich als besonders geeignet heraus, um sich über Phänomene der Erfahrung auszutauschen, ohne sie verbal beschreiben zu müssen.

Die Interviews wurden von vornherein dialogartig angelegt. Sie zeichneten sich durch ein hohes Ausmaß an Austausch zwischen der oder den Forschungspersonen und den Fachkräften aus. Dies erwies sich bei dem Thema der Erfahrung als ein sehr fruchtbarer Ansatz. Eingeleitet wurden die Interviews mit einer sog. "Intervieworientierung". Die Fachkräfte wurden in einer erzählgenerierenden Art und Weise mit den allgemeinen Themenstellungen vertraut gemacht. Diese wurden schriftlich fixiert und zur Orientierung zwischen Interviewer und Interviewpartner platziert. Eine typische Intervieworientierung enthielt z.B. die folgenden Themen:

- Bitte beschreiben Sie Ihren beruflichen Werdegang und Ihren Weg durch die Firma.
- Durch welche Aufgaben und Tätigkeiten zeichnet sich Ihre Arbeit an der CNC-Werkzeugmaschine/der Transferstraße aus?
- Was zeichnet einen "guten" Facharbeiter aus? Wie wird man ein "guter" Facharbeiter?
- Welche kritischen Situationen treten Ihrer Ansicht nach typischerweise an den Maschinen auf? Welche Situationen erfordern einen "erfahrenen" Facharbeiter?
- Welche Kooperations- und Kommunikationswege und -partner sind für Sie besonders wichtig? Mit welchen Mitarbeitern haben Sie am meisten Kontakt?

Die Bitte nach der Beschreibung des beruflichen Werdegangs hatte dabei eine "warming up" Funktion, die sich in den Gesprächen gut bewährt hat. Weiterhin hat sich eine non-direktive, feinfühlig und gleichzeitig aktive und Angebote unterbreitende Gesprächsführung als angemessen herausgestellt, um sich über das Thema der Erfahrung zu verständigen. Von den Fachkräften oder auch von dem Interviewleiter wurden des öfteren Analogien zum Autofahren, zur Musik oder auch zum Sport herangezogen. Durch diese Beispiele wurden erfahrungsbezogene Phänomene im Kontext der Arbeit mit Werkzeugmaschinen auf einen Gegenstandsbereich übertragen, in dem sich beide Interviewpartner auskannten. Durch diesen Perspektivwechsel wurden neue Einsichten über die Wirkweise von Erfahrung möglich.

Der enge Bezug zwischen qualitativen, offenen Interviews und den teilnehmenden Beobachtungen hat auch für die Güte der Forschungen wesentliche Bedeutung. Durch die wechselseitigen Bezugsmöglichkeiten zwischen Beobachtetem und Besprochenem über eine Triangulation (vgl. Zuboff, 1988, S. 425) eine Erhöhung der Validität und der Reliabilität des Beobachteten bzw. des Erzählten erreicht. Ein weiteres Gütekriterium der durchgeführten Forschungen besteht in diesem Zusammenhang in der schnellen Rückmeldung der Ergebnisse an die beteiligten Fachkräfte. In allen Projekten wurden die erzielten Ergebnisse - sehr häufig in Form von Konzepten für eine bessere technische Unterstützung der erfahrungsgeleiteten Arbeit - in Gruppenveranstaltungen mit den Fachkräften diskutiert. Die Fachkräfte trugen entscheidend hier zur Qualität der erzielten Ergebnisse bei, indem sie zum Teil in höherem Ausmaß als von den Forschungspersonen erwartet auf Korrekturen und Änderungen beharrten.

Neben den teilnehmenden Beobachtungen und offenen Interviews kamen auch Gruppendiskussionen, Formen der Legetechnik z.B. zur grafischen Veranschaulichung typischer Handlungswege (Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 23 ff.) und eine sog. "retrospektive Handlungsanalyse" zum Einsatz. Ganz ähnlich wie es aktuell auch Hamborg & Greif als "*heterarchische Aufgabenanalyse*" (1999, S. 147-177) beschreiben, wurden den Fachkräften Videoaufzeichnungen ihres Handelns mit Interaktionssystemen vorgeführt. Die Fachkräfte, aber auch die Untersucher, konnten das Band stoppen, wenn ihrer Ansicht nach besondere Phänomene im Umfeld erfahrungsgeliteten Handelns auftraten. Die Methode der Videoaufzeichnung erwies sich als ein geeigneter Weg, um beim gemeinsamen Betrachten des Mitschnitts situationsbezogene Erinnerungen an Handlungen, Gedanken und Emotionen oder Befindlichkeiten während der Bearbeitung zu aktivieren.

3.4 Forschungsvorgehen und Auswertung

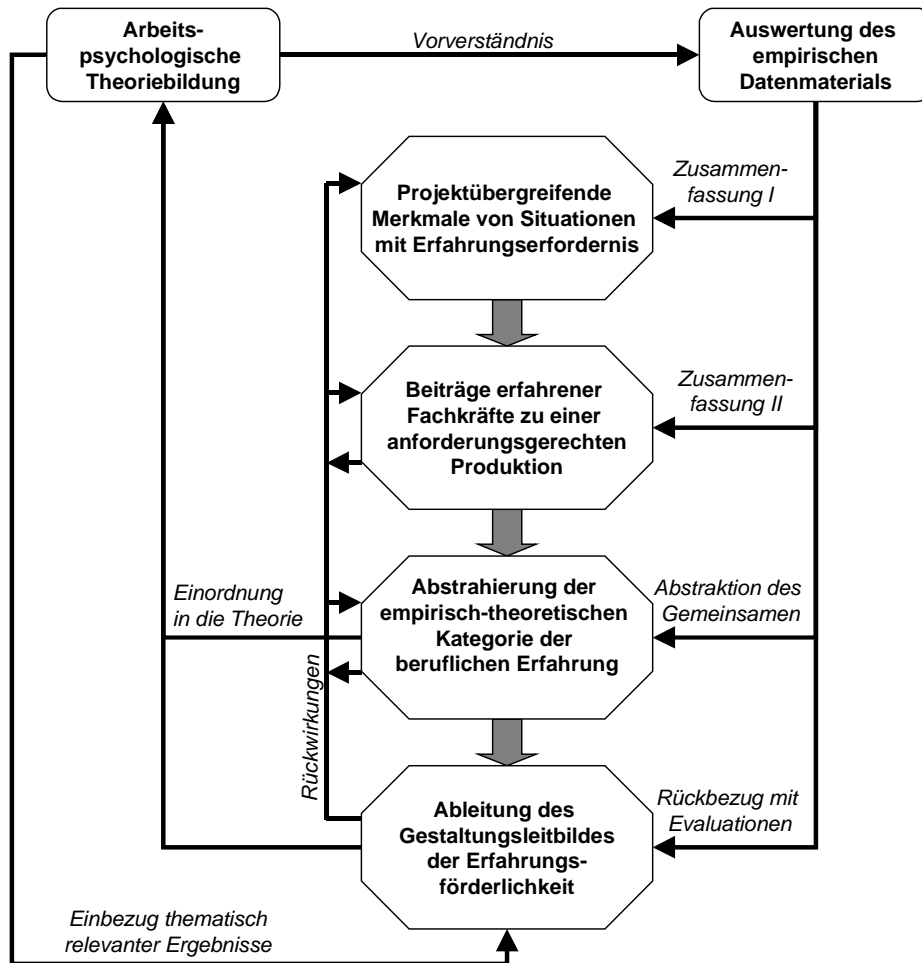
Die vorliegende Arbeit nutzt zur Beantwortung der phänomenalen sowie der gestaltungs- und theoriebezogenen Aspekte der Fragestellung die in den Forschungsprojekten erhobenen Daten und setzt auf den hier erzielten Ergebnissen auf. Sie vollendet den in den einzelnen Forschungsprojekten begonnenen qualitativen Prozeß, indem sie das vorliegende Datenmaterial einer übergeordneten Analyse auf Gemeinsamkeiten unterzieht. Eine solche Metaanalyse mit dem Fokus auf das erfahrungsgelitete Arbeitshandeln konnte im Rahmen der jeweiligen Projektarbeiten nicht mit der notwendigen Tiefe und Präzision durchgeführt werden. Zum einen ließ die fristgerechte Bearbeitung der Projekte dafür keinen Raum und zum anderen stand das Thema der Erfahrung nicht zentral im Mittelpunkt, wie bereits anhand der Übersicht über die Inhalte der Forschungsprojekte in Tabelle 4 auf S. 28 verdeutlicht wurde.

In der Abbildung 12 sind der Ablauf und die innere Logik der Metaauswertung skizziert. Die wesentlichen Stationen des Auswerteprozesses bestehen in:

- a) Ergebnissen zu den Merkmalen von Situationen, zu deren Bewältigung Erfahrung notwendig ist, auf der Grundlage einer ersten Zusammenfassung des Datenmaterials.
- b) Ergebnissen zu den Beiträgen erfahrener Fachkräfte zu einer anforderungsgerechten Fertigung auf der Grundlage der Ergebnisse von a) und einer zweiten Verdichtung des Datenmaterials.
- c) Der Erarbeitung einer empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung auf der Grundlage von a) und b) und auf der Grundlage einer Abstraktion des Gemeinsamen in den Daten.
- d) Der Ableitung des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit auf der Grundlage des erarbeiteten empirisch-theoretisch Konzeptes der beruflichen Erfahrung und auf der Grundlage eines Rückbezuges sowie einer Ergänzung von Ergebnissen aus den Evaluationen prototypisch realisierter Lösungen von eigener, aber auch von anderer Seite.

Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 12 verdeutlicht, dabei stellen die dünner gezeichneten Pfeile inhaltliche Beziehungen dar, während die dickeren Pfeile die zeitliche Hauptrichtung des Auswerteprozesses wiedergeben. Auf jeder Stufe der Auswertung fand darüber hinaus eine Überarbeitung der bereits erzielten Analyseergebnisse statt.

Abbildung 12: Der Prozeß der Metaauswertung



Die Auswertung des in den Forschungsprojekten erhobenen Datenmaterials erfolgte auf dem Hintergrund des theoretischen Vorverständnisses, das im Rahmen der theoretischen Perspektive der Fragestellung beschrieben wurde (siehe Kapitel 3.1.4, S. 36 ff. und den Pfeil "Vorverständnis" in Abbildung 12). Die Analyse der arbeitspsychologischen Theorie zu Beginn des Auswerteprozesses hatte ergeben, daß spezifische Phänomene im Zusammenhang mit Erfahrung und implizitem Wissen durch handlungsregulationstheoretische Phänomene nicht vollständig abgebildet werden können. Deshalb wurde entschieden, durch eine mehrere Zyklen umfassende Analyse auf Gemeinsamkeiten zu einer empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung zu kommen. In Anlehnung an den Ansatz der "Grounded Theory" nach Glaser & Strauss (1967) handelt es sich dabei um eine Form der Theorieentwicklung, die in dem empirischen Material ihren Ausgang nimmt. Dieses Vorgehen liegt auch der entdeckenden Strategie nach Kleining (1995) zugrunde. Kleining charakterisiert diese Strategie durch die zunehmende Abstraktion auf der Basis sukzessive voranschreitender Zusammenfassungen (1995, S. 242-249). Die Ergebnisse der jeweiligen Analyse auf Gemeinsamkeiten werden dabei als vorläufig angesehen, bis sie sich am Ende des Auswerteprozesses festigen. Die Theoriebildung startet somit induktiv, auf den weiteren Stufen der Auswertung kommen jedoch zunehmend auch deduktive Formen im Wechselspiel mit weiteren induktiven Analyseschritten zum Zuge. Die erarbeiteten Ergebnisse leiten dann die Suche nach Gemeinsamkeiten mit dem neu in die Auswertung einfließenden

Material. Entscheidend ist auch hier das Kriterium der Offenheit: Nicht die Bestätigung der Annahmen ist das Ziel, sondern die sukzessive Ausweitung der Reichweite der Gemeinsamkeiten. Die erarbeitete und in den Daten gründende Theorie ist dann gesättigt, wenn Perspektivvariationen nicht mehr zu weiteren Veränderungen und Widersprüchen führen und die Ergebnisse der Auswertung somit maximal an den Gegenstand angepaßt sind. Diesen Prozeß faßt Kleinig (1995) selbst wie folgt zusammen:

"Fazit: Die nach Regel 3 (Variation der Perspektiven, Anmerkung des Autors) erstellten maximal verschiedenen Daten zu jeweils demselben Gegenstand werden zusammengefaßt. Diese 'Zusammenfassung' (Hervorhebung v. Verf.) entsteht in der qualitativ-heuristischen Methodik durch Analyse, die darin besteht, daß das Gemeinsame aus den konkreten Daten abstrahiert wird". (S. 249).

Die verschiedenen Schritte des Analyse- und Auswerteprozesses zeichnen sich durch die folgenden Merkmale aus:

(1) Auswahl von thematisch besonders aussagekräftigen Interviews und Protokollen der teilnehmenden Beobachtungen

Aus dem Pool der in den Forschungsprojekten CeA, WesUF und HÜMNOS geführten Interviews wurden jene für eine Nachauswertung ausgewählt, die die einzelnen Untersuchungsfelder in ihrer jeweiligen Breite repräsentieren. Die Nachauswertung wurde nötig, da im Laufe des Analyseprozesses sich das Verständnis von Erfahrung wesentlich geändert und geschärft hatte. Insbesondere traten Zusammenhänge zwischen Erfahrung und Gefühlen weiter in den Mittelpunkt. In der Folge wurden nun Interviewpassagen in die Auswertung einbezogen, die zuvor noch nicht als "erfahrungshaltig" eingeschätzt wurden. In einzelnen Fällen wurden auch ältere Passagen verworfen. In der Tabelle 7 sind die Interviews zusammengestellt, die in die Zusatzauswertung eingeflossen sind. Bezugnehmend auf die Benennung der einzelnen Produktionsbereiche wurden die Interviews mit einer kodifizierten Kennung versehen, um wiederum die Identität der Interviewten schützen zu können. Die Bezeichnung "WOP/3_W-1" kennzeichnet das Interview mit dem Werker 1 aus dem Produktionsbereich 3, der dem Untersuchungsfeld WOP zugerechnet wurde.

Tabelle 7: Übersicht über nachausgewertete Interviews

	Werkstatorientierte		
	Programmierung (WOP)	Modifizierung (WOM)	Überwachung und Kontrolle (WOK)
Nachausgewertete teilnehmende Beobachtungen (TB), Interviews mit Fachkräften (W) und Gruppendiskussionen (GD)	WOP/1_W-1	WOM/1_W-1	WOK/1_TB
	WOP/1_W-2	WOM/1_W-2	WOK/1_W-1
	WOP/1_W-3	WOM/1_W-3	WOK/1_W-2
	WOP/1_W-4	WOM/1_W-4	WOK/1_W-3
	WOP/1_W-5	WOM/1_W-5	WOK/1_GD
	WOP/1_W-6	WOM/1_W-6	WOK/2_GD
	WOP/1_GD	WOM/1_TB	WOK/3_W-1
	WOP/1_TB	WOM/2_W-1	WOK/3_W-2
	WOP/2_GD	WOM/2_W-2	WOK/3_W-3
	WOP/3_W-1	WOM/2_W-3	WOK/3-TB
	WOP/3_W-2	WOM/3_GD-1	WOK/4_GD
	WOP/3_GD	WOM/4_GD-1	
	WOP/3_TB	WOM/5_W-1	
	WOP/4_W-1	WOM/5_W-2	
	WOP/4_W-2		
	WOP/5_W		
	Gesamt: 16 Transkripte	Gesamt: 13 Transkripte	Gesamt: 11 Transkripte
Nachausgewertete Interviews mit Experten	WOP/1-Meister	WOM/1_Arbeitsvorbereiter	WOK/1_Fertigungsingenieur
	WOP/1-Monteur	WOM/2_Arbeitsvorbereiter	WOK/2_Instandhalter
		WOM/1_NC-Programmierer	WOK/2_Instandhalter-GD
			WOK/3_NC-Programmierer
	Gesamt: 2 Interviews	Gesamt: 2 Interviews	Gesamt: 4 Interviews

(2) Identifikation von Transkriptpassagen und untersuchungsfeldbezogene Zuordnung zu der Kategorie der "Situationen mit Erfahrungserfordernis"

Die Analyse auf Gemeinsamkeiten mit dem Ziel der Ermittlung charakteristischer Merkmale von Situationen mit Erfahrungserfordernis beruhte insgesamt auf zwei verschiedenen Quellen:

- Auf den Passagen der Interviews und teilnehmenden Beobachtungen, die im Rahmen der Forschungsprojekte CeA, WesUF und HÜMNOS den Kategorien der "kritischen Situationen" für die automatisierte Steuerung, für den Menschen oder für den Bearbeitungsprozeß generell zugeordnet wurden.
- Auf den Passagen der Interviews und teilnehmenden Beobachtungen, die in der Nachanalyse den Kategorien der "Situationen mit Erfahrungserfordernis" zugeordnet wurden.

Zunächst wurden die untersuchungsfeldspezifischen Merkmale "kritischer" Situationen herausgearbeitet, um im zweiten Schritt dann die ermittelten spezifischen Merkmale einer weiteren Analyse auf Gemeinsamkeiten zu unterziehen. Durch die darauf aufbauende Analyse von Merkmalen die entweder für den rechnergesteuerten Bearbeitungsprozeß oder aber für den Prozeß als solchem "kritisch" sind, konnten letztlich die Kennzeichen herausge-

arbeitet werden, durch die sich Situationen auszeichnen, zu deren Bewältigung Erfahrung notwendig eingebracht werden muß.

(3) Analyse der Art und Weise, wie Fachkräfte die Situationen mit Erfahrungserfordernis bewältigen

Das Ausgangsmaterial dieser Analyse besteht in den teilnehmenden Beobachtungen und den qualitativen Interviews mit Fachkräften in den verschiedenen Untersuchungsfeldern. Angelehnt an die Methode der "*critical incidents*" nach Flanagan (1954, S. 327-358) wurde v.a. nach positiven Ereignissen gesucht, in denen Fachkräften die Initiierung und Aufrechterhaltung des computergesteuerten Produktionsprozesses gelang. Die Analyse bezüglich des Beitrags der erfahrenen Fachkräfte zur anforderungsgerechten Produktion konnte jedoch in höherem Ausmaß auf den Ergebnissen der Forschungsprojekte CeA, WesUFund HÜMNOS aufsetzen, da in jedem Projekt für die jeweiligen Betriebe und Produktionsbereiche bereits Leistungen beschrieben wurden, die in den Analysen auf Erfahrung zurückgeführt worden waren. Diese Ergebnisse wurden zusammengetragen und den einzelnen Untersuchungsfeldern zugeordnet. Ergänzt durch die Interviewpassagen in den Kategorien zu den jeweiligen Tätigkeiten (Arbeitsplanung, Programmierung, Einrichten, Bearbeiten, Auswerten, Diagnose, Wartung und Kommunizieren) konnten Gemeinsamkeiten in den untersuchungsfeldspezifischen Beiträgen entdeckt werden, die die Fachkräfte auf der Basis ihrer Erfahrung zur jeweils anforderungsgerechten Fertigung beitrugen.

(4) Abstrahierung der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung

Diesem Analyseschritt liegen die folgenden Datenquellen zugrunde:

- Passagen aus den teilnehmenden Beobachtungen und Interviews, die einen engen Zusammenhang mit Erfahrungsphänomenen aufweisen. Es wurde gesucht nach Begriffen wie z.B. "*Ahnungen*", "*das habe ich im Gefühl*" oder wenn auf Nachfragen geantwortet wurde, daß eine bestimmte Interpretation oder Handlung der "*Erfahrung*" bedürfe. Diese Passagen waren bisher nur für das Projekt CeA ausgewertet worden, nicht aber in den Projekten WesUF und HÜMNOS.
- Interviewpassagen, die den Kategorien des "Normalen" oder des "Kritischen" zugeordnet wurden. Das Unterscheidungskriterium bestand hier darin, ob die Fachkräfte aus ihrer Sicht eine bestimmte Situation als "normal" oder als "kritisch" im Sinne einer Abweichung von dem anforderungsgerechten Bearbeitungsverlauf bezeichneten. Dabei wurde abstrahiert, ob sich diese Kennzeichnung auf die automatisierte Planung und Steuerung, auf die Bewältigung durch Fachkräfte oder generell auf den Prozeß bezog. Die Kategorie des "Normalen" stellte sich erst im Laufe der Auswertearbeiten im Rahmen des Projektes HÜMNOS heraus, konnte hier aber noch nicht systematisch einbezogen werden.
- Ergebnisse die v.a. im Projekt CeA bereits zur Bedeutung von Erfahrung im Arbeitshandeln mit CNC-Werkzeugmaschinen in den Untersuchungsfelder WOP und WOM erzielt worden waren.
- Ergebnisse, die aus der aktuellen Analyse der Bewältigung von Situationen mit Erfahrungserfordernis entstanden waren.

Im Unterschied zu den vorhergehenden Analyseschritten fand an dieser Stelle keine untersuchungsfeldspezifische Analyse statt. Die Analyse der Auswertekategorie der Erfahrung mit dem Ziel der Abstrahierung der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung bezieht sich auf übergreifende Erkenntnisqualitäten von Erfahrung, auf die psychische Repräsentation von Erfahrung im Erleben, und auf den Zusammenhang der Erfahrung mit Emotion und Motivation.

(5) *Die Ableitung des Gestaltungsleitbildes*

Der letzte Schritt der Auswertung des empirischen Materials beruht auf einer Ableitung von Gestaltungsanforderungen zur Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit. Der Auswertung lagen die folgenden Datenquellen zugrunde:

- Eine erste Quelle besteht in den organisatorischen Lösungen und technischen Prototypen, die in den Forschungsprojekten CeA, WesUF und HÜMNOS entwickelt und evaluiert wurden.
- Eine zweite Quelle besteht in thematisch relevanten Gestaltungsprojekten, die in der einschlägigen Literatur beschrieben sind.
- Eine dritte Quelle besteht in Konzeptentwürfen für produktionstechnische Komponenten, wie sie in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Partnern von Forschungsinstituten und Industriepartnern zur Vorbereitung neuer Forschungsprojekte entwickelt wurden.
- Eine vierte Quelle besteht in den Ergebnissen der Analyse von "kritischen" Situationen für eine Bewältigung durch Fachkräfte.
- Eine fünfte Quelle besteht in den erzielten Ergebnissen zu der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung

Das auf diese Weise erarbeitete Leitbild diente als Struktur für eine Sortierung der in den Projekten durchgeführten Evaluationen neu entwickelter organisatorisch-technischer Maßnahmen und Prototypen. Die Evaluationen neuer technischer Produktionskomponenten mit Beteiligung von Fachkräften sind unter Mitarbeit des Autors an anderen Stellen bereits ausführlich beschrieben worden (Carus, Schulze & Golinski, 1995, 103-124; Schulze, 1996, S. 173-205; Schulze, Rose & Witt, 1999, S. 113-134). Von daher kann eine ausführliche Beschreibung des Ablaufs der Evaluationen unterbleiben. Ein zentrales Merkmal der Evaluationen neuer technischer Bausteine bestand darin, daß sie sowohl in praxisbezogenen Aufgabenszenarien in den Laboratorien der technischen Institute, im praxisnahen Umfeld von Produktionsunternehmen und auch in mehrmonatigen Feldversuchen unter Produktionsbedingungen stattfanden. Einen Überblick gibt Tabelle 8.

Tabelle 8: Übersicht über Evaluationen von Prototypen in Labor und Feld

	Werkstatorientierte		
	Programmierung (WOP)	Modifizierung (WOM)	Überwachung und Kontrolle (WOK)
Evaluationen prototypischer technischer Komponenten	Körperschallsensor: Feld (CeA) Positionierbares Kühlschmiermittel: Feld (CeA) Einrichteblattverwaltung: Feld (CeA) Objektorientierte Steuerung: Laborversuch (WesUF) Einheitliches Bedienfeld: Labor und Feld (HÜMNOS)	Körperschallsensor: Laborversuch & Feld (CeA) Rotoclear: Laborversuch & Feld (CeA) Joystick und kraftrückgekoppelter Override: Laborversuch (CeA) Objektorientierte Steuerung: Laborversuch (WesUF) Einheitliches Bedienfeld: Labor und Feld (HÜMNOS)	Einheitliches Bedienfeld: Labor & Feld (HÜMNOS) Erfahrungsorientiertes Diagnosemodul: Labor (HÜMNOS)
Aufgaben-szenarien der Evaluationen im Labor	Erstellen eines NC-Bearbeitungsprogrammes mit Hilfe von Bearbeitungsobjekten anhand technischer Zeichnungen verschiedenen Schwierigkeitsgrades (WesUF): Schulze, 1996, S. 173-205)	Optimieren eines extern erstellten NC-Programms mittels Veränderungen von Bearbeitungsobjekten (WesUF: Schulze, 1996, S. 173-205)	Durchführen eines Werkzeugwechsels an einer simulierten Maschine und Lokalisation der Ursache einer simulierten Maschinenstörung und Eingabe in das erfahrungsorientierte Diagnosesystem (HÜMNOS: Schulze, Rose & Witt, 1999, S. 113-134)

Durch diese verschiedenen Analyseschritte entstand ein empirisch gestütztes und arbeitspsychologisch relevantes Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit. Dieses Konzept beinhaltet eine Beschreibung von erfahrungsnotwendigen Situationen, wie auch von typischen erfahrungsbezogenen Beiträgen qualifizierter Fachkräfte zu einer anforderungsgerechten Produktion. Darüber hinaus beinhaltet es eine genauere Bestimmung der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung und mündet schließlich in ein Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit. Auf der Grundlage dieses umfassenden Konzeptes werden auch Beiträge zur Theoriebildung in der Arbeitspsychologie möglich.

Somit ist der Auswerte- und Analyseprozeß in seinen Grundzügen umrissen. Bevor nun die Ergebnisse der verschiedenen Analyseschritte dargestellt werden, erscheinen noch einige wenige Anmerkungen zu der Verwendung von Zitaten im Rahmen der Ergebnisdarstellungen notwendig. Im Rahmen der Ergebnisdarstellung kommt Zitatbeispielen die Funktion der Verdeutlichung der erreichten Analyse zu. Zu diesem Zweck wurden dafür exemplarische und eindrucksvolle Zitatbeispiele ausgewählt. Sie sind typisch für die Gesamtheit der Interviewpassagen, die zu der jeweiligen Erkenntnis geführt haben. Wenn aus bestimmten Produktionsbereichen keine Zitatbeispiele ausgewählt wurden, so hängt dies nur mit Fragen der Ergebnispräsentation zusammen. In der Analyse kam allen ausgewerteten Interviews ein gleich zentraler Stellenwert zu.

4 Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis

Ein erstes Ergebnis der Analyse des empirischen Materials, das im Zuge der Untersuchungen des Arbeitshandelns von Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen erhoben wurde, besteht in der Identifikation von Situationen mit Erfahrungserfordernis. Darunter werden nachfolgend Situationen verstanden, zu deren Bewältigung der Einsatz von beruflicher Erfahrung sich als notwendig herausgestellt hat. Erfahrung wird an dieser Stelle vorläufig umschrieben als "Fingerspitzengefühl", "Know-how" oder als praktische Kompetenz, die im Laufe einer mehrjährigen Berufspraxis in dem jeweiligen Produktionsbereich erworben wurde.

Für die Identifikation von Situationen mit Erfahrungserfordernis hat sich der Vergleich zwischen verschiedenen Arten "kritischer" Situationen als sehr hilfreich erwiesen (vgl. S. 67). In den teilnehmenden Beobachtungen konnten die "kritischen" Situationen weiter differenziert werden, je nachdem, ob sie eine Gefährdung für die rechnergesteuerte und automatisierte Planung, für die Bewältigung durch den Menschen oder generell für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß darstellen. In Tabelle 9 sind diese Situationen näher beschrieben.

Tabelle 9: Verständnis von kritischen Situationen

Bezug		Beschreibung
Maschine	Kritisch für eine automatische Planung und Regelung	d.h. es treten Einflußgrößen (wie z.B. Verschleiß, Späne) auf, die für die Planung und Durchführung des Produktionsprozesses störend sind und die in ihrem Einfluß auf die Qualität von einem technischen System nicht exakt bestimmbar oder/und nicht in adäquate (Maschinen-) Reaktionen überführbar sind
Mensch	Prinzipiell kritisch für menschliches Wahrnehmen und Eingreifen	d.h. es treten Einflußgrößen auf, die für die Planung und Durchführung des Produktionsprozesses störend sind, die aber entweder dem menschlichen Wahrnehmen prinzipiell nicht zugänglich sind (z.B. weil sie unter der Wahrnehmungsschwelle liegen), oder die durch menschliches Eingreifen prinzipiell nicht beeinflussbar sind (z.B. weil ein Prozeß unterhalb der menschlichen Reaktionszeiten liegt)
	Kritisch für Erwerb, Einbringen und Transfer menschlicher Kompetenz	d.h. es treten Einflußgrößen auf, die für die Planung und Durchführung des Produktionsprozesses störend sind, die jedoch mangels Erfahrung und Wissen oder aufgrund momentaner Umstände (z.B. Monotonie, Arbeitsklima, Streß) nicht angemessen berücksichtigt werden, da wichtige Komponenten menschlichen Arbeitshandelns wie z.B. Aufmerksamkeit und emotionale Involviertheit behindert sind
	Kritisch für kooperative Bewältigung und Erfahrungsweitergabe	d.h. für Planung, Optimierung oder Aufrechterhaltung des Fertigungsprozesses ist die Zusammenarbeit mit anderen Personen oder Abteilungen erforderlich. In dieser Zusammenarbeit treten Schwierigkeiten auf, die den Fertigungsprozeß beeinträchtigen (können).
Prozeß	für den Bearbeitungsverlauf	d.h. es treten Einflußgrößen auf, die in bestimmten Abschnitten (z.B. während der Aufspannung oder während der Endmaßfertigung) die Qualität des Produktionsprozesses nachhaltiger stören, als wenn sie in anderen Abschnitten auftreten

Auf die Situationen, die für eine Bewältigung durch den Menschen "kritisch" sind, wird an dieser Stelle nicht gesondert eingegangen. Zum einen sind einzelne Aspekte schon des öfteren

beschrieben worden (Schulze, 1998, S. 355-380; Schulze & Carus, 1995, S. 33-48), darüber hinaus sind sie implizit in dieser Arbeit immer wieder Thema (vgl. v.a. Kapitel 1, S. 185 ff.). Zum anderen hat sich für die Identifikation von Situationen mit Erfahrungserfordernis v.a. der Vergleich zwischen den Situationen als besonders fruchtbar herausgestellt, die entweder für die rechnergesteuerte Automationstechnik oder aber für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß "kritisch" sind. Durch die Analyse der Gemeinsamkeiten zwischen diesen beiden Typen wurde eine Bestimmung der Merkmale von Situationen möglich, für deren Bewältigung Erfahrung notwendig ist.

Nachfolgend werden zunächst die Ergebnisse zu den beiden Typen kritischer Situationen dargestellt, um dann darauf aufbauend die Merkmale zu bestimmen, durch die sich Situationen mit Erfahrungserfordernis auszeichnen.

4.1 Merkmale kritischer Situationen für die automatisierte und zentralisierte Produktion

Wichtige Anhaltspunkte für die Bestimmung von Situationen mit Erfahrungserfordernis leiten sich aus den Grenzen der automatisierten Steuerung und Regelung industrieller Produktionsprozesse ab. Wenn eine zentrale Steuerung und Regelung in der Produktion ohne besondere Schwierigkeiten gelingen würde, dann würde dies bedeuten, daß zur Initiierung und Gewährleistung anforderungsgerechter Produktionsprozesse Erfahrung im eingangs genannten Sinne nicht erforderlich ist. Die automatisierte Steuerung und Regelung wird hier verstanden als eine, die auf Wenn-Dann-Beziehungen und auf einer grundsätzlichen Berechenbarkeit von Ist- und Sollzuständen sowie ihrer Überführung gründet. Die in den Untersuchungen vorgefundenen kritischen Situationen können vier verschiedenen Funktionsbereichen der industriellen Fertigung zugeordnet werden:

- **Steuerung der Auftragsabwicklung**

Die Steuerung des Durchlaufes von Aufträgen durch die einzelnen Stationen der produzierenden Prozeßkette wird nachfolgend unter dem Begriff der "Auftragsabwicklung" zusammengefaßt. Die Steuerung der Auftragsabwicklung betrifft u.a.

- die Planung und Steuerung der an einem Werkstück durchzuführenden Arbeitsgänge,
- die Verteilung von Aufträgen zu Maschinen (Maschinenbelegung),
- die Abarbeitungsreihenfolge von Aufträgen an den einzelnen Maschinen (Auftragsreihenfolgeplanung),
- die Terminierung der einzelnen Arbeitsgänge sowie die
- Organisation und Sicherstellung der zur jeweiligen Bearbeitung benötigten Ressourcen und Betriebsmittel.

In den untersuchten Produktionsbereichen wurde zumindest eine grobe zeitlich-kapazitive Disposition der Auftragsabwicklung in arbeitsvorbereitenden Abteilungen vorgenommen, die der Fertigung vorgelagert sind. In kleineren Betrieben mit kundenorientierter Einzelfertigung (Untersuchungsfeld WOP) erfolgte die Disposition in enger Absprache zwischen der Arbeitsvorbereitung, den Meistern und den Arbeitskräften in der Werkstatt. Waren die Werker hier häufig unmittelbar einbezogen und spielten ihre Einschätzungen bezüglich der Bearbeitungszeiten sowie der technologischen Qualität eine bedeutende Rolle, so nahm dieser Anteil mit zunehmender Losgröße und zunehmender Automatisierung immer weiter

ab. In der Massenfertigung mit Transferstraßen (Untersuchungsfeld WOK) nahmen die Systemführer die noch notwendigen feinsteuernenden Tätigkeiten wahr. Ein Beitrag von Fachkräften konnte hier nur in geringem Ausmaß beobachtet werden.

- **Festlegung der Bearbeitungsstrategie**

Unter der Festlegung der Bearbeitungsstrategie wird die maschinenbezogene Planung der Art und Weise der zerspanenden Bearbeitung zur Umsetzung der vorgegebenen geometrischen, technologischen und zeitlich-kapazitiven Vorgaben gefaßt. Darunter fallen alle Festlegungen, die getroffen werden müssen, bis die maschinelle Bearbeitung gestartet werden kann. Dazu gehören u.a.:

- Die Festlegung eines geeigneten Werkstoffes.
- Die Zuordnung von Aufträgen zu Maschinen.
- Die Festlegung adäquater Fertigungsmaße und Aufmaße.
- Die Festlegung fertigungsgerechter Werkzeuge.
- Die Planung der Aufspannung des Werkstücks auf dem Bearbeitungstisch der Maschine.
- Die Erstellung von NC-Programmen incl. der Festlegung von Bearbeitungsschritten, von Technologiewerten.
- Die Festlegung angemessener Verfahrenwege und Technologiewerte.

Die Festlegung der strategischen Eckwerte für die spätere maschinelle Bearbeitung wurde in den verschiedenen Untersuchungsfeldern unterschiedlich organisiert. Im Bereich WOP nahmen die Fachkräfte die strategische Planung auf der Grundlage der konstruktiven und technologischen Zielgrößen in eigener Regie vor. Im Bereich WOM fiel die Festlegung der Bearbeitungsstrategie in den Aufgabenbereich einer vorgelagerten Programmierabteilung. Hier wurden mit Hilfe grafikorientierter Programmiersysteme NC-Programme erstellt - wobei an dieser Schnittstelle zumindest teilweise über eine CAD/NC-Kopplung geometrische Informationen aus der Konstruktionen direkt datentechnisch übernommen wurden. Die NC-Programme wurden in der Regel anschließend über eine Datenverbindung direkt in den Maschinenspeicher überstellt. In einigen Unternehmen fand sich aber auch noch der unkomfortable Weg über einen Diskettentransport. Im Bereich WOK verblieben die NC-Programme nach dem Einfahren der Transferstraßen an den Maschinen - nur bei sehr weitreichenden Änderungen wurden Mitarbeiter aus der externen Programmierabteilung einbezogen. Kleinere Änderungen nahmen die Systemführer an den Transferstraßen selbständig vor - die Fachkräfte an den Maschinen waren hier nur in geringem Ausmaß einbezogen.

- **Steuerung und Regelung des maschinellen Bearbeitungsprozesses**

Mit der Steuerung und Regelung des maschinellen Bearbeitungsprozesses ist die Überwachung und Korrektur des programmgesteuerten maschinellen Bearbeitungsprozesses gemeint. In den Produktionsbereichen der Untersuchungsfelder WOP und WOM fielen Steuerung und Kontrolle des maschinellen Bearbeitungsprozesses in den Aufgabenbereich der Fachkräfte. Im Untersuchungsfeld WOK wurden in wesentlich höherem Ausmaß Komponenten einer automatisierten Prozeßüberwachung bis hin zur Prozeßregelung eingesetzt. Beispiele sind die automatische Verschleißkontrolle auf der Basis von Körperschallsensoren oder der Einsatz von Diagnosesystemen zur automatischen Störungslokalisierung. Darüber hinaus fand sich auch eine automatisierte Regelung der Maßhaltigkeit über eine automatische Korrektur von Werkzeugmaßen im NC-Programm auf der Grundlage von Meßwerten eines Meßautomaten z.B. über die H-Funktion der Siemenssteuerung 840 D.

- **Informationsaustausch entlang der Prozeßkette**

Mit der Organisation des Informationsaustauschs entlang der Prozeßkette sind Aspekte der Datensicherung und des Rückflusses von Änderungen und Ergänzungen z.B. aus der

Werkstatt in die vor- und nachgelagerten Abteilungen angesprochen. Auch hier fanden sich in den Untersuchungsfeldern WOP, WOM und WOK große Unterschiede. Dies betrifft zum einen die Abteilungen, mit denen die Fertigungsabteilungen direkten Kontakt haben. Im Bereich WOP waren dies sehr häufig die nachgelagerten Bereiche der Qualitätssicherung und der Montage bzw. des Prüffeldes. Auch Kontakte zur Konstruktion waren hier ein wichtiger Bestandteil. Im Untersuchungsfeld WOM wurden v.a. Kontakte zur vorgelagerten Programmierung sowie zur Qualitätssicherung vorgefunden. Im Feld WOK verlagerte sich der Kontakt vor allem auf den Bereich der Instandhaltung, da die Maschinen infolge der hohen produktionstechnischen Belastungen schneller verschleißten und es in höherem Ausmaß zu mechanischen und elektrischen Defekten kommt.

In Tabelle 10 und in Tabelle 11 sind die vorgefundenen kritischen Situationen für die rechnergesteuerte Produktionstechnik in ihrer jeweiligen Bedeutsamkeit für die einzelnen Untersuchungsfelder zusammengefaßt. Den Einschätzungen liegt eine Gewichtung der Werkstattmitarbeiter aus den einzelnen Produktionsbereichen zugrunde. Das Einschätzungskriterium bestand in der Bedeutsamkeit der Folgewirkungen von kritischen Situationen für die Qualität des Bearbeitungsprozesses und/oder für die Zeiteinhaltung.

In einigen Bereichen fand sich keine Automationstechnik und auch keine externe Strategiefestlegung - dies ist in der Tabelle mit einem Strich gekennzeichnet. In der Tabelle 10 bzw. der Tabelle 11 kennzeichnet ein ausgefüllter schwarzer Kreis, daß die kritische Situation als besonders bedeutsam für die Produktionsbereiche des jeweiligen Untersuchungsfeldes eingeschätzt wurden. Ein nur halb ausgefüllter Kreis bezeichnet eine mittlere Bedeutsamkeit und ein transparenter Kreis eine geringe Bedeutsamkeit. Zur leichteren Bezugnahme auf die Tabellen sind jeweils in der zweiten Spalte Bezeichnungen angegeben. So kennzeichnet z.B. "KS I-1" die kritische Situation in der ersten Zeile der Tabelle, die den Funktionsbereich I und damit die Steuerung der Auftragsabwicklung betrifft.

Tabelle 10: Kritische Situationen in den Funktionsbereichen "Steuerung der Auftragsabwicklung" und "Erstellung der Bearbeitungsstrategie"

	KS	Kritische Situationen für die Steuerung der Produktion	WOP	WOM	WOK
I Auftragsabwicklung	I-1	Unzureichende Berücksichtigung von Verzögerungen bei der Bereitstellung von Auftragsunterlagen und Betriebsmitteln	◐	◐	○
	I-2	Unzureichende Einberechnung der aktuellen zeitlichen Situation in Fertigungstermine und Zeitvorgaben (z.B. durch PPS-Systeme, z.B. durch Einschleusen von Eilaufträgen)	●	◐	◐
	I-3	Unzureichende Berücksichtigung technologischer Kriterien bei der Verteilung von werkstückbezogenen Arbeitsgängen und Fertigungsverfahren (z.B. Machbarkeit, Aufwand)	◐	◐	○
	I-4	Unzureichende Einberechnung aktueller Werkstattparameter in die Zuordnung von Aufträgen zu Werkzeugmaschinen (z.B. Leistungsbandbreite der Maschine, Qualifikation der Fachkraft)	◐	◐	○
	I-5	Unzureichende Berücksichtigung aktueller Fertigungskennzeichen bei der maschinenbezogenen Auftragsreihenfolgeplanung (z.B. Werkstoff, Aufspannung)	●	◐	○
	I-6	Mangelnde Planungsintegration (führt zur mangelnden Abstimmung der Auftragsunterlagen zwischen Abteilungen)	◐	◐	○
	I-7	Unsystematische Dokumentation von Optimierungen aus der Werkstatt (führt zur Bereitstellung abweichender Auftragsunterlagen und Betriebsmittel bei Wiederholfertigung)	◐	◐	○
	I-8	Entstehen von Bearbeitungsstaus durch nicht erfaßte und berücksichtigte Maschinenausfälle und Umplanungshindernisse	○	◐	●
II Bearbeitungsstrategie	II-1	Mangelnde Berücksichtigung technologierelevanter Kriterien bei der Bemaßung und Werkstoffauswahl (z.B. Spannaufmaß)	●	◐	○
	II-2	Informationsverluste bei der Übernahme von CAD-Zeichnungen im Rahmen der CAD/CAP/NC-Kopplung	-	●	-
	II-3	Unzureichende Berücksichtigung bearbeitungstechnischer und maschinenbezogener Bedingungen bei der Aufspannplanung	○	◐	○
	II-4	Unzureichende Berücksichtigung bearbeitungstechnischer und maschinenbezogener Bedingungen bei der Werkzeugauswahl	○	◐	○
	II-5	Unzureichende Berücksichtigung bearbeitungstechnischer Bedingungen bei der Definition von Bearbeitungsschritten und Schrittfolgen	○	◐	○
	II-6	Unzureichende Berücksichtigung bearbeitungstechnischer Bedingungen bei der Festlegung von Verfahrenswegen und Technologiewerten im NC-Programm	◐	●	○

Tabelle 11: Kritische Situationen in den Funktionsbereichen "Steuerung des maschinellen Zerspanungsprozesses" und "Informationsfluß entlang Prozeßketten"

	KS	Kritische Situationen für die Steuerung der Produktion	WOP	WOM	WOK
III Maschinelles Zerspanungsprozeß	III-1	Unzureichende Erfassung und Berücksichtigung von prozeßbedingten Veränderungen und des Verschleißes von Maschinenteilen (führt z.B. zu Stillständen, Qualitätsverlusten)	○	◐	●
	III-2	Mangelnde Erfassung und Berücksichtigung des Werkstückzustands und der Umgebungsbedingungen	○	◐	◐
	III-3	Unzureichende Erfassung und Berücksichtigung aktueller Veränderungen des Zerspanungsprozesses und Zuordnung adäquater Korrekturmaßnahmen	○	◐	●
	III-4	Inkompatibilität zwischen Meß- und NC-Programm führt zur mangelnden Zuordnung erfaßter Meßdaten zum NC-Programm	○	○	●
	III-5	Unzureichende Erfassung und Lokalisierung von Störungen (insbesondere von neuen Störungen!)	○	◐	●
	III-6	Unzureichende Berücksichtigung aktueller Maschinendaten in die Wartungsplanung (fällt dann nicht maschinengerecht aus)	○	○	◐
	III-7	Unzureichende Überwachung sensorgestützter Diagnosesysteme (werden selbst zur Ursache von Unterbrechungen der Produktion)	-	◐	●
	III-8	Unzureichendes automatisches Wiederanfahren nach Maschinenstillständen bzw. Bearbeitungsunterbrechungen	○	◐	◐
	III-8	Störanfällige Handhabungsautomatik zum Zu- und Abtransport von Werkstücken	-	◐	◐
IV Datenfluß	IV-1	Unzureichende Datensicherung	◐	◐	●
	IV-2	Unzureichende Erfassung relevanter Änderungen bei der automatischen Dokumentation von Änderungen	◐	◐	◐
	IV-3	Mangelnder bidirektionaler Datenfluß zwischen Fertigung, Programmierung, Konstruktion und Montage / Prüffeld	◐	●	○
	IV-4	Mangelnder bidirektionaler Datenfluß zwischen Fertigung und Instandhaltung	○	◐	●
	IV-5	Mangelnder bidirektionaler Datenfluß zwischen Fertigung und Qualitätssicherung	◐	◐	◐
	IV-6	Mangelnder bidirektionaler Datenfluß zwischen Fertigung und Arbeitsvorbereitung	●	◐	○

In der Einzel- und Kleinserienfertigung mit Werkstattprogrammierung (Untersuchungsfeld WOP) wurden die kritischen Situationen im Funktionsbereich der Auftragsabwicklung als wesentlich bedeutsamer eingeschätzt als in den Produktionsbereichen des Untersuchungsfeldes WOK. Dies ist auf einen Auftragspool zurückzuführen, der in den Feldern WOP und WOM häufig wechselt und deshalb eine ständige Anpassung der Planung des Auftragsdurchlaufes erforderlich macht. Zentrale Planungsvorgaben waren hier oft bereits mit ihrem Eintreffen in der Fertigung schon nicht mehr aktuell. Als besonders kritisch wurde im Untersuchungsfeld WOP in diesem Zusammenhang die Ausgabe aktueller Fertigungstermine und Zeitvorgaben durch PPS-Systeme (Tabelle 10, KS I-2) sowie die Festlegung einer fertigungsoptimalen, maschinenbezogenen Auftragsreihenfolgeplanung eingeschätzt. Auch der ebenfalls als besonders kritisch eingeschätzte bidirektionale Datenfluß zwischen der Fertigung und der Arbeitsvorbereitung

(Tabelle 11, KS IV-6) verdeutlicht, daß im Untersuchungsfeld WOP ein Schwerpunkt kritischer Situationen im Bereich der Steuerung der Auftragsabwicklung liegt.

Für den Abschnitt der Ermittlung einer fertigungsangemessenen Bearbeitungsstrategie stellt die Vorgabe nicht fertigungsangemessener Werkstoffe und Toleranzen durch die Konstruktion eine im Untersuchungsfeld WOP besonders kritische Situation dar (Tabelle 11, KS II-1). In den Interviews mit den Fachkräften war an dieser Stelle oft von sog. "Angsttoleranzen" die Rede. Dabei handelt es sich um Toleranzen, die aus Sicht der Werkstatt technologisch nicht notwendig sind, aber von Konstrukteuren mit dem Ziel vergeben werden, die Werker zu einer möglichst hohen Maßhaltigkeit zu bringen. Dies stellt letztere oft vor eigentlich nicht notwendige fertigungstechnologische Machbarkeitsprobleme und führt zu hohen Aufwänden.

Im Funktionsbereich der maschinellen Zerspanung wurden im Untersuchungsfeld WOP die auftretenden Situationen nur in geringem Maße als kritisch für eine zentrale bzw. automatisierte Vorausplanung bewertet. Dies liegt daran, daß die Fachkräfte an den Maschinen die Steuerung und Regulation des Prozesses selbst übernehmen und insbesondere durch eine geschickte Wahl der Bearbeitungsstrategie viele kritische Situationen für die Steuerung und Überwachung der eigentlichen maschinellen Zerspanung vorwegnehmen und vermeiden können (siehe ausführlich Kapitel 5.3, S. 101 ff.). Interessanterweise schätzen die Fachkräfte die selbst geplanten Verfahrenswege und Schnittwerte (Tabelle 10, KS II-6) als vorläufig und als mittelmäßig kritisch ein. Dies zeigt, daß es während des Bearbeitungsprozesses zu bedeutsamen und kaum voraussehbaren Veränderungen kommen kann.

Im Untersuchungsfeld WOM wird der Funktionsbereich der Steuerung der Auftragsabwicklung in nahezu allen Einzelaspekten als mittelmäßig kritisch eingeschätzt. Der Schwerpunkt der kritischen Situationen liegt hier an der Schnittstelle zwischen der externen Programmierstellung und der Übernahme an die spezifischen Maschinen. Problematisch ist hier vor allem die Adäquatheit der zugrundegelegten Bearbeitungsstrategie. Dies zeigt sich z.B. an der als besonders kritisch eingeschätzten Programmgenerierung auf der Basis einer Geometrieübernahme aus der Konstruktion mittels CAD/NC-Kopplung und des mangelnden Einbezugs der jeweiligen Maschinenspezifika der per Postprozessorlauf automatisch angepaßten NC-Programme (Tabelle 10, KS II-2). Auch die Festlegung der fertigungs- und maschinenbezogenen Verfahrenswege und Technologiewerte in der externen NC-Programmierabteilung (Tabelle 10, KS II-6) sowie der Datenfluß zwischen Fertigung und Programmierung, Konstruktion etc. (Tabelle 11, KS IV-3) werden als besonders kritisch eingeschätzt. Der Aspekt "Steuerung und Überwachung des maschinellen Zerspanungsprozesses" wird gegenüber dem Untersuchungsfeld WOP insgesamt als kritischer eingeschätzt. Hierfür ausschlaggebend ist der geringere Einfluß der Fachkräfte auf die Erstellung der Bearbeitungsstrategie, die in einer vorgelagerten NC-Programmierabteilung vorgenommen wird. Auch die höheren Geschwindigkeiten der in den Produktionsbereichen des Untersuchungsfeldes WOM eingesetzten computergesteuerten Bearbeitungszentren spielen hier eine Rolle.

In den Untersuchungen fand sich ein enger Zusammenhang zwischen dem zunehmenden Automationsgrad und dem Anstieg von Folgeproblemen gerade "kleinerer" Unregelmäßigkeiten in der Produktion: In der Massenfertigung mit verketteten Sondermaschinen werden zur Über-

wachung des Bearbeitungsprozesses und zur Störungsdiagnose in wesentlich höherem Maße sensorgestützte Überwachungs- und Fehlerdiagnosesysteme als in der Einzelfertigung eingesetzt. Für diese Automatisierungskomponenten haben z.B. Späne ein höheres Gefährdungspotential (Tabelle 11, KS III-3), während Fachkräfte wesentlich weniger Schwierigkeiten mit der Erkennung und Kompensation des Spanproblems haben. Auch die Erfassung und Lokalisierung von Störungen wird im Untersuchungsfeld WOK als besonders kritisch eingeschätzt (KS III-5). In den Untersuchungen konnte immer wieder beobachtet werden, daß z.B. Systeme zur Erfassung von Werkzeugverschleiß in der Regel nur noch zur Feststellung von eingetretenem Werkzeugbruch verwendet werden. Als zu groß wurden hier die Fehlermöglichkeiten einer automatischen Erkennung von Werkzeugverschleiß und dessen Umrechnung in Veränderungen von Technologiewerten bewertet (Tabelle 11, KS III-1). Auch die automatische Umrechnung der Meßwerte von Meßautomaten in Technologiewerte wurde als fehleranfällig eingeschätzt. Im Funktionsbereich "Dokumentation und Datentransfer" wurde im Untersuchungsfeld WOK vor allem der Austausch mit der Werksinstandhaltung (Tabelle 11, KS IV-4) als besonders kritisch bewertet. Insbesondere wurden im Störfall die Wartezeiten bis zum Eintreffen von Instandhaltern als zu groß eingeschätzt.

Weiterhin fanden sich in den Untersuchungen Situationen, die für alle Untersuchungsfelder als mindestens mittelmäßig kritisch eingeschätzt wurden. So wurde z.B. die Datensicherung (Tabelle 11, KS IV-1) von allen Befragten als besonders kritisch eingeschätzt. In der Massenfertigung wurde die Rate eines Totalausfalls auf ein bis zweimal pro Jahr eingeschätzt - mit sehr großen Datenverlusten und hohem Aufwand für das Rückspielen der gespeicherten Werte. Ebenfalls wurde die mangelnde Protokollierung und Dokumentation von Prozeßzuständen und -verläufen (Tabelle 11, KS IV-2) von den Befragten als mittelmäßig kritisch eingeschätzt.

Eine Gemeinsamkeit besteht somit darin, daß sich in allen Untersuchungsfeldern kritische Situationen finden, die sich allerdings in ihrer Bedeutsamkeit unterscheiden. Sie resultieren aus ungeplant auftretenden bzw. technisch nicht registrierten oder registrierbaren Einflußgrößen. Diese Einflußfaktoren führen häufig zu einer "kritischen" Abweichung zwischen realen Ist-Situationen in der Werkstatt bzw. an den Maschinen und den in der Steuerung zugrunde gelegten Soll- bzw. Ausgangssituationen. In diesem Zusammenhang sind auf der Basis der Analysen zwei Fälle zu unterscheiden:

- Die reale Ist-Situation weicht zum Fertigungsstart von der geplanten Soll-Situation ab. Dies bedeutet, daß bestimmte Einflußgrößen in ihrem generellen Auftreten in der Planung nicht einberechnet und von daher auch von den Systemen der technischen Überwachung nicht identifiziert wurden. Dies ist z.B. der Fall, wenn sich der geplante Fertigungsstart verzögert, da die Bearbeitung der Rohlinge und Halbzeuge in anderen Abteilungen mehr Schwierigkeiten bereitet als vorhergesehen (Tabelle 10, KS I-1) oder aber das NC-Bearbeitungsprogramm bei einer Wiederholfertigung die Optimierungen der Werkstatt noch nicht enthält (Tabelle 11, KS I-7). Auch das Abweichen des Ist-Zustands der angelieferten Werkstücke (Tabelle 11, KS IV-2) fällt in diese Kategorie.
- Die reale Situation stimmt zunächst mit der geplanten überein, weicht aber im Verlauf des Produktionsprozesses immer weiter von dem Sollzustand ab. Dies bedeutet, daß Einflußgrößen zwar generell berücksichtigt und technisch erfaßt werden, jedoch entspricht die Prognose ihres Einwirkens auf den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß nicht den realen Verhältnissen. Dieser Fall tritt z.B. auf bei der technischen Erfassung eines ansteigenden

Kraftdruckes infolge einer schwergängigeren Bearbeitung, wobei dann häufig die Vorhersage des Werkzeugbruchs nicht zutreffend gelingt (Tabelle 11, KS IV-3). Auch bei der Steuerung der Auftragsabwicklung kommt es häufig zu fehlerhaften Prognosen des terminlich-kapazitiven Verlaufs vor Ort. Dies ist z.B. der Fall, wenn der eingeplante zeitliche Puffer für die Überstellung eines Werkstücks von Maschine A zur Maschine B sich als zu klein herausstellt.

Die Analyse auf Gemeinsamkeiten zwischen den kritischen Situationen in den einzelnen Untersuchungsfeldern führte zu der Ermittlung von Einflußgrößen, die eine zentrale Steuerung und die automatisierte Regelung des industriellen Produktionsprozesses "kritisch" werden lassen. Es lassen sich die folgenden Aspekte unterscheiden, die allein durch eine automatisierte Steuerung und Regelung - zumindest durch die bisher eingesetzte Produktionstechnik - nicht angemessen kontrolliert werden können:

- Es treten "neue" Einflußgrößen auf, u.a. in Form von
 - neuen Anforderungen durch z.B. enger tolerierte Maße oder kürzere zeitliche Vorgaben,
 - neuen und unbekannt Parameter durch z.B. neue Werkstoffe, neue Fertigungsverfahren oder neue Werkzeuge.
- Es tritt eine Vielzahl von Einflußfaktoren auf, die zusätzlich noch in Wechselwirkung miteinander stehen, u.a.:
 - "Macken" des Maschinensystems z.B. in Form eines hohen Lagerspiels oder einer nachlassenden Maschinensteifigkeit,
 - Verzögerungen bei der Bereitstellung von Betriebsmitteln.
- Einflußgrößen verändern sich teils nicht linear, sondern z.B. zunächst schleichend und dann schlagartig, u.a.
 - nutzen sich Werkzeuge nicht gleichmäßig linear ab,
 - lassen sich Verzögerungen in der Auftragsabwicklung ohne merkliche Auswirkungen kompensieren, ab einer bestimmten Verzögerung jedoch werden die Auswirkungen plötzlich gravierend.
- Der Grad des Einflusses auf den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß variiert in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen und von der Gesamtsituation, u.a.
 - haben die "Macken" eines Maschinensystems besonders hohes Gewicht, wenn sehr hohe zeitliche und technologische Anforderungen an die Bearbeitung existieren,
 - läßt sich ein Eilauftrag wesentlich schwieriger in die Fertigung einschleusen, wenn die Produktion bereits hoch ausgelastet ist.
- Einflußgrößen können nicht direkt, sondern müssen über Indikatoren erfaßt und rückgeschlossen werden, u.a.
 - bereitet die technische Diskriminierung genau jener Frequenzen Probleme, die mit dem zunehmenden Werkzeugverschleiß korrespondieren,
 - ist die Vorhaltung angemessener Fertigungsressourcen problematisch, da eine Vorhersage neuer Fertigungsaufträge immer Unschärfen enthält.

Diese Merkmale von Einflußgrößen haben sich in den Untersuchungen als bedeutende Grenzen einer automatisierten Steuerung und Regelung von Produktionsprozessen herausgestellt. Die rechnerische Prognose des Zerspanungsverlaufes mißlingt dabei insbesondere im Kontext hoher Qualitätsanforderungen. Vor allem läßt sich der Zusammenhang zwischen Zerspanungsparametern - wie z.B. Vibrationen, Geräuschen, Spanbruchcharakteristika - und deren Bedeutung für die Qualität der jeweiligen Zerspanung nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand für standardisierbare Situationen algorithmisch fassen.

Weiterhin können offensichtlich nicht für alle relevanten Fertigungsfälle im Vorhinein Wenn-Dann-Regeln bestimmt werden, um die Auftragsabwicklung und die computergesteuerte Zerspanung in optimaler Weise zu modellieren. Dies bezieht sich sowohl auf Entscheidungen über die Art der Maßnahmen und Eingriffe wie auch auf die Bestimmung der je angemessenen Feindosierung. Im Bereich der Auftragsabwicklung betrifft dies z.B. Maßnahmen der Auftragsumplanung von einer Maschine auf eine andere oder aber Änderungen der Auftragsreihenfolge an einer Maschine. Im Bereich des computergesteuerten Zerspanungsprozesses betrifft dies die Regelung z.B. von Drehzahl, Vorschub, Veränderungen von Schnitzzustellungen oder Kombinationen dieser Eingriffsmöglichkeiten. In der Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten von Eingriffen sowie in der adäquaten Zuordnung zu den jeweiligen Charakteristika des Produktionsprozesses liegen somit wesentliche Grenzen für eine zentrale Steuerung auf der Grundlage von Regeln oder Algorithmen.

4.2 Merkmale kritischer Situationen aus Sicht von Fachkräften

In diesem Abschnitt werden nun die charakteristischen Merkmale kritischer Situationen für einen anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß aus der Sicht der Fachkräfte heraus beschrieben. Es handelt sich um Situationen, bei denen es nach Ansicht der Fachkräfte in besonderem Maße auf ihre Aufmerksamkeit, ihre theoretischen Kenntnisse und auf ihr "Fingerspitzengefühl" und ihre Erfahrung ankommt. In den teilnehmenden Beobachtungen fiel auf, daß die Bewältigung der in diesem Sinne "kritischen" Bearbeitungen sehr häufig in den Aufgabenbereich qualifizierter Fachkräfte mit längerer Berufserfahrung fiel - oder daß weniger erfahrene Fachkräfte für solche Bearbeitungsabschnitte die Hilfe erfahrenerer Kollegen suchten.

Ein erster Situationsbereich, der besonders für die Untersuchungsfelder WOP und WOM charakteristisch ist, läßt sich als **Aufträge mit schwer zu haltenden terminlich-kapazitiven Vorgaben** kennzeichnen. Eine typische teilnehmende Beobachtung soll dies veranschaulichen: Ein Meister in der Einzelteilfertigung eines Maschinenbauunternehmens im Untersuchungsfeld WOP sah sich die Liste mit neuen Aufträgen durch und sagte bei einem plötzlich, daß dieser kritisch sei und besonders aufmerksam verfolgt werden müsse. Ähnliches fand sich auch bei Fachkräften an Maschinen, die beim Ansehen von Auftragsmaterialien in Zusammenhang mit den veranschlagten Bearbeitungszeiten häufig Aussagen nach dem Motto trafen, "*das sind utopische Zeiten, das wird kritisch*" (WOP/1_TB). Diesen intuitiven Einschätzungen lagen u.a. die folgenden kritischen Merkmale zugrunde:

- Aufträge mit einer großen Anzahl bzw. einer hohen Komplexität der durchzuführenden Arbeitsgänge.
- Aufträge mit einem hohen Grad an Abhängigkeit der eigenen Bearbeitung von derjenigen anderer Abteilungen.
- Aufträge mit einer besonders knappen Terminplanung.
- Aufträge von Kunden, die für die Firma besonders wichtig sind.
- Aufträge, bei denen im Laufe der Vorbearbeitung in anderen Abteilungen oder mit anderen Maschinen bereits Schwierigkeiten und Verzögerungen eingetreten waren.
- Aufträge, die jenen ähnlich sind, deren Bearbeitung in der Vergangenheit bereits Schwierigkeiten bereitete.

In allen Untersuchungsfeldern bewerteten die Fachkräfte solche Prozeßphasen als kritisch, die in besonderem Ausmaß den weiteren Bearbeitungsverlauf determinieren. In solchen Phasen ist besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt geboten, da Nachlässigkeiten und Versäumnisse später gar nicht oder nur schwer zu kompensieren sind. Die folgenden **determinierenden Prozeßphasen** wurden in den Interviews immer wieder als kritisch genannt:

- Die technologische Machbarkeitsabwägung der Konstruktionsvorgaben insbesondere bei anspruchsvollen Bearbeitungen.
- Das Erstellen der Bearbeitungsstrategie inklusive Werkzeug- und Aufspannplanung.
- Das Aufspannen von Werkstücken mit komplexer Geometrie wie z.B. freitragenden Flächen und schwer spannbaren bearbeitungsrelevanten Flächen.
- Das Einfahren komplexer Bearbeitungsprogramme.
- Das Anfahren von Maschinen nach längerem Stillstand z.B. nach dem Wochenende.

Ein weiterer Situationsbereich wurde von den Fachkräften untersuchungsfeldübergreifend als **störungsanfällige und wertvolle Werkstücke** bezeichnet. Darunter sind solche zu verstehen, deren Bearbeitung als besonders aufwendig und anspruchsvoll eingeschätzt wurde und bei denen daher ein Ausschuß besonders gravierend ist. Beispiele sind in diesem Zusammenhang:

- Werkstücke mit hohem Materialwert (z.B. Messerwellen im Werte von über 100.000 DM).
- Werkstücke mit hohem "Arbeitswert" durch komplexe und aufwendige Vorbearbeitungen.
- Losgrößen, bei denen kein Teil Ausschuß eingeplant ist.
- Werkstücke mit unterschiedlichen Härtegraden, bei denen die "Gefahr" besteht, daß z.B. Bohrungen und "Passungen" verlaufen".
- Werkstücke mit komplexer Geometrie, wie z.B. mit freitragenden Flächen oder einem labilen Gesamtaufbau, die insgesamt schwer zu spannen und zu bearbeiten sind.

Auch die Bearbeitung mit bestimmten **Werkzeugen** wurde als **besonders störungsanfällig** und damit als kritisch bewertet. Z.B.

- Werkzeuge mit Überlänge wie z.B. lange Bohrwerkzeuge, Reibahlen etc.,
- besonders dünne Werkzeuge,
- nachgeschliffene Werkzeuge oder
- neue bzw. vorher noch nicht verwendete Werkzeuge.

Als kritisch im Sinne besonderer Anforderungen an die Fertigkeiten von Fachkräften wurde dabei die Wahl einer angemessenen Schnittaufteilung sowie die Festlegung adäquater Vorschubwerte und Spindeldrehzahlen bewertet.

Ein weiterer Bereich kritischer Situationen aus Sicht der Fachkräfte läßt sich als "**komplexe technologische Bearbeitungen**" zusammenfassen, in denen es leicht zu schwerwiegenden Maßabweichungen kommen kann. Hierunter wurden z.B. verstanden:

- Bearbeitungen bei hoher Spannung über dem Tisch.
- Das Umspannen während der Bearbeitung.
- Das Schneiden tiefer Bohrungen und Gewinde ist besonders kritisch bei dünnwandigen Bohrungen.

- Bearbeitungen mit hohen Anforderungen an Maßhaltigkeit (z.B. enge Lage- und Formtoleranzen) und/oder einer hohen Oberflächengüte.
- Eng am Rand des Werkstücks liegende Bearbeitungen (Gefahr des Einrisses).
- Die Fertigung von Ersatzteilen.
- Das Nacharbeiten von mißlungenen Werkstücken wie z.B. durch ein Ausglühen von abgebrochenen Werkzeugen, durch das Einfügen von Passungsbuchsen und generell die Nacharbeit mit einzelnen Bearbeitungseinheiten an Transferstraßen.

In engem Zusammenhang mit den kritischen Bearbeitungen bezeichneten die Fachkräfte die Bewertung bestimmter Merkmale des laufenden Prozesses sowie den Rückschluß auf dessen Qualität und die Zuordnung prozeßsichernder Maßnahmen als anspruchsvollen und kritischen Situationsbereich. Insbesondere die Erkennung und adäquate Bewertung **mehrdeutiger und diffuser Prozeßmerkmale** sind nach den übereinstimmenden Aussagen der Werker in besonderer Weise auf Erfahrung angewiesen. In den Untersuchungen fanden sich u.a. die folgenden typischen Beispiele:

- Kritische Geräusche.
- Kritische Spanverfärbungen und Spanformen.
- Kritische Vibrationen.
- Kritische Gerüche.
- Kritische Maßveränderungen, auch innerhalb der Toleranz.
- Kritische Oberflächenveränderungen wie z.B. "*Rattermarken*".

"**NC-Bearbeitungsprogramme**" wurden als kritisch bewertet, wenn die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften oder nicht fertigungsangemessenen Parametervergabe als hoch eingeschätzt wurde. Dies war der Fall, wenn es sich um

- NC-Programme von bestimmten Programmierern handelte, mit denen die Werker schon schlechte Erfahrungen gemacht hatten oder wenn es sich um
- besonders lange NC-Programme mit vielen Unterprogrammen,
- um das Abfahren bereits vor längerer Zeit abgelegter Programme z.B. für Ersatzteilmontage,
- um NC-Programme mit komplexen Bearbeitungen oder um
- eine Verzahnung zwischen 2,5D und 3D-Programmen bei ein- und demselben Werkstück handelte. Auch wenn bei Programmen beim ersten Überfliegen in der Aneignungsphase bereits Fehler gesichtet wurden, führte dies sehr häufig zur einer besonders sorgfältigen Prüfung des Programms vor dem Einfahren. Die Wahrscheinlichkeit weiterer Fehler wurde in diesen Fällen als besonders groß eingeschätzt.

Von "**störungsanfälligen Maschinen und Einheiten**" wurde gesprochen, wenn

- eine besonders hohe Spanleistung zu erwarten war, infolge der dann erhöhten Störungsanfälligkeit der Maschinen- und Überwachungssysteme (z.B. Störungen der Sensoren durch Spanbildung),
- an Einheiten in der Massenfertigung im Bereich WOK sehr viele Bewegungen durchgeführt wurden, was häufig mit einer insgesamt höheren Störungsanfälligkeit einhergeht,

- Einheiten vorhanden waren, die immer wieder von den vorgegebenen Soll-Bearbeitungszeiten abweichen oder wenn
- Maschinen und Einheiten im Laufe der Zeit besondere Macken ausbildeten, wie z.B. Lager- und Achsspiel etc.

Ebenfalls unterschieden die Fachkräfte "**komplexe und mehrdeutige Störungen**" von sog. "*Null-acht-fünfzehn-Störungen*", die quasi zum "*normalen Geschäft*" gehören. "Normale Störungen", deren Bewältigung auch weniger erfahrenen Kollegen bereits nach einer kurzen Einarbeitung gelingt und die keine besonderen Anforderungen an die Kenntnisse und Erfahrung der Fachkräfte stellen, wurden z.B. als Störungen durch "*Doppelbelegung von Schaltern*" oder als das Auswechseln defekter "*BERO-Schalter*" benannt. Als kritisch wurden demgegenüber Störungen bezeichnet, wenn den Fachkräften eine Bewältigung mit den ausgebildeten Routinen und in einer bestimmten Zeitspanne als unsicher erschien. Dazu zählen z.B.:

- Störungen ohne Fehlermeldung,
- sporadisch und unregelmäßig auftretende Störungen,
- seltene Störungen,
- zeitintensive Störungen oder
- besonders gravierende Störungen, die z.B. mit schweren Zerstörungen der Maschine einhergehen.

Auch bei der **Zusammenarbeit mit externen Abteilungen** fanden sich in den Untersuchungsfeldern solche, die als "**kritische Abteilungen**" bezeichnet wurden. Hier kommt es offensichtlich darauf an, die "richtige" Form der Kontaktaufnahme und -abwicklung zu treffen. Dabei wurde die Absprache mit der Konstruktion insbesondere in den Bereichen WOP und WOM als diffizil und besonders schwierig beschrieben, während im Untersuchungsfeld WOK vor allem der Kontakt zur Instandhaltung als "nicht immer einfach" beschrieben wurde. Auch im **internen Kollegenkreis** sowie mit Programmierern und Instandhaltern wurde der Kontakt in einzelnen Fällen als kritisch beschrieben. Darüber hinaus wurde die Interpretation bzw. das "Verstehen" von Dispositionshinweisen und -anweisungen von Vorgesetzten als kritisch eingeschätzt. Besteht bei einigen Vorgesetzten selbst bei Worten wie "*es brennt*" noch kein Grund zur Eile, so ist bei anderen bereits ein bestimmter Gesichtsausdruck Anlaß genug, Beschleunigungsmaßnahmen einzuleiten.

Als ein weiterer kritischer Bereich fiel in den Untersuchungen der von "**komplexen Optimierungen**" mit weitreichenden Konsequenzen für die Organisation der Auftragsabwicklung oder für die des technologischen Fertigungsprozesses auf (vgl. Kapitel 5.8, S. 120 ff.). Die Vornahme von Optimierungen, sei es beim Modifizieren fremder oder selbst erstellter Bearbeitungsprogramme in den Untersuchungsfeldern WOP und WOM oder in der Massenfertigung bei der Störungsbewältigung (WOK) stellt einerseits das "tägliche Brot" der Fachkräfte in der industriellen Fertigung dar. Bei bestimmten Optimierungen ist nach den übereinstimmenden Aussagen der Fachkräfte jedoch andererseits in besonderer Weise die praktische Erfahrung verbunden mit einem hohen Engagement notwendig. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn komplexe Optimierungen notwendig werden. In den Interviews wurden solche Fälle des öfteren angesprochen. Ein Beispiel aus dem Untersuchungsfeld WOP betrifft die Umstellung einer gesamten Bearbeitungs-

abfolge. Der betreffende Facharbeiter reduzierte hierbei durch die Einsparung einer Aufspannung die Bearbeitungszeit von 180 Minuten auf die Hälfte. Ähnliches wurde auch im Bereich WOK berichtet. Hier gelang einem Systemführer eine Reduzierung der Bearbeitungszeit einer kritischen Einheit von vormals 180 Sekunden auf unter 90 Sekunden, indem er einige Bearbeitungen auf andere Einheiten verteilte.

Als letzter "kritischer" Situationsbereich wird an dieser Stelle der der "**verantwortungsvollen Schicht**" angeführt. Als eine solche "Schicht" ist eine solche zu verstehen, in der die Fachkräfte in besonderer Weise auf sich allein gestellt sind und in denen ihnen in höherem Ausmaß Verantwortung für das Aufrechterhalten bzw. für die Gewährleistung einer anforderungsgerechten Produktion - zumindest informell - übertragen ist. Beispiele sind hier:

- Nachtschichten, in denen geringere Unterstützungsoptionen zur Verfügung stehen.
- Schichten, in denen die Programmierabteilung oder die Instandhaltung dünner oder gar nicht besetzt sind oder wenn Meister oder Systemführer nicht anwesend sind.
- Schichten, die aufgrund der Krankheit oder des Urlaubs von Kollegen dünner als normalerweise besetzt sind und wo dann Mitarbeiter zusätzlich Aufgaben von Kollegen mit übernehmen.

In solchen kritischen "Schichten" erweitert sich der Aufgaben- und Verantwortungsbereich zum Teil ganz erheblich. So konnte z.B. im Untersuchungsfeld WOM häufig beobachtet werden, daß Fachkräfte dann, wenn zum vorgesehenen Fertigungsstart noch kein NC-Programm vorlag und kein Programmierer anwesend war, sie zur Vermeidung längerer Verzögerungen kleinere Programme selbst erstellen. Im Feld WOK versuchten sie, auch größere Störungen zu lokalisieren, um z.B. die in der Nachtschicht wesentlich längeren Wartezeiten auf die Instandhalter sinnvoll nutzen zu können. In all diesen Fällen handelte es sich um besonders qualifizierte und erfahrene Facharbeiter.

Die von den Fachkräften für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß für kritisch gehaltenen Situationsbereiche stehen weiterhin in Wechselwirkung miteinander. So kann ein Situationsbereich noch notwendiger auf Fachkenntnisse und Erfahrung angewiesen sein, wenn z.B. mit Maschinen mit "*Macken*" kritische Bearbeitungen unter der Maßgabe hoher qualitativer Anforderungen gefertigt werden sollen und sich zusätzlich eine Produktion in der Nachtschicht nicht vermeiden läßt. Häufig wurden solche Aufträge in den Unternehmen dann Spitzenkräften übertragen, die infolge ihrer Qualifikation, Erfahrung und ihrer Leistungsfähigkeit auch eine hohe Wertschätzung unter den Kollegen genossen.

In der nachfolgenden Tabelle ist auf Basis der Gespräche mit den Fachkräften und aufgrund der teilnehmenden Beobachtungen eine grobe Gewichtung der einzelnen kritischen Situationsbereiche nach ihrer Bedeutsamkeit in den einzelnen Untersuchungsfeldern vorgenommen. Dabei bedeutet ein ausgefüllter schwarzer Kreis, daß der jeweilige Situationsbereich als besonders bedeutsam für das betreffende Untersuchungsfeld einzuschätzen ist. Ein nur halb ausgefüllter Kreis bezeichnet eine mittlere Bedeutsamkeit und ein transparenter Kreis eine geringe Bedeutsamkeit.

Tabelle 12: Situationen mit hohen und komplexen Anforderungen aus Sicht von Fachkräften

Bez.	Kritische Situationen aus Sicht der Fachkräfte	WOP	WOM	WOK
KS 1	Schwer zu haltende zeitlich-kapazitive Vorgaben	●	◐	○
KS 2	Determinierende Prozeßphasen	◐	◐	◐
KS 3	Störungsanfällige und wertvolle Werkstücke	◐	◐	◐
KS 4	Störungsanfällige Werkzeuge	●	◐	○
KS 5	Komplexe technologische Bearbeitungen	●	●	◐
KS 6	Mehrdeutige und diffuse Prozeßmerkmale	●	●	●
KS 7	Fehleranfällige NC-Programme	◐	●	○
KS 8	Störungsanfällige Maschinen und Einheiten	○	◐	●
KS 9	Komplexe und mehrdeutige Störungen	●	●	●
KS 10	Diffizile Kooperation mit externen Abteilungen und im Kollegenkreis	◐	◐	◐
KS 11	Komplexe Optimierungen mit weitreichenden Konsequenzen	●	◐	○
KS 12	Verantwortungsvolle Schichten	◐	●	◐

In allen Untersuchungsfeldern werden "mehrdeutige und diffuse Prozeßmerkmale" (Tabelle 12, KS 6) als sehr bedeutsam für die Gewährleistung einer anforderungsgerechten Fertigung eingeschätzt. Deren Wahrnehmung und Erkennung gelingt nach Ansicht der Fachkräfte erst mit hinreichender Berufserfahrung. In dem Untersuchungsfeld WOP war v.a. die Erkennung relevanter Prozeßveränderungen anhand von "Äußerungen" des laufenden Prozesses kritisch, z.B. anhand von Geräuschen, Vibrationen oder anhand von Veränderung der Spanfarbe und -form. Im Untersuchungsfeld WOK wurde die Wahrnehmung solcher "Äußerungen" ebenfalls als sehr bedeutsam eingeschätzt, allerdings mit einer anderen Zielsetzung. Hier kommt es stärker auf eine Einschätzung der Funktionstüchtigkeit der Maschine an, kritische Merkmale sind hier wiederum Geräusche, aber auch der Zustand von Keilriemen und von Prozeßanzeigen.

Ähnlich verhält es sich bei dem ebenfalls übergreifend als hoch kritisch eingeschätzten Situationsbereich der "komplexen und mehrdeutigen Störungen" (Tabelle 12, KS 9). Störungen stellen in allen Untersuchungsfeldern hoch anspruchsvolle Situationen dar. Dabei unterschied sich allerdings die Art der als kritisch eingeschätzten Störungen. Kam es im Bereich WOP v.a. zu prozeßbezogenen Störungen, z.B. in Folge von unangemessenen NC-Programmen, so waren demgegenüber im Feld WOK v.a. maschinenbezogene Störungen kritisch. Eine Zwischenstellung nimmt hier das Untersuchungsfeld WOM ein. Die Standardisierung der Prozeßbedingungen läßt sich hier infolge der häufiger wechselnden Aufträge offensichtlich nicht so weit vorantreiben, wie dies z.B. im Feld WOK der Fall ist. Von daher kommt es im Untersuchungsfeld WOM sowohl zu kritischen Prozeß- wie auch zu Maschinenstörungen.

Gemeinsamkeiten auf einem etwas niedrigeren Gewichtungsniveau finden sich z.B. bei den "determinierenden Prozeßphasen" (Tabelle 12, KS 2), der "diffizilen Kooperation mit externen Abteilungen und im Kollegenkreis" (KS 10), bei "störungsanfälligen Werkzeugen" (KS 4), "störungsanfälligen und wertvollen Werkstücken" (KS 3) und bei "komplexen technologischen Bearbeitungen" (KS 5).

Die Schwerpunkte in der Gewichtung einzelner kritischer Situationsbereiche hängen mit den spezifischen Bedingungen in den einzelnen Untersuchungsfeldern zusammen. Korrespondierend mit der wesentlich größeren Vielfalt der in der Feindisposition zu berücksichtigenden Produktionsaufträge werden "schwer zu haltende Vorgaben" (Tabelle 12, KS 1) als hoch bedeutsam im Untersuchungsfeld WOP eingeschätzt. Mit abnehmender Auftragsvielfalt sinkt diese Gewichtung über das Untersuchungsfeld WOM (mittlere Bedeutsamkeit) bis hin zu WOK (geringe Bedeutsamkeit). Eine ähnliche Tendenz zeigt sich bei der Bedeutsamkeit "störungsanfälliger Werkzeuge" (Tabelle 12, KS 4) und bei den "komplexen Optimierungen" (Tabelle 12, KS 11).

Entsprechend der Übernahme extern erstellter Programme mit hohem Modifizierungsaufwand findet sich im Feld WOM die höchste Bedeutung "fehleranfällige Programme" (Tabelle 12, KS 7). Auch die Bedeutsamkeit der "verantwortungsvollen Schichten" (KS 12) ist hier als etwas größer einzuschätzen als in den beiden anderen Untersuchungsfeldern.

Das Untersuchungsfeld WOK zeichnet sich durch eine hohe Bedeutsamkeit von Erfahrung bei der Überwachung "störungsanfällige Maschinen und Einheiten" (Tabelle 12, KS 8) aus. Dies hängt zusammen mit der größeren Verschleißanfälligkeit der Maschinen bzw. der Einheiten von Transferstraßen infolge der hier wesentlich höheren Dauerbelastung. Ein weiterer Faktor besteht darin, daß es sich demgegenüber im Feld WOP meist um eine Ein-Maschinenzuordnung von Fachkräften handelte. Dadurch waren sie in diesem Untersuchungsfeld häufig so vertraut mit den jeweiligen "Macken", daß sie deren Berücksichtigung nicht als "kritisch" einschätzten. Im Untersuchungsfeld WOK lag generell eine Mehr-Maschinenbedienung vor. Infolge des damit geringer möglichen Vertrautseins traten hier die jeweiligen Macken "kritischer" ins Gewicht.

Die aus der Sicht von Fachkräften für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß kritischen Situationen zeichnen sich zusammenfassend durch folgende Merkmale aus.

- **"Wertvolle" Werkstücke und Arbeitsmittel bedürfen besonderer Sorgfalt und Aufmerksamkeit**

Ein erstes Merkmal besteht darin, daß solche Situationen hohe Anforderungen an die Fachkräfte stellen, in denen die Bearbeitung unbedingt den Anforderungen gerecht werden muß und keine Fehler gemacht werden dürfen. Fehlerhafte oder mißlingende Bearbeitungen würden z.B. in Fällen wertvoller Werkstücke dem Betrieb sehr teuer zu stehen kommen, und die Fachkräfte hätten unter Umständen mit unangenehmen Sanktionen zu rechnen. Solche Situationen sind häufig gepaart mit anspruchsvollen Bearbeitungen. Bestimmendes Merkmal ist die den Fachkräften explizit zugeschriebene Verantwortung für besonders wertvolle Werkstücke und Arbeitsmittel.

Im Untersuchungsfeld WOK bezieht sich das Merkmal des hohen Wertes v.a. auf die Handhabung besonders wertvoller Maschinen und besonders teurer Werkzeuge. Ein Beispiel ist hier die Handhabung von CBN-Schleifscheiben. Infolge ihres Materials und ihrer hohen

Standzeiten können sie in Abhängigkeit von ihrer Größe leicht einen Wert von mehreren 100.000 DM annehmen.

- **Zeitlich-kapazitive und technologische Vorgaben und Rückmeldungen sind nur vor dem Hintergrund des sozialen Kontexts interpretierbar**

Ein notwendiges Merkmal zur Bewältigung der aus der Sicht von Fachkräften kritischen Situationen ist die Ergänzung des sozial-betrieblichen Kontextes. Nur vor dem Hintergrund der Kenntnis des sozialen Miteinanders erscheint eine Interpretation von Vorgaben und Rückmeldungen aus anderen Bereichen interpretierbar. Dies betrifft sowohl die kapazitiv-zeitliche Planung - weiter oben wurde bereits das Beispiel der Interpretation der Äußerung eines Planungsvertreters, daß es "brenne", angesprochen. Aber auch das "Verständnis" technologischer Maßgaben, wie sie z.B. in der Konstruktionszeichnung niedergelegt sind, ist von dem sozial-betrieblichen Kontext abhängig. In einem untersuchten Unternehmen offenbarte sich dieser Zusammenhang anhand der Vergabe von Fertigungsaufträgen an eine andere Firma in gravierender Weise. Im Laufe der Teilefertigung ergaben sich in dem Fremdunternehmen eine Reihe von Fragen, wie denn bestimmte Toleranzen und Details zu verstehen seien, da die bisherigen Versuche, diese Maße zu erreichen, trotz enorm hohen Aufwands scheiterten. Dies zeigt, daß hier Erfahrung, bezogen auf die Handhabung und den Umgang mit Toleranzen, fehlte. Erst nachdem der betriebliche Handhabungskontext weitervermittelt werden konnte, war der Auftrag für die Fremdfirma mit vertretbarem Aufwand ausführbar.

Dieses Wissen um den sozialen Kontext spielt in allen Fällen, in denen Vorgaben nicht wirklich eindeutig beschrieben sind, eine entscheidende Rolle. Bei der Interpretation von Vorgaben, Rückmeldungen und Nachrichten, die vom sozialen Kontext abhängig sind, haben auch insbesondere neu einzuarbeitende Mitarbeiter zunächst Probleme und sind auf die Hilfe erfahrener Kollegen angewiesen.

- **Berücksichtigung situationsbezogener Variabilitäten**

Situationsbezogene Variabilitäten in den Fertigungs- und Arbeitsmitteln treten aus Sicht der Fachkräfte einerseits vor Beginn der eigentlichen zerspanenden Bearbeitung an den Maschinen auf. Die zum Fertigungsstart vorliegenden aktuellen Bedingungen variieren mehr oder weniger und sie stehen zudem noch in einem Wechselwirkungsverhältnis. Je höher dabei die qualitativen Anforderungen an die Maßhaltigkeit und die Oberflächengüte sind, desto wichtiger wird die angemessene Berücksichtigung des aktuellen Zustands an der Maschine.

Situationsbezogene Variabilitäten können aus Sicht der Fachkräfte andererseits auch erst im Laufe des computergesteuerten Zerspanungsprozesses auftreten. Dabei sind die konkreten Zustände und Verhältnisse des Wirkpaares Werkzeug-Werkstück am Eingriffsort kaum exakt vorhersehbar. Dies zeigt sich besonders deutlich bei hohen Anforderungen an die Maßhaltigkeit oder die Oberflächengüte, wie z.B. bei hochgenauen Passungen, die auf ein Hundertstel oder gar ein Tausendstel genau gefertigt werden müssen. Hier haben bereits kleinste Veränderungen in den Zuständen der Werkstoffe, der Werkzeuge oder der Erwärmungsgrade von Maschine und Werkstück gravierenden Einfluß. Bei der Vergabe der NC-Parameter für Verfahrenswege und Schnittgeschwindigkeiten müssen somit unter anderem aktuelle Erwärmungsgrade von Mechanik und Spindelsystem der Maschine und Kühlschmiermittel sowie Werkzeugeigenschaften berücksichtigt werden.

Weiterhin beschrieben die Fachkräfte die notwendige Berücksichtigung situationsbezogener Variabilitäten auch im organisatorischen Bereich der Fertigung. Dies ist z.B. im Rahmen der als "kritisch" bezeichneten Schichten der Fall. Die Berücksichtigung schwer vorhersehbarer Einflußfaktoren und situationsbezogener Variabilitäten und deren Berücksichtigung in der Bearbeitungsplanung stellt somit ein bedeutendes Merkmal anspruchsvoller Situationen dar, die die Fachkräfte als "kritisch" einschätzten.

- **Interpretation diffuser und mehrdeutiger Prozeßmerkmale während der maschinellen Bearbeitung bedarf des Einbezugs der Gesamtsituation in ihrem Verlauf und der Vergleichswerte**

Ein weiteres Merkmal der von den Fachkräften als "kritisch" eingeschätzten Situationen betrifft die Wahrnehmung unklarer, diffuser und mehrdeutiger Prozeßerscheinungen und die Interpretation ihrer Bedeutung für die anforderungsgerechte Bearbeitung. Zur adäquaten Einschätzung solcher Merkmale kommt es nach Ansicht der Fachkräfte auf die Kenntnis der Gesamtsituation in ihrem historischen Verlauf und auf Vergleichswerte infolge bereits erlebter ähnlicher Situationsverläufe an. Dies ist als ein Indiz zu werten, daß es sich bei der Interpretation diffuser Prozeßmerkmale um anspruchsvolle Situationen handelt, deren Bewältigung in hohem Ausmaß der fachlichen Qualifikation und der Erfahrung von Fachkräften bedarf.

- **Prozeßkorrekturen und Maßnahmen erfordern ein schnelles Abwägen zwischen widersprüchlichen Zielanforderungen**

Ein weiteres Merkmal der aus Sicht von Fachkräften "kritischen" Situationen besteht in der Notwendigkeit, in aktuellen Situationen notwendig werdende Maßnahmen und Eingriffe vor dem Hintergrund widersprüchlicher Zielkriterien und unter hohem Zeitdruck abzuwägen zu müssen. Dies betrifft sowohl die zeitlich-kapazitive Feinsteuerung wie auch den maschinellen Bearbeitungsprozeß. In der folgenden Aufzählung werden häufige Abwägungsprozesse skizziert, die diese Anforderung verdeutlichen:

- Beim Einschleusen eines Eilauftrags ist abzuwägen zwischen der Priorität des gerade in Arbeit befindlichen und der Dringlichkeit des neuen Auftrags.
- Bei der Aufspannung ist abzuwägen zwischen der Aufspannzeit (Sorgfalt bei der Aufspannung) und der geforderten Qualität.
- Das Anzugmoment muß beim Festziehen von Spannschrauben sowohl auf den möglichen Verzug (z.B. bei dünnwandigen und labilen Werkstücken) als auch auf den für die Bearbeitung notwendigen Haltedruck abgestimmt werden.
- Bei der Festlegung von Schnittwerten ist abzuwägen zwischen der Bearbeitungszeit, der Qualität und der Werkzeugstandzeit.
- Bei Eingriffen z.B. im Falle zunehmenden Werkzeugverschleißes ist abzuwägen zwischen der Zeit eines Werkzeugwechsels, der Bearbeitungszeit infolge eines herabgesetzten Vorschubes sowie der Implikationen für die Qualität.
- Bei Maßnahmen zur Störungsbewältigung ist abzuwägen zwischen der Wartezeit auf Instandhalter und der Möglichkeit, aussagekräftige Symptome zu verändern.

Diese Aufzählung vermittelt einen Überblick darüber, daß Einstellungen, Eingriffe und Korrekturmaßnahmen zur Sicherstellung eines adäquaten Prozesses vor dem Hintergrund von teils widersprüchlichen Zielkriterien vorgenommen werden müssen. Um beurteilen zu können, welche Maßnahmen in einer bestimmten Situation mehr oder weniger "adäquat" sind, bedarf es nach Einschätzung der Fachkräfte in beträchtlichem Ausmaß eines "Fingerspitzengefühls", das auf Fachwissen und Erfahrung gründet.

Die Auswertung der Situationen, die die Fachkräfte als kritisch für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß bezeichnen, hat gezeigt, daß sich diese Einschätzungen auf komplexe Fertigungsbedingungen beziehen, die nur auf der Grundlage der Kenntnis des sie umgebenden historischen und sozialen Kontextes angemessen beurteilt werden können. Hierzu bedarf es nach der Ansicht der Fachkräfte wesentlich der Erfahrung.

4.3 Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis.

Auf der Grundlage der dargelegten Merkmale von Situationen, die entweder die zentrale Steuerung bzw. automatisierte Regelung oder aber aus Sicht der Fachkräfte den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß gefährden können, wird nun eine Bestimmung von Situationen mit Erfahrungserfordernis möglich. Erste Charakteristika ergeben sich aus den Merkmalen von Situationen, die für eine zentrale Steuerung und Regelung "kritisch" sind (vgl. S. 79 ff.):

- Im Laufe der industriellen Produktion treten in Abhängigkeit von der möglichen Standardisierbarkeit des Umfeldes in mehr oder weniger hohem Ausmaß situationsbezogene Variabilitäten in den Bedingungen und Rahmenbedingungen der Fertigung auf. Diese Variabilitäten müssen in adäquater Weise berücksichtigt werden, um einen anforderungsgerechten Produktionsprozeß gewährleisten zu können.
- Im Laufe der industriellen Produktion treten in mehr oder weniger hohem Ausmaß Prozeßzustände und -verläufe auf, deren Bedeutung für den anforderungsgerechten Produktionsprozeß unklar und nicht eindeutig bestimmbar ist. Sie erfordern adäquate Korrekturmaßnahmen, um einen anforderungsgerechten Produktionsprozeß gewährleisten zu können.

An dieser Stelle stellt sich die Frage, von welchen Einflußgrößen die jeweilige Bedeutung von situationalen Variabilitäten und von Prozeßzuständen und -verläufen für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß abhängt. In diesem Zusammenhang liefert die Analyse der Situationen, die aus Sicht der Fachkräfte für den Bearbeitungsprozeß kritisch sind, eine notwendige Ergänzung.

Von zentraler Wichtigkeit ist hier die Beobachtung, daß die Bedeutung zeitlich-kapazitiver und technologischer Vorgaben und Rückmeldungen nicht "kontextfrei", sondern nur vor dem Hintergrund des jeweiligen sozial-betrieblichen Kontextes erschlossen werden kann. Im Falle der Interpretation von Äußerungen von Kollegen und Mitarbeitern entlang von Prozeßketten ist dies infolge der subtilen Einfärbung der Botschaften durch Tonfall, Gestik, und der personbezogenen Eigenarten noch leicht nachvollziehbar. Daß jedoch auch maßbezogene technologische Vorgaben in einen sozialen Kontext eingebettet sind, erscheint überraschender, da dieser Zusammenhang den objektiv anmutenden Zahlen und textuellen Angaben nicht unmittelbar anzusehen ist. Der sozial-betriebliche Kontext qualitativer Richtlinien und Maßgaben resultiert einerseits aus personübergreifenden betrieblichen Konventionen. Faustregeln wie z.B., daß die technologische Qualität gegenüber der Termintreue Vorrang hat, oder daß die von der Konstruktion vorgegebenen Maßtoleranzen immer eher etwas zu hoch bemessen sind, verdeutlichen diesen personübergreifenden Aspekt. Darüber hinaus resultiert der soziale Kontext von Vorgaben und Maßgaben jedoch auch aus personbezogenen Merkmalen und Eigenarten. So tendiert ein bestimmter Programmierer eventuell eher dazu, bestimmte Eigenheiten der technologischen Bearbeitung zu unterschätzen, oder ein bestimmter Instandhalter sucht zunächst eher nach Bedienungsfehlern als ein anderer.

Darüber hinaus ist ein Kontextfaktor auch bei der Erkennung und Interpretation "kritischer Prozeßzustände" von Bedeutung. So müssen zur Interpretation mehrdeutiger Prozeßzustände dessen dynamische und historische Veränderungen sowie die Gesamtsituation notwendig hinzugezogen werden. Es lassen sich zwar maximale Ausprägungen formulieren, denen dann unabhängig vom Gesamtkontext bestimmte Maßnahmen zugeordnet werden können, wie z.B., daß

bei einer bestimmten Verzögerung auf jeden Fall ein bestimmter Auftrag vorzuziehen oder daß bei einem bestimmten Grad an Spanverwicklung der Prozeß zu stoppen ist. Dazwischen findet sich allerdings ein großer Spielraum, innerhalb dessen die Bedeutung von Prozeßzuständen nur vor dem Hintergrund der bisherigen Veränderung und der Gesamtsituation ermittelbar ist. Ein und dieselben Geräusche sind z.B. bei einem bestimmten Bearbeitungsverfahren in Kombination mit einem spezifischen Material und den jeweiligen qualitativen Anforderungen bereits "hochkritisch" für die Qualität der Zerspanung, während sie dies bei anderen Materialien und Qualitätsanforderungen noch nicht sind.

Darüber hinaus spielt der Aspekt der unscharfen Bedeutung auch bei der Auswahl angemessener Prozeßkorrekturen und Maßnahmen eine Rolle. In diesem Zusammenhang kann oftmals nicht eindeutig bestimmt werden, welcher von mehreren, teils widersprüchlichen Bewertungsmaßstäben und Zielkriterien in der konkreten Situation vorrangig zu berücksichtigen ist. Hier tritt nach Ansicht der Fachkräfte häufig der Fall ein, daß keine der möglichen Maßnahmen "optimal" ist. Vielmehr kann z.B. die Entscheidung, einen Prozeß mit verminderten Schnittwerten trotz hohen Werkzeugverschleißes noch zu Ende zu führen, zu einer erhöhten Bearbeitungszeit *und* gleichzeitig zu einer verringerten Oberflächenqualität führen.

Die Merkmale von kritischen Situationen für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß aus Sicht von Fachkräften führt somit zu einer Ergänzung der Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis. Solche Situationen zeichnen sich zusätzlich dadurch aus, daß

- die Bedeutung zeitlich-kapazitiver und technologischer Vorgaben abhängig ist vom sozial-betrieblichen Kontext, bestehend aus betrieblichen Konventionen und personbezogenen Eigenarten,
- die Bedeutung von Prozeßzuständen und -verläufen abhängig ist von ihrer historischen Entwicklung und von der Gesamtsituation,
- Entscheidungen über Eingriffe und Maßnahmen vor dem Hintergrund widersprüchlicher Bewertungsmaßstäbe und Zielkriterien getroffen werden müssen und daß
- der "Wert" von Werkstücken für die Sorgfalt der Bearbeitung von Bedeutung ist.

Die Analyse von Gemeinsamkeiten der kritischen Situationen für eine Bewältigung durch Technik und aus Sicht von Fachkräften läßt sich zusammenfassend in drei zentralen Charakteristika bündeln, die Situationen mit Erfahrungserfordernis auszeichnen. Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse ist Erfahrung zur Bewältigung notwendig, wenn

- unvorhergesehene bzw. unvorhersehbare situationsbezogene Variabilitäten in den Fertigungsbedingungen in einem Ausmaß auftreten, daß sie eine Korrektur der Prozeßeinstellungen erforderlich machen,
- Prozeßzustände und -verläufe auftreten, deren Bedeutung für den anforderungsgerechten Produktionsprozeß unklar und nicht eindeutig bestimmbar ist, sondern in Abhängigkeit von
 - der Gesamtsituation, bestehend aus den Fertigungsmitteln und den qualitativen Anforderungen,
 - von dem sozial-betrieblichen Kontext und
 - von dem Prozeßverlauf
 variiert, oder wenn
- keine eindeutigen Bewertungsmaßstäbe und Zielkriterien zur Entscheidung über adäquate Eingriffe und Maßnahmen vorliegen, sondern sie ebenfalls

- von der Gesamtsituation,
- von dem sozial betrieblichen Kontext
- und von dem Prozeßverlauf
abhängen.

Situationen, die sich durch eines oder mehrere dieser Merkmale auszeichnen, sind nach den Analysen nicht auf Basis einer regelhaften Verknüpfung zwischen Ist- und Sollsituationen zu bewältigen, sondern bedürfen der praktischen Erfahrung. Nur vor dem Hintergrund von Erfahrung mit dem betrieblichen Kontext und mit "ähnlichen" Prozeßverläufen ist die adäquate Bedeutung von Vorgaben aber auch von Prozeßzuständen für den anforderungsgerechten Bearbeitungsverlauf einschätzbar und können angemessene Festlegungen und Korrekturmaßnahmen ergriffen werden.

Eine zentrale Bedeutsamkeit der erreichten Bestimmung von Merkmalen und Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis besteht in der nun wesentlich einfacher möglichen Identifikation solcher Situationen im betrieblichen Alltag. Insbesondere in den für die Automationstechnik "kritischen" Situationen besteht eine besonders große Chance zur Entdeckung erfahrungsbasierter Phänomene. Ein nicht unwesentlicher Teil dieser Form der kritischen Situationen läßt sich auf genau die Merkmale zurückführen, die die Fachkräfte als "kritisch" für einen anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß einschätzten. Auf diese Weise sind somit Möglichkeiten gegeben, um den Einsatz von Erfahrung in konkreten Situationen identifizieren zu können.

5 Beiträge erfahrener Fachkräfte zur anforderungsgerechten Produktion

Im zweiten Teil der Ergebnisdarstellung werden Beiträge präsentiert, die erfahrene Fachkräfte unter günstigen Voraussetzungen zur Gewährleistung und Optimierung des anforderungsgerechten Produktionsprozesses leisten können. In Abhängigkeit von den einzelnen Untersuchungsfeldern unterschieden sich die inhaltlichen Schwerpunkte der Leistungen von Fachkräften. Während in der Einzelfertigung mit Werkstattprogrammierung durch die Fachkräfte (Untersuchungsfeld WOP) Beiträge zur Initiierung und Gewährleistung einer auftragsbezogenen Fertigung im Mittelpunkt standen, handelte es sich in der Massenfertigung mit Prozeßüberwachung und Störungsmanagement (WOK) v.a. um Beiträge zur Aufrechterhaltung einer Fließfertigung. Das Untersuchungsfeld mit hohem Anteil an NC-Programmmodifikationen durch die Fachkräfte (WOM) nimmt eine Zwischenstellung ein: die Fachkräfte initiierten zwar nicht den Bearbeitungsprozeß, da hier die NC-Programmierung in externen Abteilungen erfolgt. Sie waren jedoch maßgeblich an der Gewährleistung des Produktionsprozesses beteiligt, da sie die übernommenen NC-Programme in einer relevanten Weise optimierten. In der Tabelle 13 ist dieser Zusammenhang veranschaulicht.

Tabelle 13: Generelle Beiträge von Fachkräften in den einzelnen Untersuchungsfeldern

Initiierung des Bearbeitungs- prozesses (Festlegung der Bearbeitungsstrategie und NC- Programmierung)	Gewährleistung der Bearbeitung (Optimierung der Bearbeitungsstrategie und der NC-Programme)	Aufrechterhaltung einer Fließfertigung (Prozeßüberwachung und Störungsmanagement)
Einzelfertigung mit Werkstattprogrammierung (WOP)	Fertigung mittlerer Serien mit hohem Anteil an NC-Programmmodifikation (WOM)	Massenfertigung mit Störungsmanagement (WOK)

Das Spektrum der Beiträge der Fachkräfte zur Initiierung, Gewährleistung und Aufrechterhaltung eines anforderungsgerechten Produktionsprozesses umfaßte dabei die folgenden Leistungen:

- 1) Die situationsoptimale Feindisposition.
- 2) Das intern und abteilungsübergreifend vernetzte Handeln.
- 3) Die vorausschauende Prozeßsteuerung.
- 4) Die kompensatorische Prozeßregulation.
- 5) Das fertigungsgerechte Messen und die Qualitätssicherung.
- 6) Das flexible und zeitoptimale Störungsmanagement.
- 7) Die "herantastende" Bewältigung "neuer" Fertigungsbedingungen und Situationen.
- 8) Die "innovative" und "kreative" Prozeßverbesserung.
- 9) Die Integration der Fertigungspraxis in die Planung und Implementation neuer Systeme.

In den ersten 6 Beiträgen stehen Prozesse der Erfahrungsanwendung in weitgehend bekannten Situationen im Mittelpunkt. Demgegenüber stellen die Beiträge in den Punkten 7-9 in stärkerem Maße Prozesse der Erfahrungsdifferenzierung und des Erfahrungserwerbs in Situationen dar, die den Fachkräften noch unbekannt sind. Im Mittelpunkt der nachfolgenden Darstellung steht die detaillierte Beschreibung des Arbeitshandelns und des Stellenwertes, der der praktischen Erfahrung dabei zukommt. Es wird gezeigt, wie Erfahrung die Fachkräfte unter günstigen Voraussetzungen zur vorausschauenden Vermeidung bzw. zur korrektiven Bewältigung der im vorigen Kapitel beschriebenen kritischen Situationen sowie zur Verbesserung des Produktionsprozesses befähigt.

5.1 Situationsoptimale Feindisposition durch kollektive Aushandlungsprozesse

In allen Untersuchungsfeldern paßten die Fachkräfte in wesentlichem Ausmaß zentrale dispositive Vorgaben an die Gegebenheiten vor Ort an. Im Untersuchungsfeld WOP - und in etwas geringerem Ausmaß auch im Untersuchungsfeld WOM - richtete sich eine solche Feindisposition vorwiegend auf die Verteilung von Aufträgen auf Maschinen, auf die maschinenbezogene Auftragsreihenfolgeplanung sowie auf das Management terminlicher Engpässe. Im Untersuchungsfeld WOK betraf die Feindisposition vor allem die Verteilung von Werkstattpersonal auf Maschinen, Anlagen und Einheiten.

(1) *Situationsoptimales Auftragsmanagement durch kollektive Aushandlung*

Im Zuge der Auftragsverteilung und der Planung der maschinenbezogenen Reihenfolge konnte in den untersuchten Betrieben im Untersuchungsfeld WOP immer wieder beobachtet werden, daß es den Fachkräften gelang, ein für die jeweilige Situation geltendes Dispositionsoptimum bezüglich der

- Durchgangszeit im Sinne der bereichsbezogen summierten Bearbeitungs- und Transportzeiten von einer Maschine zur nächsten,
- maschinenspezifischer Auslastung,
- Termintreue, und bezüglich

- personbezogener Vorlieben und Wünsche

zu erreichen. Die Gewährleistung solcher situativer Optima stellte einen wesentlichen Beitrag dar, den Fachkräfte auf der Basis ihrer Erfahrung zu einer hohen Fertigungsflexibilität und Termintreue beitragen konnten.

Eine wesentliche Grundlage und Methode, wie Facharbeiter disponierten und das jeweilige situative Optimum festlegten, läßt sich als ein Vorgehen nach Art "kollektiver Aushandlungsprozesse" in der Form eines direkten und persönlichen Austauschs zwischen Fachkräften, Meistern, Konstrukteuren, Monteuren, Arbeitsvorbereitern, Qualitätssicherern u.a. beschreiben. Absprachen zwischen Mitarbeitern der Fertigung und solchen aus vor- und nachgelagerten Abteilungen unterstützten entscheidend die Ermittlung "wahrer" Prioritäten, technologischer Anforderungen und motivationaler Faktoren. Kollektive Aushandlungen wurden dabei sowohl stillschweigend und non-verbal vollzogen, z.B. wenn sich die Fachkräfte durch Blickkontakte über Auftragspräferenzen und subjektive Befindlichkeiten verständigten, als auch durch verbale Absprachen z.B. mittels Telefon und im "Face-to-Face"-Kontakt.

Kollektive Aushandlungen unterschieden sich weiterhin nach der Art und Weise ihres Zustandekommens. Einerseits handelte es sich um regelmäßige Zusammenkünfte, z.B. auf Werkerebene zur Vornahme der Auftragsreihenfolgeplanung. Andererseits handelte es sich um spontane Treffen, die in den teilnehmenden Beobachtungen in Form einer "*Pulkbildung*", bestehend aus mehreren Personen, auffielen, deren Anlaß häufig in bereits eingetretenen Störungen und Verzögerungen bestand (vgl. auch Carus, Nogala & Schulze 1992b, S. 27 ff.).

Ein gutes Beispiel zur Veranschaulichung der Bedeutung von Aushandlungsprozessen im Rahmen regelmäßig stattfindender Treffen stellt die Auftragsreihenfolgeplanung dar. In einem Betrieb mit Einzelfertigung nahmen die Fachkräfte gemeinsam im Team die Verteilung der Aufträge zu den Maschinen vor. In den Aushandlungen spielten die folgenden Kriterien eine Rolle:

- Die aktuell an den Maschinen aufgebaute Aufspannvorrichtung (z.B. Art des Backenfutters bzw. des Schraubstocks).
- Der zuletzt mit der Maschine bearbeitete Werkstoff (z.B. Stahl, Messing, Aluminium).
- Die geschätzten Bearbeitungszeiten (nach dem Motto: "*was kann ich wo am schnellsten fertigen?*").
- Die jeweiligen Maschinenmerkmale (z.B. max. Größe des bearbeitbaren Werkstücks, Aufspannmöglichkeiten, erreichbare Maßhaltigkeit, Leistungscharakteristika und "*Macken*").
- Persönliche Vorlieben und subjektive Befindlichkeiten der einzelnen Werker (z.B.: "*ich fühle mich heute nicht so, kannst Du es machen?*" oder "Lust auf etwas Neues versus momentan zu anstrengend").
- Vorerfahrungen mit bestimmten Teilen (z.B. "*er hat viel Erfahrung damit*").

Die Integration und Berücksichtigung dieser verschiedenen und teils widersprüchlichen Anforderungen machte häufig ein Ausbalancieren notwendig. So wurde bei der Auftragsreihenfolgeplanung z.B. zwischen den geforderten Bearbeitungszeiten, den Leistungsspektren der Maschinen, den vorhandenen Qualifikationen und Erfahrungen der Fachkräfte und den subjektiven Befindlichkeiten und Wünschen abgewogen. Die mittels kollektiver Aushandlungen getrof-

fenen Entscheidungen lassen sich als situative Optima kennzeichnen, in die neben äußere Kriterien, wie z.B. Teil-, Maschinencharakteristika und terminliche Anforderungen, auch subjektive Kriterien, wie z.B. Befindlichkeiten und Vorerfahrungen der einzelnen Facharbeiter, einfließen. Im Erreichen situativer dispositiver Optima mittels kollektiver Aushandlungsprozesse bestanden in der Einzel- und Kleinserienfertigung bedeutsame Beiträge erfahrener Facharbeiter zu einem zeitoptimalen Auftragsmanagement. Sie beruhen in einem wesentlichen Ausmaß auf Erfahrungen mit dem Kommunikationsverhalten von Kollegen und Mitarbeitern aus vor- und nachgelagerten Bereichen. Gestik, Mimik, Haltung und Tonfall "färben" die transportierten Botschaften vor dem Hintergrund des Aushandlungsanlasses und seiner Rahmenbedingungen. Durch diesen Kontext werden Informationen und Nachrichten vervollständigt, es wird ihnen eine Bedeutung mitgegeben, die über die "eigentliche" Botschaft hinausgeht. Die individuellen "Färbungen" und der soziale Kontext müssen aus dem Kommunikationsverhalten der Gesprächspartner erschlossen werden - hierzu bedarf es wesentlich der Erfahrung. Die damit mögliche Einschätzung von Vertrauenswürdigkeit, Zuverlässigkeit und fachlicher Kompetenz bildet u.a. die Basis für ein Verstehen kontextabhängiger Bedeutungen von Mitteilungen und der Nachhaltigkeit von Absprachen.

(2) *Situationsoptimale Personaleinteilung durch kooperative Aushandlung*

Im Untersuchungsfeld WOK stellte die Personaleinteilung eine wesentliche dispositive Entscheidung dar, die in ähnlicher Weise ein Abwägen zwischen verschiedenen und teils widersprüchlichen Anforderungen und Zielstellungen erfordert. Auch hier fanden sich als Grundlage und Methode kollektive Aushandlungsprozesse. In den untersuchten Produktionsabteilungen oblag die Personaleinteilung in der Regel der gesamten Mitarbeitergruppe, bestehend aus Facharbeitern und Systemführern. Durch eine situationsoptimale Einteilung des Personals konnten sowohl die krankheits- oder urlaubsbedingte Abwesenheit einzelner Mitarbeiter kompensiert als auch die Verteilung auf die Maschinen ausgewogen vorgenommen werden. Als ausgewogen wurde eine Personeneinteilung bezeichnet, wenn sie sowohl den Produktionsanforderungen nach möglichst kompetenter Betreuung als auch den Anforderungen des Personals nach Weiterqualifizierung und Abwechslung infolge von Rotation gerecht wird. Kollektive Aushandlungsprozesse fanden sich im Untersuchungsfeld WOK insbesondere zwischen Meistern, Systemführern und Fachkräften. Häufig können hier nach Aussage der Fachkräfte Kompromisse gefunden werden zwischen den Anforderungen der Gewährleistung einer qualitätsgerechten Fertigung und denen der Fachkräfte nach Qualifizierung und abwechslungsreicher Tätigkeit.

5.2 Intern und abteilungsübergreifend vernetztes Handeln

Ein weiterer erfahrungsbasierter Beitrag qualifizierter Fachkräfte bestand in der Ausrichtung des eigenen Handelns auf die Arbeitsweise und die Handlungsausrichtung in anderen Abteilungen. Dies stellt eine Grundlage und Basis dar für eine erfolgreiche Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch entlang Prozeßketten. Durch die Berücksichtigung von Handlungsweisen der Mitarbeiter in vor- und nachgelagerten Abteilungen bei der eigenen Arbeit an den Werkzeugmaschinen - die Fachkräfte umschrieben dies als "*Mitdenken*" - gelang in vielen Fällen eine

Optimierung des Gesamtprozesses und die Überwindung von Schnittstellenproblemen und Reibungsverlusten zwischen Abteilungen.

(1) Vernetztes Handeln zwischen Konstruktion, Programmierung, Fertigung und Montage

In den Untersuchungsfeldern WOP und WOM fand sich v.a. ein vernetztes Handeln zwischen Werkern aus der Fertigung und Mitarbeitern aus den vorgelagerten Abteilungen der Konstruktion, der Arbeitsvorbereitung, der NC-Programmierabteilung und der Werkzeugeinstellung sowie Mitarbeitern aus nachgelagerten Abteilungen, wie z.B. der Qualitätssicherung, des Werkzeugbaus, der Montage und des Prüffeldes. Das gegenseitige Aufeinandereinstellen funktioniert offensichtlich am besten, wenn es sich um direkte Kontakte in Form von Nachfragen und gemeinsamer Problemlösung handelt, wie es das folgende Zitat exemplarisch veranschaulicht:

"Das Beste ist eigentlich immer, wenn wir Maschinenarbeiter mit dem Werkzeugmacher und dem Programmierer oder auch mit dem Konstrukteur uns zusammenstellen und mal grob was durchsprechen oder so, da kommt oft sehr viel mehr raus, als wenn wir das über mehrere Stellen oder so... über die Konstruktion wieder oder was weiß ich was (...) also, wenn einmal was unklar ist, kommen sie normalerweise zuerst an die Maschine...muß das so sein". (WOP/4_W-1).

Im gemeinsamen Durchdenken von Fertigungsproblemen und besser noch beim gemeinsamen Handeln können die Mitarbeiter somit direkte Erfahrung mit den Denk- und Handlungsweisen von Mitarbeitern aus den jeweils anderen Abteilungen sammeln. Dies zeigte sich in der Einzel fertigung z.B. in der kritischen Phase des Einfahrens neuer und als kritisch eingeschätzter NC-Programme. In solchen Fällen waren die Programmierer häufig selbst vor Ort oder hielten sich zumindest für Nachfragen der Facharbeiter verfügbar. Durch diese Form des "gemeinsamen Einfahrens" bekamen die Werker mit, welche Strategie die Programmierer dem Bearbeitungsverlauf jeweils unterlegten. Dies drückt das folgende Zitat eines Facharbeiters in typischer Weise aus:

"Es gibt ja auch gewisse Raster, in denen man denkt, in denen fast alle denken, die mit NC arbeiten. Das kommt auch von den ganzen Schulungen her und das ist auch gar nicht verkehrt. Z.B. wenn man so irgendwo anfährt, man fährt erst auf die Oberfläche, positioniert und fährt denn noch mal runter oder so. Es gibt so gewisse inoffizielle Normen, in denen grob von vielen gedacht wird. Deshalb kann man auch sagen, das Programm läuft ungefähr bei denen in der Firma so ab und bei denen so. Das ist in den Firmen meistens so, wo zentral programmiert wird eh, da wissen alle schon, wenn das Programm kommt, von wem das ist und der macht ja immer wieder denselben Fehler, das hab ich dann schon drauf. Aber wenn unter den Kollegen das Programmieren in einer gewissen Ordnung so abläuft, macht das fast auch jeder so. Jedenfalls gibt es gewisse Schemen". (WOP/1_GD)

Der Facharbeiter unterscheidet in dem Zitat zwischen drei verschiedenen Strukturen, die bei der Programmierung eine Rolle spielen und dem NC-Programm untergelegt sind:

- Allgemeine, durch "die NC" vorgegebene Programmierregeln entsprechend der DIN 66025 (1972).
- Inoffizielle und firmenspezifische "Konventionen".
- Individuelle Vorlieben eines bestimmten Programmierers bzw. Neigung zu bestimmten Fehlern.

Die Aneignung der allgemeinen Normen, der inoffiziell geltenden Konventionen wie auch der individuellen Vorlieben bestimmter Programmierer ist dabei wesentlich auf eine im gemeinsamen Miteinander gewachsene praktische Erfahrung angewiesen. Insbesondere das Heraus-

finden diffiziler und "feiner Unterschiede" läßt sich dabei allein durch den Transfer von verschriftlichtem Wissen kaum bewerkstelligen.

Weiterhin können durch die enge Kooperation die Fachkräfte wie auch die Programmierer ein Gefühl dafür bekommen, was der jeweils andere "besser" kann. So überließen Programmierer den Fachkräften des öfteren die Festlegung von Schnittwerten nach dem Motto "*das können die besser*", und bei komplexen Bearbeitungsgeometrien fanden die Fachkräfte andererseits eine grobe Festlegung des Programms durch die Programmierer als sehr hilfreich. Durch diese gegenseitige Abstimmung läßt sich der Änderungsaufwand an den Maschinen verringern, wie es das folgende typische Zitat veranschaulicht:

"Ja, grundlegende Sachen treten meistens dann auf, wenn ein Programmierer und ein Bediener neu zusammen arbeiten; das erste halbe Jahr, oder das erste Jahr zusammenarbeiten. Dann kommt sowas noch öfter vor. Das wird aber; je länger man zusammenarbeitet, wird es immer weniger, weil man sich gegenseitig anpaßt. Und man bespricht ja bei jedem Programm irgendwas zusammen. Und irgendwann kriegt man eine Linie rein. Und dann werden die ganzen Änderungen und alles wird weniger. Man lernt sich kennen, und spricht über irgendwelche Sachen. Und allein durch die Gespräche und durch die Erfahrungen, die man sammelt, kommt man auf eine gemeinsame Linie. Sobald man eine gemeinsame Linie hat, braucht man weniger ändern". (WOP/3_W-1).

Darüber hinaus konnten die Fachkräfte im Rahmen mündlicher Absprachen mit den Programmierern nachhaltiger sicherstellen, daß ihre Optimierungen auch wirklich in die Programme eingearbeitet wurden.

Die Kooperation zwischen Fachkräften, Konstrukteuren und Werkzeugmachern bzw. Monteuren war im Untersuchungsfeld WOP vor allem bei der Frage der "fertigungsgerechten Zeichnung" bedeutsam. Absprachen erleichtern den Werkern das Einschätzen der vorgegebenen Toleranzen und die Entscheidung für eine angemessene Bearbeitungsstrategie unter Berücksichtigung der widersprüchlichen Zielparameter Fertigungsaufwand und -genauigkeit. Im gegenseitigen Kontakt gewinnen die Fachkräfte Erfahrungen, wie die Vorgaben aus der Konstruktion zu verstehen sind, und die Konstrukteure einen Eindruck, welche Geometrien z.B. einfacher zu fertigen sind als andere. In einzelnen Fällen wurden auf diese Weise z.B. hoch tolerierte Zeichnungsmaße nach Rücksprache mit dem Werkzeugmacher oder dem Monteur nicht ganz so genau gefertigt und Bearbeitungszeit gespart.

In die für die Fertigung relevante Entscheidung, welche Toleranzen und Vorgaben eines Konstrukteurs unbedingt eingehalten und welche evtl. nicht in der geforderten Genauigkeit gefertigt werden müssen, fließen somit Erfahrungen und Kenntnisse ein über die Praxis, mit der in der Konstruktion Toleranzen vergeben werden (vgl. auch das Beispiel der extern vergebenen Fertigung auf Seite 87). Durch die Zusammenarbeit und Kooperation entlang von Prozeßketten können somit die prinzipiell unterschiedlichen "Denkweisen" und Handlungsausrichtungen, wie sie typisch in den verschiedenen Abteilungen vorherrschen, nachvollzogen und verstanden werden:

- **Konstrukteure** denken und handeln entsprechend ihren Aufgaben und Zuständigkeiten vor allem in Funktionseinheiten, d.h. ihre Orientierung ist auf das spätere Zusammenpassen und Zusammenspiel der einzelnen Teile im Gesamtprodukt ausgerichtet. Fragen der fertigungstechnologischen Machbarkeit sind hier zunächst zweitrangig.

- Die Vorgehensweise von externen **NC-Programmierern** orientiert sich stärker an geometrischen Bearbeitungseinheiten und Fertigungstoleranzen.
- **Fachkräfte** an den Maschinen wiederum richten ihr Denken und Handeln entsprechend ihren Bearbeitungsaufgaben stärker an den Bewegungen der verschiedenen Werkzeuge bzw. der Werkzeugspindeln und am technologischen Bearbeitungsprozeß aus.

(2) *Vernetztes Handeln zwischen Instandhaltung und Fertigung*

Im Untersuchungsfeld WOK bezog sich das abteilungsübergreifende "Mitdenken" v.a. auf die Kooperation zwischen der Fertigung und der Instandhaltung. Funktionierten Absprache und Koordination gut, so hatte dies unmittelbare Effekte einerseits für die schnelle Störungsbehebung und andererseits auch für die Ausbildung eines gegenseitigen Verständnisses für die Handlungsziele und Orientierungen in den vor- und nachgelagerten Abteilungen. Dieses Verständnis führte unter anderem dazu, daß Werker vorausschauend optimale Bedingungen für die Arbeit der Instandhalter schaffen konnten, wie es in folgendem typischen Zitat eines Facharbeiters ausgedrückt ist:

"Ich gucke, daß ich da dabei bin... erstmal kann ich ihnen helfen und wo man die Maschine verfahren muß und so, das kann ich wiederum schneller wie er... und da erklärt er mir auch unter der und der Nummer ist das hinterlegt, z.B. ist das und das in der...da sind nur lauter Zahlen, die da drin ist...wenn eine Null hinten dran ist, dann wird...ist das in dem Moment inaktiviert, und wenn eine 1 angezeigt wird, dann ist das aktiviert... so kann er sehen, ob da ein Signal stattfindet, elektrisch oder nicht, daß ich sagen kann, gut, da hat er funktioniert, es muß an der Mechanik liegen... aber da weiß ich natürlich nicht, bei dem Revolver, wann der raus- und wieder reinkommt, welche Zahl das ist, das hat er wieder in seinen Unterlagen drin... die habe ich jetzt auch, die Unterlagen. Aber da fange ich natürlich ohne ihn jetzt nicht viel an, das ist eine Sache, die mit der Zeit durch die Erfahrung hereinkommt". (WOM/5_W-1).

In dem Zitat wird deutlich, daß auch Werker und Instandhalter verschiedene Perspektiven haben, deren Annäherung durch einen Erfahrungsaustausch im Rahmen kooperativer Störungsbewältigung gelingen kann. Das Besondere der Leistung, die in der Ausbildung eines gegenseitigen Verständnisses besteht, wird deutlich durch die Vergegenwärtigung der unterschiedlichen Perspektiven und Handlungsausrichtungen. So nähern sich Werker Störungen vom technologischen Bearbeitungsprozeß her. Diese Ausrichtung resultiert aus ihrer fertigungsbezogenen Handlungsorientierung, die vor allem auf die Gewährleistung und Aufrechterhaltung des Bearbeitungsprozesses abzielt. Instandhalter "denken" demgegenüber nach den Analyseergebnissen stärker in "Maschinen- und Systemabläufen", ihr Handeln ist auf das möglichst schnelle Wiederherstellen der maschinellen Funktionsfähigkeit ausgerichtet. Vor dem Hintergrund dieser verschiedenen Handlungs- und Erfahrungshintergründe bilden beide Facharbeitergruppen unterschiedliche Arten von Überblick aus, die sie in die gemeinsame Störungsbewältigung einbringen:

- Werker bringen v.a. einen Überblick über den technologischen und maschinenbezogenen Prozeßablauf ein. Dieser gründet auf Informationen aus dem Bereich des Bearbeitungsprozesses, z.B. über abgearbeitete Bearbeitungsschritte, über den Spindelstand oder über den Werkstückzustand. Die Art und Weise, wie Fachkräfte das Maschinensystem benutzen, bezieht sich dabei hauptsächlich auf die Verwendung und Handhabung technologischer Funktionen z.B. zum Verfahren der Achsen.
- Instandhalter bringen v.a. einen Überblick über die mechanisch-elektrische Funktionsweise des jeweiligen Maschinensystems ein. Dieser gründet auf Informationen über Steuerungs-

und Datenabläufe. Vor allem bei der Bewältigung komplexer Störungen kommt Informationen aus dem Bereich des Maschinensystems eine große Bedeutung zu, wie z.B. Prüfergebnissen von Daten- und Signalflüssen. Die Benutzung von Maschine und Steuerung betrifft vorwiegend die Handhabung von Funktionen zur Analyse des Maschinensystems.

Bei einer gelingenden Zusammenarbeit können beide voneinander profitieren: Der Instandhalter, indem der Werker ihm den Störungsverlauf im Kontext des Bearbeitungsprozesses schildert und das Betätigen der Maschinenfunktionen übernimmt. Und der Werker, indem er etwas über Datenflüsse und Prüfmöglichkeiten erfährt und anschließend einige Prüfungen selbst vornimmt (siehe das vorherige Zitat).

Durch diese Form eines Erfahrungsaustauschs im gemeinsamen Handeln wird ein gegenseitiges Verständnis möglich, wie der andere "denkt" und handelt. Ein dadurch mögliches "Mitdenken" zeigte sich beispielsweise in den teilnehmenden Beobachtungen im Untersuchungsfeld WOK, indem Werker als Ergebnis ihres Vorgehens günstige Voraussetzungen für die Arbeit der Instandhalter schafften. So fuhren die Werker in den Untersuchungen des öfteren die Maschinen in einen Zustand, der für die Instandhalter besonders aussagekräftig war.

(3) *Vernetztes Handeln auf Fertigungsebene*

In allen Untersuchungsfeldern fand sich übergreifend auch ein vernetztes Handeln auf der Ebene der Fertigung. Das "Mitdenken" bezog sich hier zum einen auf Absprachen zwischen Schichtkollegen (v.a. WOK) und zum anderen auf Absprachen zwischen Kollegen an zusammengehörigen aber in der Arbeitsfolge nacheinander angeordneten Maschinen (v.a. WOP und WOM).

In dem folgenden typischen Zitat wird am Beispiel eines Schichtwechsels im Untersuchungsfeld WOK plastisch umschrieben, wie für die nachfolgenden Schichtkollegen günstige oder auch ungünstige Bedingungen geschaffen werden können:

"Einrichten ist halt Werkzeugwechsel. Da kommt es auch auf den einzelnen an, ob er jetzt sieht, es geht jetzt auf die Pause zu. Bei uns wird ja mannlos über die Pause gefahren, da sind jetzt, gerade First Alpin ist das Paradebeispiel, noch acht Wellen drauf. Das langt halt über die Pause nicht. Wenn dann einer mitdenkt, dann macht er halt um halb neun schon den Wechsel, denn bei 4000 ist das egal, ob er da jetzt noch 20 drauf sind oder bloß 5. Dann macht er den Wechsel, mißt noch vor der Pause und kann das dann Laufenlassen. Das kommt halt auf den einzelnen Mitarbeiter drauf an. Beim Fräserwechsel guck ich eh, daß ich das nach der Pause hinkrieg, weil das Ding halt kochendheiß ist". (WOK/1_W-1).

Im Untersuchungsfeld WOP konnte immer wieder beobachtet werden, wie die Fachkräfte ihren nachbearbeitenden Kollegen günstige Voraussetzungen schafften. Typische Beispiele bestehen in dem Stehenlassen von Spannflächen oder in der Übernahme von Bohrungen, "weil ich das auf meiner Maschine besser kann als der Kollege nach mir".

Die Vernetzung und Abstimmung des Handelns zwischen der Fertigung und vor- und nachgelagerten Abteilungen, die sich in allen Untersuchungsfeldern von der Einzel- bis hin zur Massenfertigung fand, beruht somit in mehrerer Hinsicht auf Erfahrung:

- Um den nachfolgenden Abteilungen möglichst günstige Voraussetzungen zur Weiterarbeit zu verschaffen, bedarf es einer möglichst anschaulichen und im gemeinsamen Handeln gewachsenen Vorstellung von den dort jeweils vorhanden Handlungsorientierungen und -ausrichtungen.

- Um in persönlichen Treffen mit Mitarbeitern aus anderen Abteilungen zu einer möglichst effektiven und effizienten gemeinsamen Problemlösung zu kommen, bedarf es der Kenntnis der speziellen Arbeitsweisen der jeweils anderen.
- Um die in Betrieben bestehenden sozialen Konventionen und inoffiziellen Regeln und Strukturen z.B. bezüglich der Bedeutung von Toleranzen oder bezüglich der Art und Weise des Programmierens berücksichtigen zu können, bedarf es der Kenntnis des historisch gewachsenen Kontextes.

5.3 Vorausschauende Prozeßsteuerung

Die vorwegnehmende Vermeidung von Störungen, Maßabweichungen und Verzögerungen stellten von der Einzel- bis zur Massenfertigung herausragende Beiträge erfahrener Fachkräfte dar. Dies bezog sich dabei in den einzelnen Untersuchungsfeldern auf jeweils unterschiedliche Aspekte. Im Bereich der Einzelfertigung mit Werkstattsteuerung (WOP) stand die Entwicklung einer Bearbeitungsstrategie anhand der vorgegebenen Zeichnungsdaten im Vordergrund. Im Bereich der Fertigung kleiner und mittlerer Serien mit einem hohen Anteil von Nachbesserungen extern erstellter NC-Programme (WOM) ging es in erster Linie um das Aneignen und Optimieren der NC-Programme bzw. der zugrundeliegenden Bearbeitungsstrategie. In der Massenfertigung (WOP) wiederum stand weniger die Strategie der technologischen Bearbeitung im Vordergrund, sondern vielmehr die vorausschauende Betreuung kritischer Einheiten.

(1) *Vorausschauende Erstellung einer Bearbeitungsstrategie*

Ein erster Schritt bei der Entwicklung einer Bearbeitungsstrategie im Untersuchungsfeld WOP bestand im Vergegenwärtigen der in der geometrischen Zeichnung in symbolischer Form dargestellten Kontur des Fertigteil. Dies erfordert auf Seiten der Fachkräfte eine Übersetzung der verschiedenen 2-D-Ansichten der Konstruktionszeichnung in eine volumen- und flächenartige Vorstellung vom Fertigteil. Nach den Untersuchungen sind diese Vorstellungen bereits eng verknüpft mit einer Vergegenwärtigung des spanabhebenden Bearbeitungsprozesses. Bei komplexen Bauteilen gelang die Transformation der Zeichnungsvorgaben in mentale räumliche Vorstellungsbilder häufig nicht unmittelbar, sondern bedurfte eines aktiven Aneignungsprozesses. Neben theoretischem Fachwissen bedarf die "Übersetzung" v.a. der praktischen Übung. Die Fachkräfte nahmen hier häufig das Rohteil und ggfs. weitere Hilfsmittel zur Veranschaulichung zu Hilfe, wie es das folgende Zitat exemplarisch verdeutlicht:

"Was ich dann manchmal auch mache, sagen wir mal bei komplexen Teilen, daß ich mir den Rohklotz nehme und dann mit dem Edding aufmale, wie das Teil ungefähr aussehen wird. Um mir das selbstverständlich zu machen, da fang ich an und zeichne mir auf, welches Material geht weg beim ersten Mal. Das macht man auch bei halbfertigen Teilen manchmal, daß man sagt, ich hab den Schritt abgeschlossen und jetzt kommen noch ganz viele Löcher und Durchbrüche, dann malt man das auf und klappt das dann auch mal so auf der Zeichnung rum, ob da mein Gemaltes auch mit der Zeichnung so hinkommt". WOP/1_W-2).

In dem Zitat wird die enge Verschränkung der vorgestellten Zwischenzustände vom Rohteil hin zum Fertigteil mit den jeweils abzunehmenden Zerspanvolumina deutlich. Das Vorstellen oder "Imaginieren" (vgl. Bolte 1993, S. 95) der "virtuellen" Bearbeitungszwischenzustände steht im engen Zusammenhang mit den konkreten Rahmenbedingungen. Erfahrene Fachkräfte "sehen" Zwischenzustände vor dem Hintergrund der aktuellen Maschinenspezifika, der aktuellen Auf-

spannung und Werkzeuge sowie der Anforderungen an die Maßhaltigkeit und die Oberflächen-
güte. Eine besondere Leistung der Fachkräfte bestand in diesem Zusammenhang in einer strate-
gischen "Zerlegung des Werkstücks in werkzeugbezogene Frässpuren", um mit möglichst wenig
Aufwand, mit möglichst geringer Bearbeitungszeit und einem Maximum an Sicherheit zu dem
geforderten Ergebnis zu kommen. Die folgenden Prinzipien der "Zerlegung" im Rahmen der
Erstellung einer Bearbeitungsstrategie konnten bei erfahrenen und qualifizierten Fachkräften
beobachtet werden:

- **Vorgehen von grob zu fein:**

Die strategische Planung der Bearbeitung zeichnet sich durch ein Vorgehen von einer Grob-
hin zu einer Feinbearbeitung aus. Je feiner der geplante Bearbeitungsschritt, desto stärker
kommt es zu einer "Einengung der Geometrie in der Werkzeugauswahl". Ein "Überplanen"
bzw. "Schrubben" von Bearbeitungsoberfläche und Aussenkonturen ist dabei immer der erste
Arbeitsschritt. Demgegenüber wird ein paßgenaues Schlichten einzelner Konturen in der
Regel erst nach der vollständigen Schrubbearbeitung durchgeführt.

- **Parallele "Rückwärts-" und "Vorwärtsorientierung":**

Bei der Planung der Bearbeitung werden offenbar zwei Planungsrichtungen miteinander
verschränkt: Beginnend mit der Vergegenwärtigung des Fertigteils anhand der Zeichnung
wird teils "rückwärts" vom Fertigteil hin zum Rohteil überlegt, welche Zerspannschritte
notwendig sind. Gleichzeitig wird jedoch das Rohteil als Ausgangszustand gesehen und die
Bearbeitung konkret "vorwärts" in Richtung zum Fertigteil geplant. Die "Rückwärts-" und
"Vorwärtsorientierung" findet bei der Festlegung der Bearbeitungsschritte somit eng
verschränkt und nahezu parallel statt. Die Bedeutung dieser Form der Orientierung besteht in
ihrer kontextstiftenden Funktion: Es entsteht eine grobe, aktuelle Vorstellung, worauf es
ankommt und welche kritischen Bearbeitungsabschnitte besonders zu beachten sind.
Dadurch wird der Bearbeitungsablauf geordnet. Einzelne Bearbeitungsabschnitte werden in
ihrer Bedeutung für die gesamte Bearbeitung und damit in ihrem Bearbeitungskontext
gesehen.

- **Wechselseitiger Zusammenhang zwischen Werkzeug und Fläche:**

Die Werker beziehen Werkzeuge und die mit ihnen zu bearbeitenden Bearbeitungsflächen
wechselseitig aufeinander. So richten sich die Werkzeuge nach der Fläche und gleichzeitig
richtet sich die Fläche nach dem Werkzeug. In die Auswahl eines Werkzeugs spielen sowohl
die Vorstellung der zu bearbeitenden Flächen wie auch die jeweils gegebenen Rahmenbe-
dingungen aus Maschine und Qualitätsangaben hinein. Typischerweise wählen die Fach-
kräfte eine "Initialfläche" aus, die als erstes mit einem bestimmten Werkzeug bearbeitet
werden soll. Gleichzeitig überlegen sie, welche Flächen mit diesem Werkzeug noch "mit-
gemacht" werden können, um die Bearbeitungszeiten zu minimieren. Solche flexiblen
"werkzeugbezogenen Zerspanvolumina" bilden Einheiten, in denen "gedacht" wird und die
Orientierung u.a. beim Einfahren liefern.

- **Repräsentation von Werkzeugbewegungen als Mischung aus "Punkten und Flächen":**

Eine wesentliche Leistung von Facharbeitern bei der Planung und Durchführung einer Bear-
beitung besteht somit in der Übersetzung einer Konstruktionszeichnung in eine maschinen-
und technologieadäquate Reihenfolge aus "werkzeugbezogenen Zerspanvolumina". Solche
Volumina sind in der gedanklichen Vorstellung offensichtlich als Abfolgen von Werkzeug-
verfahrbewegungen repräsentiert. Die Analyse der Aussagen von Fachkräften legt den
Eindruck nahe, daß ein "Bewegungsfluß" von Werkzeugen nach der Art von "Bewegungs-
gestalten" vorgestellt wird, beginnend mit dem Anfahren, den Verfahrenswegen im Werkstück

und endend mit dem Abfahren. Solche Verfahrenswegskonturen umfassen oft mehrere Bearbeitungsflächen eines Werkstücks.

Die Repräsentation von Verfahrenswegen schwankt offensichtlich zwischen einer zwei- und dreidimensionalen Vorstellung. Generelle Orientierung gibt hier das dreidimensionale Maschinenkoordinatensystem, das von Fachkräften als "*Raster*" oder "*Millimetermodell*" beschrieben und "*über das ganze Ding rübergelegt*" (WOP/1_TB) wird. Dabei wird jedoch nicht immer dreidimensional gedacht, sondern je nach Möglichkeit werden einfachere zweidimensionale Ausschnitte herausgelöst. Entsprechend der Abfolge eines Werkzeugwegs, bestehend z.B. aus dem Anfahren eines Referenzpunktes ca. 2mm über der zu bearbeitenden Fläche, dem eindimensionalen Eintauchen (in der Z-Achse) und dem zweidimensionalen Bearbeiten in der Ebene (in der X- und Y-Achse), "denken" die Fachkräfte offenbar das Eintauchen und das Bearbeiten in der Ebene getrennt. Ein Facharbeiter drückte dies exemplarisch als ein Denken in "*Punkten und Flächen*" aus: Der "*Punkt*" bezeichnet das eindimensionale Eintauchen des Werkzeugs in das Material. Mit "*Fläche*" wird das Verfahren des Werkzeugs bei erreichter Tiefe in der Ebene bezeichnet, z.B. bei einer Tasche. Neben dieser zweidimensionalen Repräsentation von Verfahrenswegen beschrieben die Fachkräfte auch dreidimensionale Imaginationen, z.B. bei Übergängen und Phasen. Der Wechsel einer 2-D zur 3-D-Vorstellung korrespondierte dabei häufig mit dem gleichzeitigen Verfahren des Werkzeugs in allen drei Achsen.

- **Situationsbezogene Reichweiten der Feinplanung:**

In den teilnehmenden Beobachtungen und den Interviews fielen in Abhängigkeit von den erwarteten kritischen Situationen unterschiedliche "Planungsreichweiten" auf. Handelte es sich um kritische Bearbeitungen wie z.B. um eine solche mit einem langen Werkzeug, so wurde die Bearbeitung meist nur bis zu diesem Schritt mittels Programmcodes im Detail beschrieben und unmittelbar mit der Maschine "abgefahren". In Abhängigkeit von den Ergebnissen wurden dann erst die weiteren Feinplanungen vorgenommen. In den Untersuchungen fand sich eine Tendenz, Bearbeitungen, bei denen die Fachkräfte keine Probleme erwarteten, komplett im voraus zu definieren und als Ganzes abzufahren. Bei "kniffligen" Bearbeitungen gingen die Werker eher nach Art eines "dialogischen Teach-Betriebs" vor: Sie definierten zunächst einige wenige Verfahrensbewegungen, fuhren vorsichtig mit der Maschine ab und definierten auf der Grundlage der erhaltenen Resultate den nächsten Schritt.

Bei der Erstellung einer maschinen- und technologiebezogenen Bearbeitungsstrategie zur Umsetzung der Konstruktionsvorgaben in eine konkrete fertigungstechnologische Bearbeitung handelt es sich somit um komplexe Fähigkeiten und Fertigkeiten von Fachkräften, die in verschiedener Weise auf Erfahrung gründen:

- Zum einen ist das Denken und Probehandeln mittels räumlich-mentaler Repräsentationen auf Übung angewiesen.
- Zum anderen handelt es sich bei der Transformation von zweidimensionaler geometrischer Information in "mentale Bewegungsgestalten" nicht um eine Eins-zu-Eins-Übersetzung. Die konkreten Inhalte der vorgestellten "Bewegungsbilder" in Form von "werkzeugbezogenen Zerspanvolumina" sind vielmehr geprägt von den konkreten Fertigungsbedingungen und enthalten darauf abgestimmte imaginierte Bearbeitungsabfolgen. Es "entstehen" unmittelbar solche Abfolgen, die vor dem Hintergrund der gesammelten Erfahrungen die jeweils "optimale" Bearbeitung kennzeichnen. Ein wesentlicher Aspekt besteht dabei in dem Vermeiden kritischer Situationen im Laufe des späteren Bearbeitungsprozesses.

Insofern handelt es sich bei der "Übersetzung" um ein gedankliches Durchspielen möglicher Bearbeitungsverläufe auf der Grundlage der konkreten Bedingungen vor Ort und auf der Grundlage der bisherigen Erfahrungen mit konkreten Bearbeitungsverläufen.

(2) Vorausschauendes Aufspannen von Werkstücken

Eine weitere Leistung im Rahmen der vorausschauenden Prozeßsteuerung betraf die Wahl der Aufspannung. Ihr kommt in den Untersuchungsfeldern WOM und WOP eine Schlüsselstellung zu, da die Programmierung der Verfahrbewegungen exakt auf die Position des Werkstücks und der Aufspannmittel bezogen sein muß. Darüber hinaus kommt es darauf an, die Befestigungspunkte und den Spanndruck so zu wählen, daß das Werkstück nicht herausfällt, es sich nicht verzieht und gleichzeitig vermieden wird, daß sich im Laufe der Zerspanung Vibrationen aufbauen. Der Einfluß der Erfahrung zeigt sich hier ebenfalls in dem Ausbalancieren zwischen verschiedenen und teils widersprüchlichen Zielkriterien. Darüber hinaus kommt die Erfahrung auch bei dem manuellen Einstellen des Spanndrucks, dem sog. "Anzugsmoment", zum Tragen. Insbesondere bei dünnwandigen oder frei tragenden Teilen wurde das Werkstück direkt taktile kinästhetisch "erfühlt", um einschätzen zu können, wie stark gespannt werden kann, ohne daß es zu Verzug kommt.

(3) Vorausschauende Festlegung "vorläufiger" NC-Programmparameter

Eine weitere bedeutsame Leistung erfahrener Fachkräfte im Rahmen der vorausschauenden Prozeßsteuerung im Untersuchungsfeld WOP bestand in der Festlegung "vorläufiger" und "grober" Technologiewerte im NC-Bearbeitungsprogramm. So gelang den Fachkräften häufig eine Anpassung der Drehzahlen und Vorschübe an die jeweils aktuell an der Maschine vorhandenen Fertigungsbedingungen. Die im NC-Programm vorab eingestellten Schnittwerte verstanden die Facharbeiter dabei als vorläufige und zu verändernde Werte (vgl. auch Striepe 1995, S. 101). Dies wird anhand des folgenden Zitats deutlich:

"In der Regel stimmen die von mir eingestellten Drehzahlen und Vorschübe. Aber es kann immer etwas passieren, was nicht voraussehbar ist, z.B. können sich Schwingungen aufbauen, oder zusätzlich verschleißt das Werkzeug. Das hat Einfluß auf die Oberflächenqualität. In besonders schwierigen Situationen stelle ich die Schnittwerte etwas niedriger ein und verändere sie dann beim Programmablauf nach oben, wenn ich sehe, wie es läuft". (WOP/1_W-5).

In der bewußt offengehaltenen Möglichkeit des Nachregulierens voreingestellter Schnittwerte wird offensichtlich, daß erfahrene Facharbeiter die Bewältigung des Auftretens kritischer Arbeitssituationen während des computergesteuerten Zerspanprozesses bereits vorausschauend vorbereiten (siehe genauer 5.4, Seite 106). Dies gestattet ihnen ein sukzessives Herantasten an die sich erst im Zerspanungsverlauf offenbarenden und nur situationsbezogen gültigen "optimalen" Schnittwerte (vgl. 5.7, S. 117 ff.). Weitere Maßnahmen stellen in diesem Zusammenhang auch das Einbauen von Programmunterbrechungen oder von Meßschnitten in das NC-Programm dar. Sie wurden von den Fachkräften gezielt eingesetzt, um unvorhersehbare Abweichungen der Bearbeitung vom anforderungsgerechten Verlauf rechtzeitig erfassen und korrigieren zu können.

(4) *Vorausschauende Aneignung und Überarbeitung fremderstellter NC-Programme*

Im Untersuchungsfeld WOM betraf die Vermeidung kritischer Situationen vor allem das "Aneignen" der im NC-Programm vergegenständlichten Bearbeitungsstrategie. Dazu bedarf es eines Nachvollzugs der "Gedankengänge" und Absichten des Programmierers. Die Fachkräfte beschrieben diesen Prozeß als ein "*sich zu eigen machen*" der den Bearbeitungsprozessen zugrundeliegenden "*Philosophie*". In den teilnehmenden Beobachtungen fiel auf, daß die Aufmerksamkeit, mit der bereits erstellte NC-Programme angeeignet wurden, stark variierte. Bei als "einfach" eingeschätzten NC-Programmen oder bei schon gelaufenen orientierten sich die Fachkräfte nur in einer sehr groben Art und Weise und erfaßten die detaillierte Bearbeitungsfolge erst während des Einfahrens (vgl. auch Striepe 1995, S. 102). Als "einfache" Programme wurden unproblematische Bearbeitungen wie z.B. solche ohne ein zusätzliches Verfahren des Maschinentisches oder solche mit Verfahrbewegungen nur in einer Ebene und mit wenigen Umspannungen betrachtet. Hier wurde die Aneignungsstrategie nach dem Motto beschrieben: "*erst mal fahren bis zum ersten Satz, beim ersten Fehler wird man dann mißtrauisch und guckt sich das Programm an*". (WOP/3_W-1).

Bei sehr **komplexen NC-Programmen** und als "kritisch" eingeschätzten Bearbeitungen wurde die programmierte Bearbeitungsfolge vor Beginn der rechnergesteuerten Bearbeitung detaillierter nachvollzogen. Auch hier fand sich zunächst eine Groborientierung, wie es das folgende typische Zitat belegt:

I: "Das Programm selber das, ja gut, bevor ich anfangen zu bearbeiten, wird das durchgeschaut, ja - in groben Zügen".

F: "Und worauf achten Sie da?"

I: "Auf die Reihenfolge der Fertigung, ob das dem entspricht, was man aus Erfahrung weiß. Und auf Schnittwerte. Und ob die ganze Bearbeitung dem entspricht, was man sich selbst vorstellt. Es kommt vor, daß wenn ein Programm von dem Programmierer kommt, daß mal irgendwelche grundlegende Fehler drin sind. Irgendwelche Sachen, die nicht meiner Vorstellung entsprechen".
(WOP/3_GD)

Die grobe Orientierung über die "Grundzüge" des programmierten Bearbeitungsablaufs basiert in wesentlichem Ausmaß auf Erfahrung mit fertigungsgerechten Bearbeitungsstrategien und Schnittwerten. Die Fachkräfte achten auf Bearbeitungsabschnitte, die von denen abweichen, wie sie es von vergangenen und erlebten Verläufen her kennen. Solchermaßen "kritische Abschnitte" beziehen sich auf anspruchsvolle technologische Bearbeitungen, wie z.B. die mit langen Werkzeugen oder freitragenden Flächen.

Über "kritische Bearbeitungen" hinaus achteten die Fachkräfte auf Stellen, an denen den Programmierern leichter "Fehler" unterlaufen als an anderen und die von daher für die Fachkräfte wichtige Orientierungspunkte darstellen. In den Interviews formulierten die Fachkräfte Fragen, die sie an ein Bearbeitungsprogramm stellen, wie z.B.:

- Ist der Palettenwechsel programmiert?
- Welche Werkzeuge sind programmiert und stimmen die Werkzeugwerte?
- Sind bei innengekühlten Werkzeugen Innenkühlung und Druck programmiert?
- Stimmt die Drehrichtung der Werkzeuge?
- Welche Nullpunkte und Nullpunktverschiebungen hat das Teil und sind sie programmiert?

Auch bei der Aneignung der in einem vorgegebenen NC-Programm umgesetzten Bearbeitungsstrategie fanden sich somit orientierungsstiftende Anteile. Je nach Fertigungsbedingungen und Erfahrungshintergrund vergegenwärtigen sich die Fachkräfte die zugrundeliegende "Bearbeitungsphilosophie", indem sie das NC-Bearbeitungsprogramm nach bestimmten Selektionskriterien und Indikatoren hin durchgehen. Durch diese Maßnahme strukturieren sie das Bearbeitungsprogramm und verschaffen sich eine Orientierung über die grobe und - bei Bedarf - auch über die detaillierte Bearbeitungsabfolge.

(5) Vorausschauende Betreuung "kritischer Einheiten"

Im Untersuchungsfeld WOK wurde statt auf einzelne Bearbeitungen vermehrt auf kritische Einheiten geachtet. So wurden z.B. Einheiten zur Montage von Kleinteilen als besonders störungsanfällig eingeschätzt. Auch bestimmte zeitliche Abschnitte innerhalb der Produktion standen im Fokus der Aufmerksamkeit. Als besonders kritisch wurde das Anfahren der Anlagen nach längerem Stillstand, z.B. montagsmorgens bezeichnet. Je nach Außentemperatur und abhängig von der konkreten Einheit wurden beim Maschinenstart nach längerem Stillstand "*nach Gefühl*" Maßkorrekturen vorgenommen, bis die Maschine ihre Betriebstemperatur und damit eine stabile Maßhaltigkeit erreicht hatte. Bei Schleifmaschinen achteten die Fachkräfte z.B. insbesondere auf den Vorgang des Ausrichtens der Schleifscheiben. Für das Aufrechterhalten der Funktionstüchtigkeit der Maschinen erwies sich auch eine vorausschauende Wartung der Maschinen als entscheidend.

Die Erfahrung der Fachkräfte mit verschiedenen Fertigungsverläufen ist somit von zentraler Bedeutung für die Leistung der vorausschauenden Prozeßsteuerung. Ihre Fertigungserfahrung versetzt sie in die Lage, bereits im Vorhinein zu erkennen, an welchen Bearbeitungsstellen bzw. an welchen Einheiten kritische Situationen für die anforderungsgerechte Produktion mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind. Aufgrund einer solchen erfahrungsbasierten Vororientierung können sie die Produktion so steuern, daß es in bedeutsamem Umfang zu weniger Störungen und Maßabweichungen kommt. Ebenfalls können sie sich durch die Vergabe vorläufiger Maßparameter und Schnittwerte vorausschauend Spielräume schaffen, um etwaige Veränderungen während des laufenden Zerspanprozesses noch berücksichtigen zu können.

5.4 Kompensatorische Prozeßregulation während der Zerspanung

In den Untersuchungen fand sich eine Vielzahl von Beispielen, in denen Fachkräfte in die laufenden Bearbeitungsprozesse eingriffen. Die angemessene Interpretation wahrnehmbarer Prozeßerscheinungen und die kompensatorische Zuordnung und Durchführung adäquater Korrekturmaßnahmen stehen im Zentrum der kompensatorischen Prozeßregulation.

(1) Kollisionsvermeidung und Änderung von Fahrwegen beim Einfahren

Die Vermeidung von Kollisionen stellt beim Einfahren neu erstellter oder modifizierter NC-Programme in den Untersuchungsfeldern WOP und WOM einen ersten Leistungsbereich qualifizierter Fachkräfte dar. Bei geometrisch besonders anspruchsvollen Bearbeitungen und bei labilen Aufspannungen führten einige Fachkräfte in der Einzelfertigung einen sogenannten "*Trockenlauf*", d.h. ein Einfahren des Programmes "*in der Luft*" mittels Nullpunktverschiebung

durch (vgl. Striepe 1995, S. 102). Dieses Vorgehen trägt dem Umstand Rechnung, daß mittels einer Simulation des Programmablaufs Kollisionen mit Spannmitteln oder dem Werkstück nicht zuverlässig feststellbar sind. Kaum ein herkömmliches Steuerungssystem ist z.B. in der Lage, Werkzeugbewegungen in Relation zu den aktuellen Positionen der Spannmittel abzubilden. Anhand des "Trockenlaufs" gelang den Fachkräften die Erkennung grober Konturverletzungen z.B. durch Tippfehler bei der Eingabe von Parametern bezüglich der Verfahwege sowie der Werkzeuglängen und -durchmesser.

In der Regel wurden neue NC-Programme jedoch direkt im Einzelsatzmodus unter Verzicht auf einen Trockenlauf und häufig auch ohne vorherige Simulation eingefahren. Ein Abfahren im Einzelsatz meint, daß die Maschine nach jedem Programmbefehl stoppt und erst nach einer manuellen Freigabe weiterfährt. Dabei ermöglicht z.B. ein Stoppen des Werkzeugs nach dem Anfahren der Referenzposition ca. 2mm über dem Werkstück einen Vergleich zwischen den programmierten und auf dem Bildschirm angezeigten Restwegen mit den tatsächlichen Abständen des Werkzeugs vom Werkstück. Mittels eines solchen Vergleiches gelang den Fachkräften in den teilnehmenden Beobachtungen des öfteren ein Vermeiden von Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück bzw. Spannmitteln. Eine grundlegende Leistung besteht hier im Erkennen von Diskrepanzen zwischen den im NC-Programm beschriebenen und den realen Wegverhältnissen im Innenraum der Maschine (Carus & Schulze, 1995, S. 54). Dies wird durch das folgende typische Zitat in exemplarischer Weise verdeutlicht:

"Beim Einfahren vergleicht man immer die Anzeigen der Restwege mit den Abständen des Werkzeugs vom Werkstück. Z.B. hat ein Fräser noch 100mm Restweg in einer Achse, steht aber nur noch 50mm vor der Werkstückkante. Das sieht man rein optisch, daß da vom Restweg her etwas nicht stimmt. Man hat da mit der Zeit so einen Maßstab im Blick". (WOM/1_W-3)

Im einzelnen handelt es sich um eine gestufte Orientierungsabfolge:

- Zu Beginn erfolgt in der Regel eine "vorausschauende Vor-Orientierung" über Bearbeitungsabschnitte und Bearbeitungsverläufe anhand von Geometrie- und Maschinenfunktionen, die mit einem G oder einem M in den NC-Programmen gekennzeichnet sind. Z.B. bedeutet "G00" ein Positionieren im Eilgang und M00 kennzeichnet einen programmierten Halt. Die Vor-Orientierung mittels der G- und M-Funktionen bezieht sich dabei vorlaufend auf größere Abschnitte, um die einzelnen Achsbewegungen schneller antizipieren und einordnen zu können. Problematisch für die Vor-Orientierung sind an dieser Stelle Unterprogrammaufrufe, die über den Buchstaben L symbolisiert werden, da dann die jeweiligen Parameter an anderer Stelle abgelegt und nicht unmittelbar zugänglich sind.
- Auf der Basis dieser Vor-Orientierung erfolgt beim Anfahren von Wegpositionen zunächst ein grober Fehlerausschluß bezüglich der Achsen, d.h. wenn z.B. ein Fräs Werkzeug über die X-Achse anfährt "genügt ein kurzer Blick, ob kein Y drin ist".
- Anschließend findet eine Feinorientierung über den Vergleich der Restwegsanzeige mit den realen Abständen zwischen Werkzeug und Werkstück statt.

Der Gewinn einer solchermaßen gestuften Orientierung basiert auf einem ständigen Blickwechsel zwischen Arbeitsraum, Monitor und Zeichnung. Wie schon bei der Übersetzung der Konstruktionszeichnung im Rahmen der vorausschauenden Prozeßsteuerung findet sich auch hier eine Transformationsleistung. Symbolisch kodierte Information wird in räumliche und analoge Vorstellungsbilder von den nächsten Bewegungen an der realen Maschine übersetzt. Bei dem Vergleich der Größenverhältnisse entwickelten die Facharbeiter eine hohe "Feinfühligkeit"

in der Erkennung auch kleinster Abweichungen im Millimeterbereich und darunter. Dies drückte der Facharbeiter im obigen Zitat aus, wenn er von "*einem Maßstab im Blick*" spricht. Die Leistung der Erkennung feiner Unterschiede zwischen den im Programm beschriebenen und den realen Größenverhältnissen an der CNC-Maschine fand sich dabei in unterschiedlichen Bereichen u.a.

- beim Vergleich von Programmrestwegen mit den realen Abständen beim satzweisen Einfahren,
- beim Anfahren an das Werkstück (Ankratzen),
- bei der Spanabnahme während des Schnitts (wenn gute Sichtverhältnisse herrschen),
- bei der Maßkontrolle im Anschluß an die Bearbeitung.

(2) *Graduelle Optimierung durch manuelle Regulation mittels Override-Potentiometer*

Eine weitere wesentliche Leistung erfahrener Fachkräfte, die v.a. in den Untersuchungsfeldern WOP und WOM vorgefunden wurde, bestand in der graduellen Optimierung der im Programm vorgegebenen Technologiewerte. Eine solche Regulation fand sich im Bereich WOK in wesentlich geringerem Ausmaß. Dies ist auf die weitgehend ausoptimierten kurzen Bearbeitungsprozesse an den einzelnen Einheiten zurückzuführen.

Mittels Technologiewerten wird festgelegt, mit welcher Geschwindigkeit ein Werkzeug Späne abnimmt (Vorschub), wieviele Umdrehungen ein Werkzeug in einer Zeiteinheit vollführt (Spindeldrehzahl) und wie tief ein Werkzeug in ein Werkstück pro Schnitt eintaucht (Spantiefe). Ein "situationsoptimaler Technologiewert" meint eine spezifische Passung zwischen den Schnittparametern und den aktuellen Bedingungen an der Maschine bestehend aus dem jeweiligen Werkstoff, der zu bearbeitenden Teilfläche, dem spezifischen Werkzeug sowie der Maschinencharakteristika. In dieses Passungsverhältnis spielen wiederum unterschiedliche und teils widersprüchliche Zielsetzungen hinein wie z.B.:

- möglichst wenig Werkzeugverschleiß bzw. möglichst hohe Werkzeugstandzeit,
- möglichst hohe Stückzahlen pro Zeiteinheit,
- möglichst kurze Bearbeitungszeit und die
- Einhaltung der Qualitätsanforderungen.

Eine situationsoptimale Anpassung und Optimierung von Technologiewerten an die aktuell wirksamen Einflußgrößen gelang den Fachkräften beim Fräsen und Drehen auf der Basis sinnlich wahrnehmbarer Prozeßerscheinungen (vgl. Striepe 1995, S. 79 ff. und Bolte 1993, S.145 ff.). In der Folge überschrieben sie gegebenenfalls den programmierten Werkzeugvorschub bzw. die Spindeldrehzahl durch Manipulationen mittels Potentiometer. Im Rahmen der Fertigung mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen stellen solche manuellen Eingriffe in den Bearbeitungsprozeß einen der wenigen Bereiche dar, in denen Fachkräfte eine Prozeßregulation während des laufenden Zerspanungsprozesses vornehmen können. Alle anderen Eingriffe, wie z.B. die Änderung von Verfahrenswegen oder Werkzeugwerten bedürfen zuvor eines Stoppens der Maschine. Das folgende typische Zitat verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der Interpretation wahrnehmbarer Prozeßerscheinungen und der Regulation der Geschwindigkeit während der laufenden Zerspanung:

"Erst einmal achte ich auf die ganzen Geräusche, dann versuch ich, die Schwingung zu fühlen, und schau dann aber trotzdem noch auf die Anzeige, wie hoch überhaupt die Auslastung vom Motor her ist. Danach entscheide ich dann, wie stark die Schwingungen sind, ob ich vielleicht den Vorschub herunternehme oder die Drehzahl verändere. Es spielen alle drei Sachen eine Rolle, das Hören, die Schwingungen und dann noch die Sicht, wie die Späne sind". (WOP/1_W-3).

In den Produktionsbereichen mit externer NC-Programmerstellung fanden sich Prozeßregulationen auf der Basis der im vorigen Zitat geschilderten Wahrnehmungen während der Zerspanung in deutlich höherem Ausmaß, als wenn die NC-Programme von den Facharbeitern selbst erstellt wurden. Durch den Einbezug der aktuellen Werkstück-, Werkzeug-, Maschinen- und Aufspannparameter sind Fachkräfte offensichtlich in der Lage, fertigungsangemessenere Schnittwerte bereits bei der NC-Programmerstellung zu vergeben. Nach eigenen Schätzungen stimmen die selbst vor Ort vergebenen Technologiewerte in ca. 80-90% der Fälle "ziemlich genau". Die restlichen 10-20% beziehen sich auf das Auftreten unvorhersehbarer Einflußgrößen im Moment des Werkzeugeingriffs und machen eine situationsbezogene Regulierung während der Zerspanung erforderlich.

(3) Früherkennung und Kompensation qualitätsbezogener Trendwenden und Störungen

In allen Untersuchungsfeldern fanden sich Phänomene einer kompensatorischen Früherkennung von Trendwenden und von Prozeßstörungen bei der Überwachung von Produktionsprozessen. Von "Überwachung" sprachen die Fachkräfte dann, wenn im Automatikbetrieb gefertigt wird. In der Einzelfertigung handelte es sich in diesem Zusammenhang vor allem um die Erkennung eines zunehmenden Werkzeugverschleißes in Kombination mit der Einleitung adäquater Korrekturmaßnahmen. In der Serienfertigung betraf die kompensatorische Früherkennung demgegenüber stärker die Einschätzung der Abnutzung und des Ausfalls von Maschinenbauteilen. Nachfolgend werden diese Leistungen anhand typischer Beispiele charakterisiert:

- **Erkennung von Werkzeugverschleiß:**

Ein Schwerpunkt der Prozeßüberwachung lag in der Einzelfertigung auf der Erkennung von Werkzeugverschleiß und dessen Bedeutung für die Werkzeugstandzeit und für die Werkstückqualität. Die Einschätzung, wie lange ein Werkzeug noch hält, und die Entscheidung, ob es ausgetauscht werden muß oder ob es mit evtl. verminderten Schnittwerten noch "durchhält", beruht dabei wesentlich auf Erfahrung. Dies zeigt ein typisches Zitat eines Facharbeiters aus dem Bereich WOP, in dem diese Entscheidung als "Gefühlssache" umschrieben wird:

"Also bei Bearbeitung ohne Kühlwasser, da hört man es eigentlich recht deutlich. Und bei der Bearbeitung mit Kühlwasser, vor allem mit Innenkühlung, da hört man den Schnitt selber eigentlich nicht. Aber wenn die Werkzeuge entsprechend groß sind oder die Zerspanung entsprechend groß ist, da hört man den Motor, wieviel Leistung er zieht. [...] Und man weiß wie groß das Werkzeug ist. Es ist eine Schätzerei, es ist Gefühlssache. Verträgt das Werkzeug sowas oder nicht, und ich kann ja auch noch die Leistungsüberwachung anwählen. Das ist eine optische Anzeige, dann sehe ich die Motorleistung". (WOP/3_W-1).

In Einzelfällen gelang den Fachkräften auch in der Massenfertigung die Feststellung zunehmenden Werkzeugverschleißes anhand von Anzeichen wie z.B. der Gratbildung oder von Geräuschen, wie das folgende typische Zitat demonstriert:

I: "Da hat man auch gleich gemerkt, schneidet der jetzt tatsächlich oder nicht".

F: "Woran haben Sie das gemerkt?"

I: "Daran, wie das Werkzeug geschnitten hat im Material, an den Spänen und ... jetzt ja auch, wenn ich mir so einen Zylinderkopf angucke, dann kann ich auch schon gleich feststellen, schneidet das Werkzeug jetzt noch richtig oder nicht mehr... wenn sich so verschiedene Grate bilden, dann kann ich schon sagen, oh...das schneidet nicht mehr richtig...Ja, das merkt man auch schon während des Laufens... es gibt einige Stationen, wo man dann schon sagen kann, von dem Geräusch her, das Werkzeug schneidet nicht mehr ... so wie an Maschine zwei". (WOK/3_W-1).

- **Erkennung eines Aufschaukelprozesses beim Schleifscheibenwechsel durch Vibrationen:**

Der Wechsel sehr großer Schleifscheiben erfordert "*Fingerspitzengefühl*", da die Scheibe dann, wenn sie aus dem Transportwagen herausgenommen wird, in Schwingungen geraten kann, die sich immer weiter aufschaukeln und dann nicht mehr gestoppt werden können. Nachdem ein Facharbeiter dies einmal am "eigenen Leib" miterlebt hatte, achtete er nun explizit auf kaum merkliche Schwingungen.

- **Früherkennung von Maschinenstörungen anhand von Geräuschen und weiteren Wahrnehmungen:**

Geräusche spielen in der Massenfertigung nach den vorliegenden Untersuchungen vor allem bei der Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Maschine und ihrer Komponenten eine große Rolle. Typische Beispiele bestehen in den häufigen Schilderungen von Fachkräften, wie sie aufgrund der wahrgenommenen Veränderung eines Geräusches beim Schleifen "*Schlimmeres*" verhindern konnten, indem sie die Maschine stoppten.

Ebenso können Lagerschäden anhand von Geräuschen oder auch von Vibrationen erkannt werden, wie die Fachkräfte übereinstimmend mitteilten. Dafür sei als typisches Beispiel das Erkennen eines defekten Lagers einer Spindel angeführt: "*Ein defektes Lager, das kann man hören oder... dann gibt es auch Fälle, z.B. an Vibrationen hat man das auch festgestellt, daß die Kugellagerspindel kaputt ist* (WOK/1_GD).

Weiterhin gelang qualifizierten Fachkräften eine Erkennung von Lünettenschäden anhand der Rauigkeit und der Färbung des gefertigten Produktes. Hierfür wird stellvertretend ein Beispiel gegeben, in dem ein Facharbeiter sein Vorgehen bei der Prüfung schildert, ob Lünetten zur Unterstützung der Werkzeugspannung korrekt funktionieren:

"Indem ich die Lünettenrolle prüfe, ob sie sich überhaupt noch dreht, wenn ich sie langsam drehe und die Kugel innen, das merke ich, wenn das ein bißchen rau wird, das merke ich mit dem Finger. Dann (...) weiß ich, daß das Ding eine Macke hat. Wenn es sauber und rund läuft, mache ich gar nichts. Es kann auch sein, daß das Lager einseitig eingelaufen ist. Dann ist es relativ dunkel, dann schmeiße ich es auch raus. Denn dann drückt sie mir irgendwann auf die Welle, dementsprechend". (WOK/1_W-3).

- **Früherkennung von Maßveränderungen bei Schleifmaschinen anhand von Anzeigen:**

Eine weitere bemerkenswerte Leistung im Rahmen der Prozeßüberwachung an computergesteuerten Schleifmaschinen in der Massenfertigung betrifft die Auswahl relevanter Anzeigen. Zur Überwachung des Schleifprozesses mit Qualitäten bis hin zu Genauigkeiten im 1/1000 mm Bereich wurde in den Produktionsstätten teils eine Vielzahl von Sensoren eingesetzt, deren Anzeigen und Werte auf verschiedenen Displays ausgegeben werden. Erfahrene Fachkräfte waren darin geübt, die für den jeweiligen Bearbeitungsprozeß relevanten Anzeigen auszuwählen, im Auge zu behalten und für Rückschlüsse über die Qualität des mit "bloßem Auge" nicht beobachtbaren Prozesses zu nutzen.

Die in den Untersuchungen beobachteten Leistungen der Fachkräfte zur Kollisionsvermeidung und Änderung von Verfahrenwegen beim Einfahren, zur Optimierung des laufenden Bearbeitungsprozesses und zur Früherkennung und Kompensation von Trendwenden und Störungen beruhen

neben dem notwendigen Fachwissen in mehrfacher Weise auf ihren praktischen Erfahrungen. Die Leistung der Facharbeiter besteht hier im Erkennen der Bedeutung auftretender und wahrnehmbarer Prozeßerscheinungen in ihren teils diffus verlaufenden und nicht eindeutig erfaßbaren Abstufungen für die Qualität der Bearbeitung sowie in der Zuordnung angemessener Eingriffe. Bei Erkennen eines negativen Bearbeitungstrends oder eines noch nicht optimalen Prozesses, wurden feindosierte Veränderungen der Potentiometerstellung vorgenommen. Den Fachkräften sind aufgrund ihrer Erfahrung Vorzeichen und Anzeichen bekannt, anhand derer sie eine Verschlechterung des Prozesses erkennen können. Diese erfahrungsbezogenen Fähigkeiten bedürfen in diesem hohen Leistungsbereich der dauernden Übung. So berichten die Fachkräfte, die nach einer längeren Zeit wieder in den Zerspanungsberuf einstiegen, daß sie neben vergessenen "Steuerungsbefehlen" sich auch die hochdifferenzierte Wahrnehmung kleinster Abstände und das "*Gefühl für das Hundertstel*" erst wieder aneignen mußten. Über die reine Übung mentaler und wahrnehmungsbezogener Fähigkeiten hinaus prägt die praktische Erfahrung auch die vorgestellten Inhalte mit und gibt eine Basis für die in kürzester Zeit zu treffenden Entscheidungen bezüglich angemessener Prozeßeingriffe. In Sekundenbruchteilen muß z.B. darüber entschieden werden, ob eine festgestellte Diskrepanz zwischen programmierten und realen Wegverhältnissen zu einer Kollisionen führen wird und deshalb die Bearbeitung gestoppt und verändert werden muß. Die praktische Erfahrung mit vielen ähnlichen Ereignissen erlaubt nach den Analysen eine schnelle Bedeutungserkennung des Wahrgenommenen für den anforderungsgerechten Zerspanungsprozeß und für die eigene Handlung bzw. den eigenen Eingriff.

5.5 Fertigungsgerechtes Messen und Qualitätssicherung

Ein weiteres Merkmal erfahrener Facharbeiter bestand in dem Überprüfen einer anforderungsgerechten Fertigung in Verbindung mit dem Einleiten angemessener qualitätssichernder Maßnahmen. In allen Untersuchungsfeldern führten die Fachkräfte vor der Bearbeitung (pre-process), im Laufe der Bearbeitung (in-process) oder nach der Bearbeitung (post-process) Meßoperationen durch. Zum Teil wurden diese Messungen ergänzt durch nachgelagerte Qualitätssicherungsabteilungen (WOP und WOM), und zum Teil fanden sich auch automatisierte Meßoperationen mittels spezieller Meßautomaten (WOK).

(1) *Festlegung aussagekräftiger Meßpunkte und fertigungsgerechter Prüfschärfen*

In allen Untersuchungsfeldern gelang es den Fachkräften, besonders aussagekräftige Meßpunkte und fertigungsgerechte Prüfschärfen herauszufinden. Unter "aussagekräftigen Meßpunkten" verstehen die Werker solche, die in einer ökonomischen Art und Weise eine Einschätzung der Maßhaltigkeit des gefertigten Werkstücks erlauben, ohne daß besonders aufwendige Messungen z.B. in einer nachfolgenden Meßabteilung durchgeführt werden müssen. Auch Ort und Zeitpunkt der Messungen spielen in diesem Zusammenhang eine Rolle. So macht es einen relevanten Unterschied, ob in der Maschine und im aufgespannten Zustand oder außerhalb und im entspannten Zustand gemessen wird. Stellvertretend wird an dieser Stelle ein typisches Ereignis aus der teilnehmenden Beobachtung aus dem Untersuchungsfeld WOM angeführt. Ein Facharbeiter blieb bei der Bearbeitung einer besonders dünnwandigen Ölwanne im letzten Meßschnitt einer Passung im Hundertstelbereich im eingespannten Zustand immer etwas unterhalb der

Toleranz. Er hatte die Erfahrung gemacht, daß eine Fertigung genau auf Maß nach dem Ausspannen und Abkühlen häufig zu groß geriet. Auf diese Weise stellte er sicher, daß sich das Teil nach dem Herausnehmen aus der Maschine genau in der Mitte der Maßtoleranz befand.

Weiterhin gelang den Fachkräften auch die Festlegung einer "fertigungsgerechten Prüfschärfe" in Form eines bearbeitungsspezifischen Stichprobenverfahrens, das zum Teil von den vorgegebenen Prüfschärfen abwich. Z.B. war in einigen Fällen im Untersuchungsfeld WOK vorgegeben, daß die Werker jedes 10. Teil nachmessen. In den teilnehmenden Beobachtungen fiel auf, daß diese Prüfschärfe in Abhängigkeit von der konkreten Situation variiert wurde. So maßen Fachkräfte z.B. beim Anfahren einer Transferstraße am Montag morgen die ersten 13 Kurbelwellen Stück für Stück nach, um den Einfluß des "Wärmegangs" der Maschine auf die Maßhaltigkeit durch Änderungen von Werten im Werkzeugspeicher zu kompensieren. Erst wenn die Maschine ihre Betriebstemperatur erreicht hatte, hielten sich die Werker an die vorgegebene Prüfschärfe.

(2) Interpretation von Meßdaten und Einleitung qualitätssichernder Maßnahmen

Eine weitere erfahrungsbasierte Leistung qualifizierter Fachkräfte bestand in der adäquaten Interpretation mehrdeutiger Meßdaten. So können beispielsweise Maßschwankungen nach den Berichten der Fachkräfte mehrere auslösende Ursachen haben. Eine wichtige Information stellt in diesem Zusammenhang das Muster dar, mit dem sich die Maße verändern. Ein typisches Beispiel findet sich in dem folgenden Zitat, in dem beschrieben wird, wie zur Unterscheidung zwischen verschiedenen möglichen Ursachen weitere Prozeßinformationen hinzugezogen werden:

"Das hat man im Gefühl, ja im Gefühl z.B., wenn der Durchmesser anfängt zu schwanken, denkt man, aha jetzt könnte die Fliese ausgebrochen sein, jetzt warten wir, gucken wir nochmal die nächsten 5 Wellen an und denn gucken wir uns die Fliese an, wenn es nicht besser wird, oder der wird stark bannig, stark konisch, da kann z.B. beim Abrichtwasser irgendwas nicht stimmen...und denn wartet man und beobachtet, wenn er abrichtet, achtet auf das Geräusch, wie das Wasser spritzt, geht man hin zum Schlauch und guckt". (WOK/1_W-1).

Übereinstimmend berichteten die Fachkräfte, daß sich ihre Handlungsweise bei Maßveränderungen gegenüber der ersten Zeit an der Maschine verändert hat. Wurde anfangs sofort und unmittelbar auf jede Maßveränderung reagiert, so reagieren sie nun in differenzierterer Art und Weise. In Abhängigkeit von den spezifischen Prozeßbedingungen warten sie jetzt eher ab und beobachten das Muster der Abweichungen.

Darüber hinaus waren die Fachkräfte in den Untersuchungen in der Lage, bei eingetretenem Ausschuß wertsichernde Nachbearbeitungen vorzunehmen. In der Einzelfertigung werden z.B. Gewindebohrer ausgeglüht oder im Falle von zu groß geratenen Passungen werden Buchsen eingezogen und das Maß nochmals gefertigt. Auch wurde beim Meister oder Konstrukteur nachgefragt, ob das Ausschußteil noch anderweitig verwendet werden kann. Demgegenüber betrafen die Maßnahmen zur Nachbearbeitung in der Massenfertigung in der Regel das erneute Einschleusen eines nicht komplett bearbeiteten Werkstücks in die Fertigungslinie. Wie bei der Darstellung der Leistungen erfahrener Fachkräfte schon öfter beschrieben, fanden sich auch hier Abwägungsprozesse. Z.B. wogen die Fachkräfte ab zwischen den Kosten, die entstehen, wenn ein Teil neu gefertigt werden muß und dem Aufwand einer Nachbearbeitung.

(3) *Kooperative Überprüfung der Meßergebnisse als Qualitätssicherung*

In allen Untersuchungsfeldern konnte mit der kooperativen Überprüfung von Meßergebnissen und deren Interpretation eine besondere qualitätssichernde Maßnahme identifiziert werden. Um bei wertvollen Werkstücken oder bei langwierigen und aufwendigen Bearbeitungen der Gefahr von Interpretationsfehlern entgegenzuwirken, zogen sie zur Überprüfung und Absicherung der eigenen Analysen gezielt Kollegen und/oder Mitarbeiter aus einer zentralen Qualitätssicherungsabteilung hinzu. In den Interviews wurde des öfteren die Gefahr sog. "*blinder Flecken*" angesprochen (vgl. auch Carus & Schulze, 1995, S. 59.). Dies passiere dann besonders leicht, wenn die Fertigungsbedingungen auf den ersten Blick so klar und bekannt aussähen, daß man leicht etwas übersehen könne. In der Folge kommt es leicht zu Fehlern und die "*Erfahrung spielt einem einen Streich*". Viele Fachkräfte berichteten, daß sie Zeichnungsmaße von der Perspektive her falsch einschätzten, was dann teils auch beim abschließenden Messen nicht auffiel. Ein Beispiel stellt in diesem Zusammenhang das "seitenverkehrte Fertigen" dar. Durch das Hinzuziehen von Kollegen oder anderen Mitarbeitern sicherten sich die Fachkräfte gegenüber einem solchen systematischen Fehler ab.

Bei der Festlegung aussagekräftiger Meßpunkte und fertigungsgerechter Prüfschärfen sowie bei der Interpretation von Meßdaten in Verbindung mit der Einleitung adäquater qualitätssichernder Maßnahmen spielt somit die praktische Erfahrung eine bedeutende Rolle. Eine fertigungsgerechte Interpretation mehrdeutiger Meßdaten gelingt qualifizierten Fachkräften auf der Basis eines Vergleichs mit selbst erlebten ähnlichen Verläufen. Auf dieser Grundlage sind sie in der Lage, spezifische Muster in den Maßveränderungen zu erkennen und darauf bezogene qualitätssichernde Maßnahmen einzuleiten. In diesem Zusammenhang stellt die Hinzuziehung von Kollegen und von Experten aus nachgelagerten Abteilungen der Qualitätssicherung eine besondere qualitätssichernde Maßnahme dar, die gerade auch eine Überprüfung und Anpassung erfahrungsgeliteter Entscheidungen ermöglicht.

5.6 Flexibles und zeitoptimales Störungsmanagement

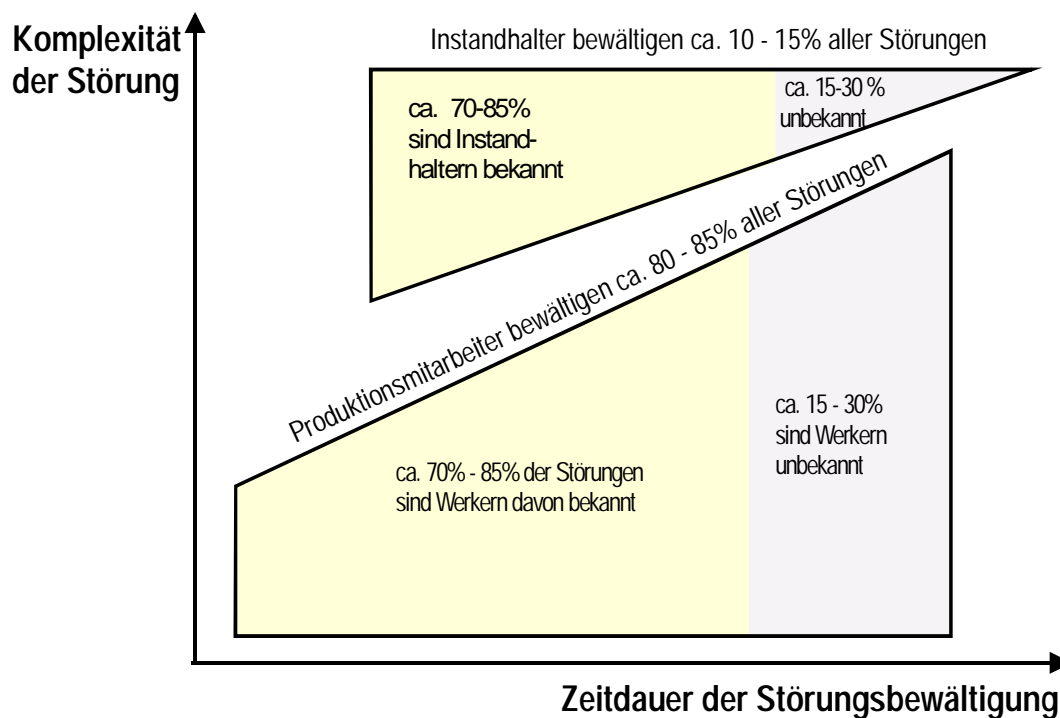
In allen Untersuchungsfeldern trugen erfahrene Fachkräfte zur Sicherstellung eines flexiblen und zeitoptimalen Störungsmanagements bei. Ausgangspunkt der Störungsbewältigung stellten dabei Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück, Maschinenstillstände oder fehlerhaft arbeitende Teilsysteme dar. Mit steigendem Automationsgrad änderte sich dabei die Auftretenswahrscheinlichkeit verschiedener Arten von Störungen:

- In den Betrieben mit **Einzelfertigung und Werkstattprogrammierung** (Untersuchungsfeld WOP) standen Prozeßstörungen im Vordergrund. Die Fachkräfte unterschieden hier Programmfehler wie z.B. fehlende oder falsch eingegebene Parameter und prozeßbedingt auftretende Störgrößen wie z.B. Werkzeugverschleiß oder Erwärmung.
- In den Produktionsbereichen mit **Massenfertigung** (Untersuchungsfeld WOK) standen demgegenüber Maschinenstörungen im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Die Fachkräfte unterschieden in diesem Zusammenhang zwischen dem Ausfall bzw. dem Verschleiß von Maschinenkomponenten und zwischen Störungen bzw. dem Ausfall von Überwachungssystemen z.B. durch Späne. Gerade kleinere Störungen haben hier häufig gravierende Auswirkungen, z.B. in Form von Maschinenstillständen (vgl. Schüpbach 1994, S. 111).

- In den Betrieben mit **kleineren und mittleren Losgrößen und externer Programmierstellung** (Untersuchungsfeld WOM) fanden sich beide Störungsarten in einem etwa ausgeglichenen Verhältnis.

In den empirischen Untersuchungen fiel der hohe Anteil von Störungen auf, die den Fachkräften vor Ort bekannt waren und die von ihnen behoben werden konnten. So wurden z.B. in der Massenfertigung nur 15 - 20% aller Störungen von den Fachkräften als so gravierend eingeschätzt, daß die Instandhaltung benachrichtigt werden mußte. Die folgende Abbildung 13 zeigt die von Werkern und Instandhaltern geschätzte Verteilung von Störfällen in der Massenfertigung (vgl. Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 176).

Abbildung 13: Von Werkern und Instandhaltern geschätzte Störungsanteile in der Massenfertigung eines großen Automobilherstellers



Der hohe Anteil der von den Werkern direkt behobenen Störungen deckt sich mit empirischen Untersuchungen von anderer Seite. So ermittelten z.B. Schüpbach und Kuark (1994) in einem weitgehend automatisierten Fertigungssystem einen Anteil selbst behobener Störungen an der Gesamtzahl aller störungsbedingten Maschinenstillstände von "rund 70%" (vgl. Schüpbach 1994, S. 111).

In den eigenen empirischen Untersuchungen differenzierten die Fachkräfte in der Massenfertigung das Auftreten verschiedener Ursachen von Maschinenstillständen auf der Grundlage von groben Schätzungen weiter in:

- Schalter- und Meldeüberschneidung (häufig durch Späne): ca. 55%
- Defekte Schalter, Sensoren und Maschinenbauteile: ca. 20 %
- Auflagefehler (häufig durch Späne): ca. 10%
- Stillstand infolge von Maßen außerhalb der Toleranz: ca. 10%
- Störungen ohne Meldung: ca. 5 %

Nachfolgend wird beschrieben, wie den Fachkräften die "richtige" Interpretation von Störungsmeldungen sowie ein adäquates Störungsmanagement auf der Grundlage ihrer Erfahrung gelingt.

(1) "Richtige" Interpretation ansonsten falscher bzw. unvollständiger Störungsmeldungen

Erfahrene Fachkräfte konnten im Falle wiederholt auftretender Störungen häufig ansonsten falsche bzw. unvollständige und damit mehrdeutige Fehlermeldungen "richtig" interpretieren. Nach ihrer eigenen Einschätzung gelingt es ihnen vielfach, die wahrscheinlichste Ursache einer Störmeldung auf Anhieb einzukreisen und zu überprüfen. Dadurch erreichen sie häufig eine Abkürzung der Störungssuche und damit eine Reduzierung der Stillstandszeiten im Vergleich zu den Zeiten, die entstehen, wenn erst die Instandhaltung gerufen werden muß. Dies wird in dem folgenden Zitat aus dem Untersuchungsfeld WOK exemplarisch deutlich:

"Die Störungsmeldungen, die hier auftauchen, sind natürlich nicht immer richtig... Was häufig vorkommt, ist zwar eine Störung, aber keine Meldung. Die Störung ist da, aber man weiß jetzt nicht, wo wir suchen sollen. Oder eine falsche Meldung, dann sucht man an falscher Stelle. Wenn ein Mitarbeiter längere Zeit dran ist, der weiß dann schon, worum es geht. Aber wenn jetzt ein anderer rankommt, der lange nicht dran war an der Maschine, der braucht dann natürlich länger. (...) Mit der Routine, wenn man schon länger dran schafft, dann weiß der genau, wo man hinlangan muß. Da ist es egal, was die Maschine sagt. Wenn da ein Neuer hinkommt, der sucht erstmal". (WOK/3_W-2)

Aufgrund ihrer Erfahrung mit den Schwachstellen der Maschinen wird den Fachkräften bei Wiederholstörungen somit die adäquate Erkennung der Ursache möglich, die einem bestimmten Symptom in einem spezifischen Fertigungskontext zugrunde liegt. Solche auf Erfahrung beruhenden Verknüpfungen zwischen Symptom und Ursache werden von den Fachkräften selbst als "Erfahrungswerte" bezeichnet (vgl. auch Fischer, Römmermann & Benckert, 1997b, S. 175-182). Zur Demonstration der übergreifenden Bedeutung solchermaßen "symptombezogener Erfahrungswerte" für die Interpretation mehrdeutiger und unvollständiger Fehlermeldungen wird ein typisches Beispiel aus der teilnehmenden Beobachtung in der Massenfertigung angeführt. An einer Einheit einer Transferstraße im Produktionsbereich WOK/2 klopfte ein Facharbeiter bei der Fehlermeldung "Paßhülsen nicht vorhanden" "aus Erfahrung" mit einem Gummihammer leicht gegen die Paßhülsenaufnahme und reinigte die Zuführung, wodurch sich der Fehler beseitigen ließ. In dem Fall "verstand" der Werker aufgrund seiner Erfahrung die Fehlermeldung als Symptom für eine ganz bestimmte Ursache, nämlich für die Verunreinigung bzw. die Verklemmung von Kleinteilen in der Zuführung. Die Fehlermeldung war dabei richtig und falsch zugleich: richtig, da tatsächlich keine Paßhülsen mehr in die Maschine gelangten und falsch, da der Fehler nicht in einem grundsätzlichen Mangel an Hülsen bestand.

(2) Effiziente Bewältigung durch Einleitung angemessener Hilfsmaßnahmen

Allgemein bestand der wichtigste Beitrag der Werker in der Einzel- und Serienfertigung zur Organisation eines flexiblen und zeitsparenden Störungsmanagements in der möglichst schnellen Einleitung geeigneter Maßnahmen zur Störungsbewältigung. Dies ist v.a. in der Massenfertigung entscheidend, da hier die Störungsbewältigung in der Regel infolge des sehr hohen Produktionsdrucks äußerst dringlich ist.

In den Fällen, in denen entschieden wurde, eine eigenständige Behebung der Störung zu versuchen, beschrieben die Fachkräfte als Voraussetzung ein hohes Maß an Hintergrundwissen und

Erfahrung mit möglichen Auswirkungen von Eingriffen. Dies wird im folgenden Zitat aus der Massenfertigung in exemplarischer Weise am Beispiel eines Verfahrens von Maschinenachsen unter Umgehung sicherheitstechnischer Schutzmechanismen deutlich, wie es zum "Herausfahren" aus Störungspositionen teilweise notwendig ist:

"Das Anspruchsvollste ist, eine Maschine ohne Sicherheit zu fahren. Da überbrücke ich alles an der Maschine, da kann ich praktisch Schritte fahren, die ich im normalen Ablauf nicht kann. Und wenn ich den Ablauf nicht kann, dann kann es sein, daß ich die Maschine zusammenfahre. Von daher ist es wichtig, daß man die Schrittfolge an der Maschine kennt. Und dann kann ich auch ohne Sicherheit fahren. Dazu muß ich aber wissen, was die Maschine in dem Moment, wo sie stehengeblieben ist, macht. [...] Ohne Sicherheit fahren ist praktisch eine Steuerungssache, damit ist alles andere überbrückt. Das sollte nur einer machen, wenn er weiß, daß das Ding die und die Stellung hat und daß das und das passiert, wenn er jetzt drückt. Sonst setzt es wirklich Schläge". (WOK/3_W-1).

Es handelt sich somit um ein Hintergrundwissen, das auf die konkrete Maschine bezogen ist und das während der Arbeit handelnd und erfahrend angeeignet wurde. Keinesfalls ist ein rein "theoretisches Fachwissen" ausreichend. Dieses muß vielmehr ergänzt werden um die Erfahrung, was die Maschine in der Praxis konkret "macht", z.B. wie bestimmte Verfahrensbewegungen als Folge des Auslösens von Steuerungsfunktionen ausgeführt werden.

In den Fällen, in denen die Fachkräfte entschieden, weitere Experten hinzuziehen, benachrichtigten sie in allen Untersuchungsfeldern die Instandhaltung je nach Bedarf auf verschiedenen Wegen. Entweder werden Instandhalter persönlich oder über offizielle Wege angefordert, die dann aber längere Wartezeiten nach sich ziehen. Die flexible Handhabung dieser Benachrichtigungsformen ermöglicht den Werkern ein situationsangemessenes Störungs- und Zeitmanagement. Dies kommt in dem folgenden Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP exemplarisch zum Ausdruck:

"Also, das Ganze geht normalerweise über die Störstelle. Die Störstelle rufe ich an oder der Meister, aber wir machen dann noch, außerhalb davon gehen wir direkt zum Schlosser, wenn ich weiß, ich brauche einen Schlosser oder ich brauche einen Elektriker... da werde ich mich möglichst selber kundig machen, weil da geht sonst eine Lochkarte raus oder was weiß ich, das geht dann über den PC, kriegen die eine Karte und da steht denn drauf, Maschine soundso defekt...aber der gibt mir keine Antwort, ob er kommt oder ob er nicht kommt, ob er frei ist oder ob er nicht frei ist... deswegen werde ich mich selber kundig machen, damit ich weiß, ich muß mir meinen Vormittag anders einteilen". (WOP/4_W-2).

Ein weiterer Vorteil der telefonischen oder der direkt-persönlichen Benachrichtigung bestand dabei darin, daß hier bereits Hinweise auf die Art der Störung und auf das "richtige Ersatzteil" mitgeteilt werden konnten.

Eine schnelle und adäquate Störungsbewältigung gelingt den Fachkräften somit auf der Basis ihrer Erfahrung. Vor dem Kontext der konkreten Fertigungssituation und Störungshistorie sind sie in der Lage, durch die erfahrungsbasierte Zuordnung von Ursachen zu Symptomen falsche bzw. mehrdeutige Fehlermeldungen "richtig" zu interpretieren. Dies führt zu einer deutlichen Beschleunigung der Störungsbewältigung z.B. gegenüber einer Störungsbewältigung allein durch technische Systeme oder durch Berufseinsteiger, denen solche symptombezogenen und kontextabhängigen Erfahrungswerte fehlen.

5.7 "*Herantastende*" Bewältigung "*neuer*" Situationen

In der bisherigen Analyse der Beiträge erfahrener Fachkräfte für die Initiierung, Gewährleistung und Aufrechterhaltung eines anforderungsgerechten Produktionsprozesses stand vor allem die Bewältigung auftretender "*kritischer*" Situationen z.B. mittels einer vorausschauenden Steuerung, einer kompensatorischen Prozeßregulation sowie eines zeitkritischen Störungsmanagements im Vordergrund. In der Regel handelte es sich dabei um wiederholt auftretende Situationen, die den Fachkräften bereits bekannt waren, oder die zumindest in das Spektrum der grundsätzlich bekannten Situationen paßten.

An mehreren Stellen fiel in der bisherigen Analyse jedoch bereits auf, daß Werker z.B. mittels einer vorausschauenden Prozeßsteuerung Spielräume für eine "herantastende und explorative Bewältigung" möglicherweise neu auftretender kritischer Situationen schufen. Während in Situationen, die den Werkern bereits bekannt waren oder die sehr dicht am bisher erfahrenen Spektrum liegen, "kontextbezogene Erfahrungswerte" für die Bewältigung entscheidend sind, fehlen solche in neuen bzw. unbekannten Situationen. In den empirischen Untersuchungen konnte allerdings auch in diesen Situationen eine Bedeutung praktischer Erfahrung für die vorgefundenen Bewältigungsstrategien und Vorgehensweisen identifiziert werden.

"Neue bzw. bisher unbekannte" Fertigungsbedingungen, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auch zu neuen kritischen Situationen für einen anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß führen, fanden sich in unterschiedlichen Situationsbereichen in allen Untersuchungsfeldern. Es handelt sich u.a. um:

- Neue und zusätzliche Aufträge.
- Neue Werkstoffe wie z.B. um neue Materiallegierungen.
- Neue Werkzeuge z.B. aus einem neuen Schneidstoff.
- Neue Fertigungsverfahren wie z.B. Laserbearbeitung.
- Neue bzw. bisher ungewohnte Konstruktionsvorgaben und -änderungen
- Neue Maschinen mit neuen Leistungsmerkmalen z.B. Hochgeschwindigkeitsbearbeitung.
- Neue Steuerungen z.B. von anderen Herstellern als den bisher bekannten.
- Neue Störungen, die bisher noch nicht aufgetreten waren.

In den teilnehmenden Beobachtungen vor Ort konnten Methoden qualifizierter Fachkräfte identifiziert werden, mit deren Hilfe sie auch eine Bewältigung der neuen bzw. der für sie unbekanntem Situationen sicherstellen konnten. Anhand des Herausfindens passender Schnittwerte, der Behebung von Störungen und der Einarbeitung in andere Maschinen und Steuerungen, werden exemplarische Merkmale einer erfahrungsbasierten Bewältigung neuer Situationen beschrieben.

(1) "*Herantasten*" an optimale Schnittwerte in unbekanntem Fertigungsbedingungen

In den Gesprächen mit erfahrenen Werkern wurde mit dem "*Herantasten*" an die für einen neuen Werkstoff, ein neues Werkzeug oder an die für ein neues Bearbeitungsverfahren jeweilig angemessenen Schnittwerte eine bestimmte Methode besonders häufig angesprochen. Im folgenden Zitat beschreibt ein Facharbeiter aus dem Untersuchungsfeld WOM in typischer Weise, wie er sich grundsätzlich an angemessene Schnittwerte für ein ihm unbekanntes Werkstück herantastet:

"Bei schwierigen Teilen, die ich noch nicht so genau kenne, muß ich erst sehen, wie sich das Material verhält und welche Schnittwerte richtig sind. In solchen Fällen gebe ich niedrigere Schnittwerte ein und taste mich dann langsam höher". (WOM_W-1.).

Die Schilderung offenbart, wie Vorerfahrung und ein darauf aufsetzendes aktuelles Neu-Erfahren ein flexibles Umgehen mit neuen und nicht antizipierten bzw. unplanbaren Situationen ermöglicht. Dabei bezieht sich die Vorerfahrung auf zwei Aspekte:

- Einerseits bezieht sie sich auf die Art und Weise des Herantastens. In dem Beispiel vergibt der Facharbeiter eher zu niedrige Schnittwerte, um sie dann sukzessive nach oben korrigieren zu können.
- Andererseits bezieht sie sich auf ein grundsätzliches und übertragbares Verständnis von Materialverhalten, das dann auch die Interpretation neuer Prozeßerscheinungen erlaubt.

(2) Bewältigung "neuer" Störfälle durch strategisches Vorgehen

Bei der Bewältigung neuer Störungen zeigte sich die Erfahrung qualifizierter Fachkräfte in "strategischen Vorgehensweisen". In den teilnehmenden Beobachtungen konnten mehrere Vorgehensweisen bei der Ursachenklärung neuer bzw. unbekannter Störungen unterschieden werden (vgl. auch Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 175 ff.):

- Eine Vorgehensweise läßt sich als ein "*herantastendes Suchen*" nach aussagekräftigen Symptomen und Merkmalen beschreiben. Hierzu zählt u.a. die Rekonstruktion einer Störung durch das schrittweise Wiederanfahren der Maschine. Auch die Suche nach weiteren Symptomen, die zunächst nicht unmittelbar zugänglich sind, wie beispielsweise das Messen von elektrischen Spannungszuständen an bestimmten Meßpunkten, ist hierfür typisch.
- Eine weitere Vorgehensweise zur Bewältigung neuer bzw. bisher unbekannter Störungen besteht in einem "systematischen Eingrenzen von Störort und Störart". Hier kommt symptombezogenen und maschinenspezifischen Erfahrungswerten eine wichtige Bedeutung zu, indem sie Einstiegspunkte für die systematischen Störungseingrenzung markieren. Wenn eine Eingrenzung des Störortes nicht gelang, versuchten die Fachkräfte wenigstens eine Zuordnung der vorliegenden Störung in die Kategorien "Maschinenstörung" oder "Prozeßstörung".
- Bei der Bewältigung neuer Störungen kam darüber hinaus ein weiteres Prinzip zum Zuge, das sich als "*kooperative Störungsbewältigung*" kennzeichnen läßt. Durch das gegenseitige Zu-Rate-Ziehen und Unterstützen konnten die Fachkräfte auf einen Erfahrungs- und Wissenspool zugreifen, der in seiner Gesamtheit größer ist als der einer einzelnen Fachkraft. Dies drückt das folgende Zitate einer Fachkraft aus der Massenfertigung in exemplarischer Weise aus:

"Dann holt man immer Leute... die wirklich vielmehr können und wenn es ein Kollege von der anderen Maschine ist, daß ich den solange ablöse... bis er meine Maschine wieder in Gänge kriegt". (WOK/_GD).

Durch eine solche personen- und situationsangemessene gegenseitige Unterstützung konnten einerseits Stillstandszeiten reduziert und andererseits eine Weiterqualifizierung erreicht werden. Ein gegenseitiger Erfahrungsaustausch fand sich in den Untersuchungen nicht nur zwischen den Kollegen einer Schicht, sondern auch schichtübergreifend. Die mündliche oder schriftliche Informationsweitergabe über Ereignisse an den Maschinen/Anlagen sahen die befragten Fachkräfte dabei als eine elementare Voraussetzung für eine optimale Arbeits- und Störungsbewältigung an.

Bei all diesen Vorgehensweisen im Falle einer den Fachkräften unbekanntem Störung ging es ihnen darum, möglichst schnell einen Überblick über das Ausmaß der Störung, ihren Ort und

ihre Art zu gewinnen. Auf dieser Basis wurden Aufwand und Nutzen einer eigenen Bewältigung abgewogen. Die Erfahrung der Werker zeigt sich bei bekannten oder ähnlichen Störungen in Form *symptombbezogener Erfahrungswerte* und bei neuen bzw. unbekannteren Störungen in der angemessenen Auswahl und in der Durchführung geeigneter Vorgehensweisen vor dem Hintergrund einer im Handeln erworbenen Transparenz über Maschinenabläufe.

(3) *Übertragung von Handhabungserfahrung auf andere Maschinen und Bediensysteme*

Die Befragten schätzten übereinstimmend eine Einarbeitung in ein anderes Steuerungs- und Maschinensystem als "leichter ein", wenn zum einen das Handhabungs- und Funktionsprinzip der einen Maschine erlernt und im täglichen Umgang vertraut geworden ist und wenn andererseits das Handhabungsprinzip der nächsten Maschinen ähnlich ist. Dies kommt in den folgenden Zitaten stellvertretend zum Ausdruck:

I: "Also, wenn es was ähnliches ist, dann fällt es einem auf jeden Fall leichter, das ist klar. Dann habe ich ja ein Vorbild"

F: "Kann man das sich so wie beim Umsteigen von einem Wählscheiben- auf ein Tastentelefon vorstellen?"

I: "Ich sage ja, wenn die so ähnlich sind. Wenn ich hier jetzt eine NC-Drehmaschine habe, ich habe ja auch schon an der 12-Zylinder gearbeitet, da hatten wir auch NC-Drehmaschinen. Dann ist es natürlich schon leichter". (WOM/5_W-2).

Der Transfer von Handhabungserfahrung von einem zum nächsten Bediensystem war vor allem in der Serienfertigung entscheidend, da hier in der Regel die Fachkräfte in einer Gruppe eine Mehrmaschinenbedienung und die Rotation zwischen verschiedenen Arbeitsplätzen organisierten. Ein gelungener Umstieg von einem System zu dem anderen versetzte die Gruppe insgesamt in die Lage, die Betreuung und Überwachung der Maschinen flexibel und zeitoptimal zu gestalten. Nach den teilnehmenden Beobachtungen ging häufig der Mitarbeiter an die gestörte Einheit, die ihm am nächsten lag. Wenn er diese dann auch handhaben konnte, ließen sich Maschinenstillstände verkürzen. In der Einzelfertigung stellte sich die Situation etwas anders dar. Hier fanden sich in der Regel feste Zuordnungen von Werkstattmitarbeitern zu "ihren" Maschinen. Das hatte zur Folge, daß sich die Arbeitenden im Laufe der Zeit immer besser in die Maschinen und Steuerungen einarbeiteten und eventuelle Behinderungen und Schwächen der Maschinen überbrücken konnten. Die jeweiligen Eigenarten "ihrer" Maschine fielen erst dann auf, wenn sie z.B. im Krankheitsfall einen Kollegen an dessen Maschine vertraten. Dann allerdings wurden die Transferschwierigkeiten auf die andere - und häufig nicht ähnliche Steuerung eklatant deutlich.

Die Fähigkeit eines "*probierenden Herantastens*" an neue Fertigungssituationen stellt somit eine bedeutende Leistungsressource der Fachkräfte bei der Bewältigung neuer Situationen dar. Diese Fähigkeit beruht in wesentlichem Ausmaß auf Erfahrung. Die Erfahrung mit Zerspanungs- aber auch mit Störungsverläufen liefert Vergleichswerte, die in der Folge eine erste Groborientierung über die neue Situation erlauben. Dies ermöglicht ein "*Herantasten*" an die vorliegende Situation vor dem Hintergrund des bereits Erfahrenen. Hintergrundwissen und Vorerfahrung mit spanabhebenden Verfahren und mit den Werkzeugmaschinen - dem von den Fachkräften so umschriebenen "*Gefühl für Material und Maschine*" - stellen somit Vorbedingungen für ein herantastendes und probierendes Vorgehen dar. Das zugrundeliegende Prinzip besteht dabei in einem

Erkennen von Gemeinsamkeiten zwischen bereits erlebten Zusammenhängen und denen der aktuellen und neuen Situation.

5.8 "Innovative" Prozeßverbesserung

In den Untersuchungen fiel eine weitere bedeutsame Leistung erfahrener Fachkräfte auf, die sich als "innovative Prozeßverbesserung" umschreiben läßt. Seltener, aber durchaus regelmäßig, gelangen qualifizierten und erfahrenen Fachkräften fundamentale Verbesserungen. Sie zeichneten sich in den Untersuchungen durch verschiedene Aspekte aus:

- Innovative Prozeßverbesserungen haben umfangreiche Konsequenzen für die Organisation des Produktionsprozesses zur Folge. Beispielsweise wurden Bearbeitungsverfahren und Arbeitsgangfolgen grundsätzlich verändert und z.B. auf anderen Maschinen und in einer ganz neuen Form durchgeführt als geplant.
- Sie werden von den Fachkräften aufgrund eigener Initiative und zum Teil auch trotz bestehender Schwierigkeiten und organisatorischer Hürden durchgeführt.
- Sie bedeuten für die Fachkräfte erheblichen Zusatzaufwand und besondere Anstrengung
- Sie liegen häufig außerhalb des offiziellen Zuständigkeitsbereich der Fachkräfte.
- Sie bedürfen der "Erlaubnis" bzw. der zumindest stillschweigenden Akzeptanz und Unterstützung durch Vorgesetzte.

Aufgrund ihres hohen Veränderungspotentials sind solche "innovativen Prozeßverbesserungen" durchaus mit betrieblichen Verbesserungsvorschlägen vergleichbar. Ähnlich wie Dahmer (1994) für die überwiegende Mehrzahl der von ihm untersuchten Verbesserungsvorschläge feststellt, läßt sich auch bei den vorgefundenen "Prozeßverbesserungen" letztlich nicht zweifelsfrei klären, ob sie das Kriterium der "Innovation" in Form einer *"partielle(n) Überwindung üblicher Strategien der Technikauslegung"* (Dahmer 1994, S. 17) erfüllen. In jedem Fall handelte es sich jedoch um gravierende Verbesserungen mit teils erheblichen Umstellungen des Produktionsprozesses, die sich von daher von einem korrektiven Management "kritischer" Situationen grundlegend unterscheiden.

Der Großteil "innovativer und kreativer Prozeßverbesserungen" betraf die Organisation des technologischen Bearbeitungsprozesses. Darüber hinaus fanden sich aber auch Verbesserungen von Maschinen und Anlagen. Dabei handelte es sich vorwiegend um Verbesserungen der sinnlichen Zugänglichkeit zu dem Bearbeitungsprozeß z.B. durch zusätzlich angebrachte Spiegel, Lichtquellen oder auch durch einen Luftvorhang.

"Innovative Prozeßverbesserungen" fanden sich überwiegend in der Einzelfertigung im Untersuchungsfeld WOP, und hier vor allem bei der Erstellung fertigungsgerechter Bearbeitungsstrategien. Aber auch in den anderen beiden Untersuchungsfeldern konnten umfassende Umstellungen des Produktionsprozesses beobachtet werden. So berichteten Fachkräfte im Untersuchungsfeld WOK des öfteren über Prozeßverbesserungen in der Phase der Inbetriebnahme neuer Produktionsanlagen.

Den vorgefundenen "innovativen Prozeßverbesserungen" ist die initiale Erkenntnis der Fachkräfte gemeinsam, daß ihnen eine Bearbeitung im Rahmen der vorgesehenen Verfahren als "unökonomisch" oder "mangelhaft" erschien. Wenn die Fachkräfte dies dann zu ihrer "persön-

lichen Angelegenheit" machten, da sie der Mangelzustand persönlich "nervte" oder sie in ihrem Handeln stark behinderte, überlegten sie generell, wie sie den gesamten Ablauf optimieren könnten. In dem folgenden Zitat wird eine innovative Prozeßverbesserung in einer typischen Weise beschrieben. In dem Beispiel gelang es einem Facharbeiter in der Einzelfertigung durch die Entwicklung einer innovativen Aufspannvorrichtung die Bearbeitungszeit von 2,5 Stunden auf die Hälfte zu senken:

I: "Erfolgserebnisse, ja doch, das gibt es schon noch...wenn man drauf kommt, man könnte etwas anders machen und spart dadurch sehr viel Zeit oder so...da finde ich, da ist man schon...dann Stolz drauf irgendwo... und es macht dann auch wieder Spaß... ich bin jetzt vom Urlaub gekommen und die Kollegen, die haben einige Teile gemacht und haben die auf das Backenfutter gespannt und das Backenfutter hat natürlich die Kraft nicht, um das Teil zu halten... da sind sie hergegangen und haben die Schnitte unterteilt auf 5x drei Millimeterweise und haben dann das Teil gefräst und das ganze hat 2,5 Stunden gedauert. Ich habe mir das angeguckt, habe neue Teilzeuge fertig gemacht... ich wußte aber, ich muß noch sehr viele Teile dort auch machen, habe ich gesagt, das darf nicht sein, haben wir eine Aufspannvorrichtung gemacht, das hat mich 4 oder 5 Stunden Zeit gekostet, die Aufspannvorrichtung, jetzt habe ich das ganze in weniger als der halben Zeit gemacht, in gut einem Drittel der Zeit".

F: "Was war da das Entscheidende?"

I: "Also, ich würde sagen, für mich war das Entscheidende die Erfahrung, ich habe das noch nie gern gemacht mit dem Backenfutter, weil ich weiß, die halten das nicht, das ist richtig zum Drehen oder so, aber zum Fräsen ist das absolut ungeeignet... wenn ich da so auf drei Punkte...da so ein Teil spann, das ist absolut...ungeeignet...und dann noch mit einer Manschette noch dazwischen, da war halt noch ein Blech rumgelegt, damit man den Einlaß nicht kaputt macht an dem Teil....das ist praktisch nur indirekt gespannt, das Teil hat nie richtig gehalten...und wenn ich ...das ist dann ja auch Arbeit, das hat dann keinen Spaß gemacht, denn hier zu arbeiten, muß ich immer mit rechnen, es tut gleich einen Schlag, weil wenn wir das Teil drehen, dann haut es mir den Fräser zusammen oder aber das Teil dreht sich nur einen halben mm, ich seh es halt nicht und nachher stimmt es nicht, weil ein Paßstift drin ist...sowas macht dann keinen Spaß..., da überlegt man sich denn wirklich gern...wie könnte ich das jetzt anders machen". (WOP/4_W-2).

In dem Zitat beurteilt der Facharbeiter die Korrekturmaßnahme seiner Kollegen als zu zeitaufwendig und als Belastung, "sowas macht dann keinen Spaß". Durch das Unterteilen von Bearbeitungsschnitten in weitere Schnitte mit weniger Zustellung war es seinen Kollegen zwar bereits gelungen, die sich im Prozeß als zu schwach herausstellende Spannung des Werkstücks auszugleichen. Die Lösung seiner Kollegen ging dem Facharbeiter allerdings nicht weit genug. Sie bildete das auslösende Ereignis für die innovative Prozeßverbesserung. Vor dem Hintergrund seiner schon länger vorhandenen Unzufriedenheit über die Verwendung des ungeeigneten Backenfutters erschien ihm die Anstrengung einer grundsätzlichen Umorganisation als angenehme Herausforderung, "da überlegt man sich das gern, wie könnte ich das jetzt anders machen". Auf der Basis seiner praktischen Erfahrung entwickelte er ein Konzept für eine neue Aufspannung, in dessen Mittelpunkt "neue Teilzeuge" standen. In Abstimmung mit seinem Meister und seinen Kollegen wurde entschieden, eine Maschine aus der Produktion herauszunehmen und in "4 oder 5 Stunden" die Teilzeuge und eine dafür passende neue Aufspannvorrichtung zu erstellen.

Der Handlungsablauf in dem Optimierbeispiel zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Es ist schon länger Ärger über einen Mangelzustand (hier die Verwendung von Backenfutter zum Spannen beim Fräsen) vorhanden.

- Es tritt ein Ereignis auf, das die Sachlage weiter verschlimmert (hier die Korrekturlösung seiner Kollegen).
- Es wird individuell eine Alternativlösung auf der Basis der praktischen Erfahrung erarbeitet.
- Die Lösung wird gemeinsam mit Vorgesetzten und Kollegen umgesetzt.

In den empirischen Untersuchungen konnte im Rahmen der "innovativen Prozeßverbesserungen" ein hoher Stellenwert an Kooperation und Absprachen sowohl mit den Kollegen wie auch mit den Vorgesetzten beobachtet werden. Dies betraf - wie im obigen Beispiel - nicht nur die kollektive Umsetzung individuell entwickelter Konzepte. Auch bei der Entwicklung von Konzepten und Optimierideen fand sich ein kollektiver Anteil, wie es in dem folgenden längeren Zitatausschnitt zum Ausdruck kommt. Auch hier handelt es sich um ein Optimierereignis, das ein Facharbeiter anlässlich einer gravierenden Abänderung eines vorgegebenen NC-Programms schilderte.

I: " ...das ist ein Wiederholteil. Das haben wir schon mal gemacht. Da sind jetzt die ganzen Änderungen ... das ist so aufgeschrieben wie wir es wollen und wie wir es auch machen".

F: "Und das sah erstmals ganz anders aus?"

I: " Erstmal sah das ganz anders aus. Der ganze Schritt war auf zwei Maschinen verteilt. Das ganze Teil hat anders ausgesehen. Das war ein Ausbrennteil. Und wir machen das jetzt aus dem Vollmaterial. Weil es einfach für uns besser zu fertigen ist. Einfacher und schneller. Und das Rohmaterial ist auch... "

F: "Wie ist das denn entstanden (...) ?"

I: " Man hat so ähnliche Teile schon gehabt als Ausbrennteil und irgendwann mal..., man hat auf jeden Fall schon irgendwo gewußt, daß man sich damit schwertut. Und man hat einfach eine Lösung gesucht".

F: "Das war bekannt?"

I: "Das war bekannt ja. Und wir haben einfach eine Lösung gesucht, wie wir das umgehen können, die Schwierigkeiten bei der Fertigung. Und ... dann sind wir irgendwann mal darauf gekommen, daß wir es aus dem Vollen schneller machen können. Ja, in den letzten 2 Jahren haben wir die Werkzeuge dazu bekommen, um dem entsprechend Zerspanung zu machen".

F: "Das hing also auch ab von den Betriebsmitteln, die Sie zur Verfügung haben?"

I: "Sicher. Das hing ab von den Spannmitteln, also von der Aufspannung her und von den Werkzeugen. Das ist ganz klar. Vor 5 Jahren hätten wir das gar nicht so machen können".

F: "Fertigungstechnisch. Also technologisch nicht machbar?"

I: " Ja. Und einfach der Fortschritt von der Technologie, was wir hier in der Werkstatt bekommen haben, den hat unsere AV nicht unbedingt mitgekriegt.[...]. Der Vorteil von dem Teil war, daß das als erstes auf der Maschine war, wo ich früher dran geschafft habe. Ich kannte das eigentlich, das Prinzip schon. Und da hat man das erstmal auf die Seite genommen. Und wie gesagt, so jetzt machen wir das, jetzt versuchen wir das mal, ob das überhaupt mit der neuen Technologie geht. Also haben wir den Versuch mal gemacht, und haben festgestellt, daß das sehr viel Zeit spart".

F: "Sie haben von "wir" vorhin gesprochen, "dann haben wir das probiert". Wer war das?"

I: "Nee, das ist Zusammenarbeit von mir, von meinem Gegenschichter, von meinem Meister."..

F: "Wie funktioniert das? Haben Sie dann zum Meister gesagt "können wir das nicht mal anders machen", oder kam er, oder wie ging das?"

I: "Das ist abwechselnd. Es kommt immer darauf an wer irgendwas sieht. Wenn ich irgendwo in der Halle irgendwas sehe, und ich meine das kann man anders machen, gehe ich zu meinem Meister hin und sag da "des und des könnte man auch so und so machen". Er guckt sich das geschwind an und sagt entweder "das lohnt sich nicht den Aufwand zu treiben, das lassen wir so wie es ist", oder er sagt "ja gut, das probieren wir". Und da sagt er auch entweder zu mir ich soll

es probieren oder er sagt zu irgend jemand anders "mach mal". Derjenige, der es halt irgendwo sieht. Wenn es ein Meister sieht, der braucht dann niemand mehr fragen, der sagt dann gleich "so und so". Und wenn es einer von uns Arbeitern sieht, der muß halt erstmal zum Meister gehen und fragen wie es aussieht".

F: "[...] Können Sie da über den Daumen schätzen wieviel Zeit Sie gespart haben, eine Spannung?"

I: "Nee, ich habe nicht eine Spannung gespart, das waren auf der ersten Maschine waren das 5 Spannungen und 2 auf der zweiten Maschine. Jetzt wird das in 3 gemacht. In drei Spannungen. Von der Bearbeitungszeit spart man 50%".

F: "Wieviel war das vorher?"

I: "Bei den kleinen Greifzangen war das. Gesamtzeit also für ein Paar war rund 140-150 Minuten. [...]"

F: "...der Wechsel auf die andere Maschine, ...der entfällt?"

I: "Der entfällt, der entfällt total. Also die Durchlaufzeit vom gesamten Werkstück ist jetzt bedeutend schneller, weil man bloß auf einer Maschine fährt, anstatt auf zwei. Und das würde schon - man kann ja sagen - drei Tage pro Maschine, bis es angeliefert ist, bis damit angefangen wird und gefertigt wird, und bis es wieder weg ist. Vom Durchschnitt kann man sagen, daß man auf jeden Fall, von Durchlaufzeit 2 bis 3 Tage gespart hat. Allein dadurch, daß man es auf einer Maschine macht anstatt auf zwei".

F: "In den Gesprächen mit dem Meister und Gegenschichtler, wenn man sich so austauscht, was passiert da eigentlich?"

I: "Die Gespräche mit dem Gegenschichtler, das ist ja nichts anderes, als daß man Erfahrungen austauscht. Das ist, ja ein fachliches Gespräch, wo es nur darum geht, wie man irgendwas macht. Wenn man zu zweit über irgendwas spricht, kommt mehr dabei raus, als wenn man sich selber, allein was überlegt, weil man einfach mal eine andere Seite sieht. Und mit dem Meister ist: Einerseits holt man sich die Genehmigung. Das ist ganz klar, weil ich kann nicht einfach hergehen und sagen "das wird jetzt alles so gemacht" und die die, da fehlt mir's einfach mal. Und andererseits ist's auch ein fachliches Gespräch. Also das ist genau das gleiche wie mit einem Gegenschichtler. Es ist eine zweite Person, die es sich mit anguckt, die sich das überlegt. Und wenn der das auch für gut befindet, da ist es ganz einfach. Bloß wenn der Meister dann eine andere Meinung hat, dann wird es ein bißchen schwierig".

F: "Wie wichtig sind denn solche fachlichen Gespräche? Wie schätzen Sie das ein?"

I: "Ich denke, daß es sehr wichtig ist, weil man einfach. Wenn ein einzelner was tut, der hat seine eingefahrene Richtung, und wird alles ähnlich machen. Aber er hat seine sture Richtung. Und sobald ein zweiter oder dritter dazustößt, hat man mehrere Richtungen, und kann irgendwo einen sinnvollen Mittelweg finden".

F: "Wie häufig würden sie denn so diese fachlichen Gespräche einschätzen?"

I: "Täglich".

F: "Einmal pro Tag?"

I: "Das kann man vielleicht sagen. Es kommt immer darauf an, was ich gerade tue. Wenn ich den ganzen Tag damit beschäftigt bin, daß ich ein Programm einfahre, dann habe ich relativ wenig Zeit um irgendwas anderes noch zu machen. Beim Einfahren versuche ich, daß ich möglichst nichts anderes mehr machen muß, weil ich dann meinen Kopf für das eine brauche. Und sobald ich Zeit habe, sobald irgendwas auf Automatik läuft, kann ich mich auch mit anderen Leuten unterhalten oder über andere Sachen nachdenken". (WOP/3_W-2).

In der Interviewpassage wird anschaulich beschrieben, wie Erfahrung zur Prozeßverbesserung genutzt wird. Dabei fallen an dieser Stelle zwei grundsätzliche Formen auf, wie Erfahrung zur innovativen Leistung beitragen kann:

- **Erfahrungsübertragung durch Analogiebildung:**

Eine erste Form besteht in der Übertragung von Erfahrung mit bereits bekannten Schwierigkeiten mit "ähnlichen" Ausbrennteilen. In Analogie wurden auch bei dem neuen Werkstück fertigungstechnische Schwierigkeiten erwartet - "*man hat auf jeden Fall schon irgendwo gewußt, daß man sich damit schwertut*".

- **Entstehen einer innovativen Prozeßverbesserung durch Erfahrungskombination:**

Eine zweite Form besteht in der Kombination bekannter Bearbeitungsverfahren, daß "*wir es aus dem Vollen schneller machen können*", mit neuen und leistungsstärkeren Werkzeugen, die sich in der Praxis bereits bewährt hatten - "*in den letzten 2 Jahren haben wir die Werkzeuge dazu bekommen, um dem entsprechend Zerspanung zu machen*" - , entstand die innovative Prozeßverbesserung, mehrere Arbeitsgänge auf einer Maschine mittels eines völlig anderen Bearbeitungsverfahrens zusammenzufassen.

Zugrunde liegt also die Erfahrung des Facharbeiters sowohl bezogen auf die Bearbeitungsschwierigkeiten wie auch bezogen auf neue Fertigungsmöglichkeiten. Die Umsetzung der neuen Fertigungsoption erfolgte dabei wiederum in enger Absprache mit dem "*Gegenschichtler*" und Vorgesetzten.

Darüber hinaus wird in dem Interviewmitschnitt in exemplarischer Weise die Funktion kollektiven Austauschs für die Übertragung von Erfahrung auf neue Problemfelder angesprochen. Einerseits wird kollektiv - v.a. mit dem Meister - der Aufwand bzw. die Kosten einer innovativen Prozeßverbesserung gegenüber dem Nutzen abgewogen. Andererseits wird im gemeinsamen "Erfahrungsaustausch" die Idee der Prozeßverbesserung gemeinsam weiterentwickelt. In der Interviewpassage finden sich hierzu folgende Aspekte:

- Die "Anderen" haben als "Gegenüber" eine Absicherungs- und Bestätigungsfunktion.
- Die "Anderen" haben als "Gegenüber" eine "Erweiterungsfunktion". Im gegenseitigen Austausch mit anderen kann es gelingen, die eigene "*eingefahrene Richtung*" durch die verschiedenen Perspektiven und "anderen Seiten" der Gesprächspartner zu überwinden.

Innovativen und kreativen Prozeßverbesserungen liegt somit einerseits konkrete Erfahrung zugrunde. Durch die Erfahrung wird überhaupt erst die Erkennung einer Mangelsituation erkennbar und auch die Entwicklung der Optimieridee wird durch die Übertragung und Kombination von Erfahrungen mit Werkstücken und Fertigungsverfahren auf einen neuen Fall erst möglich. Bei der Weiterentwicklung der Idee und bei ihrer praktischen Umsetzung kommt es darüber hinaus wesentlich auf den Erfahrungsaustausch mit Kollegen und Vorgesetzten an. Dadurch kann eine Erweiterung des eigenen - erfahrungsbezogenen - Horizonts sowie die Überwindung der eigenen und evtl. zu engen Perspektive gelingen.

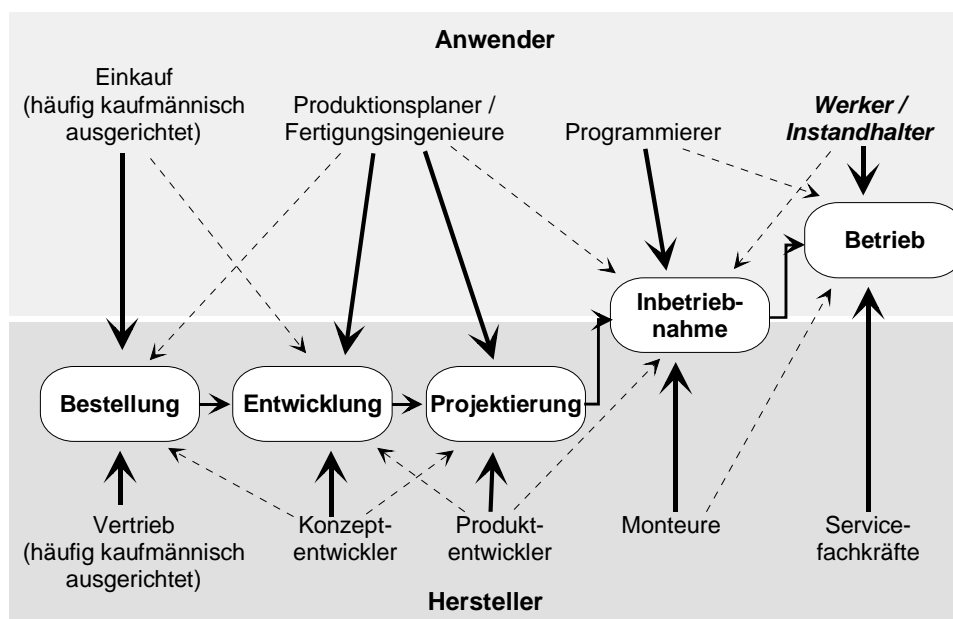
5.9 Praxisbezogene Planung und Implementation neuer Systeme und Anlagen

Abschließend soll auf eine Fähigkeit von Fachkräften aufmerksam gemacht werden, wie sie in einzelnen Fällen im Rahmen der Untersuchungen beobachtet werden konnte. Es handelt sich um einen Beitrag, den Fachkräfte aus der Fertigung zur Sicherstellung einer aufgabenangemessenen Planung, Entwicklung und Implementierung neuer Systeme und Produktionsanlagen zu leisten in der Lage sind.

Dabei wurden Fachkräfte und Werkstattpersonal nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen in die Planung und Implementation neuer Systeme und Anlagen allerdings nur marginal einbezogen. Von einem "prinzipiellen Ausschluß" von Fachkräften und weiterem Werkstattpersonal an Entwicklungs- und Implementationsprozessen, wie ihn z.B. Dahmer noch 1994 konstatierte (vgl. Dahmer, 1994, S. 22), läßt sich auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse zwar nicht mehr sprechen. Die Beteiligung von Fachkräften aus der Fertigung stellte aber auch in den eigenen Untersuchungen immer noch eher eine Ausnahme als die Regel dar.

Beispiele für die traditionelle Form des Einbezugs von Experten aus der Fertigung betreffen im Maschinen- und Anlagenbau u.a. die Erprobung neuer Produkte in Anwenderbetrieben mit dafür freigestellten Servicefachkräften, die Fertigung von kundenspezifischen Werkstücken mit Prototypen beim Hersteller, Absprachen zwischen dem Einkauf auf der Seite des Anwenders und dem Vertrieb beim Hersteller oder auch die Schulung von Nutzern beim Hersteller oder in Referenzbetrieben. In diesem Sinne sind verschiedene Spezialisten des Kunden in die Maschinenbeschaffung und –entwicklung bzw. –anpassung einbezogen: z.B. Einkäufer beim Kunden, Vertreter des technischen Führungspersonals und vereinzelt auch Fachkräfte aus der Fertigung. Dabei verteilt sich der Einfluß üblicherweise in dieser Reihenfolge, wie es die Abbildung 14 veranschaulicht:

Abbildung 14: Sequentielle Nutzerbeteiligung in Systementwicklung im Sondermaschinenbau



Wie die Ergebnisse des Projektes HÜMNOS zeigen, sind qualifizierte Facharbeiter durchaus in der Lage, sich auf der Basis ihrer praktischen Erfahrung an der Entwicklung neuer Produktionstechnik zu beteiligen (vgl. Rose & Schulze, 1999). Als Experten der Praxis können sie die spezifischen Anforderungen, die sich aus den fertigungstypischen Aufgaben vor Ort ergeben, in die Planung, Entwicklung, Implementation und Inbetriebnahme der Maschinen durch den Hersteller einbringen. Durch eine solchermaßen frühe Berücksichtigung der konkreten späteren Praxis können ansonsten später notwendige und dann sehr aufwendige Nachentwicklungen und Störungen reduziert werden. Dies belegen die teilnehmenden Beobachtungen in Produktionsbereichen eines Großunternehmens aus der Automobilbranche, in denen gerade neue Fertigungs-

anlagen und -systeme aufgebaut und in Betrieb genommen wurden. Qualifizierte Werker waren hier einbezogen in die Entwicklungs- und Installationsphase der neuen Maschinen und Bedienfelder - unter anderem nahmen sie an prototypischen Testläufen beim Hersteller teil und leisteten Unterstützungsarbeit bei der Montage und Aufstellung der Maschinen beim Anwender. Die befragten Fachkräfte berichteten, daß sie bei diesen Gelegenheiten mehrfach Verbesserungsideen einbrachten. Solche Verbesserungen betrafen sowohl Funktionalitäten als auch die Art und Weise der Handhabung und Darstellung des technischen Systems. Bemerkenswerte Beispiele sind in diesem Zusammenhang:

- Die Nachbesserung der Handhabung des Werkzeugwechsels - bei Umschaltung des Betriebsartenwahlschalters in "Einrichtebetrieb" entriegelt sich die Tür nunmehr automatisch.
- Die vorher nicht vorgesehene Option, kleinere Störungen bereits am Hauptbedienfeld quittieren zu können.
- Die Veränderung der Geschwindigkeit beim Zurücksetzen von NC-Achsen.

Auch auf der Seite der Produktionsplanung fand diese Fähigkeit von Fachkräften zunehmend Anerkennung, wie es das folgende Zitat eines Produktionsplaners exemplarisch zum Ausdruck bringt:

*"Also ich tendiere schon in die Richtung, daß man, wenn man sowas macht, daß man die Leute auf jeden Fall informiert und mit zu Rate zieht. Ich habe die Erfahrung gemacht, da kann das eine oder andere durchaus rauskommen, also, da haben wir gewisse Vorteile".
(WOK/I_Fertigungsingenieur).*

Der Beitrag, den qualifizierte und erfahrene Fachkräfte bei der Gestaltung neuer Fertigungsanlagen und Maschinen leisten können, betrifft somit das Einbringen der realen Fertigungsbedingungen in Verbindung mit ihren Handlungspraktiken und -strategien im Produktionsalltag. Dabei ist eine prospektive Beurteilung der neuen Technik notwendig auf die Erfahrung der Fachkräfte angewiesen, wenn die im Produktionsalltag geforderte Bewältigung der im Produktionsalltag auftretenden Aufgaben und Situationen unterstützt werden soll. Insbesondere jene Anforderungen, die aus der Bewältigung - bekannter und neuer - "*kritischer Situationen*" resultieren, können allein auf der Grundlage von Wissen und Regeln nicht abgeleitet werden. Erfahrene Fachkräfte als Experten der Produktionspraxis sind jedoch in der Lage, durch den kontinuierlichen Austausch mit Entwicklungsingenieuren und Produktionsplanern die sich auftuende Lücke zwischen "*Planungs- und Erfahrungswissen*" zu schließen (vgl. Dahmer 1994, S. 23; Wehner, Rauch & Bromme, 1989, S 138-146).

5.10 Zusammenfassende Fokussierung der Beiträge erfahrener Fachkräfte

Die in ihren jeweiligen Arten und Weisen sowie in ihren Ausprägungen differenziert beschriebenen Beiträge qualifizierter und erfahrener Facharbeiter werden an dieser Stelle zusammengefaßt und auf ihren Bezug zum Thema der Erfahrung im Arbeitshandeln von Fachkräften hin fokussiert. Die Beiträge der Fachkräfte zur Initiierung, Gewährleistung und Aufrechterhaltung einer anforderungsgerechten Fertigung umfassen somit ein Spektrum, das sich durch seine Breite und seine hohe Leistungstiefe auszeichnet. Bemerkenswerte Leistungen erfahrener Fachkräfte finden sich übergreifend in allen Untersuchungsfeldern. Sie betreffen sowohl die Bewältigung

bekannter Situationen wie auch die Situationen, die den Fachkräften in ihrer konkreten Ausprägung unbekannt waren. In Tabelle 14 und in Tabelle 15 sind wesentliche Beiträge erfahrener und qualifizierter Fachkräfte zur anforderungsgerechten Fertigung in ihren Merkmalen zusammengefaßt.

Tabelle 14: Bewältigung "bekannter kritischer" Situationen für den anforderungsgerechten Produktionsprozeß und graduelle Optimierung

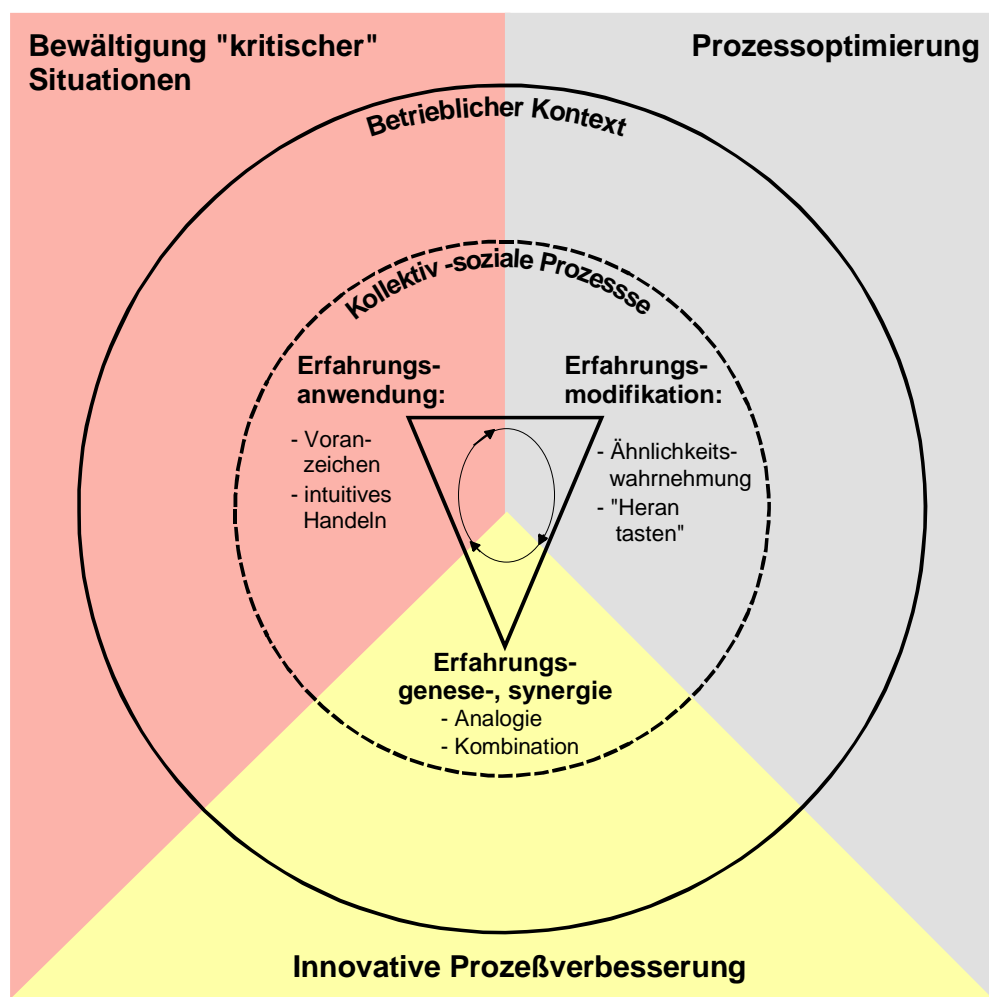
Beitrag	Kennzeichen und Merkmale
1) Situationsoptimale Feindisposition	<ul style="list-style-type: none"> • Situationsoptimales kurzfristiges Management der Auftragsabwicklung und der Personaleinteilung • Erfassung und Interpretation "relevanter" kapazitiv-dispositiver Information • Kollektive Aushandlungsprozesse als "soziale Mittel" zur Entscheidungsfindung
2) Vernetztes Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Überwindung von Reibungs- und Informationsverlusten zwischen Abteilungen entlang Prozeßketten • Schaffen günstiger Voraussetzungen für nachfolgende Arbeitsvorgänge als Form eines "Mitdenkens" • Entwicklung eines gegenseitigen Verständnisses und Vermittlung eines sozial geteilten betrieblichen Kontextes durch abteilungsübergreifendes kooperatives Handeln und Kommunizieren
3) Vorausschauende Prozeßsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> • Vororientierung über "kritische" Situationen durch Antizipation des Bearbeitungsprozesses • Transformation technologischer Vorgaben und Informationen in fertigungsbezogene Bearbeitungsstrategie als Abfolge aus werkzeugbezogenen Zerspanvolumina • Einplanen von Handlungsspielräumen und -ressourcen zur Bewältigung später auftretender "kritischer" Situationen
4) Kompensatorische Prozeßregulation	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung kleinster Diskrepanzen zwischen programmierten und realen Wegverhältnissen zur Kollisionsvermeidung ("Gefühl für den Hundertstel") • Erkennen der Bedeutung diffus verlaufender und nicht eindeutig erfaßbarer Prozeßerscheinungen für die Qualität der Bearbeitung • Graduelle Optimierung des Bearbeitungsprozesses z.B. durch Regulation mittels Override-Potentiometer
5) Fertigungsgerechtes Messen	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung einer "fertigungsgerechten Prüfschärfe" in Form eines situativen Stichprobenverfahrens • Grobprüfung mittels aussagekräftiger, bearbeitungsspezifischer Meßpunkte • Fertigungsgerechte Interpretation mehrdeutiger Meßdaten durch Erkennung spezifischer Muster in den Maßveränderungen • Einleitung angemessener qualitätssichernder Maßnahmen in Form von Korrekturmaßnahmen im NC-Programm und Nachbearbeitung • Gezieltes Hinzuziehen von Kollegen zur Absicherung
6) Flexibles und zeitoptimales Störungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • "Richtige" Interpretation ansonsten falscher, unvollständiger und fehlender Störungsmeldungen durch Ähnlichkeitserkennung (zu früheren Störungen) • Störungsbehebung auf der Grundlage von Systemtransparenz • Zeitoptimales Störungsmanagement durch Hinzuziehen der "richtigen" Experten auf die "richtige" Art und Weise

Tabelle 15: Bewältigung "neuer kritischer" Situationen und innovative Prozeßverbesserung

Beitrag	Kennzeichen und Merkmale
7) Herantastende Bewältigung "neuer" Situationen	<ul style="list-style-type: none"> • Suche nach Gemeinsamkeiten zwischen erfahrenen und neuen Situationen auf der Basis von "Vergleichswerten" • Heuristisches Vorgehen auf der Basis erworbener Transparenz über Merkmale von Zerspanungsprozessen und Maschinenverhalten • Angemessene Interpretation "neuer" durch Vergleich mit bereits bekannten Prozeßerscheinungen • "Abkürzen von Prüfketten" auf der Basis der Kenntnis maschinenspezifischer Schwachstellen • Flexible und zeitoptimale Betreuung von Maschinen im Team durch Transfer der Handhabungserfahrung auf andere Systeme und Steuerungen
8) Innovative Prozeßverbesserung	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung einer Mangelsituation aufgrund von wiederkehrenden Schwierigkeiten • Kreative Verbesserung durch Analogiebildung und Kombination erfahrener Zusammenhänge • Kollektive Weiterentwicklung und Umsetzung • Erfahrungsaustausch mit Kollegen und Vorgesetzten als Möglichkeit zur Erweiterung des "eigenen Horizonts" und zur Absicherung
9) Praxisbezogene Entwicklung neuer Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Einbringen fertigungspraktischer Anforderungen in die Planung, Entwicklung, Implementation und Inbetriebnahme neuer Produktionstechnik • Vermeidung später notwendiger und dann sehr aufwendiger Nachentwicklungen durch möglichst frühe Integration der Praxis

Die in Tabelle 14 und in Tabelle 15 aufgeführten produktionsspezifischen Leistungen von Fachkräften stehen in einem engen inhaltlichen Zusammenhang mit der beruflichen Erfahrung. Entweder beruhen die Beiträge unmittelbar auf der erworbenen Erfahrung, wie z. B. im Falle der vorausschauenden Prozeßsteuerung, der kompensatorischen Prozeßregulation oder des flexiblen und zeitoptimalen Störungsmanagements. Oder die Fachkräfte setzen auf der Grundlage ihrer Erfahrung ein heuristisches Vorgehen zur Bewältigung neuer und ihnen unbekannter Situationen ein. Im Laufe dieser neuen Situationen modifizieren sie bereits bestehende Erfahrung oder erwerben gänzlich neue Erfahrungen, wie es z.B. bei den innovativen Prozeßverbesserungen der Fall ist. Diese Zusammenhänge zwischen den Leistungen qualifizierter Fachkräfte und der Anwendung, der Modifikation sowie der Genese bzw. der Synergie von Erfahrung sind in der Abbildung 15 grafisch veranschaulicht.

Abbildung 15: Der Erfahrungsbezug der Beiträge qualifizierter Fachkräfte



In der Abbildung 15 ist durch das Dreieck symbolisiert, daß Erfahrung für die beschriebenen Beiträge von Bedeutung ist. Liegen "bekannte" Situationen vor, so gelingt den Fachkräften eine Bewältigung bzw. eine vorausschauende Vermeidung "kritischer" Situationen unmittelbar durch die Wahrnehmung von "Voranzeichen". Wenn "Erfahrungswerte" für eine bestimmte Situation, wie z.B. für eine konkrete Störungsmeldung bekannt sind, so wird direkt ausprobiert, ob sich die Situation auf diese Art und Weise bewältigen läßt. In Situationen, die den Fachkräften "unbekannt" sind (siehe das rechte Feld in der Abbildung 15), zeichnet sich das Handeln durch ein stärker "herantastendes" und exploratives Vorgehen aus. Ein solches Vorgehen läßt sich in Anlehnung an den von Dahmer verwendeten Begriff als "erfahrungsbezogene Heuristik" (vgl. Dahmer 1994, S. 28) kennzeichnen. Diese Strategie wird eingesetzt, wenn den Fachkräften keine konkreten "Erfahrungswerte" zur Korrektur oder zur graduellen Optimierung einer Situation zur Verfügung stehen. Bei Vorliegen neuer Fertigungsbedingungen setzen sie eine auf ihrer Erfahrung mit Metall und Spanabnahme beruhende Vorgehensheuristik ein. Im "Dialog" mit den Reaktionen und Veränderungen des Materials und auf der Grundlage einer erfahrungsbasierten Interpretation der resultierenden Prozeßerscheinungen erhöhen die Fachkräfte z.B. langsam und "herantastend" den Vorschub, um die für einen neuen Werkstoff "optimalen" Schnittwerte

herauszufinden. Während dieses Vorganges orientieren sie sich v.a. an Gefühlen des „Passens“ oder des „ungesunden Unnormalen“ (siehe Böhle & Schulze, 1997).

Über die Form der "*Erfahrungswerte*" und der "erfahrungsbasierten Heuristik" hinaus zeigt sich die Erfahrung von Fachkräften auch bei der Entwicklung und Umsetzung "innovativer Prozeßverbesserungen" (siehe das untere Feld in der Abbildung 15). Hier handelt es sich um eine bestimmte Form "erfahrungsbasierter Synergieeffekte". Zugrunde liegt ein Phänomen, das über die reine Anwendung von Erfahrung hinausgeht. Durch die Kombination und Überlagerung verschiedener Erfahrungen kommt es zu Synergieeffekten, zu "*qualitativen Sprüngen*" in Form innovativer Prozeßverbesserungen.

Der Stellenwert **kollektiv-sozialer Prozesse** (siehe den inneren Kreis in Abbildung 15) stellt eine weitere bedeutsame Gemeinsamkeit der Beiträge qualifizierter und erfahrener Fachkräfte dar. Immer wieder fanden sich - spontan wie auch geplant - Gespräche, Absprachen, Aushandlungen und kollektive Handlungsweisen zwischen Fachkräften untereinander und mit Mitarbeitern aus vor- und nachgelagerten Bereichen. Kommunikation und Kooperation erwiesen sich dabei als bedeutsame erfahrungsrelevante Faktoren. Folgende Funktionen der Kommunikation und Kooperation für das erfahrungsgelitete Arbeitshandeln konnten in den Analysen herausgearbeitet werden:

- Funktion einer verbalen Rückmeldung und Informationsweitergabe (v.a. im dispositiven Bereich).
- Funktion des kollektiven Entscheidens und Problemlösens (z.B. im Rahmen dispositiver Entscheidungsprozesse und in kritischen Situationen).
- Funktion des Erfahrungsaustauschs (z.B. als Voraussetzung für prozeßkettenübergreifendes "*Mitdenken*").
- Funktion der Überwindung einer erfahrungsbezogenen Perspektivverengung (z.B. sicherten sich Fachkräfte mittels Hinzuziehung von Kollegen beim Messen gegenüber einem "*Tunnelblick*" ab).
- Funktion der gegenseitigen und kreativen Erfahrungserweiterung (z.B. durch Eröffnung neuer Denk- und Handlungsoptionen).
- Kontextstiftende bzw. kontextvermittelnde Funktion (z.B. stellten Machbarkeitsverhandlungen zwischen Konstrukteuren, Programmierern und Monteuren u.a. ein Mittel dar zur Konstruktion und Vermittlung einer betrieblichen Konvention zur Handhabung von Toleranzmaßen).

Diese Funktionen verdeutlichen die zentrale Bedeutung von Kommunikation und kooperativem bzw. kollektivem Handeln für die Erfahrungsprozesse von Fachkräften. Der Kommunikation und Kooperation kommt eine konstitutive Bedeutung zu, indem sie einen Erfahrungsaustausch, eine Absicherung vor Perspektivenverengungen und die konstruktive Erweiterung einer spezifischen Erfahrungssicht ermöglicht. Kommunikation und Kooperation stellen darüber hinaus ein "*soziales Mittel*" zur Aushandlung und Entscheidungsfindung dar, mit dem selbst auch wieder Erfahrung gewonnen werden muß.

In der Abbildung 15 ist mit dem äußeren Kreis der **Kontextbezug** der erfahrungsbasierten Beiträge der Fachkräfte herausgestellt. Dem spezifischen betrieblichen Kontext kommt die

Funktion eines Rahmens zu, in den Erfahrung und Arbeitshandeln eingebettet sind. Er wird von verschiedenen Faktoren bestimmt:

- Von der formellen und informellen Organisationskultur inklusive der Kommunikationsmöglichkeiten,
- Von den offiziellen und von den Fachkräften rekonstruierten Aufgabeninhalten und
- Von den Bedingungen der eingesetzten Produktionstechnik.

Der betriebliche Kontext zeichnet sich nach den Untersuchungen sowohl durch abteilungsübergreifende wie auch durch abteilungsspezifische und direkt auf den Produktionsprozeß bezogene Anteile aus. Er beinhaltet u.a. ausgesprochen und unausgesprochen geltende Verfahrensweisen, z.B. wer bei bestimmten Problemen wann einzubeziehen ist und wie bestimmte geometrische und maßliche Vorgaben zu verstehen sind.

6 Die empirisch-theoretische Kategorie der Erfahrung

Ein weiteres Ergebnis der Analyse der erfahrungsbezogenen Phänomene des Arbeitshandelns mit Werkzeugmaschinen und Anlagen besteht in der Ausarbeitung der empirisch gegründeten theoretischen Kategorie der Erfahrung im Kontext der Arbeit mit Werkzeugmaschinen und Produktionssystemen. Die Bestimmung dieser Kategorie ist für die gesamte Arbeit von zentralem Stellenwert. Zum einen finden sich die im vorherigen Kapitel 1 beschreibend dargestellten erfahrungsbezogenen Phänomene in einer kategorialen Abbildung wieder. Zum anderen bildet die Kategorie der Erfahrung eine wesentliche Grundlage für die Ableitung des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit. Im Mittelpunkt der empirisch-theoretischen Kategorie stehen die psychologischen Qualitäten und Funktionen, durch die sich Erfahrung im Gegenstandsfeld der industriellen Produktionsarbeit im Umfeld von Werkzeugmaschinen und komplexen Fertigungsanlagen auszeichnet. Die voranschreitende Analyse auf Gemeinsamkeiten erlaubt eine Bestimmung, was genau unter "Erfahrung" in diesem Kontext zu verstehen ist. Damit kann nun die in den Kapiteln vier und fünf noch unscharf gebliebene Bestimmung des Begriffs präzisiert werden.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in drei Unterkapiteln, die mit der Erkenntnisqualität, der Steuerungsqualität und der motivational-emotionalen Dimension die zentralen Komponenten der theoretischen Kategorie der Erfahrung behandeln. Abschließend wird in einem zusammenfassenden Abschnitt eine verdichtete Fassung der Kategorie vorgestellt. Zur Verdeutlichung und Veranschaulichung werden wiederum typische Zitatpassagen aus den Interviews verwendet.

6.1 Die Erkenntnisqualität der Erfahrung

Ein Ergebnis der Analyse auf Gemeinsamkeiten besteht in der Entdeckung eines engen Zusammenhangs zwischen Erfahrung und Erkenntnis. Sehr häufig umschrieben die Fachkräfte mit dem Begriff der Erfahrung eine bestimmte Art von "Erkenntnis". Das folgende Zitat bringt die besondere Art dieser Erkenntnis in exemplarischer Art und Weise zum Ausdruck:

*"Wenn ich jetzt an der Drehbank bin, wo ich einspringe da...da ist das für mich völlig unwichtig, da...die Winkelfunktion zu wissen, ich weiß aus der Erfahrung, welche Vorschübe ich fahren muß, welche Werkzeuge ich brauche, wie die Werkzeuge aussehen müssen, das weiß ich, weil ich das eben lange genug gemacht habe, ich weiß auch, daß das funktioniert dann auch".
(WOP/1_Monteur).*

Der gelernte Dreher bezieht sich in dem Gesprächsausschnitt auf seine Tätigkeit als Springer an konventionellen Drehmaschinen, die er zusätzlich zu seiner Tätigkeit als Monteur innehat. Die Wendung - "*ich weiß aus der Erfahrung....., daß das funktioniert*" - findet sich in ähnlicher Art und Weise in den Interviews, wenn die Fachkräfte den Begriff der Erfahrung im Rahmen der Beschreibung ihres Arbeitshandelns verwenden. Die damit charakterisierte Form der Erkenntnis zeichnet sich dadurch aus, daß ein bestimmtes Vorgehen "*funktioniert*", "*weil ich das eben lange genug gemacht habe*", wie es der Facharbeiter im obigen Zitat umschrieb. Auch die Erfahrung, daß ein Vorgehen in bestimmten Situationskontexten "*nicht funktioniert*", bildet eine wesentliche Grundlage einer solchen Erkenntnis bezüglich der praktischen Relevanz von Zusammenhängen und Handlungsalternativen.

In den Interviews unterscheiden die Fachkräfte zwischen einem "*theoretischen Fachwissen*", das in Büchern oder Tabellenwerken niedergelegt und nachlesbar ist, und einem "*Wissen aus Erfahrung*". Bei dem theoretischen Fachwissen handelt es sich um Wissen in Form einer allgemeinen und vom konkreten Situationskontext abstrahierten Beschreibung von Zusammenhängen. Bei dem Wissen aus Erfahrung handelt es sich demgegenüber um eine aus dem Handeln von Fachkräften in konkreten Situationen und Kontexten erwachsende Form des Wissens. Zur Veranschaulichung eignet sich das Beispiel der Technologiewerte. Auf der Basis der Angaben von Herstellern und mittels Berechnungsformeln können Schnittwerte bestimmt werden, die dann für die konkrete Konstellation aktueller Fertigungsbedingungen "*stimmen*" sollen. Bei einer solchen Berechnung werden die konkreten Technologieparameter deduktiv aus den vom Hersteller unter ganz bestimmten Bedingungen im Labor ermittelten Referenzwerten abgeleitet. Die auf diese Weise bestimmten Schnittwerte gehen damit nicht auf eine "Erfahrung" unter den Bedingungen der konkreten Situation zurück. Vielmehr handelt es sich um "theoretisch" ermittelte Werte, die nach übereinstimmender Einschätzung der Fachkräfte desto weniger stimmen, je weiter die Planung bzw. die Planer von der konkreten Fertigungspraxis "*weg*" sind. Das folgende Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOM verdeutlicht dieses Verständnis von Werten aus Tabellenwerken als provisorische Anhaltspunkte in typischer Weise:

I: "... je nach Material und was sich da am Werkzeug tut an Vibration und dann eben auf gut Glück, mit Drehzahl und Vorschub ein bißchen Spielen, so mache ich das...."

F: "welche Rollen spielen denn die Tabellenwerte ..."

I: "...ist ein grober Anhaltspunkt..."

F: "...grobe Anhaltspunkt. Wo sind die Werte, wo hast Du die her?"

I: "Die haben wir entweder vom Werkzeughersteller oder eben aus dem Tabellenbuch uns da was rausgesucht...und da habe ich immer so den Eindruck, da ist das draufgemünzt, daß man ein sauberes glattes Stück bearbeitet und nicht mit 20 mm Höhenunterschied, daß der Fräser oder der Drehstahl auf jeden Meter aus dem Material wieder rauskommt und irgendwann wieder eintaucht...F:...und das ist eher eure Alltagssituation". (WOM/1_W-1).

Erst wenn Fachkräfte im tätigen Handeln die in der konkreten Situation "*funktionierenden*" und adäquaten Werte herausgearbeitet haben, handelt es sich um "*Erfahrungswerte*". Erfahrungen zeichnen sich somit durch eine im Handeln gewonnene Erkenntnis wirksamer bzw. zumindest relevanter Zusammenhänge und Handlungsalternativen aus. Die Fachkräfte gewinnen ihre Erfahrungen im konkreten Handlungs- und Fertigungskontext und sie sind davon nicht ablösbar. Von daher handelt es sich nicht um für sich allein stehende "Erkenntnisse", die kontextfrei und "objektiv" für sich gültig bzw. nicht gültig sind. Die Erkenntnisqualität der Erfahrung bezieht vielmehr ihre Gültigkeit und Relevanz aus dem Handeln in konkreten Situationen und den sie umgebenden Kontexten. Die Herkunft dieser Form des Wissens besteht somit in dem konkreten Handeln. Damit sind die jeweiligen Erfahrungsinhalte über die "äußeren" Bedingungen ebenfalls abhängig von den "inneren" Merkmalen und Bedingungen des Erfahrungssubjektes, d.h. von ihrem Vorwissen, ihren Vorerfahrungen, ihren erworbenen Qualifikationen und Kompetenzen und von ihren motivationalen, berufsbiografischen und lebenspraktischen Hintergründen.

Mit der **Relevanz** von Zusammenhängen und Handlungsalternativen für die Umsetzung subjektiver Absichten und Interessen ist ein bestimmendes Merkmal von Erfahrung identifiziert. Dieses Kriterium ist dann erfüllt, wenn es der Person gelingt, eine aktuelle Situation mit einer

bereits erlebten Situation in einer für die Bewältigung nützlichen und "funktionierenden" Art und Weise in Beziehung zu setzen. Mit der spezifischen, sich durch Herkunft und Art auszeichnenden Qualität der Erkenntnis ist ein Bestimmungsmoment "Erfahrung" benannt. Auf dieser Grundlage kann Erfahrung als theoretische Kategorie von denen des Erlebens und des Wissens abgegrenzt werden:

- Erfahrung zeichnet sich im Gegenstandsfeld der Arbeit mit und im Umfeld von Werkzeugmaschinen gegenüber dem Erleben durch die Entdeckung und die Erkenntnis "funktionierender" oder auch "nicht funktionierender" und damit relevanter Vorgehensweisen und Handlungen aus. Erlebnissen kommt dabei eine grundsätzliche Potenz zu, zu einer Erfahrung werden zu können. Dies passiert allerdings erst dann, wenn Erlebtes in Zusammenhang gebracht wird mit einer aktuellen Handlung und sich hierfür als relevant bzw. wirksam herausstellt.
- Erfahrung zeichnet sich gegenüber dem Wissen durch die besondere Qualität der Erkenntnis aus. Entscheidendes Merkmal ist die sich im Handeln zeigende Relevanz von Zusammenhängen und Situationsmerkmalen. Eine vollständige theoretische Durchdringung der jeweiligen Wirkzusammenhänge wie auch eine Repräsentation der Handlungsabfolgen im Bewußtsein sind dabei nicht notwendig und - wie die Interviews zeigen - kaum möglich. Bei der Erfahrung handelt es sich um eine Art des Wissens, über die in ihrer Gänze erst im konkreten Handeln verfügt werden kann und die somit in weiten Teilen "implizit" bleibt.

In den empirischen Untersuchungen des Arbeitshandelns fanden sich mehrere unterscheidbare Aspekte der mit der Erfahrung einhergehenden Erkenntnisqualität:

- Ein erster Aspekt erfahrungsbasierter Erkenntnis besteht in dem Gewinn von Orientierung.
- Ein zweiter Aspekt erfahrungsbasierter Erkenntnis besteht in der Beurteilung des aktuell ablaufenden Bearbeitungsprozesses.
- Ein dritter Aspekt erfahrungsbasierter Erkenntnis betrifft die Auswahl situationsangemessener Handlungen.

6.1.1 Erfahrung als orientierender Hintergrund

In den Analysen stellte sich als eine Gemeinsamkeit heraus, daß die Fachkräfte zur Kennzeichnung von Fertigungsabläufen und -zuständen sehr häufig den Begriff des "Normalen" verwenden. Dieser Begriff hat sich für die Analyse erfahrungsbasierter Orientierungsprozesse als besonders fruchtbar erwiesen. In den Interviews schildern Fachkräfte immer wieder, wie die Fertigung in ihrem spezifischen Unternehmensbereich "normalerweise" abläuft, ob eine Situation noch "normal" oder bereits in einen "kritischen" Zustand getreten ist und worauf es generell "ankommt". Mittels solcher Einschätzungen gewinnen sie offensichtlich eine Orientierung in Form einer ersten Einordnung der auftretenden Situationen. An dieser Stelle stellt sich die Frage, welche Maßstäbe solchen Normalitätseinschätzungen zugrundeliegen. Hofstätter definierte "Normalität" (vgl. Hofstätter 1970, S. 237 ff.) in Bezug auf drei verschiedene Bewertungsmaßstäbe:

- "Normal" als Kennzeichnung eines wünschenswerten bzw. anzustrebenden Zustandes der "Vollkommenheit". Diese Form des Urteilsbezugs bezeichnete Hofstätter als die "ideale Norm" (S. 237).
- "Normal" als Kennzeichnung einer quantitativen Auftretenshäufigkeit von Merkmalsverteilungen. Zwischen "normalen" und "anormalen" Erscheinungen besteht ein fließender

und quantitativer Unterschied, jedoch kein qualitativer. Ein solches Urteil, bezogen auf einen Häufigkeitsmaßstab, bezeichnete Hofstätter als "*statistische Norm*" (S. 237).

- "*Normal*" als Kennzeichnung eines Zustandes, der für ein bestimmtes Merkmal "*artgerecht*" ist. Die "*funktionale Norm*" definiert "*als normal den einem Einzelwesen hinsichtlich seiner Zielsetzungen und Leistungen gemäßen Zustand*" (Hofstätter, 1970, S. 238).

Der Hofstätterschen Unterscheidung liegt ein Bewertungsmaßstab zugrunde, der auf Zustände von "*Einzelwesen*" ausgerichtet ist. Gefordert ist die objektive Erfassung von Merkmalsausprägungen sowie der Vergleich der jeweiligen Messungen mit den Bezugsnormen. Demgegenüber liegt den Normalitäts-Einschätzungen der Fachkräfte ein subjektiver Maßstab in Form ihrer praktischen Erfahrung mit Bearbeitungszuständen und -verläufen zugrunde. Dieser Maßstab setzt sich zusammen aus Vorstellungen bezüglich der Situationsmerkmale, die auf der Grundlage ihrer Erfahrung für eine bestimmte Bearbeitung "*optimal*", "*gewohnt*" bzw. "*üblich*" oder "*angemessen*" sind. Hier findet sich die Unterscheidung Hofstätters in Form einer idealen, einer statistischen und einer funktionalen Norm in einer subjektiven Wendung wieder. Allerdings sind die Bewertungsmaßstäbe, die einer bestimmten Normalitätseinschätzung im Einzelfall zugrundeliegen, in den Interviews nicht immer zweifelsfrei voneinander unterscheidbar. Sehr häufig handelt es sich um Mischformen. So bezeichnen es die Fachkräfte z.B. als "*normal*" bei einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück bzw. Spannmittel - dem sog. "*Crash*" - mit Erschrecken und Angst zu reagieren. Näheres Nachfragen offenbarte, daß diese Reaktionsweise einerseits als adäquat für ein solches Ereignis angesehen wird (funktionale Norm). Andererseits tritt das Crasherlebnis mit einer gewissen Regelmäßigkeit auf, jeder Fachkraft passiert im Rahmen einer langjährigen Berufspraxis offenbar mindestens ein solcher "*Crash*" (statistische Norm).

In den Analysen konnte der subjektive Bewertungsmaßstab des "Normalen" weiter ausdifferenziert werden. Unterscheiden lassen sich "**globale**" und "**lokale**" Aspekte der als normal eingeschätzten Fertigungsabläufe und Prozesse.

(1) Orientierung in Form einer globalen Einordnung von Fertigungssituationen

Die Einordnung aktuell auftretender Bearbeitungssituationen in einen allgemeinen Fertigungszusammenhang stellt eine erste Form erfahrungsbasierter Orientierung dar. Der Vergleichsmaßstab besteht hier in Vorstellungen davon, wie der Fertigungsprozeß von der Auftragsübernahme bis hin zur Weiterleitung des bearbeiteten Werkstückes organisiert ist, wie er üblicherweise abläuft, und welche Möglichkeiten für die Bewältigung von Abweichungen zur Verfügung stehen. Es handelt sich um subjektive Vorstellungen von einem sog. "*Normallauf*". In seinen globalen Aspekten bezieht er sich auf allgemeine Bedingungen und wiederkehrende Prinzipien des Fertigungsablaufes. Solche Bedingungen sind z.B. die jeweilige formelle und informelle Organisation der Auftragsabwicklung oder die typische Art und Weise des technologischen Bearbeitungsablaufes. Der von den Fachkräften geschilderte "normale" Fertigungsablauf unterscheidet sich in Abhängigkeit von den Untersuchungsfeldern. Typische globale Merkmale des subjektiven Normallaufs im Untersuchungsfeld WOP finden sich in den folgenden beiden Zitatausschnitten:

"In der Regel ist es so, (...) entweder kommt der Auftrag zu uns herein, den ganz normalen Weg. Da ist dann die Zeichnung mit drin, dann gehe ich her, muß die Zeichnung studieren und durch den Kopf gehen lassen und muß mir überlegen, was ist hier zu tun. Es ist aber auch oft der Fall,

daß eben gerade Einzelteile hier oftmals schnell gebraucht werden,... da kommt man dann nur auf uns zu - ohne Zeichnung - und sagt, da ist das und das zu machen, macht uns das, wir brauchen das gleich, sofort. Dann müssen wir eben...und dann spielt eigentlich auch die Erfahrung mit die größte Rolle, daß man sowas schnell über die Bühne, daß sowas schnell, einfach auf die...allereinfachste Art und Weise, aber so, daß es seinen Zweck richtig erfüllt und daß es richtig gemacht ist. Daß man das auf die schnellste Art und Weise durchzieht". (WOP/5_W)

"Weil also, wenn das irgendwie seinen normalen Behördengang gehen würde. Sagen wir mal, ich habe eine Zeichnung, mit der komme ich nicht weiter, dann kommt die in irgendeinen Ablagekorb, dann kommt alle Stunde ein Bote vorbei, der trägt die von diesem Ablagekorb in die Konstruktion, da bleibt die dann wieder im Korb liegen, bis sich irgend jemand darum bemüht. Das Spiel kann man ja fortsetzen, nach sechs Stunden kriege ich die Zeichnung wieder. Sechs Stunden lang, da habe ich also mehrere Tassen Kaffee getrunken und habe mit den Kollegen Skat gespielt und so. Das ist so das, wo so ein großes Problem daran gelegen hat, daß das so halt läuft". (WOP/1_W-1).

In beiden Zitaten wird der "normale Weg" der Fertigung als geplanter Sollablauf beschrieben. Gemeint ist ein formell-offizieller Auftragsdurchlauf, der z.B. die Übergabe vollständiger Auftragsmaterialien beinhaltet. Daneben beschreiben beide Fachkräfte jedoch auch einen informellen Weg, der unter Abkürzung der formellen Abläufe - des sog. "Behördengangs" - in direkter Absprache mit Mitarbeitern aus vorgelagerten Abteilungen eine Beschleunigung des Auftragsdurchlaufes ermöglicht. Der informelle Fertigungsablauf tritt nach Ansicht der Fachkräfte zwar statistisch gesehen weniger häufig auf und ist insofern in diesem Sinne weniger "normal". In kritischen Situationen mit terminlichen kapazitiven Engpässen oder bei fehlenden technologischen Angaben wird er jedoch als angemessen und somit im funktionalen Sinn als "normal" eingeschätzt. In beiden Zitaten wird deutlich, daß die Planung und Durchführung der Bearbeitung anhand der Konstruktionszeichnung und der weiteren Auftragsmaterialien das übliche Handlungsspektrum der Fachkräfte ausmachen. Die auf ihren Erfahrungen mit produktionsalltäglichen Fertigungsabläufen beruhende Vorstellung, wie die Fertigung "normalerweise" abläuft, ermöglicht den Fachkräften in der Folge die Einordnung eines neuen Auftrages in den globalen Fertigungskontext. Erfahrungsbasiert wird u.a. eine Orientierung darüber möglich, ob es sich um einen "normalen" Auftrag oder ob es sich um einen vom Fertigungsdurchlauf her "kritischen" Auftrag handelt.

Wie bereits erläutert, unterscheidet sich das Untersuchungsfeld WOM von dem Feld WOP in der Art und Weise der Fertigungsorganisation. Die Programmerstellung ist hier nicht Aufgabe der Fachkräfte, sondern wird in einer vorgelagerten Abteilung vorgenommen. Dieser Tatbestand spielt auch in den Vorstellungen des "normalen" Fertigungsablaufs eine Rolle. "Normalerweise" - hier im idealen Sinne verstanden - sollte das überstellte NC-Programm mit der Realität vor Ort an den Maschinen übereinstimmen. Allerdings entdecken die Fachkräfte immer wieder Fehler. In solchen Fällen kommt es dann häufig zur Absprache mit dem zuständigen Programmierer, die von den Fachkräften als "normal" im funktionalen Sinne eingeschätzt wird.

Im Untersuchungsfeld WOK zeigte sich entsprechend der hier vorherrschenden Bedingungen wiederum eine andere Ausprägung des "Normallaufes". Er bezieht sich stärker auf Merkmale, die mit einer kontinuierlichen Fertigung einhergehen. Dieser Zusammenhang kommt in dem Zitat zweier Fachkräfte exemplarisch zum Ausdruck:

"Normal ist eigentlich zu produzieren, optimal zu produzieren und die Stückzahlen runterzubringen. Und Störungen an den Maschinen zu reparieren oder die Instandhalter zu rufen. (...) Und möglichst immer laufen lassen, egal was ist..". (WOK/1_W-1).

"Wenn man häufig rotiert, dann funktioniert das nach ein, zwei Wochen noch nicht so richtig, grad mal wegen Werkzeugwechsel, daß man dann Freitags oder Donnerstags meinetwegen noch sagt, "oh, das Werkzeug, das sieht jetzt nicht mehr so richtig aus, aber das lasse ich lieber, weil nächste Woche ist ja ein anderer dran... da bin ich ja weg... dann brauche ich das eh' nicht mehr machen". Und wenn halt einer längere Zeit an einer Maschine ist, dann ist das halt eine normale Sache, daß er das dann auch machen muß. Und ich würde auch sagen, von den Störungen und Problemen und sowas, die es an der Maschine gibt, das ist dann schon übersichtlicher". (WOK/3_W-1.)

Die Vorstellungen davon, wie im Untersuchungsfeld WOK die Fertigung normalerweise abläuft, betreffen vor allem die Prozesse und Bedingungen, die im Rahmen der Gewährleistung einer Fließproduktion als bedeutsam eingeschätzt werden. Dazu zählen u.a. das Störungsmanagement, das Einrichten der Maschinen und die Organisation der Zusammenarbeit im Team. "Normalerweise" - hier im idealen Sinne verwendet - wird beim Schichtwechsel versucht, der nachfolgenden Schicht günstige Arbeitsbedingungen zu hinterlassen. Erst mit zunehmender Erfahrung mit der Rotation und generell mit den Produktionsanlagen bilden sich die hierfür notwendigen Arbeitsabläufe heraus. Weniger erfahrene Mitarbeiter haben offensichtlich von diesem "Normallauf" noch keine adäquate Vorstellung und verhalten sich dementsprechend abweichend. Erfahrungsbasierte Vorstellungen von dem "Normallauf" verschaffen somit auch im Untersuchungsfeld WOK Orientierung und versetzen in die Lage, z.B. nötig werdende Werkzeugwechsel möglichst ökonomisch einzuplanen.

Durch ihre Erfahrung mit den jeweiligen Merkmalen des Produktionsablaufs gewinnen die Fachkräfte somit eine Vorstellung, in welche Abschnitte sich der Produktionsprozeß sinnvollerweise gliedern läßt, worauf es ankommt und welche Informationszugriffe und Handlungsmöglichkeiten ihnen jeweils zur Verfügung stehen. Diese erfahrungsbasierte Vorstellung vom "normalen" Fertigungsdurchlauf auf der Grundlage der spezifischen Fertigungsorganisation ermöglicht den Fachkräften also eine Einordnung des aktuellen Prozeßstandes in den Gesamtkontext des Fertigungsablaufs und damit eine erste Orientierung über die aktuelle Situation.

(2) Orientierung in Form einer Einstufung als "normal" oder als "kritisch"

Über die Orientierung in Form einer Einordnung aktueller Bearbeitungssituationen in den globalen Fertigungsablauf hinaus finden sich in den Untersuchungen viele Beispiele für eine Orientierung über den Zustand von Fertigungssituationen. Auch in diesem Zusammenhang ziehen die Fachkräfte in den Gesprächen zur Beschreibung ihres Orientierungsprozesses den Begriff des "Normalen" heran. Während der aktuell ablaufenden Bearbeitung sind sie auf der Grundlage ihrer Erfahrung in der Regel darüber orientiert, ob eine konkrete Bearbeitung sich im "normalen" und vertrauten bzw. bekannten Bereich befindet oder ob sie davon abweicht. Diese Orientierung wird den Fachkräften offensichtlich im Vergleich mit lokalen und auf die konkrete Situation bezogenen Vorstellungen des hier jeweils "Normalen" möglich. Bei der orientierenden Einstufung von Prozeßzuständen handelt es sich ganz überwiegend um ein Verständnis von "normal" im funktionalen Sinne. Damit unterscheidet sich die Verwendung des Normalitätsbegriffes von derjenigen bei der Einordnung konkreter Situationen in den globalen Fertigungs-

ablauf. Wie gezeigt, lagen hier Mischformen aus der idealen, der statistischen und der funktionalen Bezugsnorm zugrunde.

In den Interviews finden sich die folgenden typischen Orientierungsstufen, die sich auf das Ausmaß an Übereinstimmung bzw. Abweichung der aktuellen Situation von dem als "normal" bzw. angemessen angesehen Zustand beziehen. Im einzelnen sind auf der Grundlage der Analysen drei verschiedene Orientierungsstufen zu unterscheiden:

- Unbestimmte Abweichungen vom "Normalen".
- Abweichungen vom Normalen, die für den anforderungsgerechten Fertigungsprozeß "kritisch" sind.
- Abweichungen vom Normalen, die für die eigene Bewältigung "kritisch" sind.

Eine solchermaßen gestufte Orientierung über den Zustand aktuell auftretender Situationen findet sich in allen Untersuchungsfeldern. Von daher wird an dieser Stelle auf eine Differenzierung nach den Untersuchungsfeldern zugunsten einer Differenzierung nach den vorgefundenen Orientierungsstufen verzichtet. Nachfolgend sind exemplarische Interviewausschnitte zugeordnet zu den Beurteilungsstufen in zunächst unkommentierter Art und Weise angeführt. Dadurch soll dem Leser ein anschaulicher Eindruck von den zugrundeliegenden Orientierungsprozessen möglich werden. Zur besseren Orientierung sind besonders aussagekräftige Zitatstellen unterstrichen:

- **Unbestimmte Abweichung vom "Normalen":**

"(...) wenn man da den Ablauf sieht und ist noch alles gut oder ein Geräusch hört, nehmen wir mal ein Geräusch. Irgendeins, was nicht da ist...normal nicht da ist...denn denkt man, aha...wo könnte das jetzt herkommen, bei welcher Stelle kommt das?...und dann kommt meistens irgendwas dazwischen und dann muß man weg, und dann irgendwann,... also, es ist ja meistens morgens da...da ist man besser noch sensibel für sowas... ja...also, wenn ich die Maschine einschalte, erster Takt bleibe ich da und wenn da nichts...Unauffälliges ist, denn kann man es laufen lassen, aber wenn da schon irgendwo ein Geräusch ist, und dann hat man morgens nicht gleich die Zeit danach zu gucken, zuerst mal das andere einschalten, weil sie ist ja noch gut, nur das Geräusch... und das bleibt mir dann auch irgendwann im Hinterkopf und wenn dann nichts mehr zu tun ist, alles erledigt, soweit läuft alles, dann gehe ich dann nochmal hin und höre mir das an". (WOK/1_W-2).

- **Kritische Abweichungen vom Normalen für den Fertigungsprozeß:**

"(...) das war nicht korrekt, wenn das Abbrechen nicht kommt, da kommt zwischen der ersten und der zweiten Seite kommt ein Abbrechzyklus und wenn der nicht kommt, da fehlt ein "zschzsch"...das hört man...zwischen den ganzen Geräuschen hört man ein ganz leises "zschzschs"...wenn die Fliese rüberkratzt... das ist normal. Wenn das nicht kommt nach drei Minuten ungefähr, dann steht sie oder die Fliese ist kaputt oder irgendwas ist nicht korrekt...". (WOK/1_W-2).

- **Kritische Abweichungen vom Normalen für die eigene Bewältigung:**

"Ja, beim Gewindebohren, hier hatte er ja auch eine Bohrstange und der Vorschub ist zu schnell eingestellt und ich kontrolliere erst beim Anfahren, ich hab eingeschaltet und "AU" - der drehte da viel zu schnell, guck ich "AU das ist ja viel zu schnell", muß ich ja aehh langsamer, war aber schon zu spät.". (WOM/1_W-4).

"Das geht meistens denn so schnell, denn ist das schon passiert. Letztens hatte ich das auch gehabt, das war ein 16ner Fräser ...Schrubbfräser...zwei Va-Platten waren das, da sollte er so eine Form rausfräsen, und...ist er erst ein Stück außen gefahren und rein...und denn ganz kurz..".knack", weg war er. Der konnte das nicht ab, daß nach unten die Späne nicht wegge-

gangen sind. Das lag auf einer großen Platte drauf und das können die nicht ab. Ich habe eigentlich vertraut, daß er das macht...ich war jetzt nicht direkt am Pult, auch selbst, wenn das in dem Moment ist er auch schon ab. Da kann man nichts mehr machen". (WOM/2_W-3).

In den Zitatbeispielen wird die Orientierung anhand von Vorstellungen bezüglich eines situationsadäquaten "Normallaufes" v.a. am Beispiel akustisch wahrnehmbarer Prozeßmerkmale beschrieben. Geräusche stellen einerseits für die Fachkräfte eine wichtige Quelle zur Orientierung über den Zerspanprozeß dar und zum anderen beziehen sich viele Schilderungen der Fachkräfte auf die akustische Wahrnehmung. Vergleichbare Orientierungsphänomene finden sich jedoch auch im Bereich optischer, taktil-kinästhetischer und olfaktorischer Prozeßerscheinungen. Letzteren kommt insbesondere in der Massenfertigung eine wichtige Bedeutung z.B. für die Störungslokalisierung zu.

Wesentliche Merkmale der orientierenden Funktion der praktischen Erfahrung sind nachfolgend überblicksartig dargestellt:

- **Im praktischen Handeln wirkt gemachte Erfahrung als orientierender Hintergrund, vor dem sich kritische Situationen als "Figuren" abheben:** Durch den Vergleich mit einem vorgestellten Normallauf gelingt den Fachkräften einerseits eine Orientierung in Form der Einordnung konkreter Situationen in den globalen Fertigungsablauf. Andererseits heben sich nicht normale oder "kritische" Situationen vor dem Hintergrund des als angemessen erfahrenen funktionalen "Normallaufs" ab und erlauben auf diese Weise eine Orientierung über den Prozeßzustand.
- **Der subjektive Normallauf ist in seiner Gänze nur im konkreten Handeln verfügbar:** Die genauen Inhalte des "Normallaufs" waren den Fachkräften im Interview häufig nicht direkt zugänglich. Während der Arbeit bemerkten sie jedoch sofort, wenn eine aktuelle Situation vom "Normalen" abwich. Aufgrund ihrer Erfahrung verfügen die Fachkräfte somit über ein "Alarmsystem", das unmittelbar zu einer Aufmerksamkeitserhöhung und -fokussierung führt, wenn die Produktion vom "normalen" Ablauf abweicht.
- **Erfahrung führt zur Entlastung der Aufmerksamkeit:** Die Ausbildung erfahrungsbasierter Vorstellungen von der jeweiligen Fertigungsnormalität führt zu einer Entlastung des Bewußtseins und zu einer - auch subjektiv erlebten - Sicherheit und Souveränität. Abweichungen vom "Normalen" werden "nebenbei" bemerkt, wie es die Fachkräfte übereinstimmend in den Interviews beschreiben. Charakteristischerweise läuft diese Form der Orientierung somit im Hintergrund des Bewußtseins ab.

Ihre praktische Arbeitserfahrung ermöglicht den Fachkräften somit eine Einordnung, ob eine bestimmte Fertigungssituation im "normalen" Bereich liegt, oder ob sie davon in einer unter Umständen "kritischen" Art und Weise abweicht. Eine von einer Arbeitskraft und auf der Grundlage ihrer individuellen Erfahrung als "normal" bzw. als "kritisch" eingeschätzte Situation muß dabei allerdings nicht zwangsläufig auch wirklich für die Fertigung "normal" bzw. "kritisch" sein. Die Stärke erfahrener Fachkräfte besteht in ihrer hohen Trefferquote, mit der sie die für die Automation oder für die eigene Bewältigung "kritischen" Situationen erkennen. Bei der Einschätzung in normal oder kritisch kann es zu Fehleinschätzungen nach der Art von α - oder β -Fehlern kommen. Ein α -Fehler bedeutet in diesem Zusammenhang, daß fälschlich von einer kritischen Situation ausgegangen wird, obwohl es sich um eine Normalsituation handelt. Ein β -Fehler läge dann vor, wenn fälschlich von einer Normalsituation ausgegangen wird, obwohl bereits eine kritische Situation vorliegt. Durch die ständige Rückkopplung ihrer

Erfahrung mit dem realen Bearbeitungsprozeß gelingt es Fachkräften, die Güte ihrer Einschätzungen sukzessive zu verbessern und sich gegen die genannten Fehlerquellen abzusichern.

Die beschriebenen Orientierungsprozesse sind auch für die Zusammenarbeit zwischen Werkern und mit Mitarbeitern entlang der Prozeßkette relevant. So schildern viele Fachkräfte die Erfahrung, daß sie schon am "*Blick*" und an der Art und Weise des Kommunikationsverhaltens erkennen, ob der Gesprächspartner einen Tip "*verstanden*" hat. Auf ähnliche Weise gewinnen Instandhalter bereits aufgrund des Kommunikationsverhaltens von Maschinenführern eine erste Orientierung über das Ausmaß einer Störung. Auch in sozialen Kontexten kommt somit die orientierende Funktion der Erfahrung zum Tragen: Im täglichen Miteinander lernt man sich "*kennen*" und entwickelt ein Verständnis, wie der andere sich "*normalerweise*" verhält. Vor dieser erfahrungsbasierten "*Normalität*" hebt sich dann ab, wenn sich der andere "*anders*" verhält.

6.1.2 Erfahrung als Grundlage von Beurteilungsprozessen

Eine weitere Form erfahrungsbasierter Erkenntnis betrifft die Beurteilung von Bearbeitungsprozessen. Die Beurteilung einer aktuellen Situation geht nach den empirischen Untersuchungen über die Orientierung in Form ihrer Einordnung in den Gesamtkontext der Fertigung oder auf der Dimension "*normal - kritisch*" hinaus. Beurteilt wird die vorliegende Fertigungssituation hinsichtlich ihres weiteren Bearbeitungsverlaufs und hinsichtlich einer anforderungsgerechten Fertigung. Ein Ergebnis der Auswertung besteht in der Identifikation von verschiedenen Stufen einer Beurteilung "*aus Erfahrung*":

- Eine erste erfahrungsbasierte Beurteilungsstufe betrifft die Bewertung der aktuellen Situation bezüglich ihrer Übereinstimmung mit einer anforderungsgerechten Fertigung und bezüglich möglicher Eingriffsmöglichkeiten.
- Eine zweite Stufe betrifft die erfahrungsbasierte Prognose des weiteren Verlaufs des Bearbeitungsprozesses.
- Eine dritte Stufe beinhaltet die Planung, Einstellung und Vorbereitung von Bearbeitungsprozessen auf der Grundlage der Erfahrung.
- Die vierte Stufe schließlich kennzeichnet die erfahrungsbasierte Innovation des Produktionsprozesses.

(1) *Erfahrungsbasierte Beurteilungsstufe 1: Zustandsbewertung*

Inhalt der ersten erfahrungsbasierten Beurteilungsstufe ist v.a. die Bewertung von Zuständen des Fertigungsprozesses hinsichtlich der vorgegebenen Bearbeitungsqualität. Ein typisches Beispiel findet sich in den folgenden Zitaten von Fachkräften aus den Untersuchungsfeldern WOM und WOP:

"Das Gefühl, das Gehörund natürlich das Auge spielt sehr viel Rolle, gell. Und man darf auch an der gesteuerten Maschinemuß man....eigentlich immer ganz dabei sein, gerade wenn man ein Stück neu anfährt....und...da höre ich das dann normalerweise schon, wenn ich zu fräsen anfangen, wie greift das an, das sind dann Erfahrungswerte, die ich im Gehör habe. Und, angenommen ich habe einen zu hohen Vorschub....oder eine zu hohe Drehzahl, das sind Sachen, die ich dann aus der Erfahrung raus höre:" Halt...da stimmt was nicht". Da ist entweder die Drehzahl zu hoch oder der Vorschub ist zu groß, der nimmt zuviel weg. Und, das sind dann Sachen, die ich eigentlich aus der Erfahrung heraus mit einbringen kann". (WOP/5_W).

In dem Zitat wird ein situationsbezogenen "zu hoher" Vorschub anhand bestimmter Prozeßmerkmale "aus der Erfahrung" heraus erkannt. Dabei handelt es sich zunächst um eine Orientierung, daß die bestimmte Situation "kritisch" für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß geworden ist. Darüber hinaus sind jedoch Urteile bezüglich der Ursachen und auch bezüglich der Eingriffsaktionen angesprochen: mit dem Fräser wird "zuviel" Material abgenommen und entsprechend ist der Vorschub zurückzunehmen. Gegenüber der Orientierung - **daß** eine Situation "kritisch" ist - handelt es sich bei der erfahrungsbasierten Zustandsbewertung bereits um ein subjektives Verständnis dessen, **was** bzw. **warum** die Situation "kritisch" ist und **wie** sich dies beheben läßt. Die Erkenntnisqualität der Erfahrung besteht hier darin, daß sich auf der Grundlage der Wahrnehmung von Ähnlichkeiten zwischen der aktuellen Situation und erinnerten eine handlungswirksame Ursache der "kritischen" Abweichung offenbart.

(2) *Erfahrungsbasierte Beurteilungsstufe 2: Prognose*

Gegenüber der erfahrungsbasierten Zustandsbewertung zeichnet sich die Beurteilungsstufe der Prognose durch eine wesentlich größere Reichweite der Antizipation des Prozeßverlaufs aus. Nach den Untersuchungen betreffen solche Prognosen u.a. die Weiterentwicklung des Zerspanprozesses sowie die Einschätzung des voraussichtlich benötigten zeitlich-kapazitiven Aufwandes. Bei dem nachfolgenden Zitat handelt es sich um ein Beispiel für die Prognose des Werkstücksverzuges durch ein oberflächenbehandelndes Verfahren:

I: "Also bei so einer genauen Passung ist es wichtig, daß die Werte gut sind, also schon ziemlich genau".

F: "hm hm, und spielt es eine Rolle, ob hinterher noch (...) gehärtet wird, richten sich da auch die Aufmaße nach?"

I: "Jaa, zum Teil, gerade Härten und so. Das sind auch wieder Erfahrungswerte. Wie geht das Teil auseinander oder was. Wieviel muß ich zugeben". (WOM/2_W-1).

In beiden Zitaten wird deutlich, wie die bisherige Erfahrung mit Bearbeitungsverläufen die Grundlage bildet für eine Prognose der aktuellen Bearbeitung. Diese zweite Stufe erfahrungsbasierter Beurteilung schließt die Zustandsbewertung mit ein.

(3) *Erfahrungsbasierte Beurteilungsstufe 3: Planung aus Erfahrung*

Mit voranschreitender Erfahrung gelingt den Fachkräften eine Art der Planung, die immer weniger auf eine systematische Analyse der Fertigungsbedingungen und weiterer Einflußbedingungen zurückgeht. Auf der Basis wahrgenommener Ähnlichkeiten zwischen der aktuell vorzubereitenden Bearbeitung mit erinnerten und bereits erlebten Bearbeitungsverläufen wird den Fachkräften zunehmend eine Berücksichtigung von Einflußgrößen aus der Erfahrung heraus möglich. Gegenüber einer erfahrungsbasierten Prognose werden auf der Beurteilungsstufe der Planung auch die Eckdaten des Bearbeitungsprozesses auf der Grundlage bereits erlebter Bearbeitungen festgelegt. Dies kommt in dem folgenden Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP exemplarisch zum Ausdruck:

F: "...mmhm...und woran machen Sie dieses Gefühl fest, woran machen Sie fest, es stimmt jetzt...?"

I: "Man sieht das schon, wie die Späne wegfliegen, dann wie sie sich verfärben und alles."

F: "Wie verfärben sie sich denn, wenn es gut läuft?"

I: "Ja gut, die Späne werden immer leicht blau...bei einem Wendeplattenwerkzeug ... aber wenn die Späne mal anfangen zum Ausfransen, die Späne selber, dann weiß ich, das Werkzeug ist stumpf oder stimmen meine Werte. Wird mein Werkzeug schnell stumpf, dann weißt Du, ja Du mußt etwas... könnte etwas mit den Werten zu tun haben...was ich jetzt eingegeben habe. Und so sammelt man seine Erfahrungen...irgendwann weiß ich halt, das Werkzeug mit 66 Durchmesser lasse ich mit 800 laufen und nehme den Vorschub mit 800 oder ..., der wird sich dann...natürlich

auch nach dem Material und nach der Zustellung wieder verändern, aber die Drehzahl selber können wir ziemlich genau beibehalten". (WOP/4_W-1).

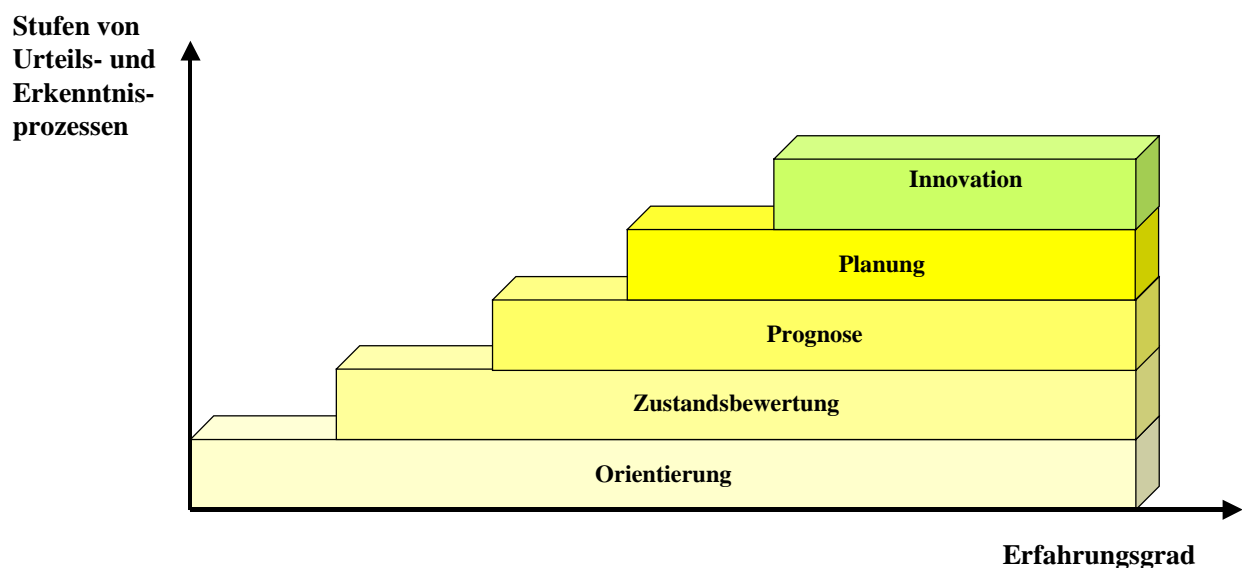
In dem Zitat wird beschrieben, wie auf der Grundlage eines "Sammelns" von Erfahrungen die Planungsentscheidung resultiert, welche Schnittwerte für ein bestimmtes Werkzeug angemessen sind. Die Bedeutsamkeit praktischer Erfahrung für die Prozeßplanung konnte v.a. in den teilnehmenden Beobachtungen festgestellt werden. So zeichnen sich beispielsweise Programmierer, deren Programme nach der übereinstimmenden Einschätzung von Fachkräften angemessener auf die konkrete Fertigung abgestimmt sind, durch umfangreiche praktische Erfahrung an den Maschinen aus.

(4) *Erfahrungsbasierte Erkenntnisstufe 4: Innovative Verbesserung*

Eine vierte Stufe erfahrungsbasierter Beurteilung besteht in der im Kapitel 5.8 (S. 120 ff.) ausführlich beschriebenen Leistung erfahrener Fachkräfte zu einer "innovativen Verbesserung". Hier hatte sich die Kombination und Überlagerung verschiedener Erfahrungen als eine bedeutende Ursache herausgestellt.

In der Abbildung 16 sind die einzelnen erfahrungsbasierten Urteilsstufen grafisch veranschaulicht.

Abbildung 16: Erfahrungsbasierte Erkenntnisstufen



Die Tabelle 16 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen der Erfahrung und der Erkenntnis. Mit steigendem Erfahrungsgrad gründen die verschiedenen Urteils- und Erkenntnisprozesse zunehmend auf der gemachten Erfahrung. Als erste Stufe ist die der grundlegenden Orientierung mit aufgenommen. Die oberste Urteilsstufe der "Innovation aus Erfahrung" bedarf der meisten Erfahrung und schließt nach den Analysen die anderen Stufen mit ein. Die Bewertung einer Situation als "Mangelsituation", die momentan nur suboptimal bewältigt wird, erfordert zuvor einen Vergleich mit erlebten "besseren" Bewältigungsweisen im Sinne einer erfahrungsbasierten Bewertung des Zustandes und der Prognose seines weiteren Verlaufs.

6.1.3 Erfahrung als Grundlage für die Handlungsauswahl

Mit der intuitiven Handlungsauswahl hat sich in den Untersuchungen eine weitere Art der Erkenntnis gezeigt, die ebenfalls auf Erfahrung zurückzuführen ist. Die Art und Weise einer solchen "intuitiven" Handlungsabfolge wird mit dem folgenden typischen Zitat aus dem Untersuchungsfeld WOP exemplarisch illustriert:

F: "Wenn ihr merkt, da kündigt sich jetzt was Schlimmes an, was geht dann in Euch so vor?"

I: "Ich kann bloß aus der Erfahrung sagen, die ich habe, also, (...) bei uns auf den normalen Maschinen und man hat eigentlich momentan nur den einen Gedanken, "mit dem Vorschub runter", das ist eigentlich das, was mir sofort durch den Kopf schießt. (...)Bei mir ist ganz einfach der Gedanke, jetzt muß ich den Vorschub runtertun oder...die Drehzahl... oder ich muß aussteigen...es kommt immer auf die Situation drauf an".

F: "... man erinnert sich an das letzte Mal, wie das war?"

I: "genau... wenn es daneben läuft... "

F: "... was ist dann, wenn man runtergedreht hat, was ist dann so? ... "

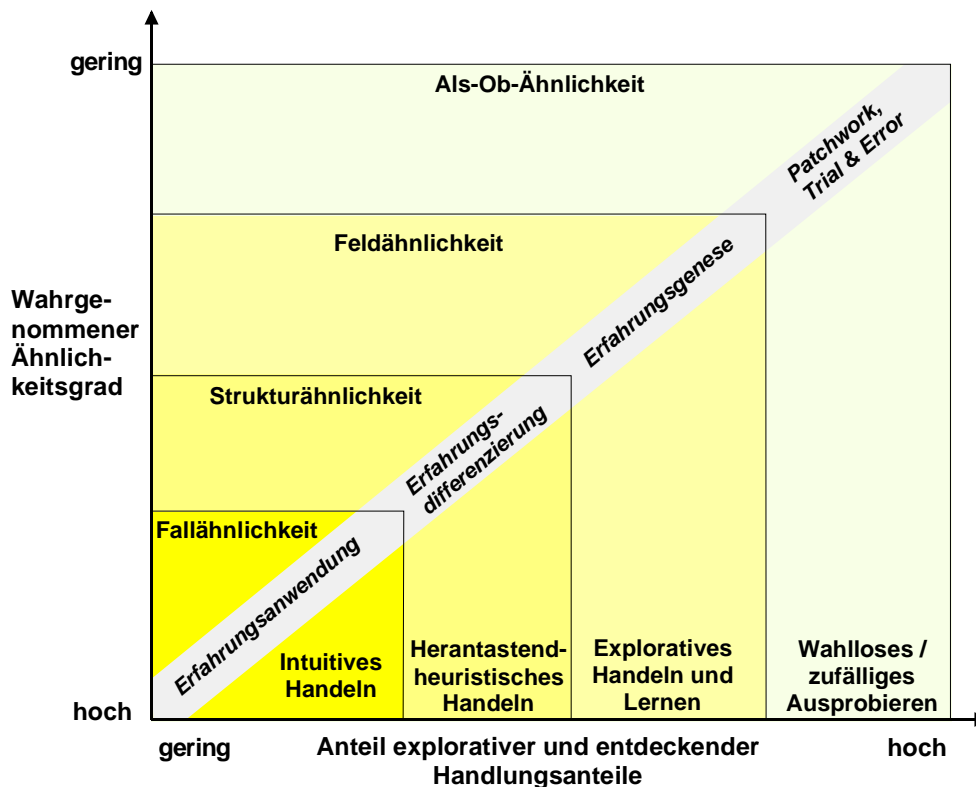
I: "...dann schaut man...also, ich mache...ich schaue erstmal, was ist los... warum...schneidet er nicht mehr oder was ist passiert... man hat...dann muß ich entweder aussteigen aus dem Programm oder ich kann weiterfräsen mit langsameren Vorschub". (WOP/2_GD).

Bemerkenswert ist an dieser Stelle, daß offensichtlich nicht automatisch eine bestimmte Handlung zum Tragen kommt, sondern eine auf die konkrete Situation hin differenziert ausgerichtete. Je nach Situationskontext werden verschiedene Handlungsoptionen eingesetzt. Handelt es sich um Situationen, die die Fachkräfte in einer ähnlichen Art und Weise bereits häufig bewältigt haben, so fällt ihnen in der Regel gar nicht auf, daß sie Entscheidungen bezüglich der Handlungsauswahl überhaupt treffen. Das Handeln wirkt sehr sicher und souverän, "jeder Handgriff sitzt". Anders verhält es sich in Situationen, die für die Fachkräfte "neu" oder unbekannt sind. In solchen Fällen zeichnet sich das Handeln durch ein tastendes und explorierendes Vorgehen mit vielen Fehlversuchen aus, bei dem die Unsicherheit der Arbeitenden direkt spürbar ist. Öfter wird überlegt, welche Handlung als nächstes ausgeführt werden soll. Eine Analyse der mit diesen Handlungsweisen korrespondierenden Interviews offenbart zwei Gemeinsamkeiten:

- Je größer die Ähnlichkeit einer aktuell vorliegenden Situation mit erinnerten Ereignissen wahrgenommen wird, desto höher liegt der Anteil einer intuitiven Handlungsauswahl.
- Je kleiner die wahrgenommene Ähnlichkeit desto mehr spielen reflexive Anteile bei der Handlungsauswahl im Rahmen eines explorativen und entdeckenden Handelns eine Rolle.

Dieser qualitative Zusammenhang ist in Abbildung 17 veranschaulicht:

Abbildung 17: Zusammenhang zwischen Ähnlichkeitswahrnehmung und Handlung



Die Abbildung 17 zeigt, wie mit zunehmendem wahrgenommenen Ähnlichkeitsgrad zwischen einer aktuellen und den bereits erlebten bzw. erinnerten Situationen auch die explorierenden Anteile im Handeln zunehmen. Der Erfahrung kommt dabei eine zentrale Bedeutung für die Handlungsauswahl und -zuordnung zu. Wird eine weitgehende Ähnlichkeit der aktuellen Situation zu bereits erlebten erkannt, in der Abbildung als "Fallähnlichkeit" bezeichnet, so steht offensichtlich die damals erfolgreiche Handlungsdurchführung unmittelbar und in diesem Sinne intuitiv zur Verfügung. Wird eine maximale Unähnlichkeit angenommen, in der Abbildung als "Als-Ob-Ähnlichkeit" aufgeführt, so handelt es sich um ein willkürlich und zufälliges Trial & Error Vorgehen. Bereits gemachte Erfahrung steht in solchen Situationen nicht als Orientierungsrahmen zur Verfügung. Die Analyse des Datenmaterials erbrachte eine Typologie von Situationen, der die wahrgenommene Übereinstimmung zwischen aktuellen und erinnerten Situationen zugrundeliegt. Es können vier verschiedene Typen klassifiziert werden:

1) *Fallähnlichkeit*

Fallähnlichkeit besteht dann, wenn die aktuelle Situation aufgrund der auftretenden Merkmale und des spezifischen Kontextes als sehr ähnlich zu den bereits erlebten Situationen wahrgenommen wird. Die Bedeutung der spezifischen Situationscharakteristik für den Bearbeitungsverlauf und für mögliche Einflußoptionen wird als eindeutig wahrgenommen. Ein Beispiel besteht in der Interpretation von Störmeldungen an den Maschinen. Eigentlich unspezifischen Meldungen können auf der Grundlage gemachter Erfahrung die "wahren" Ursachen zugeordnet werden.

2) *Strukturähnlichkeit*

Strukturähnlichkeit besteht dann, wenn die aktuelle Situation den erinnerten zwar in ihrer Struktur als ähnlich, die konkreten Merkmale des jeweiligen Bearbeitungsprozesses jedoch als mehrdeutig wahrgenommen werden. Mittels einer erfahrungsbasierten Heuristik muß die

konkrete Bedeutung der strukturell ähnlichen Merkmale erst spezifiziert werden. So treten z.B. Störungen mit Störmeldungen und Symptomen auf, die von den Fachkräften zwar als ähnlich eingeschätzt werden, die jedoch nicht direkt auf die zugrundeliegenden Ursachen verweisen. Das systematische Ausschließen wahrscheinlicher Störungsursachen oder das Erweitern des Symptomraumes durch die kontrollierte Reproduktion der Störung mittels eines Wiederanfahrens sind Beispiele für erfahrungsbasierte Handlungsheuristiken.

3) *Berufsfeldähnlichkeit:*

Feldähnlichkeit bezieht sich auf Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Anwendungs- oder Handlungsfeldern. Der Vergleich zwischen den Berufen des Bäckers und des Zerspaners ist hier ein gutes Beispiel. In beiden Fällen handelt es sich um ein Herstellen von "Gegenständen" nach bestimmten Vorgaben. Die Gemeinsamkeit besteht in dem zugrundeliegenden Produktionsprinzip. Der Unterschied zu der Fall- und Strukturähnlichkeit besteht in dem Fehlen der Struktur, die die einzelnen Situationen mit angemessenen Handlungen verbindet. Auf der Basis grundlegender Ähnlichkeiten zwischen Handlungsfeldern müssen durch ein exploratives Handeln und Lernen die Strukturen zwischen Merkmalen und erfolgreichen Eingriffen erst herausgefunden werden. Das Vorliegen von Feldähnlichkeit bedeutet, daß eine aktuelle Situation weder in ihren Merkmalen noch in ihrer Merkmalsstruktur als ähnlich zu einem anderen Handlungsfeld wahrgenommen wird. Erkannte Ähnlichkeiten resultieren dann allein aus übergeordneten, prinzipielleren Ähnlichkeiten mit anderen Berufsfeldern, die sich z.B. auf zielgerichtete Aneignungsstile und Annäherungsformen an neue Situationen beziehen können. Der berufsfeldspezifische Zusammenhang zwischen Merkmalen, Ursachen und Handlungsmöglichkeiten muß allmählich herausgearbeitet werden. Ein typisches Beispiel aus den Untersuchungen besteht z.B. in der Bedeutsamkeit von determinierenden Prozeßphasen. Ungenauigkeiten und Fehler können später kaum noch kompensiert werden. Das zugrundeliegende allgemeine Prinzip der sensiblen Phasen findet sich im übrigen auch im Berufsfeld des Bäckers. Auf dieser Basis könnte beispielsweise ein Bäcker, der sich in das Berufsfeld der spanenden Fertigung einarbeitet, durchaus Feldähnlichkeiten wahrnehmen.

4) *Als-Ob-Ähnlichkeit:*

Von einer Als-Ob-Ähnlichkeit kann gesprochen werden, wenn eine Person auch zwischen ihren verschiedenen Anwendungs- und Handlungsfeldern keine Ähnlichkeit wahrnehmen kann. Prinzipiell handelt es sich bei dieser Art der Ähnlichkeit um eine maximale Unähnlichkeit. Sporadisch können jedoch Ähnlichkeiten mit gänzlich anderen Handlungsfeldern oder auch singulären Situationen wahrgenommen werden. Der wahrgenommene Anflug von Ähnlichkeit wird jedoch häufig trügerisch sein. In den Untersuchungen fanden sich Fälle von Als-Ob-Ähnlichkeit allerdings nicht. Auch wenn Fachkräfte aus produktionsfremden Berufen wie z.B. denen des Sozialarbeiters oder des Erziehers in den Metallbereich wechselten, hatten sie wenigstens eine diesbezüglich Schulung, wenn nicht gar eine Umschulung durchgeführt. Somit stellt der Situationsbereich der Als-Ob-Ähnlichkeit ein Gedankenexperiment in Fortführung der empirischen Analyse dar. Ein Beispiel für eine solche Ähnlichkeit wäre z.B. der Auszubildende, der einen für ihn völlig fremden Beruf ergreift und - im Gegensatz zur üblichen Ausbildungspraxis - keine Instruktion und Anleitung erhält. In solchen Fällen dürfte er nur ganz sporadisch Ähnlichkeiten zu seinen sonstigen Handlungsfeldern feststellen. Solche Ähnlichkeiten bilden dann - vorläufige - Inseln des Bekannten im gänzlich Unvertrauten. Eine Als-Ob-Ähnlichkeit ist dabei jedoch nicht nur trügerisch. Im Gegenteil, sie macht handlungsfähig, indem auf dieser Basis nach dem Muster eines Patchworks Handlungsmöglichkeiten entstehen, die dann vorsichtig eingesetzt werden können.

Dieser Typologie von Situationen auf der Basis wahrgenommener Ähnlichkeit zwischen aktuellen und bereits erlebten Situationen kommt ein Erklärungswert für die Art und Weise der

Handlungszuordnung zu. Je nachdem, als wie bekannt bzw. unbekannt eine Situation wahrgenommen wird, kommen Prozesse der Anwendung, der Differenzierung oder des Erwerbs von Erfahrung zum Tragen. Dieser Zusammenhang wird in der folgenden Aufzählung verdeutlicht.

(1) *Erfahrungsanwendung bei wahrgenommener Fallähnlichkeit*

Wird eine aktuell vorliegende Situation in ihrem Entstehungs- und Bedeutungskontext als nahezu identisch mit einer bekannten Situation und somit eine Fallähnlichkeit wahrgenommen, so steht unmittelbar die damals erfolgreiche Handlungsprozedur zur Verfügung. Es finden sich keine Anzeichen für eine bewußte Handlungsauswahl. Das Handeln selbst erfolgt routiniert, bruchlos, flüssig, und ist begleitet von einem hohen Maß erlebter Sicherheit. Die Bewältigung von Situationen mit wahrgenommener Fallähnlichkeit zeichnet sich somit durch die souveräne und intuitive Anwendung vertrauter Handlungen aus. Die Vielzahl der teilnehmend beobachteten Ereignisse, in denen Fachkräfte z.B. auf der Grundlage ihrer Erfahrung mit den "Macken" einer bestimmten Maschine beim Auftreten "objektiv" mehrdeutiger Symptome unmittelbar und "intuitiv" die kontextbezogenen "richtige" und "angemessene" Störungsbewältigungsmaßnahme einleiteten, sind in diesem Zusammenhang typische Beispiele (siehe Kapitel 5.6, S. 113 ff.). Diese Form des Handelns läßt sich als fallorientierte Anwendung von Erfahrung verstehen. Die jeweilige Handlungsprozedur, wie z.B. das unmittelbare Wegblasen von Kühlschmiermittel, ergibt sich dabei direkt aus der Fehlermeldung "Werkzeugbruch" vor dem Hintergrund eines längeren Maschinenstillstands z.B. am Montagmorgen.

(2) *Erfahrungsdifferenzierung bei wahrgenommener Strukturähnlichkeit*

Im Falle einer wahrgenommenen Strukturähnlichkeit zwischen einer aktuellen und erlebten Situation zeichnet sich das Handeln nach den Untersuchungen durch ein vorsichtiges "Herantasten" mit einem höheren Ausmaß erlebter Unsicherheit aus. Es kommt dann nicht zu dem für die Wahrnehmung einer fallähnlichen Situation typischen unmittelbaren Vollzug einer auch im Feintuning abgestimmten Handlung. Vielmehr wird häufig eine auf die jeweilige Situation abgestimmte Heuristik eingesetzt. Dieser wird dann im Laufe des Handelns immer weiter auf die sich verändernde und "antwortende" Situation hin angepaßt. Das Herantasten an einen situationsbezogenen "optimalen" Schnittpunkt stellt ein typisches Beispiel dar (siehe Kapitel 5.7, S. 117 ff.). Mit einer wahrgenommenen Strukturähnlichkeit korrespondieren somit herantastende und heuristische Handlungsweisen, wie sie typischerweise den Prozeß der Erfahrungsdifferenzierung kennzeichnen.

(3) *Erfahrungserwerb bei wahrgenommener Feldähnlichkeit*

Wird eine Situation als lediglich feldähnlich wahrgenommen, so stehen berufsfelderprobte Lern- und Aneignungsprozesse bei gleichzeitig großer erlebter Unsicherheit im Vordergrund. Typische Beispiele sind z.B. die Einarbeitung in die Arbeit mit den Maschinen im Anschluß an die Lehre, an die Umschulung, nach einem Berufswechsel, oder das Umsteigen auf neue Maschinen und Anlagen, sowie die Bearbeitung eines gänzlich neuen und anderen Materials. Erfahrung ist bei der Handlungsauswahl in der Weise von Bedeutung, daß auf der Grundlage wahrgenommener Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Berufsfeldern bereits erprobte Aneignungsformen eingesetzt werden können (vgl. S. 157 ff.). Ein Beispiel besteht in diesem Zusammenhang in der Art und Weise einer zielgerichteten Aneignung der Eigenschaften des Werkstoffs Metall.

"Neue" Situationen mit wahrgenommener Feldähnlichkeit treten nach der Einarbeitung aus Sicht der Fachkräfte nur noch selten auf. Im ganz überwiegendem Fall handelt es sich im Bereich der Fertigung um Situationen im Grenzbereich zwischen einer Fall- und Strukturähnlichkeit. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn neue Werkstoffe, neue Werkzeuge oder auch neue Maschinen und Steuerungen in die Bearbeitung einbezogen und neue Bearbei-

tungsverfahren getestet werden. Ihre Vorerfahrung mit zerspannenden Prozessen und mit Maschinenarbeit sowie ihr Fachwissen ermöglichen den Werkstattmitarbeitern mindestens eine grobe Vororientierung und fungieren als Anhaltspunkte für eine zielgerichtete Aneignung des neuen Berufsfeldes.

(4) *Rudimentäre Erfahrungsübertragung bei Als-Ob-Ähnlichkeit*

Wie bereits ausgeführt, konnten Situationen mit wahrgenommener Als-Ob-Ähnlichkeit in den Untersuchungen nicht direkt beobachtet werden. Anzunehmen ist, daß es sich in solchen Fällen ebenfalls um Prozesse der Erfahrungsgenese handelt, allerdings unter erschwerten Bedingungen. Auf sich allein gestellt, ohne Möglichkeiten weitere Ressourcen, wie z.B. Fachliteratur oder erfahrene Kollegen, hinzuziehen zu können, müßten nahezu "blind" bzw. wahllos und zufällig Handlungsalternativen ausprobiert werden. Vorstellbar wäre, daß allgemeine Haltungen oder allgemeine Aneignungs- und Erfahrungsstile, die sich in anderen Anwendungszusammenhängen bewährt haben, übertragen werden.

Der wahrgenommene Ähnlichkeitsgrad einer vorliegenden Situation zu bereits erlebten und erfahrenen Ereignissen hat somit einen wesentlichen Einfluß auf die Art und Weise der Handlungszuordnung. Stehen bei der Fallähnlichkeit Übereinstimmungen der konkreten Handlungsgegenstände und Situationsmerkmale im Mittelpunkt, so bezieht sich die Ähnlichkeit bei der Strukturähnlichkeit auf Handlungsheuristiken und bei der Feldähnlichkeit auf Aneignungsweisen neuer Zusammenhänge, die sich in anderen Handlungsfeldern als erfolgreich erwiesen haben. In Abhängigkeit von dieser wahrgenommenen Ähnlichkeit handelt es sich um Prozesse der Anwendung, der Differenzierung oder um solche der Genese von Erfahrung (vgl. Abbildung 17). Dementsprechend unterscheiden sich die jeweils korrespondierenden Handlungen in ihrem Explorationsanteil. Dieser ist am größten im Falle einer gänzlich neuen Situation, die von den erlebten Fällen und ihren Strukturen abweicht. Am geringsten ist der Explorationsanteil in Situationen mit wahrgenommener Fallähnlichkeit. Hier stehen die in dem damaligen ähnlichen Fall erfolgreichen Handlungsprozeduren unmittelbar zur Verfügung.

6.2 Die handlungsorientierte Steuerungsqualität der Erfahrung

Die praktische Erfahrung - so das im Weiteren zu belegende Analyseergebnis - strukturiert und prägt die psychologischen Dimensionen der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Denkens und des Handelns. Je nachdem, ob eine aktuelle Situation im Rahmen der Fall- und Strukturähnlichkeit als "normal" bzw. "kritisch", aber als grundsätzlich bekannt, oder ob sie im Rahmen der Feld- und Als-Ob-Ähnlichkeit als unbekannt bzw. neuartig wahrgenommen wird, kommen verschiedene Bedeutungen und Wirkweisen der praktischen Erfahrung für das Erkennen und Handeln zum Tragen:

- Bei der Bewältigung von "bekannten" bzw. "ähnlichen" Situationen strukturiert und steuert die praktische Erfahrung das psychische Geschehen.
- Bei der Bewältigung "neuer" und "unähnlicher" Situationen kommt dem praktischen Erfahren eine Handlungsfähigkeit herstellende, entdeckende und erkennende Bedeutung zu.

In der vorliegenden qualitativen Untersuchung zum Arbeitshandeln von Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen fand sich eine Vielzahl von Phänomenen, die als erfahrungsbasiertes und "*intuitives*" Handeln zu verstehen sind. Diese Form des Handelns im Rahmen

eines vertrauten Situationsspektrums zeichnet sich nach den teilnehmenden Beobachtungen und den Interviews durch eine bestimmte Form der psychischen Steuerung aus. Unter weitgehendem Fehlen analytischer, reflexiver und schlußfolgernder Anteile gelingt den Fachkräften die Bewältigung der ihnen "bekannten" Situationen. Zur Verdeutlichung wird im folgenden ein typisches Ereignis aus der teilnehmenden Beobachtung geschildert. Es handelt sich um die Bewältigung einer typischen "*kritischen*" Arbeitssituation aus dem Untersuchungsfeld WOM, wie sie aber in ähnlichen Ausprägungen auch in den anderen beiden Untersuchungsfeldern vorgefunden wurde. Die Situation ist im Übergangsbereich zwischen der Fall- und der Strukturähnlichkeit einzuordnen, d.h. der Facharbeiter hatte ähnliche Situationen bereits bewältigt, wobei nach eigener Einschätzung "*genau dieselbe*" Situation eher selten nochmal auftritt - "*ein bißchen anders ist es immer*". Nachfolgend wird einer äußeren Beobachtersperspektive die subjektive Sicht des betreffenden Facharbeiters gegenübergestellt, wie sie in der teilnehmenden Beobachtung direkt im Anschluß mitgeteilt wurde:

- Die Bewältigung der typischen "*kritischen*" Arbeitssituation aus der Beobachtersicht:
 - Es handelte sich um eine labile, ca. 2 Meter lange Stahltraverse, bestehend aus einem Grundkörper mit Seitenarmen, die auf einer offenen CNC-Werkzeugmaschine aufgespannt war.
 - Das Fräswerkzeug begann gerade, im Automatikbetrieb an einem Seitenarm Späne abzunehmen.
 - Der Facharbeiter befand sich in ca. einem Meter Abstand zur Maschine, er führte in dem Augenblick keine die Bearbeitung in der Maschine betreffende Tätigkeit aus.
 - Die Forschungsperson nahm zunächst ein leises, dann anschwellendes Geräusch wahr.
 - Der Facharbeiter sprang zur Maschine und erhöhte über eine Manipulation mit dem Override-Potentiometer den Vorschub.
 - Das Geräusch wurde schwächer und hörte ganz auf.
 - Der Facharbeiter nahm den Vorschub wieder zurück.
- Die Bewältigung der typischen "*kritischen*" Arbeitssituation aus der subjektiven Sicht des Facharbeiters:
 - Infolge des selbständig geplanten und durchgeführten Aufspannens sei er über "*kritische*" Bearbeitungsabschnitte vororientiert gewesen - mit dem Auftreten von Vibrationen infolge nicht spannbarer Hohlräume unter dem Werkstück müsse "*man immer rechnen*".
 - Er habe zunächst nur ein Geräusch wahrgenommen, daß sich erst "*nicht normal*" anhörte, sich aber schnell ins "*Ungesunde*" verstärkte.
 - Er habe dann "*aus der Erfahrung heraus*" heraus realisiert, daß ein Arm anfing "*zu flattern*", so daß er dann den Vorschub sukzessive "*gefühlsmäßig*" so lange erhöht habe, bis das Geräusch "*besser und angenehmer*" geworden sei.
 - Durch die Vorschuberrhöhung bei gleichbleibender Drehzahl mit dem Fräswerkzeug habe er den Arm gegen die Aufspannung gedrückt (die zu locker war), wodurch dann die Vibrationen des Armes nachließ und schließlich ganz aufhörte.

In dem Ereignis aus der teilnehmenden Beobachtung sind typische Merkmale einer intuitiven Handlungssteuerung angesprochen, die ohne den Rückgriff auf die Erfahrung des Facharbeiters nicht zu erklären sind:

- Der Aufmerksamkeitsfokussierung liegt die Wahrnehmung "*nicht normaler*" Geräusche zugrunde. Die Unterscheidung "*normal*" - "*nicht normal*" beruht dabei auf der Erfahrung der Fachkraft mit Prozeßverläufen.
- Die plötzliche Bedeutungserkennung der vorher noch unklaren Geräusche beruht auf dem Wiedererkennen eines bestimmten Prozeßmerkmals (dem "*Flattern*" des Seitenarmes). Die Bewertung des Bearbeitungszustands auf der Grundlage dieses Prozeßmerkmals sowie die

Prognose des weiteren Verlaufs beruht dabei auf der Erkennung einer Fallähnlichkeit zwischen der aktuellen und bereits erlebten Situationen.

- Die intuitive Auswahl aus mehreren Handlungsoptionen (u.a. Erniedrigen des Vorschubs, Veränderung der Drehzahl, Stoppen der Bearbeitung) geht ebenfalls einher mit der erfahrungsbasierten Wahrnehmung von Fallähnlichkeit.
- Der dosierte und an Gefühlen der Stimmigkeit orientierte Handlungseingriff geht zurück auf bereits erlebte Prozeßverläufe.

Weiterhin fällt durch den Vergleich der Beobachterperspektive mit der subjektiven Sicht die Bedeutung des "*Gefühls*" für die Strukturierung von Wahrnehmen, Denken und Handeln auf. Dabei handelt es sich um einen besonderen Typ des Gefühls: Im Mittelpunkt stehen weniger Emotionen, wie sie u.a. in der Emotionsforschung mit "Angst", "Wut", "Liebe" und "Haß" benannt werden (vgl. Ulich, 1989, S. 125 ff.) Vielmehr ist eine "*kognitive*" Qualität von Gefühl gemeint (vgl. Böhle & Schulze 1997, S. 65), die z.B. von Heller (1980) auch als "*Orientierungsgefühl*" (S. 60) bezeichnet wurde. In den Interviews und den Gesprächen an den Maschinen sprechen die Fachkräfte immer wieder von einer Orientierung anhand von "*Stimmigkeitsgefühlen*" wie z.B. denen des "*Passens*", des "*Flutschens*" oder auch des "*Abweichens*". Zugrunde liegen offensichtlich psychische Prozesse, für deren Beschreibung und Verstehen an dieser Stelle die Metapher der "*Resonanz*" weiterführend ist. Die praktische Erfahrung läßt sich vor diesem Verständnishintergrund als eine Art "*Resonanzboden*" für das Erleben in der aktuellen Situation verstehen, d.h. die Wahrnehmung der aktuellen Situation löst eine Resonanz mit dem Erfahrenen aus. Das Ausmaß des "*In-Schwingung-Gerats*" entspricht dabei der wahrgenommenen Ähnlichkeit und wird im Erleben repräsentiert als Gefühle der "*Un-/Stimmigkeit*". In der Folge sind dann auch die mit den ähnlichen Situationen verbundenen Bewertungen und Handlungsoptionen unmittelbar präsent.

Gemachte Erfahrung wirkt somit bei der Bewältigung "*bekannter*" und "*ähnlicher*" Situationen im Rahmen der Fall- und Strukturähnlichkeit nach Art eines "*Resonanzbodens*". In gänzlich "*neuen*" und subjektiv weitgehend "*unähnlichen*" Situationen im Rahmen der Feld- bzw. der Als-Ob-Ähnlichkeit beschreiben die Fachkräfte eine andere Form des Herangehens. Ihre erworbene Erfahrung steht in Situationen, die sehr weit aus dem bisher erfahrenen Spektrum herausfallen, nicht in einer das Erkennen und Handeln strukturierenden Art und Weise zur Verfügung. Vielmehr muß erst eine Orientierung gewonnen werden, worauf es ankommt, was wichtig ist und welche Handlungsmöglichkeiten prinzipiell erfolversprechend sein könnten. Im Mittelpunkt stehen hier die Erfahrungsgenese sowie das Erlernen neuer Fähigkeiten und Fertigkeiten. Das Handeln und der psychische Steuerungsmodus zeichnen sich insgesamt wesentlich stärker durch entdeckende und darauf bezogene rationale und analytische Anteile aus.

Die "*erste Zeit an der Maschine*", gemeint ist die Einarbeitung nach der Lehre oder nach einem Berufs- oder Betriebswechsel, läßt sich als prototypisch für einen Erfahrungserwerb in Situationen mit wahrgenommener Feldähnlichkeit verstehen. Zwar haben die Fachkräfte in der Regel durch ihre Ausbildung oder Umschulung bereits erste Erfahrungen mit dem Werkstoff Metall sammeln können, die "*Praxis*" ihrer Arbeit mit den Maschinen beschreiben aber alle mehr oder weniger als "*Neuland*". Einen guten Eindruck von der erlebten emotionalen Brisanz einer Situation mit Feldähnlichkeit vermittelt das folgende Zitat einer Fachkraft aus dem Bereich WOK:

"...da ist man zuerst mal so besorgt, daß da ja nichts passiert... obwohl das eigentlich völlig unnötig ist... das habe ich festgestellt... also, da ist eigentlich alles so abgesichert, kann eigentlich nichts passieren...aber da ist man so unsicher...das war ja auch irgendwo Neuland, ich bin ja...da von der Lehre, da hat man noch ein bißchen andere Vorstellungen von seinem Berufe eigentlich, so mehr Handarbeit eigentlich...lernt man ja auch mehr... und da ... die große Maschine zuerst mal, ist das jetzt der richtige Knopf... und stimmt das Maß, da holt man eher noch einen zu Rate, weil man halt einfach mit der Materie noch nicht so vertraut ist, da kommt es halt darauf an, wen man holt, wenn jetzt einer sagt, "ja, blabla...kein Problem" und das einem nicht erklärt, dann dauert es länger, aber wenn man jetzt einen hat, der sagt, der einen da ein bißchen beruhigt und so, dann wird man da sicherer...das...so ging es mir zumindest und ich denke, ich habe da auch Glück gehabt mit den Leuten, wenn ich sehe, wie manche da sagen oder einen unterweisen... die ihr Wissen gar nicht weitergeben wollen eigentlich". (WOP/1_W-2).

Die in dem Zitat angesprochenen Inhalte finden sich in fast allen Schilderungen der Fachkräfte, wenn sie retrospektiv ihre Einarbeitungszeit beschreiben. Der Respekt vor der Maschine, die Angst, einen "falschen" Knopf zu drücken, und eine generelle Unsicherheit ob des neuen Berufsfeldes, das sich vor ihnen eröffnet, stellen zentrale Gemeinsamkeiten in den Interviews dar.

Ein bedeutendes Ergebnis der Analysen besteht darin, daß sich Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Denken und Handeln unterscheiden, je nachdem ob im Modus der "intuitiven" und erfahrungsbasierten psychischen Steuerung oder ob im Modus der Entdeckung und Erfahrungsgenese gehandelt wird. Einen Überblick über spezifische, die beiden psychischen Steuerungsmodi betreffenden Merkmale gibt Tabelle 16.

Tabelle 16: Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Denken und Handeln im Rahmen der beiden psychischen Steuerungsmodi

	Intuitiver, erfahrungsbasierter Steuerungsmodus in Situationen mit Fall- und Strukturähnlichkeit	Entdeckender Steuerungsmodus in Situationen mit Feld- und Als-Ob-Ähnlichkeit
Wahrnehmung	erspürend- einfühlend	distanziert-beobachtend
Aufmerksamkeit	wechselnd zwischen orientiert-freischwebend und fokussiert	ungezielt
Denken	assoziativ-rezeptiv	reflexiv-produktiv
Handeln	gefühlsgelitet	bewußt zielgerichtet

Die Tabelle 16 nimmt zentrale Ergebnisse vorweg, die nachfolgend in einzelnen Abschnitten beschrieben werden. In der Tabelle werden die Ausprägungen der psychologischen Zentralkategorien der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Denkens und des Handelns in Abhängigkeit davon beschrieben, ob auf der Basis bereits gemachter Erfahrung oder aber ohne eine solche Basis gehandelt wird. Dieser Zusammenhang wird nachfolgend ausführlich dargelegt, da er eine wesentliche Komponente der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung ausmacht.

6.2.1 Erspürende-empathische und analytisch-entdeckende Wahrnehmung

In Abhängigkeit von der wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen einer aktuellen und erinnerten Situation können verschiedene Formen der Wahrnehmung unterschieden werden:

- Wird eine Situation als ähnlich zu den bisher erfahrenen eingeschätzt (Fall- bzw. Strukturähnlichkeit), so findet sich eine auf der gemachten Erfahrung beruhende "*erspürende*" und "*einfühlende*" Form der sinnlichen Wahrnehmung (vgl. auch Böhle 1993, S. 49-52; Carus & Schulze 1995, S. 64-68).
- Wird eine Situation als sehr unähnlich zu den bisher erfahrenen eingeschätzt (Feld- und Als-Ob-Ähnlichkeit), so findet sich im Rahmen der Erfahrungsgenese eine distanziertere Wahrnehmung mit "*suchender*", "*beobachtender*" und auf "*Entdeckung*" abzielender Charakteristik.

Mit zunehmendem Anteil "*unbekannter*" Situationen nehmen die "*suchenden*" und "*beobachtenden*" Anteile in der Wahrnehmung zu. Mit den äußeren und inneren Indikatoren, mit dem Prozeß der Indikatorbildung sowie mit der Ergänzung von Kontextinformation werden wesentliche Merkmale der Wahrnehmung im Rahmen der Erfahrungsanwendung bzw. -differenzierung und der Erfahrungsgenese beschrieben.

(1) *Erfahrungsbasierte Bedeutungserkennung auf der Basis "äußerer" und "innerer" Indikatoren*

Die Analyse des Datenmaterials zeigt, daß sich Erfahrung in der Wahrnehmung in Form sog. "*Indikatoren*" zeigt. Unter einem Wahrnehmungsindikator werden bestimmte Merkmalsausprägungen verstanden, denen Fachkräfte eine spezifische Bedeutung für den Bearbeitungsprozeß zuschreiben und die sie als (Vor-)Anzeiger nutzen (vgl. Carus & Schulze 1995, S.65). Mit Hilfe solcher Indikatoren gelingt den Fachkräften z.B. eine antizipative Bewertung von Bearbeitungszuständen in ihrer Auswirkung auf dessen Qualität und für den weiteren Verlauf.

Die "*erspürende*" Wahrnehmung im Rahmen der erfahrungsbasierten psychischen Steuerung in Situationen mit wahrgenommener Fall- oder Strukturähnlichkeit ist dabei sowohl nach "*außen*" auf Erscheinungen und Merkmale des Bearbeitungsprozesses wie auch nach "*innen*" auf korrespondierende Ahnungen, Gefühle und Erinnerungen ausgerichtet. Ein Merkmal dieser Form der sinnlichen Wahrnehmung besteht in der Verschränkung und im gegenseitigen Bezug dieser beiden Richtungen aufeinander. Auf dieser Grundlage lassen sich zwei grundsätzliche Arten von Wahrnehmungsindikatoren unterscheiden:

- "**Äußere**" **Indikatoren** in Form optisch, akustisch, taktil-kinästhetisch oder olfaktorisch wahrnehmbarer Auftrags- und Bearbeitungsmerkmale. Die befragten Fachkräfte schildern einerseits "*monomodale*" Indikatoren, die mit bestimmten Ereignissen assoziiert sind, wenn sie nur über einen Wahrnehmungskanal wahrgenommen werden (vgl. Carus & Schulze 1995, S. 66). Dies betrifft z.B. das Abschätzen von Werkzeuglängen und -wegen allein aufgrund des optischen Eindrucks ("*Maßstab im Blick*", siehe das Zitat auf Seite 107). Andererseits finden sich eine Reihe "*multimodaler*" Indikatoren, die erst dann mit bestimmten Abläufen assoziiert werden, wenn sie über mehrere Wahrnehmungskanäle simultan wahrgenommen werden können. So ist die Wahl einer "*richtigen*" Schnittgeschwindigkeit bei anspruchsvollen und sich diffus verändernden Bearbeitungsverläufen nach den Aussagen der Fachkräfte nur anhand einer Kombination aus Farbe und Form des Spans und korrespon-

dierenden Geräuschen, Schwingungen oder Gerüchen ermittelbar (vgl. Carus & Schulze 1995, S. 66).

- **"Innere" Indikatoren** in Form von propriozeptiven Empfindungen, Ahnungen, Gefühlen und Erinnerungen. Vor allem in diffusen Verhältnissen, in denen die Bedeutung eines spezifischen Prozeßzustands nicht eindeutig anhand mehrdeutiger und/oder schlecht wahrnehmbarer Merkmale erkannt werden kann, spielen die mit der aktuellen Situation korrespondierenden inneren Indikatoren eine zentrale Rolle. Abweichungen von erwarteten oder erfahrenen "guten" Bearbeitungsverläufen erahnen erfahrene Fachkräfte nach den teilnehmenden Beobachtungen zum Teil bereits anhand gefühlsgetönter Wahrnehmungen, bevor sie benennen können, was genau "falsch" läuft.

Als Beispiel für das Zusammenspiel innerer und äußerer Indikatoren wird stellvertretend ein Zitatausschnitt aus dem Interview mit einem gelernten Schlosser aus dem Untersuchungsfeld WOM abgedruckt, der zum Zeitpunkt der Untersuchung schon seit über 10 Jahren an computer-gesteuerten Dreh- und Fräsmaschinen arbeitete:

F: "Gibt es auch manchmal unsichere Gefühle, ob das jetzt hinhaut, obwohl man gar nicht so genau weiß, warum?"

I: "Ja, wenn man ein Geräusch hört, das irgendwie blöde ist. Meistens kann man nicht genau orten, warum war das so. Aber irgendwo hat man, nachher weiß man das dann. Entweder beim Nachmessen, oder das spannt irgendwo, oder der Fräser ist abgerissen beim (unverständlich). Oder er braucht auch nur beschädigt zu sein, die Schleifspur siehst Du auf der Fläche".

F: "Also das gibt es schon, daß man ein Geräusch hört, wo man nicht genau weiß, was das jetzt zu sagen hat?"

I: "Ja, das sind Erfahrungswerte. Das könnte so und so sein. Und überprüf das doch mal. Und manchmal war man dicht dran und kommt man nicht drauf. [...] Das ist wie ein siebter Sinn, manchmal".

F: "Gibt es das, den siebten Sinn beim Drehen?"

I: "Ja, ich würde sagen ja. Das ist jetzt reichlich mystisch. Aber ich hab schon oftmals gedacht, also sieht aber merkwürdig aus, irgendwie. Nochmal nachgeguckt. Stimmt. Nochmal gerechnet, Maße stimmen. Hoffnungslos. Ein Gefühl kann man nicht wegdiskutieren. Aber dann hab ich mir angewöhnt, wenn ich ein Gefühl hab, da ist irgendwas nicht in Ordnung, zu 90% stimmte auch tatsächlich was nicht". F: "Ja ?" I: "Ja".

F: "Erinnerst Du Dich noch an so einen Punkt, wo du vom Gefühl her gesagt hast, das stimmt irgendwie nicht?"

I: "Ich hab gehört, der Fräser nimmt ab, aber es klingt, wie wenn er mehr abnimmt. Hab auf die Daten geguckt, die stimmten alle. Und nachher war der Drall da, zwei Zehntel war der Drall verkippt. Verkippt". F: "Was man nicht sehen konnte".. I: "Man kann es nicht sehen, man kann den Zehntelschnitt nicht sehen. Ich hab gehört, vom Gefühl her war da, vom Gehör, also irgendwas klingt anders als normal. Hab dann überprüft nochmal, bin nicht draufgekommen. Beim Nachmessen, genau, haben wir gesehen, daß der Drall verkippt war". (WOM/1_W-5).

In dem Beispiel am Ende des Zitates wird eine Verbindung zwischen den nur undeutlich wahrgenommenen Prozeßerscheinungen - einem Geräuschgemisch - und einem bestimmten emotional gefärbten Empfinden - dem Gefühl "da ist irgendwas ist nicht in Ordnung" - deutlich. Diese Verbindung führt zu einer Vorahnung über den weiteren Bearbeitungsverlauf zu einem Zeitpunkt, zu dem der genaue Fehler dem Facharbeiter noch nicht bewußt war und den er trotz mehrerer Prüfschritte nicht finden konnte. Erfahrene Fachkräfte zeichnet es nach den Ergebnissen der Untersuchung aus, daß sie gerade solche "vagen" und noch unbestimmte Gefühlsmomente als "Anzeiger" für kommende Schwierigkeiten nutzen und als Mittel des Erkennens wertschätzen.

"Innere Indikatoren" zeichnen sich nach den Ergebnissen der Untersuchung darüber hinaus durch einen Körperbezug oder eine ästhetische Qualität aus. Typisch ist hierfür die folgende Schilderung eines erfahrenen Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP:

I: *"Das Geräusch von einem Schrubbfräser, der sich mit der Drehzahl, das ist für ihn eigen, in das Werkzeug reinfräst, das ist ein angenehmes Geräusch, ein tiefer, runder Grundton. Demgegenüber steht ein Schlichtfräser, der sehr lang ist und über seine gesamte Länge Span abnimmt. Der produziert häufig einen ganz schrillen Vibrationston, der ist äußerst unangenehm".*

F: *"Was bedeutet der?"*

I: *"Der bedeutet, daß das Werkstück hinterher Riefen hat, durch die Vibration eben, das sieht nicht gut aus, und es ist für alle Beteiligten unangenehm, das zu hören, weil der wirklich durch Mark und Bein geht. Und .. es hört sich ..richtig ungesund an, das hört sich also, für jemand, der da zuhört, ist das ein äußerst ungesundes Geräusch. Das ist so, als wenn ich meinen Kopf nehme und es knackt alles in einem drin oder knirscht".*

F: *"Ja, inwieweit ist das ungesund?"*

I: *"Es ist für das Ergebnis der Arbeit ungesund".*

F: *"Ist das auch unangenehm für Dich oder auch schmerzlich für Dich?"*

I: *"Ja! Das könnte man sagen. Unangenehm, und das erreicht schon auch meine persönliche Schmerzgrenze. Ich selber fühl jetzt den Schmerz eigentlich in mir, wenn jetzt so ein schönes Stück Metall, jetzt .. der Schlichtfräser so rüberquietscht (LACHT), grauenvoll". (WOP/1_W-1).*

In dem Zitatbeispiel werden Geräusche als "angenehm" oder "gesund" bzw. als "unangenehm" oder "ungesund" empfunden, wenn sie auf der Grundlage der Erfahrung auf einen "guten" oder "schlechten" Bearbeitungsverlauf verweisen. Entscheidend für die Gefühlstönungen sind dabei die assoziierten Konsequenzen eines "guten" oder "schlechten" Arbeitsergebnisses z.B. in Form von Selbstbestätigung und Anerkennung oder in Form von Frustration und erwarteten Sanktionen. Vor dem Hintergrund der erwarteten Konsequenzen wird am eigenen Leib "gespürt" und nachempfunden, wie der Bearbeitungsprozeß läuft (vgl. ergänzend Böhle & Schulze 1997, S. 40). In dieser Transformation der Bedeutung "äußerer" Prozeßerscheinungen in "innere" ästhetische und/oder körperbezogene Empfindungen besteht ein wesentliches Charakteristikum der "erspürenden" und auf Erfahrung beruhenden sinnlichen Wahrnehmung.

(2) Erfahrungsgenese als Ausbildung von Wahrnehmungsindikatoren

In den Anfangsphasen der Erfahrungsgenese in "neuen" und "unbekannten" Situationen sind erfahrungsbasierte Wahrnehmungsindikatoren und die damit zusammenhängenden "inneren" Empfindungen und Ahnungen noch nicht vorhanden. Die Wahrnehmung ist in Situationen mit Feld- oder Als-ob-Ähnlichkeit, die sehr weit aus dem bisher erfahrenen Situationsspektrum herausfallen, zunächst durch den Prozeß der Ausbildung von Indikatoren geprägt. Die Fachkräfte beschreiben in den Interviews sehr anschaulich ihre anfängliche Orientierungslosigkeit und den Versuch, auf möglichst viele Merkmale des Bearbeitungsprozesses zu achten. Das folgende Zitat aus dem Untersuchungsfeld WOK vermittelt einen anschaulichen Eindruck:

I: *"Wenn man es erst einmal hört,...daß ein Keilriemen pfeift oder irgendso...oder beim Einschalten...hört man wie er durchrutscht...und dann den ganzen Tag nicht mehr und am anderen Tag hört man es wieder... und irgendwann pfeift er dann wirklich... das war auch mal der Fall, da habe ich das auch so beobachtet, immer nur, "was war denn das jetzt"?... so ein Pfeifen".*

F: *"Ach, ja, und dann?"*

I: *"Das war jeden Morgen und dann war's halt weg".*

F: *"...und dann ging es weg...ja."*

I: "...immer bis er auf Schwung war". F: "aha..". I: "...bis ich dann halt auch mal den Systemführer gefragt habe, "gucken Sie mal die Keilriemen...es könnte sein, daß da einer durchdreht"...und das war dann auch, da war's halt locker... und da hat man das halt ein bißchen gespannt und da war das weg".

F: "...mmhm...d.h. sowas...erst ...am Anfang wußten Sie gar nicht, daß dieses Geräusch, was es zu bedeuten hatte, da konnten Sie gar nicht sagen, ist das normal oder ist das nicht normal, das wußten Sie gar nicht".

I: "...ja ja, und wenn es dann wieder weg ist, dann braucht man da auch nicht nachgehen".

F: "Man muß ja irgend wie auch erstmal einen Eindruck kriegen, was ist überhaupt normal, am Anfang wußten Sie gar nicht, was normal ist".

I: "...ja...genau".

F: "Da haben Sie wahrscheinlich auf alles geachtet wie ein Schießhund... "

I: "...auf jede Kleinigkeit.". (WOK/1_W-2).

Der Interviewausschnitt macht deutlich, wie der Facharbeiter zunächst auf jede "Kleinigkeit" achtet, da er anfangs noch keine Vorstellung davon hatte, worauf es ankommt, welche der Wahrnehmung zugänglichen Merkmale "bedeutungshaltig" und welche als eine Art "Rauschen" zu werten sind. Der zitierte Dialog zwischen dem Interviewer und dem interviewten Facharbeiter legt ein Bild eines "auf der Lauer-Liegens" nahe, um wiederkehrende Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu erkennen. Auf dieser Basis kann ein **Ergebnis zum Prozeß der Erfahrungserwerbs festgehalten** werden: Eine Form des Erfahrungserwerbs vollzieht sich als Wahrnehmung wiederkehrender Regelmäßigkeiten im Erscheinungsbild und Merkmalspektrum des Bearbeitungsprozesses. Vor dem Hintergrund solcher Regelmäßigkeiten wird dann allmählich die Erkennung von Abweichungen möglich. In dem folgenden Zitat aus einer Gruppendiskussion aus dem Untersuchungsfeld WOK wird dieser Prozeß am Beispiel des "Normalgeräusches" einer bestimmten Maschine in exemplarischer Weise beschrieben:

I1: "Man hört fast jeden Tag das gleiche Geräusch und einen Tag hört man dann was anderes (...) Wenn ich hinten an der XXX längslaufe und ich höre, wie der Belader läuft und ich höre wie der sonst läuft. Und dann läuft der halt lauter, das höre ich schon".

I2: "Wenn ich hinten arbeite, da ist eine große Pumpe, die pumpt immer das Kühlwasser rauf, da komme ich jeden Tag, ich weiß nicht wie oft, vorbei. Und dann komme ich da vorbei und höre, "oh, die ist aber laut heute". Dann lange ich hin und merke, wie das vibriert. Ich meine, man sieht das dann auch. Da ist meistens dann die Pumpe kaputt, der Regler ein- oder ausgelaufen. Und solche Sachen. Ich meine, das kann man anfangs nicht raushören, denn der Geräuschpegel unten ist doch ziemlich laut".

I1: "Das Normalgeräusch, ich meine, wir arbeiten schon Jahre hier. Das ist, wie wenn Sie im Straßenverkehr stehen. Sie stehen (...) im Stau und hören jedes Auto. Da hören Sie die Sirene von der Polizei extra raus. So ist das ungefähr auch. (...) Ich höre meine Maschine Tag für Tag. Immer dasselbe Geräusch. Das ist mein normaler Geräuschpegel, ein bißchen zu laut, vor allem anfangs. Aber es ist schon angenehm, wenn alle Geräusche bei einer Maschine da sind". (WOK/1_GD).

In dem Zitat wird am Beispiel des Geräusches verdeutlicht, wie mit der Zeit Veränderungen in den Geräuschen und den Vibrationen im Zusammenhang mit der Kühlwasserpumpe wahrgenommen werden. Im Verlauf entstehen dann Vorstellungen eines Geräusches, das für diese Maschine und für einen einwandfreien Funktionsbetrieb "normal" ist. Vor dem Hintergrund dieses "Normalgeräusches" können dann - wie bereits beschrieben (vgl. S. 135 ff.) "Abweichungen" wahrgenommen werden, die für den Funktionszustand "kritisch" und damit relevant sind.

Je nach Situationsvielfalt beziehen sich die im Zuge der Erfahrungsgenese ausgebildeten Wahrnehmungsindikatoren auf ein mehr oder weniger breites Spektrum. In den Interviews hält es die Mehrheit der Fachkräfte für günstig, in der Lehre oder auch während der Einarbeitungszeit möglichst unmittelbar - z.B. an offenen konventionellen Werkzeugmaschinen - wahrnehmen zu können, wie sich verschiedene Werkstoffe "anhören" und "anfühlen". In diesem Zusammenhang wurde das öfteren das manuelle Herstellen "planer" Flächen oder das manuelle Anschleifen von Werkzeugen für sinnvoll gehalten. Durch eine solche eigenhändige Stoffbearbeitung entstünden Erfahrungen, die auch bei der Einstellung und Bewertung der Qualität der computergesteuerten Zerspanung nützlich sind. Dies wird mit dem folgenden Zitat einer Fachkraft aus dem Untersuchungsfeld der Massenfertigung veranschaulicht:

F: "Kommt das noch durch Ihre Ausbildung, daß Sie gelernt haben, wie Geräusche sich anhören müssen?"

I: "Ja, würde ich schon sagen."..

F: "Und wie schätzen Sie das jetzt bei den jungen Kollegen ein, die vielleicht keine Erfahrung mehr haben mit solchen Geräuschen?"

I: "Das ist vielleicht schwierig... kann vielleicht schon ein Problem sein. Und ich kenne es auch von früher, weil ich ja auch mit verschiedenen Materialien zu tun hatte, weil Alu ist ja gerade mal nicht ein Hartmaterial".

F: "...ziemlich weich".

I: "Ja".

F: "...da gibt es dann auch nicht so starke Geräusche eher schwache, schwächere Geräusche..."

I: "Ja... wenn man da mit Stahl oder sonst irgendetwas zu tun hat, wenn man sich auch verschiedene Werkzeuge anguckt, also, ich hatte mit verschiedenen Werkzeugen auch schon zu tun und mit Bohrern und mit Platten und mit, wo ich auch selbst zugeschiffen habe, was heutzutage kaum noch einer macht, Werkzeuge selbst von Hand zuschleifen... das ist aber alles gemacht worden".

F: "Sowas gab es früher noch".

*I: "Ja, da hatte man auch verschiedene Fräser, da hat man auch zugeschiffen, Fingerfräser und so auch von Hand... da hat man auch gleich gemerkt, schneidet der jetzt tatsächlich oder nicht".
WOK/3/W-3).*

Der Prozeß der Ausbildung von Wahrnehmungsindikatoren ist somit angewiesen auf eine Weiterverfolgung und Beobachtung der Konsequenzen wahrgenommener Abweichungen und Unregelmäßigkeiten. Das gezielte Nachfragen bei erfahreneren Kollegen stellt nach den teilnehmenden Beobachtungen eine Möglichkeit für die Erkennung der Relevanz "auffälliger" Unregelmäßigkeiten dar. Auf diese Weise können die Konsequenzen spezifischer Merkmalskonstellationen erfahren werden, die dann eine Antizipation und Prognose von Prozeßverläufen gestatten. Nach den Einschätzungen von Fachkräften aus allen Untersuchungsfeldern ist es förderlich für den Prozeß der Indikatorausbildung, wenn Kollegen den Einarbeitenden entsprechend dem jeweiligen Kenntnis- und Erfahrungsstand sukzessive "heranführen", wie es das folgende Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP in exemplarischer Weise verdeutlicht:

I: "Und die (Einzuarbeitenden, Anmerkung HS) müssen ja praktisch auch diese Erfahrungen schon an der gesteuerten Maschine sammeln. Und man wächst auch in das hinein. Klar, ich muß oftmals beim Anfahren und so, muß ich eben dabeistehen....dann kann ja bei mir...kann ich die Steuerung langsam anfahren, dann höre ich mit, wie verhält es sich und dann gehe ich auf meine 100 % wie es üblich ist und dann muß ich wieder abhören und muß...mitgehen und zeigen. Das

fühle ich auch an der Maschine, ob sie sich bewegt, ob sie laut wird oder so. Und das ist...das ist eigentlich die Erfahrung, die man dringend braucht". (WOP/5_W).

Der Facharbeiter beschreibt, wie er "mitgeht" und "mithört" - das "mit" bezieht sich in dem Gesprächszusammenhang sowohl auf die Maschine wie auch auf den Einzuarbeitenden. In direkter "Tuchföhlung" mit dem Anzulernenden und vor dem Hintergrund des Eingebundenseins in den gleichen Kontext gibt der Facharbeiter in dem Zitatbeispiel seine Erfahrung bezüglich bedeutungshaltiger und relevanter Merkmale und darauf abgestimmter Eingriffsmaßnahmen weiter.

(3) Erfahrungsbasierte Kontextergänzung als Grundlage für die Differenzierungsleistungen der Wahrnehmung bei der Prozeßüberwachung

In den teilnehmenden Beobachtungen in den Betrieben fielen immer wieder bemerkenswerte Selektions- und Differenzierungsleistungen der sinnlichen Wahrnehmung auf. Ein Beispiel stellt in diesem Zusammenhang die Diagnose von Trendwenden in zerspanenden Bearbeitungsprozessen durch erfahrene Fachkräfte dar, ohne daß z.B. die Beobachter oder weniger erfahrene Fachkräfte außer einem "Rauschen" etwas hätten wahrnehmen können. Das folgende Zitat eines Facharbeiters aus der Einzelfertigung gibt einen guten Eindruck einer solchen Wahrnehmungsleistung:

"Als Beispiel. Seit einem halben Jahr haben wir bei mir Zuhause eine kaputte Wasserpumpe, die von der Heizung und...ja... ich habe, ich sage an der Stelle dann immer, daß ich..., daß mein Gehör für drehende Teile einfach ganz enorm geschärft ist. Eigentlich, bei meinem Auto z.B., daß ich eigentlich genau höre, wenn irgendwas von einem bestimmten Ton abweicht... wenn mir, was weiß ich, die Kühlwasserpumpe.. an meinem Auto, da ist das Lager ausgelaufen, das würde ich sofort hören, weil ich einfach...ich habe ein ganz sensibles Ohr dafür, wenn sich gedrehte Teile irgendwie anhören, z.B. gesund oder krank... und meinetwegen ich habe jetzt das gesunde Geräusch eine ganze Weile.... mitgekriegt, dann würde ich also sofort wach werden, in dem Moment, wo sich das Geräusch ein bißchen verändert". (WOP/1_6).

Wie das Zitat veranschaulicht, kommt hier dem "Charakter" von komplexen Geräuschkulissen und dessen Veränderung - z.B. "gesund" versus "ungesund" - ein bedeutsamer Informationsgehalt zu. Vergleiche mit dem orchestralen Musikerleben - sowohl die Art wie die Vielfalt betreffend - werden in diesem Zusammenhang von Facharbeitern keineswegs als abwegig, sondern im Gegenteil als hilfreiche Metapher zur Beschreibung ihrer Geräuschwahrnehmung empfunden. Solch eindrucksvollen Wahrnehmungsleistungen wie z.B. der Diskrimination in den Grenzbereichen der akustischen und visuellen Wahrnehmung liegt nach den Ergebnissen der Untersuchung sowohl eine "Schärfung der Sinne" - der Facharbeiter im obigen Zitat spricht von einem "sensiblen Ohr" - wie auch eine Ergänzung von sinnlich nicht wahrnehmbaren Kontextinformationen zugrunde. So bekommen Prozeßmerkmale ihre "wahre" Bedeutung erst vor dem Hintergrund des jeweiligen spezifischen Fertigungskontextes. Ein schriller Ton kann in einer bestimmten Situation noch "normal" sein, während er in einer anderen bereits eine "kritische" Veränderung kennzeichnet. In die Bewertung von Prozeßmerkmalen spielt somit der Situationskontext auf der Grundlage der bereits erlebten Prozeßverläufe mit hinein.

(4) Erfahrungserwerb als Aneignung des Fertigungskontextes

Die Bedeutsamkeit von Kontextaspekten für die Wahrnehmung und Bewältigung aktueller Situationen fiel in den Untersuchungen v.a. dann auf, wenn den Fachkräften der jeweilige Ferti-

gungskontext nicht bekannt war. Dies ist z.B. in der Einarbeitungsphase oder bei der Fertigung grundsätzlich "neuer" Aufträge der Fall. Erschwerend kommt hinzu, daß wesentliche Aspekte des Kontextes wie z.B. die Absicht, mit der bestimmte Fertigungsmaße vergeben werden oder die Verwendung eines Bauteiles im Gesamtprodukt in der realen Situation nicht direkt der sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind. Eine Strategie zur Aneignung der relevanten Kontextinformationen, die dann später in den Wahrnehmungsgegenständen "mitgesehen" werden, besteht nach den Ergebnissen der teilnehmenden Beobachtungen in sozial-kollektiven Vorgehensweisen (vgl. Kapitel 5.2, S. 96 ff.). Nachfolgend wird ein Zitatbeispiel aus dem Untersuchungsfeld WOP zur stellvertretenden Veranschaulichung von kontextstiftenden Prozessen herangezogen. In dem Beispiel schildert ein Facharbeiter, wie er bei Übernahme einer für ihn neuen Konstruktionszeichnung als erstes in die angrenzende Montageabteilung geht, um sich hier ein Bild davon zu machen, worauf es bei der Fertigung besonders ankommt:

I: "Wenn das neue Teile sind, gehe ich erst mal in die Montage rein, und manchmal erkennt man dann schon so ungefähr, wofür das sein kann. Wenn ich also jetzt sehe, das ist zum Beispiel ein rundes Teil oder ein viereckiges Teil (...) mit vier Bohrungen am Ende und einer seitlichen Bohrung (...), dann denk ich mir selbst "ach da kommt wieder eine Welle rein" mit nem Motor hinten dran und dies Loch ist dafür da, daß Du da durch kommst und die Welle mit dem Motor zusammen schrauben kannst (...)"

F: "hm, wofür kann es denn wichtig sein? Daß man das weiß, wofür die Teile vielleicht dann da gebraucht werden?"

I: "Eben worauf man bei diesen Teilen genau achten muß". F: "hm". I: "Ob Du jetzt die Bohrung, muß die jetzt hundertprozentig winklig sein zu dem Teil oder ist es nicht so wild.. Muß das wirklich hundertprozentig ausrichten, daß es nacher auch genau da zu dem, wie auf der Zeichnung, im 90 Gradwinkel steht oder kann das vielleicht nachher auch 88 Grad sein".

F: "Daß Du auch so ein bißchen überlegst, ob das überhaupt angemessen ist, wie das da auf der Zeichnung ist?"

I: "Ja, ja ich mein, wir können das alles machen, nur vom Zeitaufwand her ist natürlich, wenn es anders genau so gut geht, wie es auf der Zeichnung steht, dann redest Du mit den Leuten drinnen (in der Montage, Anmerkung Autor), `also passt mal auf, kann ich das so ein bißchen mit Auge ausrichten´". (WOP/I_W-2).

Im Gespräch mit den Monteuren verschafft sich der Werker in dem Zitat einen Eindruck von dem späteren Verwendungszusammenhang und kann auf dieser Grundlage angemessener entscheiden, auf welche technologischen Anforderungen es "wirklich" ankommt. Deutlich wird, daß die Wahrnehmung der relevanten Situationsmerkmale mit von dem jeweiligen Kontext abhängt. Mit zunehmender Erfahrung kann dann der "virtuelle" Kontext bereits anhand der sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen "mitgesehen" werden. Zur Konstituierung eines solchen Verständnisses tragen nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen insbesondere sozial-kollektive Kommunikationsprozesse wesentlich bei. Die Aneignung relevanter Kontextinformation zur Ergänzung des direkt Wahrnehmbaren stellt ein weiteres Ergebnis der Erfahrungsgenese dar.

6.2.2 Orientiert-freischwebende und ungezielt ausgerichtete Aufmerksamkeit

In den Interviews beschreiben die Fachkräfte übereinstimmend, daß es darauf ankäme, den Bearbeitungsprozeß zwar "mitzuverfolgen", ohne jedoch gleichzeitig die Aufmerksamkeit zu sehr zu fokussieren. Typisch für diese Form einer orientiert-freischwebenden Aufmerksamkeit sind Äußerungen wie "man muß sich zwar konzentrieren, aber wenn man zu sehr nur auf eine Sache konzentriert ist, übersieht man bestimmt etwas und macht Fehler" (WOP/3_TB). Die beiläufige Art und Weise, mit der die Fachkräfte in den Untersuchungen - oftmals mit einem "halben Ohr" - in der Lage sind, den Bearbeitungsprozeß mitzuverfolgen, wird in dem folgenden Zitat von einem Facharbeiter aus dem Bereich WOM exemplarisch deutlich:

"Du hörst, genau, das Geräusch kommt und der Ablauf kommt. Und irgendwo, das Gehirn erwartet es ja schon, unterschwellig auch, jetzt kommt das und dann klingt das ab. Ja, gut, war da. So im Unterbewußtsein. Aber es ist gleich Alarm, wenn irgendwas nicht kommt".
(WOM/1_W-5).

Ein solches unterschwelliges Mitverfolgen des Bearbeitungsablaufs eröffnet Kapazität für eine "frei schwebende" Ausrichtung der Aufmerksamkeit, die dabei auf den Bearbeitungsverlauf in seiner Gänze gerichtet wird, ohne daß einzelne konkrete Wahrnehmungsgegenstände besonders fokussiert werden. Bei der Bearbeitungsplanung in den Untersuchungsfeldern WOP und WOM sowie bei der Störungsbewältigung im Untersuchungsfeld WOK setzen Fachkräfte z.B. gezielt Strategien ein, um die Aufmerksamkeit "schweifen" zu lassen. Nach den teilnehmenden Beobachtungen beziehen sie dabei auch Informationen und Merkmale im Umfeld der direkten Fertigung oder des jeweiligen Störungsortes mit ein. Dies soll exemplarisch mit einem Gesprächsmitchnitt aus einer Gruppendiskussion mit vier Instandhaltern aus dem Untersuchungsfeld WOK verdeutlicht werden:

I1: "Um noch mal auf die Gefühle einzugehen, es gibt bei uns viele ältere Kollegen mit sehr viel Erfahrung, die, ich nenn es mal so lapidar, die Tief- und Lochelektriker".

F: "Tief-und Lochelektriker?"

I1: "Wenn ich oben einen Schaltschrank hab, riech ich mal rein und dann riecht es vielleicht schon ein bißchen verbrannt oder, wenn man sporadisch einen Fehler hat, der nur ab und zu mal auftritt oder auch wenn man nicht weiterkommt. Dann kann man auch durchaus mal da hingehen und mal da hinklopfen, und schließlich hat man den Fehler. So was sind Gefühle (Durcheinander Gefühle vs. Erfahrungen)"

I2: "Das sind Erfahrungen, das sind Erfahrungen. Das ist richtig, wenn z.B. eine Spule durchbrennt, dann riecht man das ja. Und wenn der jetzt hingeht und die Schaltschranktür aufmacht, dann hat er den Fehler sofort, weil er weiß, da ist irgend eine Spule verbrannt. Das riecht man. Wenn ich jetzt aber daherkomme an die Maschine als junger Mann, sagen wir einmal, und sag "ah, das geht nicht" und schlag erstmal den Plan auf, "was geht denn nicht", und der sucht dann, dann kommt er vielleicht auch auf den Fehler, auf dem logischen Weg, dauert halt länger, verstehen Sie? Und der, der hat halt gesagt, was sucht der denn ne halbe Stunde, das riecht man doch. Das ist es, was er jetzt meint".

I3: "Oder stellen Sie sich mal vor, so einen Riesenantrieb, wo auch Elektronik drinsteckt, ja, und man hat da irgend einen merkwürdigen Fehler, oft machen wir dann mal die Kiste auf und gucken dann mal rein, bloß mal reinschauen, das ist dann einfach das Gefühl, vielleicht sieht man schon ein Leiterbahn, wo abgebrannt ist oder ein Bauteil, wo verkohlt ist oder so, weil man genau weiß, wenn man jetzt anfängt mit dem systematischen Vorgehen, dann dauert das Zeit, und, einfach gefühlsmäßig mal reinschauen, vielleicht sieht man schon was".

(WOK/2_Instandhalter-GD).

In dem Zitat wird deutlich, wie erfahrene Instandhalter zu Beginn einer Störungsbewältigung und auch dann, wenn sie nicht mehr weiterkommen, versuchen, möglichst vielfältige Informationen und Merkmale einzubeziehen. Auf diese Weise erhöhen sie die Chance für die erfahrungsbasierte Erkennung von Abweichungen vom "Normalen", indem sie ihren Erfahrungsschatz mit möglichst vielfältigen Auslösern "füttern". Dadurch können aus dem Erfahrungspool jeweils jene Erfahrungen aktualisiert werden, die assoziativ zu der aktuellen Bearbeitung am besten "passen".

Bei einem Bemerkten von Abweichungen von dem "*Erwarteten*" und "Normalen" kommt es nach den Untersuchungen typischerweise zu einer Fokussierung der Aufmerksamkeit. Ein gutes Beispiel stellt in diesem Zusammenhang die Wahrnehmung von sich anbahnenden Störungen dar. In vielen Situationen hielten Fachkräfte in den teilnehmenden Beobachtungen z.B. während Gesprächen mit den Untersuchern oder mit Kollegen plötzlich inne, wandten sich der Maschine zu und griffen in den Prozeß ein (vgl. z.B. das einführende Ereignis aus der teilnehmenden Beobachtung auf Seite 149). In einem solchen Fall rastete ein angetriebenes Werkzeug nicht richtig ein. Das damit zusammenhängende Geräusch nahm der Werker trotz des Gespräches und eines hohen allgemeinen Lärmpegels wahr. Durch einen kleinen unterstützenden Eingriff konnte er die Prozeßfortführung sicherstellen und eine Sicherheitsabschaltung vermeiden. Dieser situationsbezogene Wechsel von einer orientiert-freischwebenden zu einer sich situational fokussierenden Aufmerksamkeit stellt ein typisches Charakteristikum der erfahrungsbasierten Handlungssteuerung bei wahrgenommener Fall- oder Strukturähnlichkeit dar (vgl. Carus, Nogala & Schulze, 1992a, S. 57 ff.).

In Situationen mit wahrgenommener Feld- oder Als-Ob-Ähnlichkeit ist demgegenüber ein situationsbezogener Wechsel der Aufmerksamkeit nicht möglich, da eine Unterscheidung zwischen "*normal*" und "*kritisch*" auf der Grundlage von Erfahrung noch nicht getroffen werden kann. Entsprechend fanden sich in den teilnehmenden Beobachtungen im Rahmen des entdeckenden Handelns Versuche, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf einem gleichbleibend hohen Niveau und auf möglichst viele auftretenden Merkmale des gerade ablaufenden Bearbeitungsprozesses auszurichten. Das Zitat des Facharbeiters, der auf "*jede Kleinigkeit*" (vgl. Zitat auf Seite 155) achtet, ist hierfür ein gutes Beispiel. Erst mit der Ausbildung von Vorstellungen eines Normalgangs sowie von bedeutungshaltigen Indikatoren im Laufe der Erfahrungsgenese wird die typische Form der orientiert-freischwebenden Aufmerksamkeit und ihr Wechsel zu einer stärker fokussierenden Form in als "*kritisch*" erkannten Situationen möglich.

6.2.3 Assoziativ-rezeptives und reflexiv-produktives Denken

Im Zusammenhang mit einer "*erspürenden*" Wahrnehmung und einer "*orientiert-schwebenden*" Aufmerksamkeit erfolgen kognitive Prozesse des Denkens im erfahrungsbasierten Steuerungsmodus - so ein weiteres Ergebnis der empirischen Untersuchungen - in einer assoziativ-rezeptiven Art und Weise. Reflexive Anteile des Denkens sind in diesem Steuerungsmodus stärker auf die Überprüfung der Angemessenheit der "*intuitiv*" aufscheinenden Erkenntnisse und Handlungsoptionen bezogen. Werden Situationen allerdings als feldähnlich erkannt, so korrespondieren kognitive Prozesse mit stärker analytischen und produktiven Anteilen (vgl. Kapitel 6.1.3,

S. 144 ff.). Dies wird nachfolgend ausführlicher analysiert, wobei insbesondere auf verschiedene Formen der Erfahrungsgenese näher eingegangen wird.

(1) Erfahrungsbasierte Ahnungen und Vorstellungsbilder als Grundlage assoziativ-rezeptiven Denkens

Das Arbeitshandeln von Fachkräften zeichnet sich auf der Grundlage der teilnehmenden Beobachtungen bei der Bewältigung von Situationen mit wahrgenommener Fall- und Strukturähnlichkeit dadurch aus, daß Entscheidungen und Lösungen in der Regel nicht aktiv gesucht und auf analytischem Wege produziert werden. Eher im Gegenteil drängen sich nach dem Eindruck der Fachkräfte Ahnungen und Vorstellungsbilder in "bekannten" Situationen quasi auf. Sie entstehen offenbar auf der Grundlage eines Vergleiches zwischen aktuellen und erfahrenen Situationen "einfach so" und ohne bewußtes Zutun. Im folgenden Zitat beschreibt ein Facharbeiter aus dem Untersuchungsfeld WOP retrospektiv, wie ihm ein Vorstellungsbild vor Augen trat:

I: "Also, ich habe das vorhin gehabt, weil Du fragst, also, erst einmal mit dem Bild, vorhin als wir das Kupfer da gefräst haben, wo es immer so ..so gekracht hat, da hatte ich doch den Kopfhörer auf". F: "Richtig". I: "...und da hatte ich dieses Bild irgendwie vor Augen, daß ich so ungefähr den Fräser sehe, wie er sich freischneidet, aber die Späne drin sind. Dieses Bild, also, wo er..". F: "ja". I: "...also, ich habe es ja nicht gesehen, ich selber, sondern, ich habe nur den Fräser am Werkstück gesehen. Und ich habe mir das irgendwie so vorgestellt jetzt, wo er sich, wo er einhakt oder so, daß da die Späne drin sind, dieses Bild habe ich vor Augen gehabt".

F: "Bei dem Bild, welche Farbe hatte der Fräser?"

I: "Ja das war ganz normal, der Fräser war schwarz und das Kupfer war so rot".

F: "Also, es waren schon Bilder da".

I: "Das war...das war ganz im allgemeinen, ich habe es halt gesehen und habe das innen drin in derselben Farbe, ich habe halt praktisch den Fräser gesehen.... so ein Teilausschnitt des Ganzen...das Ganze und den Teilausschnitt ...da drin irgendwie... ja, genau, ich habe es mir nur vorgestellt, wie halt der Fräser gerade drin ist und dann eben sich so einglänzt, wo es halt immer gekracht hat..". F: "...ja, mhm". F:..."also, das war...Mann, ich kannte das halt von früher her, wo man das richtig gesehen hat bei der offenen Maschine, `aha, jetzt fängt er sich oder so´ ...oder da sind jetzt die Späne. Und es halt nur auf dieses Bild auf Kupfer und den Fräser umgesetzt..".

F: "Und das war durch den Körperschall, durch das Geräusch ausgelöst sozusagen..".

I: "Ja, weil man das halt original so gehört hat, "aah, jetzt hat er gerade gekracht" und jetzt kommt halt wieder das Bild, wo er sich verklemmt".

F: "...ja, genau...ja...das ist ... das meinte ich so, das ist eine Art, zu denken. Es gibt Arten, man kann denken, o.k., wenn das so ist, dann ist das nächste so und dann wieder so, das wäre so dieses ganz...strikte in Gedanken denken, sage ich mal, man kann aber auch in solchen Bildern denken, indem man ein Geräusch hört, dann die Situation vor Augen hat und dann reagiert, das ist eine andere Art des Denkens".

I: "Genau... das ist optimaler so.... beschrieben jetzt, daß man genau das sieht, was halt wirklich passiert, aber man sieht es im Grunde gar nicht. Sondern man sieht halt nur das Teil selber, weil das andere kann man nicht sehen, weil die Späne auf dem Fräser drauf sind oder vor dem Fräser.... man kann es gar nicht sehen, aber man stellt es sich vor, wie halt das jetzt ist einfach...". F: "...ja...genau...". I: "...durch das, was man halt hört, weil es jetzt halt kracht und genauso deswegen ist das jetzt halt so". (WOP/2_GD).

In dem Zitat wird beschrieben, wie dem Facharbeiter ausgehend von der Wahrnehmung eines "ungesunden Krachens" ein Vorstellungsbild "vor Augen" tritt. Diese Imagination ergänzt und vervollständigt den ansonsten nicht sichtbaren Eingriff des Fräasers in das Werkstück. Dem Vorstellungsbild liegt dabei offensichtlich eine frühere visuelle Wahrnehmung zugrunde. Der

frühere optische Eindruck der Bearbeitung von Stahl auf einer offenen Maschine bildet eine Art Vorlage für die Imagination der nicht einsehbaren und vorher auch noch nicht gesehenen Bearbeitung von Kupfer mit einer verkapselten Maschine. Bei dem entstandenen Bild handelt es sich somit um eine situationsadäquate Abwandlung und Neukonstruktion einer früheren Wahrnehmung. Der Zugriff auf die damalige Wahrnehmung und deren Umwandlung erfolgen assoziativ. Beides wird ausgelöst durch ein als ähnlich empfundenes Geräusch. Die Imagination ist somit beiläufig entstanden, ohne bewußtes Zutun des Facharbeiters und in diesem Sinne in einer "rezeptiven" Art und Weise. Angesprochen ist hier eine unmittelbar aus der Erfahrung resultierende Erkenntnis: Durch das Vorstellungsbild wird eine Situation mit unvollständigem Informationsgehalt ergänzt, auf diese Weise verstanden und dann bewältigt.

In den Schilderungen der Fachkräfte zeichnen sich solche und ähnliche Vorstellungsbilder weiterhin durch eine mehr oder weniger intensive Gefühlstönung aus, wie es in ähnlicher Weise bei den Wahrnehmungsindikatoren am Beispiel der ästhetischen Dimension (vgl. Seite 154) bereits beschrieben wurde. Dies wird beispielsweise deutlich, wenn Fachkräfte berichten, daß sich v.a. Bearbeitungen, die als besonders negativ erlebt wurden, mit den entstandenen Gefühlen quasi "einbrennen". In dem folgenden Zitat berichtet ein Facharbeiter aus dem Untersuchungsfeld WOP über die Bedeutung von Fehlern im Sinne selbst verursachter Bearbeitungsstörungen:

F: "Ah ja. Auch an Fehlern lernt man?"

I: "Jaja, natürlich, das hatte ich ja auch schon gesagt, daß eben der Fehler, den Du machst, das ist überhaupt das Einprägsamste überhaupt. Weil Du..., es ist ziemlich unwahrscheinlich, daß ein Fehler, den einer macht, daß er den nach kurzer Zeit wiederholt. I: hmm. I: "Vielleicht nach ein, zwei Jahren, wenn er lange Zeit was anderes gemacht hat, schleicht der Fehler sich wieder ein, weil, das, was er erlebt hat, halt vergessen worden ist. Aber, an sich ist das wirklich SEHR selten". F: "hmm, hmm". F: Das ist richtig so eine Brandmarkierung ist das". (WOP/I_W-1).

Wird eine Annäherung einer aktuellen Bearbeitung in Richtung einer Situation mit einer solchen "Brandmarkierung" festgestellt, so kommt es offensichtlich auch zu einer teilweisen Reaktivierung der in der damaligen Situation erlebten Gefühle. Dies kommt in der folgenden typischen Äußerung einer Fachkraft aus dem Untersuchungsfeld WOP zum Ausdruck:

F: "...Versuch doch mal, also, das interessiert mich,... wenn Du versuchst, Dich zu erinnern... es kommt jetzt ein Geräusch, wo du denkst, jetzt mußt du runtergehen, was kommt dann zuerst, woran merkst du...".

I: "Ich glaube, das ist ein leichtes Angstgefühl, das... dann immer kommt."

F: "Ein leichtes Angstgefühl... wie bemerkst Du das?.....kriegst Du Schweiß oder....Bauch.... ich weiß nicht...läufst es einem kalt den Rücken runter....?"

I: "...nein...mehr Schweiß also....ich bin halt ...ich habe feuchte Finger und einen roten Kopf, also [...] Ja irgendwie, das kommt automatisch, wenn man halt, das ist komisch, man hat diesen Schutz da, man weiß eigentlich, es kann nichts passieren, weil die Scheibe, die geht vielleicht zu Bruch, aber es ist nie so, daß Dir was passieren könnte... normalerweise... und ...aber irgendwie hat man trotzdem, man kriegt einfach feuchte Hände, ganz leicht und ...und vielleicht auch ...äh... so leichtes Herzflattern irgendwie..". F: "...ja". I: "...weil man hat Angst, es könnte auf einen zukommen...irgendwie der Fräser, weil man das hört, was weiß ich, dem ist schon mal ein Span ins Auge geflogen, er steht vor dem Fräser oder so... manchmal hat er keine Schutzbrille auf, aber es ist halt irgendwie ein komisches Gefühl... und deswegen, sagen wir so, man ist halt einfach lieber zu vorsichtig als zu unvorsichtig". F: "...ja, ja". I: "...das ist automatisch, ich glaube, das hat jeder drin, aber ich habe dann halt trotzdem lieber runtergedreht und es war

eigentlich auch automatisch... ich habe gedacht, "aah, das paßt irgendwie alles nicht so". (WOP/2_GD).

In dem Zitat kommt eindrücklich zum Ausdruck, daß bei einer zerspannenden Bearbeitung am Eingriffspunkt des Werkzeuges hohe Kräfte und Widerstände entstehen, die im Falle eines Werkzeugbruches oder eines "Crashes" in Form von Werkzeug- oder Werkstückteilen freigesetzt werden können. In schweren Fällen verziehen sich dabei gesamte Maschinen- und Spindel-einrichtungen. Ein solcher Crash hat aus Sicht der Fachkräfte bedrohliche Anteile, auch wenn die Verkapselung der Maschinen in aller Regel einen adäquaten Schutz gewährleistet. Trotz dieses Schutzes - und begründet durch eigene Erfahrung oder durch Berichte von Kollegen - schildern viele Fachkräfte in den Interviews "Angst" vor einem in seinen Auswirkungen nicht exakt vorhersagbaren Crash. Das Aufkommen leichter Angstgefühle in Situationen, die sich der damaligen Crashsituation annähern, nutzen die Fachkräfte wiederum als Vor-Anzeiger, um die Situationen entschärfen zu können.

(2) Reflexives Überprüfen der Angemessenheit erfahrungsbasierter Ahnungen und Vorstellungsbilder

Im Zuge der bisherigen Darstellung wurden assoziative und rezeptive Anteile kognitiver Prozesse im Modus der erfahrungsbasierten psychischen Steuerung in Situationen mit Fall- oder Strukturähnlichkeit aufgezeigt. In den Interviews finden sich jedoch auch im Rahmen dieses Modus reflexive Anteile, die auf eine Überprüfung der Angemessenheit "assoziativ" aufscheinender Ahnungen, Gefühle und Handlungsoptionen ausgerichtet sind. Zur Demonstration wird an dieser Stelle eine besondere Ausprägung solcher Reflexionen angeführt. So ist es offenbar unter bestimmten Rahmenbedingungen notwendig, "ungute" Gefühle in Kauf zu nehmen, wie ein Facharbeiter aus dem Bereich WOP in exemplarischer Weise ausführt:

I: "Wenn so ein Schlichtfräser in großer Tiefe, sagen wir mal, bei 10 mm Zustellung geht der in das Volle. Das kann der nie ab. Das macht der nie mit. Dieser erste Span der hört sich genauso grauenvoll an und da weißt Du auch, das weiß man vorher schon. Aber trotzdem, es gibt Situationen".

F: "Wie, was weiß man vorher?"

I: "Ich weiß vorher, wenn ich das programmier, daß das in die Hose geht, oder das geht nicht in die Hose, aber das wird Probleme geben. Und es gibt aber Situationen, wo sich das nicht vermeiden läßt. Und dann gehe ich also sehenden Auges in dieses Unangenehme".

F: "Und Du weißt aber, das wird so kommen".

I: "Ja, es wird so kommen und ich weiß, ich werde damit nicht glücklich, weiß aber keine andere Möglichkeit". F: "Wird einfach so kommen?" I: "Ja, es wird so kommen und ich weiß, es gibt aber keine andere Möglichkeit!". (WOP/1_W-1).

"Sehenden Auges" wird in dem Zitat das Risiko eines Werkzeugbruches in Kauf genommen. Diese Form eines inneren Dialogs, wie er des öfteren auch in den Interviews mit Fachkräften aus den anderen beiden Untersuchungsfeldern zum Ausdruck kommt, zeigt, daß die Fachkräfte sich mit ihren entstehenden Ahnungen und gefühlsmäßigen Bewertungen auseinandersetzen und prüfen, ob sie angemessen sind oder ob sie - wie im Zitatbeispiel - zwar angemessen, aber nicht zu vermeiden sind.

(3) *Erfahrungsgenese durch Handlungsanalyse*

Im Rahmen der Erfahrungsgenese in "neuen" bzw. "unbekannten" Situationen mit Feld- oder Als-ob-Ähnlichkeit zeichnet sich das Denken nach den Ergebnissen der Untersuchung stärker durch analytische und produktive Formen aus. Beispiele sind z.B. eine systematische Handlungsplanung auf der Grundlage einer Analyse bisheriger Fehler und sonstiger Handlungskonsequenzen. Analytisch-produktive kognitive Prozesse werden nach den Interviews häufig ausgelöst durch die Wahrnehmung von Unregelmäßigkeiten im Prozeßablauf oder auch durch entstehende Unsicherheiten. In solchen Fällen beschreiben viele Fachkräfte eine "Suche" nach Zusatzinformationen, um die Bedeutung von "Auffälligkeiten" und die zugrundeliegenden Prozeßabläufe und -merkmale besser verstehen und nachvollziehen zu können. Im folgenden Zitat aus dem Untersuchungsfeld WOK wird diese gezielte Suche nach ergänzender Information und der Vorteil eines grundsätzlichen Überblicks exemplarisch beschrieben:

F: "Das ist eine Frage, muß man das wie würden Sie denn sagen? Muß man denn verstehen, was die Maschinen machen?"

I: "Also, ich tue mich dann leichter. Es gibt auch Sachen, wo ich nicht genau weiß, warum ich das jetzt eigentlich mache, aber ich weiß es vom Ablauf her, daß ich jetzt das so machen muß. ... und im Normalfall, gucke ich ja dann auch, daß ich irgendwo das Hintergrundwissen herkriege, warum das jetzt so ist, was passiert, wenn ich die Schraube löse... und im Normalfall kriegt man das auch raus".

F: "...wofür ist das gut? Sie sagen, Sie tun sich dann leichter?"

I: "...dann versteht man das mehr, was man da eigentlich macht. [...] So gerade..... beim Ausrichten zum Beispiel, dann weiß man, was die Maschine jetzt macht; und wenn man das weiß und da reinguckt und sieht, aha, jetzt macht sie das, jetzt schiebt sie rüber, jetzt geht es zu und jetzt geht es gleich los, dann versteht...also, da hat man einen besseren Überblick...und dann weiß man auch, wenn sie jetzt irgendwo stehenbleibt und weiß, was der nächste Schritt wäre, dann kann man da ansetzen und gucken, ob da irgendwo der Fehler ist z.B. ein Näherungsschalter ist voll Dreck". (WOK/1_W-2).

Die Form des Informationsgewinns zeichnet sich auf der Grundlage der Untersuchungen durch ihren konkreten Handlungsbezug aus. Meist bilden konkrete Situationen den Anlaß, sich weiter zu informieren und einen Überblick zu verschaffen, vor dessen Hintergrund dann - wie im Zitat anschaulich beschrieben - eine Fehlersuche leichter möglich wird. In den Untersuchungen finden sich verschiedene Formen, wie die Fachkräfte ein solches "*Hintergrundwissen (her)kriegen*" konnten:

- Eine erste wesentliche Form des Informationsgewinns besteht, wie bereits dargestellt, im Nachfragen erfahrener Kollegen und von Mitarbeitern entlang Prozeßketten (vgl. Kapitel 5.2 auf S. 96).
- Eine zweite Form des Informationsgewinns besteht im Beobachten und Auswerten von Handlungskonsequenzen.
- Eine dritte Form des Informationsgewinns besteht in der Aneignung weiteren Fachwissens, z.B. anhand von Fachbüchern oder spezifischen Schulungen.

Eine besonders erfahrungsförderliche Bedeutung kommt nach den Untersuchungen suboptimalen Bearbeitungsergebnissen und Fehlern bzw. Störungen in der Folge selbst verantworteter Handlungen zu (vgl. auch Seite 162). Sie erlauben eine allmähliche Einkreisung der für eine erfolgreiche Bearbeitung notwendigen Faktoren und eine Konzentration darauf, worauf es "*wirklich ankommt*". Bei der Arbeit mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen kommt es

nach Ansicht der Fachkräfte u.a. auf eine hohe Sorgfalt bei "Vorarbeiten" wie denen des Aufspannens des Werkstücks oder des Rüstens der Maschine an. In einer Aufspannung werden hier möglichst viele Bearbeitungen durchgeführt, so daß sich Fehler oder Unachtsamkeiten beim Aufspannen später kaum noch ausgleichen lassen. Im nachfolgenden Zitat beschreibt ein Facharbeiter aus dem Untersuchungsfeld WOM, wie er die Bedeutsamkeit der Vorarbeiten anlässlich eines gravierenden "Fehlers" erfuhr:

F: "Erinnerst Du Dich noch an einen Fehler, wo Du sagst, ja, da habe ich jetzt eine ganze Menge gelernt?"

I: "Ja schon, aber das ist, wie ich schon gesagt hab, die Aufspannung ist ganz wichtig".

F: "Beschreibe doch mal die Situation, die da war?"

I: "Ja, das ist schon lange her, 15 Jahre". F: "15 Jahre". I: "Ja, Getriebekasten für XXX sollten wir fertigen. Da waren Stichbohrungen, die mußten alle auf ein Hundertstel genau laufen".

F: "An der XXX-Maschine?"

I: "An der XXX. Da haben wir praktisch die Aufspannung, wollen sagen, wir haben den Tisch vorher nicht abgezogen Da liegt irgendwie ein Grat auf dem Tisch, das ist dann zwei Hundertstel stark. Dann spannt man, dann verspannt man ein bißchen, das Teil ist labil, das sind nochmals zwei Hundertstel, d. h. man fertigt den ganzen Getriebekasten, der wird dann abgenommen und stimmt auf der Maschine. Jetzt baut man ihn ab, in dem Moment setzt er sich wieder in seine alte Form".

F: "Dadurch, daß so ein Grat...".

I: "Ja. Da war ein Grat und darum hat man nicht richtig gespannt, nicht die richtigen Punkte, und löst das ganze Ding und der setzt sich wieder in die alte Form, und wird wieder am Tisch gemessen, direkt bei XXX. Und stimmte hinten und vorne nicht mehr. Haben wir fünf Stück von gehabt und ich glaube, na ja, er (der Betriebsleiter, Anmerkung HS) sagte mal, daß ich für 35.000 DM fit bin, fertig an Stunden gehabt dafür. Und die waren praktisch, drei haben sie mit Müh und Not noch gerettet und zwei mußten wir nachfertigen. Da hab ich gelernt, daß eben, das Ganze, von Anfang an, der Tisch muß abgezogen werden und die ganzen Vorarbeiten sind eben enorm wichtig, wie man spannt. Bevor man das erste Loch bohrt, muß die ganze Spannung aus dem FF sein. Die Punkte müssen genau laufen. Und wenn man das hat, das dauert vielleicht einen halben Tag, wirklich, wenn man das richtig macht. Aber, letztlich, was man nachher fertigt, stimmt dann auch. Und dann kommt die Zeit allemal wieder raus, das ist in Ordnung".

(WOM/1_W-5).

In dem Beispiel wird geschildert, wie durch die analytische Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer Ausgangssituation, den darauf bezogenen Handlungen und deren Konsequenzen eine Erfahrung gewonnen wird. Das Ergebnis der Bearbeitung - daß sich das Werkstück nach dem Ausspannen verzogen hat - wird auf das nicht sorgfältig genug erfolgte Säubern der Aufspannfläche zurückgeführt. Den erfahrenen Zusammenhang nimmt der Facharbeiter zum Anlaß, zukünftig den "Vorarbeiten" einen großen Wert zuzumessen und hier besondere Sorgfalt walten zu lassen. In der Folge erlebt er eine fortwährende Bestätigung seiner Erfahrung. Dies spiegelt sich in seiner Beobachtung, daß sich der größere Zeitaufwand lohnt. Durch die gedankliche Auswertung einer Handlung und deren Konsequenz wurde in diesem Falle eine Erfahrung gewonnen, die dann wiederum - auf assoziative und intuitive Weise - auf ähnliche Situationen übertragen werden kann.

(4) Erfahrungsgenese durch Zusammenwirken analytisch-produktiver und assoziativ-rezeptiver Prozesse

Über die gedankliche Auswertung von Handlungen und deren Ergebnissen hinaus konnte in den Untersuchungen eine Form der Erfahrungsgenese beobachtet werden, die stärker auf einem Zusammenwirken von analytisch-produzierenden und assoziativ-rezeptiven mentalen Vorgängen beruht. Dies wird im folgenden am Beispiel eines sog. "Aha-Erlebnisses" verdeutlicht. Aha-Erlebnisse zeichnen sich auf der Basis der Untersuchung dadurch aus, daß Fachkräfte bereits eine gewisse Zeit nach einer Lösung für eine bestimmte Mangelsituation gesucht haben. Voraus geht somit eine intensive Beschäftigung mit dem Problem - unter Einsatz von Fachwissen und Erfahrung - ohne jedoch bisher eine Lösung finden zu können. Der Moment der Lösungsfindung wird als "plötzlich" und unerwartet aufscheinende Idee oder Vorstellung geschildert, die dann unmittelbar "vor Augen" steht. Teilweise ereignet sich das Aha-Erlebnis während einer Nebentätigkeit oder auch im Freizeitbereich. Im folgenden Zitat aus einer Gruppendiskussion mit Instandhaltern im Untersuchungsfeld WOK wird am Beispiel einer Lösungsfindung für einen "unlogischen Fehler" ein solches Aha-Erlebnis in typischer Weise beschrieben:

I1: "Ich habe da ein gutes Beispiel. Ich bin jetzt vier Tage an einer Maschine gewesen und hab einen Fehler gesucht. Der Fehler ist eigentlich nicht logisch, man kann ihn nicht nachvollziehen. Das ist einfach, ich habe eine Spindel, die fährt von null bis 2000 Umdrehungen, bei 300 Umdrehungen schaltet die Maschine ab, nur bei 300 Umdrehungen. Bei 280 nicht und bei dreihundertzwanzig nicht. Bei 300 Umdrehungen fliegen nach ein paar Minuten die Sicherungen. Ich hab also wirklich keine logische Erklärung, warum das so ist. Man hat rumprobiert, man hat wirklich alles gemacht, man hat es gemessen, man hat einen Oszillographen hingestellt, es hat ein paar Spitzen gegeben im Oszi, einen Ausschlag aber es hat damit nichts zu tun gehabt".

I2: Ist eine Getriebestufe drin". I1: "Man hat das Tacho getauscht". IP 2: "Das ist Erfahrung".

I1: "Ja, ja, klar. Also ich muß dazu sagen, ich selber bin erst eineinhalb Tage an der Maschine, weil die anderen Leute in den Urlaub gegangen sind. Und ich kenne die Maschine also relativ gut, würde ich jetzt einfach mal behaupten. Ich hab so ähnliche Fälle auch schon gehabt. Und der letztendliche Schluß war wirklich, es ist das Getriebe, es ist einfach das Getriebe. Bei einer Drehzahl von 300 Umdrehungen komme ich in eine Resonanz mit meinem Motor, das weiß ich jetzt hinterher, und das schaukelt sich dermaßen auf, daß mein Regler abschaltet. Also das ist ne unlogische Sache". I2: "Das ist Erfahrung". I1: "Das ist mir dann plötzlich gekommen, so nebenbei". (WOK/2_Instandhalter_GD).

Das Zitat spricht dafür, daß es sich im Falle der beschriebenen Problemlösung um ein Zusammenwirken produktiv-analytischer und assoziativ-rezeptiver mentaler Prozesse handelt. Die gefundene Lösung besteht in der Entdeckung eines Zusammenhanges zwischen verschiedenen Bauteilen des Maschinensystems, hier zwischen dem Getriebe und dem Motor. Dieser Zusammenhang ist in der "Fachtheorie" bzw. in den Maschinenunterlagen nicht beschrieben - von daher bezeichnet der Instandhalter 1 den Fehler als "unlogisch". Im Zitat wird geschildert, wie systematisch nach möglichen Störquellen gesucht wurde, ohne den Fehler finden zu können. In der Folge dieser analytischen Vorgehensweise "kommt" dem Instandhalter nach einer gewissen Zeit "plötzlich" und "so nebenbei" die Lösung - ohne daß er sie in dem Moment gezielt gesucht oder aktiv produziert hätte. Somit entdeckt er den Zusammenhang zwischen Getriebe und Motor nicht allein im Rahmen einer schlußfolgernden Problemlösung. Die Lösung in Form einer strukturellen Gemeinsamkeit zwischen bereits erfahrenen Situationen und der aktuellen erschien ihm plötzlich und in einer rezeptiven Art und Weise. Das im Zitat beschriebene Aha-Erlebnis läßt sich zusammenfassend durch folgende Merkmale kennzeichnen:

- Der Zusammenhang zwischen Getriebe und Motor war dem Instandhalter nicht bewußt.
- Er hatte bereits ähnliche Fälle erlebt, ohne sie jedoch in Zusammenhang mit der aktuellen Situation zu bringen.
- Durch systematisches Ausschließen von Fehlerquellen wurde die Störungsursache letztlich nicht gefunden.
- Die Lösung besteht in einer Struktur, die die bereits erlebten Situationen und die aktuelle miteinander verbinden.
- Die Lösung erscheint plötzlich und erst mit gewissem zeitlichen Abstand zu konkreten Störungshandlungen.
- Die Lösung stellt nicht den Endprozeß eines analytischen Vorgehens dar, d.h. sie wurde nicht "produziert", sondern "kommt" plötzlich und "nebenbei".
- Die Lösung beruht auf einem qualitativen Sprung, der sich ohne direkte bewußte Kontrolle "ereignet".

Die Detailauswertung des Störungsfindungsprozesses offenbart eine bestimmte Form der Erfahrungsgenese, in deren Mittelpunkt die - rezeptive - Entdeckung einer verbindenden Struktur zwischen bereits erlebten und der aktuellen Situation steht. Die Entdeckung der verbindenden Struktur vollzog sich im Rahmen eines Zusammenwirkens analytischer und rezeptiver kognitiver Prozesse und auf der Grundlage der bereits gemachten Erfahrungen erst nach konkreten Störungshandlungen während einer Nebentätigkeit.

Zusammenfassend zeichnet sich die Bedeutung kognitiver Prozesse zur Erfahrungsgenese dadurch aus, daß Ähnlichkeiten und Strukturen zwischen verschiedenen Situationen erkannt werden, die als relevant für das eigene Handeln und die subjektiven Motive eingeschätzt werden. Eine solche Erkennung von Strukturen und Zusammenhängen kann im Rahmen einer Handlungsanalyse entweder "produziert" werden, wie am Beispiel der Fehlerauswertung demonstriert. Das Erfahren von Zusammenhängen kann sich aber auch auf der Grundlage impliziter und rezeptiver mentaler Prozesse "ereignen", wie es am Beispiel des Aha-Erlebnis im Rahmen einer Störungsbewältigung deutlich wurde.

6.2.4 Gefühlsgeleitetes und bewußt zielgerichtetes Handeln

Ein weiterer Einfluß der Erfahrung, der eng mit den bereits beschriebenen Wirkungen der Erfahrung auf die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit und das Denken verschränkt ist, betrifft die Art und Weise der Handlungssteuerung. In den Untersuchungen konnten, wie bereits in Kapitel 6.1.3 (S. 144 ff.) gezeigt, in Abhängigkeit vom Ausmaß der wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen aktuellen und bereits erfahrenen Situationen unterschiedliche Formen des Handelns beobachtet werden. Mit der eigenverantwortlichen und handelnden Auseinandersetzung von Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Werkstücken ist ein konstitutives Element identifiziert, das sowohl für die Erfahrungsanwendung wie auch für die Erfahrungsdifferenzierung und -genese notwendig und voraussetzend ist. So wird alte Erfahrung aktualisiert und neue "gemacht" in eigenverantwortlicher Auseinandersetzung mit dem Handlungsgegenstand. Dies wird deutlich in dem folgenden typischen Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP:

I: "...das Gefühl kriegt man dann auch, glaube ich, am besten beim Fräsen selber...beim Fräsen selber merke ich das, ich kann nur durch ...ich muß das Werkzeug schneller laufen lassen, es ist

nicht immer gut, wenn ich das Werkzeug langsam laufen lasse, manchmal hält es dadurch weniger, überlastet man die Hartmetall-Werkzeuge oder die Wendepplattenwerkzeuge...die brauchen dann einen gewissen Druck, damit sie auch die Späne sauber abführen, da muß man dann schon... ein bißchen Vorschub geben... also, 500, 600 Vorschub und so brauchen die schon". (WOK/4_W-1).

In diesem Abschnitt wird zunächst mit der Orientierung am Gefühl ein Merkmal erfahrungsbasierten Handelns in als ähnlich erlebten Situationen weiter ausgeführt. Erfahrungsbasierte Orientierungsgefühle müssen demgegenüber in "unbekannten" Situationen mittels eines ausprobierenden und improvisierenden Handelns erst entwickelt werden. Mit der Verinnerlichung von Handhabungs- und Bedienprinzipien an den Maschinen wird dabei eine spezifisch "intuitive" Art der Erfahrungsbildung exemplarisch veranschaulicht.

(1) Erfahrung als Grundlage gefühlsgeliteten Handelns in bekannten Situationen

Nach den Ergebnissen der Untersuchung müssen Handlungsverläufe auch beim Wiederauftreten "bekannter" Situationen mehr oder weniger an die aktuellen Gegebenheiten angepaßt werden. Die psychische Handlungsregulation fällt einem berufsfremden Beobachter meist gar nicht auf. Das Handeln wirkt bruchlos, fließend und wie nebenbei - befragt man die Fachkräfte, so ist ihnen häufig gar nicht bewußt, Entscheidungen getroffen zu haben. Erfahrene Facharbeiter berichten in den Gesprächen und Interviews übereinstimmend, daß sie sich während ihres Handelns an Gefühlen der "Stimmigkeit" und des "Passens" orientieren. Wenn eine Bearbeitung vom erwarteten Verlauf abweicht, korrespondiert im Erleben, wie bereits angesprochen, ein Gefühl "etwas läuft schief". Damit verbunden wird in einer "dialogisch-explorativen" (vgl. Carus & Schulze 1995, S. 77) Art und Weise regulierend in den Bearbeitungsprozeß eingegriffen. Die Fachkräfte versuchen, die Bearbeitung allmählich in einen "grünen Bereich" zurückzuführen, indem sie sich sukzessive wieder an ein "stimmiges" Gefühl herantasten.

(2) Erfahrungsgenese durch gezielt ausprobierendes Handeln

In Situationen, die als grundsätzlich verschieden von dem bisher erlebten Spektrum wahrgenommen werden (Feld- und/oder Als-Ob-Ähnlichkeit), findet sich eine von der gefühlsgeliteten Regulation verschiedene Art der Handlungsorganisation. Bereits von einem äußeren Beobachterstandpunkt fällt eine deutlich weniger souveräne Handlungsweise auf, hektische Bewegungen nehmen zu, und insgesamt wird ein höheres Ausmaß erlebter Unsicherheit deutlich. Diese Beobachtung korrespondiert mit dem inneren Erleben, wie es das folgende Zitat einer Fachkraft aus dem Bereich WOM belegt:

I: "Gefühl und Erfahrung? Naja, Erfahrung braucht man immer. Wenn einer Erfahrung hat, der macht zum Beispiel Teile wesentlich schneller, weil er Erfahrung und Routine hat, als wie der, der erst ein halbes Jahr da ist. Der braucht halt wesentlich länger".

F: "Aber, wo, was ist der Unterschied, weiß er, worauf es ankommt?"

I: "Entweder, ja, wahrscheinlich, die Handgriffe und, und, genau faßt er es an, wenn etwas kommt, wieviel muß ich korrigieren, der weiß "aha, damit dies Maß wieder stimmt, muß ich so und so viel eingeben, dann paßt es mir wieder". Und der andere der probiert halt". F: "Ach so".

I: "Der muß zweimal messen `Au, das war zu wenig´ (I klopft auf den Tisch) oder es ist schwierig. Ich bin mir jetzt eben sicher, er braucht noch des und des, dann paßt es wieder, das ist halt Erfahrung". (WOM/2_W-1).

In den Interviews wird - wie im vorstehenden Zitat auch - in typischer Weise geschildert, wie im Zuge einer Erfahrungsgenese Handlungszyklen bestehend aus probierenden und auswertenden Komponenten eingesetzt werden. Um etwas gezielt auszuprobieren, bedarf es zumindest grober "Anhaltspunkte". In gänzlich unbekanntem Situationen mit Feld- und Alltagsähnlichkeit versuchen die Fachkräfte - wie bereits im Kapitel 1 anhand von Beiträgen erfahrener Fachkräfte im Rahmen eines "vernetzten Handelns" (vgl. S. 96 ff.) ausführlich beschrieben - sich solche Informationen zu "besorgen", indem sie erfahrene Kollegen um Hilfestellung fragen, indem sie sich mögliche Handlungsoptionen "abgucken" oder sich "zeigen" lassen. Solche Hilfestellungen eröffnen neue Handlungsoptionen. Um zur eigenen Erfahrung werden zu können, müssen sie im Zuge eines eigenen Ausprobierens angeeignet werden.

Als "*Versuch und Irrtum*" beschreiben der Facharbeiter typischerweise eine Methode zur selbständigen Aneignung neuer Zusammenhänge. Je unbekannter die Situationen sind, je weniger Anhaltspunkte bereits im Vorhinein erhoben werden können, desto weniger zielgerichtet erfolgt das ausprobierende Herangehen und desto weitreichender können dessen Konsequenzen sein. Dies reicht dann bis hin zu den bereits angesprochenen und belastenden Crasherfahrungen. Eine Spezialform des ausprobierenden Vorgehens stellt nach den Untersuchungsergebnissen das sog. "*testing the limits*" dar. Mittels eines Grenzen austestenden Vorgehens können die Eckpunkte des Möglichen und Machbaren herausgefunden werden. Auf diese Weise gelingt es den Fachkräften zu erfahren, "*wie weit*" sie "*gehen*" können. Negativerfahrungen stellen dann, wenn die erlebnismäßigen Konsequenzen verarbeitet und bewältigt werden, eine bedeutsame Ressource für eine erfahrungsbasierte Handlungssteuerung dar. So bleibt das Geräusch eines abbrechenden Bohrers im Gedächtnis und verschafft Orientierung, wenn sich Situationen in eine ähnliche Richtung entwickeln. Diese positive Wendung eigentlich "*negativer*" Erfahrung kommt auch in dem folgenden Zitat eines Instandhalters zum Ausdruck, wenn er von einer prinzipiellen Unmöglichkeit "*negativer Erfahrungen*" spricht:

I: "Hinderlich für Erfahrung eigentlich nicht, weil jede Erfahrung, was man macht, das ist ja eigentlich immer gut, wenn man das übertragen kann".

F: "Aber kann man kann nicht auch falsche Erfahrungen machen?"

I: "Wenn man das aber auch übertragen kann, wenn man daraus was lernen will, wenn das gelingt, dann sind das immer positive Erfahrungen, auch wenn das in dem Fall schief gegangen ist...". (WOK/2_Instandhalter).

(3) Erfahrungsgenese als allmähliche Verinnerlichung von Handlungsabläufen

In den Interviews beschreiben viele Fachkräfte wie sie im Laufe ihrer Einarbeitung an den computergesteuerten Maschinen und Anlagen deren Handhabung und Bedienung "verinnerlichen". Bereitete es anfangs Mühe und Aufwand, sich z.B. die Bewegungen des Werkzeuges in einem dreidimensionalen Koordinatensystem vorzustellen und in entsprechende Bedienaktionen umzusetzen, so wird dies im Zuge zunehmender Erfahrung immer mehr zum "*normalen*" Handwerkszeug. Weiterhin schildern Fachkräfte, wie sie anfangs genau überlegen mußten, welcher "*Knopf*" welche Funktion auslöst und mit welchen Tasten die Werkzeugspindel in die gewünschte Richtung verfahren werden kann. Im Laufe der Zeit kommt es dann zu dem Phänomen, das die Fachkräfte als ein "*In-Fleisch-und-Blut-Übergehen*" bezeichnen. Im folgenden

Zitat beschreibt ein Facharbeiter aus dem Untersuchungsfeld WOK den Prozeß der Verinnerlichung:

I: "Am Anfang ist das eine Unsicherheit, man überlegt sich das zweimal, drücke ich jetzt oder was mache ich.... Es ist klar, wenn eine gewisse Routine da ist an der NC-Fräsmaschine, macht man das genauso wie vorher auch... (an der konventionellen Maschine, Anmerkung HS). Im Gegenteil, man tut sich leichter, aber man braucht erstmal die Routine zum die Maschine-Richtig-Bedienen...grundsätzlich, ich würde sagen, grundsätzlich die NC- Technik richtig zu bedienen. Daß es nachher wieder Unterschiede gibt und daß eine Maschine wieder eine andere Steuerung hat oder so...das ist dann wieder eine Unsicherheit, aber ... wenn man mal das Grundsätzliche gelernt hat, ich glaube, dann ist es einfacher".

F: "Geht das auch in Fleisch und Blut über, so wie bei der traditionellen oder bleibt noch etwas anders?"

I: "Nein, ich glaube, das ist genauso wie vorher auch... nach einer gewissen Zeit geht das genauso in einen über, wie wenn ich jetzt mit dem Handrad arbeite an der konventionellen Maschine".

F: "daß Sie auch nicht mehr nachdenken, wenn Sie jetzt nach rechts fahren.".

I: "Nein".

F: "Und wie ist das mit dem Koordinatensystem - verinnerlicht man das auch?"

I: "Ja, irgendwann ist das verinnerlicht und dann weiß man genau, wo man drückt". (WOP/4_W-1).

Durch fortwährende Übung stellt sich eine "Routine im die Maschine-Richtig-Bedienen" ein. Allmählich verliert sich die Unsicherheit im Handeln, und die Regulation der Bewegungen und Handlungsfolgen erfolgt immer weniger bewußt. Zur Beschreibung eines solchen Übergangs von einer bewußten Handlungsregulation hin zu einer stärker gefühlsgeliteten verwendet ein Instandhalter im Interview ein Beispiel aus seinem Freizeitbereich:

"Man verinnerlicht sich ja irgendwie, wenn ich tagtäglich mit der gleichen Materie zu tun habe, dann habe ich irgendwann das Gefühl dafür, das ist mit allem, was ich mache. Also gut ich bin mal rein als Hobby mit Gleitschirmfliegen. Am Anfang bin ich noch relativ vorsichtig gewesen. Mit der Zeit kriegte ich das ins Gefühl, wie verhält sich mein Schirm, ich brauche nicht mehr aufgucken, ich weiß nicht mehr, was er macht, ich hab es im Gefühl . Und genau das gleiche entwickelt man, hier würde ich sagen. Man entwickelt ein Gefühl für Steuerungen, ein Gefühl für die Maschine und ich mein eigentlich, das ist wichtig". (WOK/2_Instandhalter-GD).

Bemerkenswert in dem Zitat ist insbesondere die Transformation eines "Wissens", wie "mein Schirm" sich "verhält", in das Gefühl. Damit ist einerseits eine Transformation von Merkmalen des Gleitschirms in innere Indikatoren, wie z.B. propriozeptive Empfindungen gemeint. Andererseits handelt es sich jedoch offenbar um mehr als um eine "Automatisierung" von Wahrnehmungen und Handlungen. Im "Gefühl" fließen die vormals getrennt bewerteten Wahrnehmungen aus den verschiedenen Sinnessystemen zusammen. Im Gefühl werden offensichtlich Zusammenhänge verfügbar, die im mitteilbaren Wissen nicht vorhanden sind. Dieses Mehr an im Handeln verfügbarer Erkenntnis macht letztlich die Erfahrung zu einer so bedeutsamen Ressource für das Wahrnehmen, das Denken und das Handeln.

6.3 Die Wechselwirkung zwischen Erfahrung und Emotion/Motivation

Die Anwendung, die Differenzierung und die Genese von Erfahrung sind nach den Untersuchungen angewiesen auf eine emotionale Anteilnahme der Person am Gegenstand der Arbeit und des Handelns. Gleichzeitig ist Erfahrung für die gefühlsgelitete Steuerung des Erkennens

und Handelns voraussetzend. Erfahrung und Emotion sowie Motivation stehen - wie nachfolgend genauer gezeigt wird - in einem Wechselwirkungsverhältnis.

Im Bereich des Arbeitshandelns mit computergesteuerten Werkzeugmaschinen zeigen sich die emotionale Involviertheit und Anteilnahme in der Art und Weise des subjektiven Bezugs zu den Arbeits- und Betriebsmitteln. In empirischen Arbeiten zur erfahrungsgeleiteten Arbeit wurde mehrheitlich eine emotional geprägte "*Beziehung*" zur Maschine und zum Bearbeitungsprozeß beschrieben. Diese Beziehung zeichnet sich demnach durch eine "*sympathetische Verbundenheit*" (vgl. Böhle, 1995b, S. 24), durch ein "*empathisches*" Nachvollziehen der Bearbeitung (S. 25) und durch eine besondere Art der subjektiv empfundenen "*Nähe*" (vgl. Böhle & Schulze 1997, S. 44) aus.

An diese Befunde anknüpfend wird nachfolgend zunächst der Zusammenhang zwischen dem gefühlsmäßigen Engagement und der steuernden Funktion von Gefühlen im Rahmen des erfahrungsbasierten Arbeitshandelns näher ausgeführt. Im Rahmen der Erfahrungsanwendung und -differenzierung findet nach den Untersuchungen eine Regulation der Intensität der emotionalen Anteilnahme statt. Demgegenüber steht bei der Erfahrungsgenese die Entwicklung eines emotionalen Involvements im Zuge der Übernahme von Verantwortung für eine qualitätsgerechte Fertigung im Mittelpunkt. Darüber hinaus haben sich in den Untersuchungen motivierende Aspekte einer kontinuierlich notwendigen Erfahrungsgenese gezeigt, während eine reine Erfahrungsanwendung bei einem weitgehend gleich bleibenden Situationsspektrum deutlich demotivierende Wirkungen nach sich zieht.

6.3.1 Die Regulation der emotionalen Beteiligung als psychische Leistung

In den Gesprächen im Rahmen der teilnehmenden Beobachtungen vor Ort wie auch in den sich anschließenden Interviews beschreiben die Fachkräfte übereinstimmend eine spezifische Anforderung, die im Aufrechterhalten eines bestimmten emotionalen und identifikatorischen Niveaus im Zusammenhang mit der Maschinenarbeit besteht. So muß offensichtlich eine emotionale Balance gefunden und aufrechterhalten werden zwischen einem "Vertrauen, daß es läuft" und einer ausreichenden "Unsicherheit". In allen Untersuchungsfeldern wird ein Mindestmaß emotionalen "Gespanntseins" als notwendig erachtet, um feine Abweichungen der Bearbeitung von einem "*Normallauf*" bemerken zu können. Diesen Zusammenhang beschreibt ein Facharbeiter im Untersuchungsfeld WOM im folgenden Zitat in exemplarischer Weise:

"Also, dieses gewisse Ungewisse...dies Ungewisse...na ja, angespannt ist man ja trotzdem dabei irgendwie...Das sollte man auch dabei bleiben. Sonst passiert doch zuviel. Wenn ich meine, das Programm stimmt, ich habe es ja geschrieben... und lasse es voll laufen. Dann...ich kann doch eine Kleinigkeit...haben wir ja gesehen, auch mit Testlauf sah das alles toll aus und denn nachher hat er doch die Macke reingefahren. Auch vom Rumpfahen, wir haben das nicht gesehen. Nachher war sie doch da. Das ist nicht immer auszuschließen". (WOM/2_W-3).

Eine "zu große Sicherheit", daß der maschinelle Zerspanungsprozeß auch so funktioniert wie geplant, wird im Zitat als ungünstig und als trügerisch gewertet. In den Interviews fand sich diese Haltung sowohl bezüglich der Planung und Programmierung von Werkstücken, die "*man schon oft gemacht hat*" wie auch bezüglich der Überwachung eigentlich "*sicher*" eingestellter Bearbeitungsprozesse mit langen Laufzeiten und hohen Losgrößen. Um das energetische Niveau

der Aufmerksamkeit auf einem erforderlichen Level zu halten, bedarf es somit einer emotionalen Mindestspannung und Anteilnahme. Die Anforderung besteht darin, nicht so weit "abzuschalten", als daß Indikatoren, die mit kritischen Prozeßveränderungen einhergehen, nicht rechtzeitig genug bemerkt werden können. In den Interviews benennen die Fachkräfte verschiedene Strategien, um ein solches Mindestmaß an emotionaler Anspannung aufrechterhalten zu können. Zeitung lesen, Reden mit den Kollegen oder auch die Vorbereitung des nächsten Auftrages stellen nach den teilnehmenden Beobachtungen Umgangsformen mit aufkommender Langeweile und Gleichgültigkeit dar. Dabei kommt es nach der Überzeugung der Fachkräfte darauf an, sich "räumlich und mental" nicht zu weit von der Maschine "wegzubewegen", um Veränderungen des Bearbeitungsprozesses noch mitbekommen zu können. Dies verdeutlicht das folgende Zitat eines Facharbeiters aus der Einzelfertigung:

"Wie gesagt, immer, egal, wie weit Du von der Maschine weg bist, das können auch 20 Meter sein, da hör ich eigentlich immer noch relativ genau, was meine Maschine macht und das muß auch sein. Ich hör zwar nicht mehr die speziellen Fehler am Werkzeug, das ist zu weit, ich höre, weiß immer noch, in welchem Arbeitstakt die ist. Ich weiß, also ehh, jetzt muß ich zur Maschine, damit ich das Werkzeug wechseln kann. Das hör ich dann, weil bestimmte Abfolge von Geräuschen sagt halt, eben, er ist jetzt meinetwegen dabei im Eilgang noch das Werkzeug vorzufahren, oder er macht jetzt die letzten Bohrungen oder sowas". (WOP/1_W-1.).

Andererseits ist offensichtlich auch ein zu hoher emotionaler Bezug zum Bearbeitungsprozeß und zum Arbeitsergebnis für den erfahrungsbasierten psychischen Steuerungsmodus hinderlich. So finden sich in den teilnehmenden Beobachtungen Fälle, in denen sich Fachkräfte von dem Bearbeitungsergebnis nach dem Motto - "da kann immer noch was passieren, das kann man vorher nie genau sagen" - distanzieren. Diese Beobachtung trägt der Erfahrung der Fachkräfte Rechnung, daß sie auch unter Einsatz ihres Fachwissens und ihrer Erfahrung nicht alle Einflußfaktoren berücksichtigen und regulierend kompensieren können. Eine zu große Anteilnahme in solchen Situationen mit eingeschränkter Kontrolle würde die Gefahr einer - als unnötig betrachteten, da nicht selbst verschuldeten - Enttäuschung in sich bergen.

Über die - zu niedrige oder zu hohe - Intensität der Anteilnahme hinaus stellt auch die "Ablenkung" durch Emotionen aus dem Bereich der privaten Lebensführung einen Faktor dar, der in der Regulation zu berücksichtigen ist. Dies zeigt das folgende Zitat in exemplarischer Art und Weise:

F: "Spielen denn Gefühle während der Bearbeitung eine Rolle?"

I: "Na ja, es kommt darauf an, mit was für Gefühlen Du morgens schon zur Arbeit kommst, ne. Fühl ich mich verspannt oder fühl ich mich heute morgen besonders engstirnig, oder, eh, habe ich einen guten Abend verbracht, am Abend vorher. Habe ich gut geschlafen, hab ich schlecht geschlafen, daß, eh, bringt sich schon mit rein, wobei dies gut und schlecht schlafen wieder damit zusammenhängt, was für eine Arbeit habe ich am nächsten Tag. Was für eine Arbeit hatte ich am vorigen Tag, war ich mit dem zufrieden, was ich gemacht hab. Ehm, das ist so ein Kreislauf irgendwie, da beißt sich der Hund in den Schwanz".

F: "Richtest Du Dich denn danach, wenn Du Dich z.B. am Morgen nicht so fühlst? Daß Du dann irgendwie anders arbeitest, als wenn du jetzt sagst, also heute ist nicht mein Tag?"

I: "Was ich mache, wenn ich weiß, das ist heut nicht mein Tag oder ich fühle mich halt besonders verknackst.... dann versuche ich besonders langsam und gründlich zu arbeiten, weil ich weiß, daß solche Tage, die produzieren Fehler. An solchen Tagen, wo ich mit meinen Gedanken halt Zuhause bin, da entstehen doch viele Fehler deswegen, weil Du mit den Gedanken nicht komplett bei der Arbeit bist. Und so auszugrenzen, also wirklich, ehm, das Privatleben also wirklich von

der Arbeit zu trennen, ist natürlich unheimlich schwer, gerade dann, wenn Du eine Arbeit hast, die nicht so anspruchsvoll ist und die Gedanken wirklich weg wandern, kann es schon mal sein, meinetwegen, Du willst Werkzeug eins gegen Werkzeug zwei wechseln, nimmst Werkzeug eins aus der Zange und tust das dann wieder rein. Das ist schon gefährlich".

F: "Das heißt, Du beziehst Deine Gesamtverfassung schon mit ein?"

I: "Jaja und da wirklich auch besonders wach zu sein, das gelingt nicht immer". (WOK/1_W-6).

Emotionen aus anderen Lebensbereichen kommt offenbar insbesondere für die Ausführung routinierter und wenig herausfordernder Tätigkeiten ein besonders hohes Ablenkungspotential zu. In solchen als "langweilig" empfundenen Handlungen ist das Grundlevel von vornherein auf einem niedrigeren Niveau und es bedarf nur wenig Ablenkung, um "nicht bei der Arbeit zu sein".

Eine weitere relevante emotionale Balance betrifft ein bestimmtes Maß des "Vertrauens zur Maschine". Die Fachkräfte schildern übereinstimmend, daß sie ohne ein solches Vertrauen mit den Maschinen nicht erfolgreich arbeiten können. Gleichzeitig braucht es jedoch auch des "Respekts vor der Maschine", um u.a. die eigene Person vor Verletzungen zu schützen (vgl. Zitat Seite 162). Viele Facharbeiter äußern in den Interviews eine von Vorsicht geprägte Beziehung zu den Arbeitsmitteln. Vor dem Hintergrund einer solchen Vorsicht messen sie der "Nähe" bzw. der eingegangenen Verbindung zur Maschine eine wichtige Bedeutung zu. Die Nähe zum Prozeß beinhaltet dabei u.a. zwei Aspekte:

- die sinnliche Zugänglichkeit zu dem Bearbeitungsprozeß bzw. die Wahrnehmbarkeit relevanter Prozeßmerkmale und
- die emotionale Anteilnahme an dem Ergebnis und der Qualität der Bearbeitung.

Im folgenden Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOK sind beide Aspekte angesprochen:

I: "Man hat es schon, wie gesagt, schon ein bißchen im Gefühl und im Gehör... man sieht, es läuft richtig, oder es läuft halt nicht richtig...es ist zu laut oder die Späne sind halt nicht so, wie man es gewohnt ist... dann".

F: "...also, man merkt den Unterschied?"

I: "Ja, dann wird man irgendwann...dann wird man vorsichtig und überlegt, was könnte man ändern, was ...was kann ich jetzt noch probieren?...um bessere Werte zu kriegen... man fühlt sich halt auch sicherer an der Maschine, wenn man merkt... es läuft gut... es kommen saubere Späne runter alles, die Maschine ist ruhig, sie ist nicht zu laut, fühlt man sich halt auch wohl, sonst steht man eigentlich immer da, Hand am Schalter, weil ich immer damit rechne, jetzt knallt mir eine Wendepatte oder mir knallt der ganze Fräser ab".

F: "Man fühlt sich sicherer, wenn man das Gefühl hat, es läuft normal".

I: "Ja...ja".

F: "...und unsicherer, wenn man merkt, jetzt ist irgendwie kritisch?"

I: "Wenn es laut wird...ja". (WOP/4_W-1).

Wenn der Prozeß über die Sinne zugänglich und in seiner Qualität sinnlich wahrnehmbar ist, dann kann eine Anteilnahme an der anforderungsgerechten Fertigung entwickelt werden. In der Folge resultieren, wie in dem Zitat angesprochen, eine Art "Wohlfühlen" und eine subjektive Handlungssicherheit. Die physische und psychische "Nähe zum Prozeß" ist allerdings durch die Verkapselung von CNC-Werkzeugmaschinen gegenüber unverkapselten konventionellen Maschinen stark eingeschränkt. Die Verkapselung stellt eine Barriere für den sinnlichen und motorischen Zugang zum Bearbeitungsprozeß dar (vgl. Bolte, Carus, Striepe & Schulze, 1993, S.

220 ff.). Die eingeschränkte Wahrnehmbarkeit des Bearbeitungsprozesses durch die Verkapselung korrespondiert im Erleben teilweise mit Ohnmachts- und Hilflosigkeitsgefühlen, wie sie z.B. in der typischen Äußerung "Du fühlst Dich, als würdest Du im Nebel stehen" zum Ausdruck kommen (vgl. Böhle & Schulze 1997, S. 43).

Die psychische Aufrechterhaltung und Gewährleistung der genannten emotionalen Balancen stellt für die Entwicklung und die Wahrnehmung erkenntnisbezogener und steuernder Orientierungsgefühle somit eine notwendige Voraussetzung dar. Treten Emotionen wie z.B. Angst vor Mißerfolg oder die antizipierte Freude bei einem Erfolg aufgrund ihrer Intensität zu sehr bzw. zu andauernd in den Vordergrund, so können die im Hintergrund des Bewußtseins wirkenden Gefühle nur noch schwer wahrgenommen werden. Wenn andererseits die emotionale Anteilnahme am Gelingen des Bearbeitungsprozesses zu sehr absinkt, so können sich erfahrungsbezogene Orientierungsgefühle gar nicht erst ausbilden.

6.3.2 Herausforderung als Auslöser für den Erwerb von Erfahrung

Beginnende Erfahrungsprozesse, so ein weiteres Untersuchungsergebnis, zeichnen sich durch ein Fragwürdig-Werden bisheriger Erfahrungen und den darauf beruhender Handlungsrouninen aus. Zugrunde liegen Situationen, die aus dem bereits erfahrenen Spektrum herausfallen und für die keine adäquaten Bewältigungsformen zur Verfügung stehen. Solchermaßen gravierende Handlungsbarrieren und Widerstände werden von den Fachkräften häufig zunächst als Verunsicherung erlebt. Des öfteren schildern sie in den Interviews Ängste und Befürchtungen, auftretende Schwierigkeiten oder gänzlich neue Situationen nicht überwinden zu können. In den retrospektiven Beschreibungen erfolgreicher Erfahrungsprozesse findet sich als Gemeinsamkeit eine mehr oder weniger bewußte Entscheidung, sich den Problemen und Schwierigkeiten zu stellen und sie als Herausforderung anzunehmen. Im folgenden Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOM wird ein solcher Willensakt exemplarisch deutlich:

F: "Also Sie haben bisher noch kein Programm selbst geschrieben?"

I: "Nein, nein, selbst geschrieben noch keines. Ich kann es zwar, ich weiß, eh, die G-Funktion und M-Funktion, was die einzelnen Funktionen bedeuten, welche Wege sie fährt. Ich kann das Programm lesen, konnte ich am Anfang auch nicht. Das kommt eben mit der Zeit, es ist so die Erfahrung ne. Und man fragt auch, was hat das zu bedeuten und das zu bedeuten. Zum Schluß weiß man das, irgendwann bleibt das hängen. Das ist genauso wie mit der praktischen Arbeit. Das wissen Sie ja auch selbst".

F: "Das heißt aber, daß Sie sich immer so nach und nach die Punkte da ausgesucht.".

I: "Ja, ausgesucht undman lernt würde ich sagen, wenn Schwierigkeiten auftreten, wenn man nicht mehr weiter weiß, nicht, dann sagt man sich "das soll mir nicht wieder passieren" und dann klemmt man sich dahinter". (WOM/I_W-3).

In den Interviews wird die Entscheidung, sich den aufkommenden Schwierigkeiten entgegenzustellen und sie aktiv überwinden zu wollen, auf verschiedene Weise umschrieben: Begriffe wie die der "Herausforderung", des "Ehrgeizes", des "Sich-dahinter-Klemmens", des "Sich-Hineinkniens" oder auch ein "Reiz, an die eigenen Grenzen zu gehen" kennzeichnen in typischer Weise eine aktive Zuwendung zur Situation. Das Entstehen des Willens, Lösungen zu finden bzw. Schwierigkeiten nicht "noch einmal" erleben zu wollen - wie im vorigen Zitat umschrieben - stellt nach den Analysen ein initiales Moment für die Erfahrungsgenese dar. Der weitere Verlauf

des Erfahrens ist, wie bereits beschrieben (vgl. Seite 168 ff.), u.a. davon abhängig, ob Möglichkeiten für ein ausprobierendes Vorgehen und für ein Austesten von Grenzen in ausreichendem Maß vorhanden sind. Eine Fachkraft, die von einer Transferstraße mit Massenfertigung auf eine Einzelmaschine mit kleineren Losgrößen wechselte, beschreibt im folgenden Zitat mehrere der für den Erfahrungserwerb günstigen bzw. hinderlichen Bedingungen in exemplarischer Weise:

I: "Ja, da (an Transferstraßen, Anmerkung des Autors) hat man eine ganz andere Verantwortung gehabt, also. Da hat man, sag ich mal, wenn eine Station ausfiel, überlegt, soll ich es machen oder soll ich es nicht machen. Weil da hat man doch lieber den Systemführer geholt, was auch wieder ein Zeitverlust war und so weiter".

F: "Wovor hast Du Angst gehabt?"

I: "Ob man es richtig macht, also ich selber wurde persönlich nicht eingeschult an den Maschinen. Ich hab alles an der Maschine selber gelernt. Also, wenn ich vielleicht vorher eine Schulung gehabt hätte, dann wüßte ich genau des und des, aber ich mußte alles selber lernen und dann hab ich halt nicht gewußt, ist das jetzt richtig, was ich mache. Ich mußte einfach probieren, und bei der XXX (Einzelmaschine, Anmerkung HS) kann man probieren, da kannst Du nicht viel kaputt machen. Und bei denen konntest Du was kaputtmachen, die Transferstraße ist halt verbunden und das muß laufen".

F: "Das ist eine Hemmschwelle, wenn alles so voneinander abhängt und dann auch von mir abhängt, als einer Person die da dran steht, das hemmt so auch das Erfahrung-Machen damit?"

I: "Ja, man riskiert nicht soviel. Also riskiert, was heißt riskiert. Man macht Sachen nicht, die man evtl. machen könnte".

F: "Wie haben Sie denn die Erfahrungen hier gesammelt oder auch, wie haben sie es gelernt, wenn Sie keine Schulung bekommen haben?"

I: "Na gut, in der Ausbildung habe ich ja CNC-Technik als Schulung gehabt. Und diese Grundkenntnisse haben mir eigentlich gereicht, weil wenn ich an die Maschine dann ran kam, an der Maschine gearbeitet habe, dann habe ich mich immer gesteigert, immer weiter, also Wissen geholt von der Maschine".

F: "Wie haben Sie das gemacht?"

I: "Ich hab selber viel probiert. [...]".

F: "Also das ist auch ein Hinderungsgrund, mehr zu Lernen und Erfahrungen zu machen, das ist nicht so gut möglich, wenn ein Druck dahinter steht, das muß laufen und das muß perfekt laufen".

I: "Ja richtig. Das waren kompliziertere Maschinen (im Transferstraßenbereich, Anmerkung der Autor) und man hatte nicht mehr machen dürfen, weil sie laufen mußten".

F: "Es ist besser, wenn man weiß, man kann auch mal einen Fehler machen?"

I: "Ja, das wäre gut. Aber bei XXX, wenn Du da mal einen Crash fährst, dann kannst du das auch relativ schnell wieder beheben. Bei der Transferstraße, wenn da mal ein Revolver ausschwenkt und die ganze Station wegrißt, dann dauert das schon ein zwei Tage".

F: "Ist so was denn passiert?"

I: "Ist schon passiert. [...] Normalerweise gab es Sicherheiten, wo so was nicht passieren darf. Viele haben, wie ich auch, keine Schulung gemacht und die mußten sich selber einlernen, sozusagen und da ist es bei einem passiert und dann hat man versucht, ihm die Schuld in die Schuhe zu schieben, obwohl er es nicht war. Also es war im Automatikbetrieb und es darf eigentlich nicht passieren. Da war irgendwie, irgendwas ist überbrückt worden. Und wenn natürlich so was passiert und man sieht, daß der Kollege dann, äh, versucht wird, einen draufzukriegen, dann ist das nicht so gut". (WOK/5_W-2).

Mangelnde Unterstützung durch Vorgesetzte sowie Ängste vor Sanktionen im Falle von verursachten Störungen, ein sehr hoher Produktionsdruck und mangelnde Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten werden in den Interviews immer wieder als zentrale Hinderungsgründe

für ein "Ausprobieren" und für den Erfahrungserwerb genannt. Mit zunehmenden Anforderungen an die Einhaltung vorgegebener Bearbeitungszeiten, wie es z.B. im Rahmen der Massenfertigung die Regel ist, verschlechtern sich somit die Möglichkeiten eines Lernens und Erfahrens "on the job".

Im obigen Zitat wird weiterhin deutlich, daß dem explorierenden Aneignen von Handlungsabläufen auch ein bedeutsamer emotionaler Aspekt zukommt. In vielen Gesprächen schildern Fachkräfte zwar während solcher Tätigkeiten eine große emotionale "Spannung", aber auch gleichzeitig positive Gefühle. So mache es "Spaß", mit Vorschüben "herumspielen" und "viel improvisieren" zu können. Die emotionale Bedeutung des "Erfahrens" verstärkt sich bei einer erfolgreich verlaufenden Erfahrungsgenese weiter. Übereinstimmend erleben die Befragten die gelungene Bewältigung "neuer" und "kritischer" Situationen als selbstbestätigend und besonders motivierend. Die emotionale Brisanz und Dramatik, beginnend mit einer starken Verunsicherung beim ersten Wahrnehmen eines anspruchsvollen und unbekanntes Werkstücks bis hin zum Erleben von Stolz im Zuge einer erfolgreichen Bewältigung, kommt in dem folgenden Zitat eines Facharbeiters aus dem Untersuchungsfeld WOP in exemplarischer Weise zum Ausdruck:

I: "Das kleine Getriebegehäuse, das ist schon ein Teil, also das ist, diese Teile gehören zu den schwierigsten, die ich bis jetzt gemacht habe. Die habe ich früher an der Fräse gemacht und das war schon sehr aufwendig. Als ich die das erste Mal gemacht hab, eh, da hab ich mir, da werd ich mir bald in die Hose machen vor lauter Schiß davor. F: "ja, hmhm. I: "Weil so ein Teil, wo jetzt enorm viel Arbeit drinsteckt, wo es auf Genauigkeit sehr ankommt. Und ich hatte sie gemacht, als ich gerade frisch an der Maschine war, ich war gerade vielleicht einen Monat an der Maschine, ahnte also noch nichts von gut und böse und mußte, mußte diese Teile machen und das war ein enormer Stress". F: "hmhm". I: "Also da ist es mir offensichtlich schlecht mit gegangen".

F: "War das dann praktisch zu viel. War diese Balance ein Stück in Richtung unangenehm... "

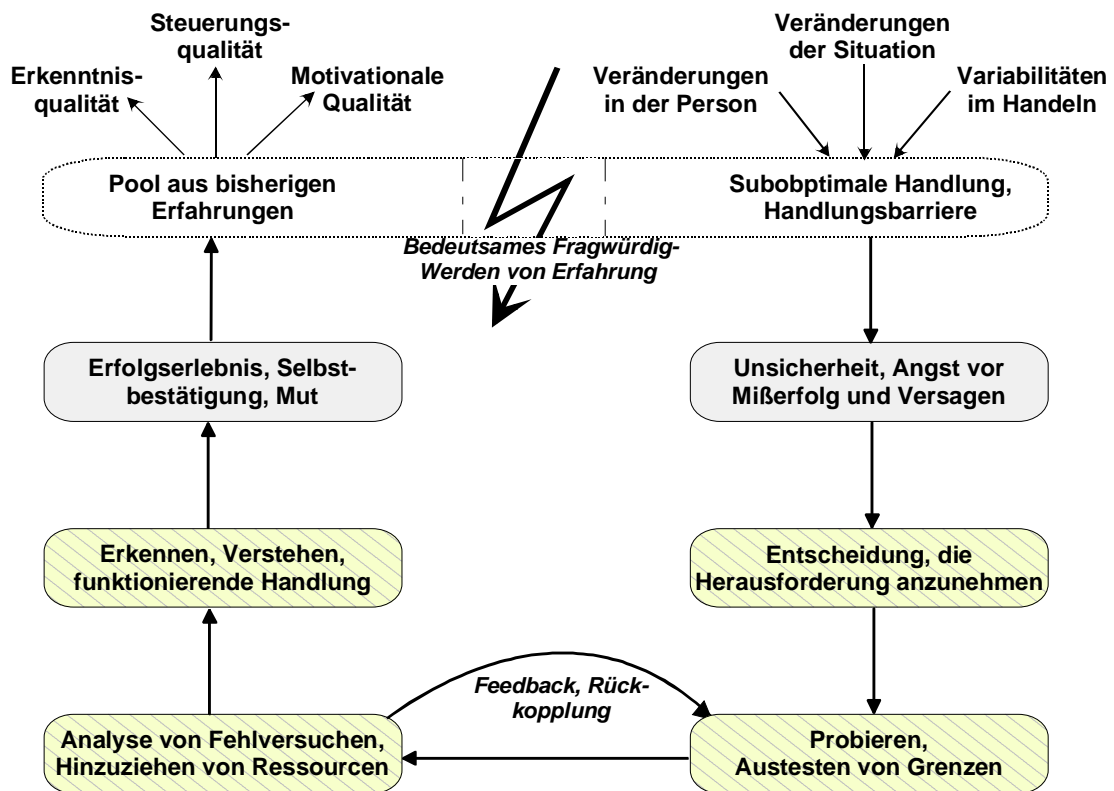
I: "Nicht nur einen Schritt, das war überschritten. Das war unangenehm".

F: "Hmhm. und hast Du es, hat das geklappt?"

I: "Ja, ja, das ist dann das, ehm, ja, was ich über Erfahrungswissen sagen würde, daß das, was man als Erfahrungswissen nachher hat, resultiert daraus, daß man, eh (RÄUSPERT SICH), ja, Mut zum Mut hat". F: "hmhm". I: "Also Mut, sich selbst etwas zuzutrauen. Das ist eigentlich so das, was unterm Strich Erfahrungswissen ausmacht, also daß Du sagst, mein Gott, ich mach das jetzt. Wenn ich diese Getriebegehäuse zum ersten Mal gemacht hab und das war also, ja, die haben mir richtig Angst gemacht, die Dinger". F: "hmhm". I: "eh, und das Ergebnis aber so ist, daß sie gut geworden sind, daß sie also brauchbar geworden sind, dann erlerne ich daraus: trau Dir was zu. Und das ist die beste Erfahrung, die man mit sich machen kann". (WOP/1_W-1).

In dem Zitat wird die selbstbestätigende Wirkung einer erfolgreichen Erfahrungsgenese anschaulich deutlich. In den Interviews findet sich dabei ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der wahrgenommenen Schwierigkeit und der Qualität sowie der Intensität der im Fall einer erfolgreichen Bewältigung empfundenen positiven Emotionen. Handelt es sich um sehr anspruchsvolle Schwierigkeiten, so empfanden die Fachkräfte Stolz auf ihre Leistung, auch wenn von den Vorgesetzten kein explizites Lob oder Anerkennung ausgesprochen wurde. Den motivierenden und selbstbestätigenden Effekt der erfolgreichen Erfahrungsgenese umschreiben die Fachkräfte öfter damit, nun etwas zu "können", was sie vorher noch nicht beherrschten - und ihre Arbeit zukünftig erleichtert. Die mit dem Erfahrungsprozeß einhergehenden emotionalen Zusammenhänge sind in der folgenden Abbildung 18 zusammenfassend veranschaulicht.

Abbildung 18: Emotionale Aspekte eines Erfahrungszyklus



In der Abbildung 18 sind die mit dem Erfahrungsprozeß zusammenhängenden emotionalen Aspekte grau hinterlegt. Die Komponenten mit einer emotionalen Tönung sind schraffiert dargestellt. Ausgehend von einer großen Verunsicherung, ausgelöst durch das Erkennen einer "unbekannten" und für die eigene Bewältigung "kritischen" Situation und des damit einhergehenden Fragwürdig-Werdens von Erfahrung, kommt es idealtypisch zu einer bewußten Entscheidung, sich der Herausforderung zu stellen. Im Laufe eines probierenden und Grenzen austestenden Vorgehens sowie in enger Verschränkung mit auswertenden kognitiven Prozessen und einer entsprechenden Analyse schälen sich allmählich funktionierende Handlungsweisen heraus. Nach der Befundlage ist es dabei offensichtlich nicht notwendig, die genauen Ursachen "theoretisch" durchdrungen zu haben. Das entscheidende Kriterium besteht, wie einleitend auf Seite 133 beschrieben, vielmehr in der Relevanz bzw. der Nützlichkeit der herauskristallisierten Handlung für die eigenen Handlungsabsichten und Bedürfnisse. Bei einer erfolgreichen Bewältigung entstehen in Abhängigkeit von einer als hoch erlebten Bedeutsamkeit der Leistung Emotionen wie z.B. der Freude und des Stolzes. Die gemachte Erfahrung fließt in den Pool der bisherigen Erfahrungen ein und vergrößert die Grundlage für das Erkennen und die Steuerung des Handelns aus der Erfahrung heraus. Eine neue Erfahrungsgenese beginnt dann wiederum mit einem Fragwürdig-Werden und der Annahme der Herausforderung beginnen.

6.3.3 Motivationale Folgewirkungen von Erfahrungsprozessen

In den Untersuchungen fanden sich je nachdem, ob gemachte Erfahrung lediglich angewendet oder ob deren Differenzierung und Genese im Rahmen der auftretenden Arbeitssituationen notwendig wird, unterschiedliche Auswirkungen auf die Motivation. Motivation wird an dieser Stelle als relativ unspezifischer Antrieb oder - wie es die Fachkräfte ausdrückten - als "Ansporn" verstanden, aktiv zu werden oder sich zurückzuziehen. Im Kontext der Produktionsarbeit macht sich Motivation vor allem an der Tendenz fest, sich entweder in der beruflichen Arbeit zu engagieren und Verantwortung zu übernehmen oder aber sich herauszuhalten und die Produktionsarbeit nicht als Feld emotionaler Auseinandersetzung zu nutzen.

Erfolgreich verlaufende Prozesse der Erfahrungsdifferenzierung und -genese haben nach den Ergebnissen der Untersuchungen eine stark "anspornende" und motivierende Wirkung. Das nachfolgende Zitat einer Fachkraft aus dem Bereich WOM verdeutlicht diesen Zusammenhang exemplarisch:

F: "Was würden Sie denn sagen, was so das Langweilige ist ? Oder was ist das Interessante?"

I: "Langweilig ist eigentlich das, wenn ich, wenn keine Beanspruchung da ist. Man geht im Detail messen und sehe `aha, paßt immer noch´, (...) oder ein Werkstoff, wo super der Span bricht oder wo wir keine Schwierigkeiten haben ... "

F: "Also, wo Sie eigentlich gar nicht mehr eingreifen brauchen".

I: "JA, so, genau, wenn ich das drin habe und die und die Werte stimmen einmal, dann läuft es".

F: "Dann wird es interessant, wenn Probleme auftauchen?"

I: "Ja, genau. Eigentlich mehr. Es ist natürlich auch nicht schön, wenn man dann die Probleme nicht wegekriegt".

F: "Aber daß Sie mal sowas hatten, wo Sie Stolz auf sich waren, wo Sie gesagt haben "ja, das hab ich jetzt gut hingekriegt....?"

I: "Ja, eigentlich mehr, wenn ich, wenn ich was selber programmiere, so wie es jetzt ist. Und, und ich mache das und es klappt! Das ist so was ... weil ich kein Programmierer bin, sondern weiß das nur, so vom Wissen her, jetzt war, war ein Kurs gemacht, aber da bleibt auch nicht so viel hängen, da müßten wir mehrere machen, daß man da rein kommt. Aber das ist eigentlich, eeh, das meiste was einen anspornt, selber so ein kleines Programm schreiben oder was ändern, wenn kein Programmierer mehr da ist, in der Spätschicht oder so und man hat das dann selber hingekriegt". (WOM/2_W-1).

In dem Zitat wird beschrieben, wie das selbständige Erstellen eines "kleinen Programms" als Herausforderung und als Ansporn erlebt wird. Dies vor dem Hintergrund einer allgemeinen Haltung, daß insbesondere das Auftreten und Bewältigen von "Problemen" als "interessant" und als "Reiz" erlebt wird.

Das Zitatbeispiel verdeutlicht exemplarisch eine weitere Gemeinsamkeit der Interviews. Die Mehrzahl der befragten Fachkräfte beschreibt die - erfolgreiche - Bewältigung "neuer" und "unbekannter" Situationen, die eine Differenzierung und Erweiterung ihrer bestehenden Erfahrung erforderten, als selbstbestätigend und "interessant". Im Anschluß an solch positive Erlebnisse findet sich in den Untersuchungen häufig ein motivationaler bzw. "anspornender" Effekt: Fachkräfte, in deren Arbeitsalltag des öfteren Prozesse der Erfahrungsdifferenzierung und -genese auftreten, suchen häufiger aktiv nach weiteren Problemsituationen. Auch das Erfinden und Einbringen von Verbesserungen des Arbeitsablaufes oder der Maschine sowie die Übernahme der Funktion eines Ansprechpartner für die Sorgen und Nöte von weniger erfahrener

Kollegen stellen Varianten der Motivation dar, neue Erfahrungen zu sammeln und sich in "kritischen" Situationen zu beweisen. Dies wird im folgenden Zitat einer Fachkraft aus dem Untersuchungsfeld WOM exemplarisch deutlich:

F: "... Ich wollte fragen, wo sind so Stellen, wo Sie sagen, eh, da kommt ja nun nicht jeden Tag einer und klopft Ihnen auf die Schulter und sagt, "das hast Du gut gemacht..."

I: "Ja, das ist seltener hier, nicht".

F: "Eher seltener, das muß man da selber auch irgendwie..".

I: "...das muß man selbst machen. Ja, doch schon....(...) Also, wissen Sie, ich bin immer froh, wenn jeder Balken immer durchgeht...egal ob ich ihn gemacht habe oder ob meine Kollegen ihn gemacht haben. Ich bin froh, wenn da irgendwas durchgeht. Aber richtig froh bin ich dann immer wieder, wenn was auftritt. So, und das abzubauen, daß so was nicht wieder passiert. Nicht, dann klopfe ich mir doch schon selbst auf die Schulter, wenn ich irgendwas erfunden habe dagegen, um diesem aus dem Weg zu gehen. Es ist für uns ruhiger, es ist für meine Kollegen ruhiger. (...) Ja und diese Probleme abzubauen, ist dann immer, also, eine Genugtuung habe ich dann immer, wenn den anderen mal geholfen werden muß, wenn sie nicht weiterkommen und ich kann denen damit helfen. Sei es, bezahlt oder nicht bezahlt, wenn man nach Feierabend am Telefon irgendwie helfen kann und der ist dadurch ruhiger, denn habe ich eine Bestätigung, habe ich gesagt, guck' mal, da habe ich jemandem geholfen. So, und das ist schon was anderes. Und das machen sie ja, die rufen ja mitten in der Nacht bei mir an. So, und denn ist denen geholfen und dann, am nächsten Morgen gehe ich hin, um noch kurz drüber zu reden. Und dann schlägt das ein, und denn mache ich mir da wieder meine Gedanken drüber und sage, so etwas darf ja nicht wieder passieren". (WOM/2_W-2).

In dem Zitat wird anschaulich ein Streben nach dem Durchführen von Problemlösungen und Verbesserungen sowie die resultierende - auch sozial gegründete - "Genugtuung" geschildert. Demgegenüber wird von den in die Untersuchung einbezogenen Fachkräften eine reine Erfahrungsanwendung in bekannten Situationen übereinstimmend als "langweilig" empfunden. Auch in diesem Fall findet sich eine "motivationale" Folgewirkung: Fehlen Möglichkeiten und Chancen zur Differenzierung und zur Genese von Erfahrung, so kommt es offensichtlich zu einer Art "Schrumpungsprozeß". Dieser Prozeß ist zur Verdeutlichung nachfolgend in einer zugespitzten Form beschrieben:

- Durch fehlende Gelegenheiten zur Erneuerung der gesammelten Erfahrungen werden nur mehr diejenige aktualisiert, die zur Bewältigung der aktuellen Arbeitssituationen benötigt werden.
- Es kommt zu einer Verkümmern der Erfahrungsanteile, die die Aneignung und das Herantasten an "neue" und "unbekannte" Situationen betreffen.
- Verbunden mit dem Ausbleiben von Prozessen der Erfahrungsdifferenzierung und -genese kommt es zu einem Verlust des Zutrauens in die eigene Person, daß "neue" und anspruchsvolle Situationen bewältigt werden können.
- Treten dann doch ungewohnte Situationen auf, so wird eher versucht, die Problemlösung zu delegieren, als sich selbst "dahinter zu klemmen".
- Aus Sicht der Kollegen, aber auch aus der von Vorgesetzten stellt sich eine solche Verhaltensweise als mangelndes Interesse und als fehlende Kompetenz dar.
- Kollegen und Vorgesetzte organisieren in der Folge den Arbeitsalltag so, daß den als "desinteressiert" geltenden Kollegen noch weniger anspruchsvolle Tätigkeiten zugewiesen werden.
- Dies führt dann zu einer weiteren Schrumpfung der Erfahrung und des Zutrauens in die eigene Person.

Der dargestellte "Schrumpungsprozeß" im Zuge fehlender Gelegenheit zur Erfahrungsdifferenzierung und -genese zeichnet sich somit durch selbstverstärkende Effekte aus. Im Extremfall handelt es sich um eine Art Teufelskreis, der dann geschlossen wird, wenn auch die Kollegen und Vorgesetzten beginnen, den betreffenden Kollegen weniger zuzutrauen. Dies bestätigen die beiden folgenden Zitate eines Arbeitsvorbereiters aus dem Untersuchungsfeld WOM und eines Systemführers aus dem Bereich WOK, zu deren Aufgabenspektrum auch die Arbeitsverteilung zählte:

*"Ja, das ist natürlich ganz klar (...). Man versucht natürlich dann, wenn man merkt, gewisse Leute, die engagieren sich mehr, die versuchen sich in die Materie ein bißchen reinzubeißen, wenn man dann natürlich knifflige Sachen hat, dann versucht man dann natürlich schon wieder zu den Leuten zu gehen, wo man weiß, die beißen sich ein bißchen rein. Wobei natürlich der andere, der ein bißchen weniger, der ein bißchen Desinteresse zeigt, den versucht man da zu umgehen, weil man schon weiß, wenn man es ihm gibt, erstens murrer er schon, sobald er es kriegt, wenn es ein bißchen eine knifflige Sache ist. Und das Problem ist natürlich dabei, er kann dann natürlich dem anderen gegenüber nie diese Erfahrung aufbauen, weil ja...wenn man versucht, dies von ihm fernzuhalten, gewisse Probleme zu lösen, aber in dem Prozeß ist er schon am Anfang, ist er eigentlich selber Schuld. Er lenkt den Prozeß also in die Richtung".
WOM/2_Arbeitsvorbereiter).*

"...aber jetzt gerade muß ich nach allem gucken, weil... in dem Bereich, sagen wir mal da oben, da sind jetzt ausländische Mitarbeiter, wo einfach der Horizont irgendwo vorbei ist, die wollen auch gar nicht mehr lange... also, der hat seine zwei Maschinen und der ist zufrieden damit und das reicht ihm wenn er umstellen muß, dann müssen Sie sehen, daß er Rohlinge da hat und so". (WOK/3_W-3).

Beide Zitate bestätigen - und problematisieren - den dargestellten Teufelskreis bestehend aus mangelnder Gelegenheit zur Erfahrungserneuerung, Schrumpfung von Erfahrung, Selbstvertrauen und Interesse und der folgenden geringeren Zuteilung anspruchsvoller Aufträge.

Dem Verhältnis zwischen der Häufigkeit bzw. der Gelegenheit zur Erfahrungserneuerung und der Häufigkeit bzw. der Dauer einer reinen Anwendung von bereits gemachter Erfahrung kommt somit eine Bedeutung zu, ob eine Fachkraft eher dazu neigt, sich im Sinne des Konzeptes der "Handlungsorientierung" (Kuhl, 1998, S. 62) anspruchsvolle Situationen zu suchen. Oder ob sie im negativen Fall im Sinne einer "Lageorientierung" (ebda.) eher passiv bleibt und versucht, anspruchsvolle Situationen von sich fernzuhalten. Auf der Basis der Untersuchungsergebnisse kann weiter geschlußfolgert werden, daß einem Aufgaben- und Situationsspektrum mit reichhaltigen Gelegenheiten zur Erfahrungsdifferenzierung und -genese eine entwicklungsförderliche Bedeutung zukommt. Handelt es sich demgegenüber jedoch um ein Situationsspektrum, das sich selten ändert und das allein auf der Grundlage einmal gemachter Erfahrung bewältigt werden kann, so kommt es zu dem beschriebenen Schrumpungsprozeß. Persönlichkeitsförderliche Ressourcen müssen in diesem Fall außerhalb der Arbeit gesucht werden.

Zusammenfassend kann auf der Basis der Auswertung eine Beziehung zwischen dem Erwerb von Erfahrung bzw. ihrem reinen Anwenden und einer motivierenden bzw. demotivierenden Wirkung festgehalten werden. Die motivierende Wirkung eines erfolgreichen Erfahrungserwerbs oder auch einer erfolgreichen Erfahrungsdifferenzierung geht dabei zurück auf die damit einhergehende direkt erlebte Selbstbestätigung, eine verunsichernde Situation in Form einer Handlungsbarriere durch ein probierendes und aneignendes Vorgehen bewältigt zu haben. Die demotivierende Wirkung eines rein repetitiven Anwendens bereits vorhandener Erfahrung stellt die

Kehrseite dieses Zusammenhanges dar. Mit zunehmender Anwendung entfällt das Erfolgserlebnis, es kommt zu einer Art psychischer Sättigung. Dies wiederum führt in der Folge zu den beschriebenen Schrumpfungseffekten der Erfahrung und eher zur Ausbildung einer Lageorientierung.

6.4 Zusammenfassende Bestimmung von Erfahrung

Die Analyse des empirischen Materials zu den Phänomenen der praktischen Erfahrung für das Arbeitshandeln von Fachkräften mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen hat im Ergebnis zu einer Konturierung der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung geführt. Die Identifikation der beschriebenen Qualitäten der Erfahrung in Form der Erkenntnis, der psychischen Steuerung und der Wechselwirkung mit Motivation und Emotion nahm ihren Ausgang in den empirischen Daten und bildet diese kategorial ab. Als eine Form der Zusammenfassung wird in diesem abschließenden Abschnitt ein weiterer Abstraktionsgrad erreicht, indem ein Bestimmungsversuch von Erfahrung im Arbeitshandeln mit Werkzeugmaschinen unternommen wird. Dieser Bestimmungsversuch entstand aus einer weiteren Analyse auf Gemeinsamkeiten der in der Kategorie der Erfahrung verdichteten Daten. Die einzelnen unterstrichenen Merkmale werden im Anschluß an den Definitionsversuch erläutert.

(1) Definition von Erfahrung im Arbeitshandeln mit und im Kontext von Werkzeugmaschinen in der industriellen Produktion:

Erfahrung stellt eine bedeutsame Ressource für das Erkennen und Handeln dar und gleichzeitig ist Erfahren auch eine Methode des Erkennens und Handelns. Erfahrung bildet sich bedürfnis- und situationsorientiert im Zuge des Erlebens und Durchlaufens von Handlungsvollzügen sowie durch explorierendes Tun und Lernen. Das Gütekriterium der Erfahrung besteht in Erkenntnissen bzw. in dem Ausführen intuitiver Handlungsvollzügen, die für die Bewältigung vertrauter Situationskontexte relevant bzw. wirksam sind. Sozial-kollektiven Austauschprozessen kommt hier validierende und erweiternde Bedeutung zu. Im Erleben kommen der Erfahrung verschiedene Qualitäten zu: Erfahrung bildet einen orientierenden Hintergrund, vor dem sich "nicht normale", "unvertraute", "kritische" oder "neue" Situationen abheben (Erkenntnisqualität). In Situationskontexten, die als hinreichend ähnlich zu bereits erlebten Situationen wahrgenommen werden, steuert Erfahrung das Wahrnehmen, Denken und Handeln über Gefühle der "Un-/Stimmigkeit" (Steuerungsqualität). In "neuen" und "unbekannten" Situationen gibt die Vor-Erfahrung einen Rahmen für heuristische Vorgehensweisen wie z.B. des Herantastens oder des Austestens von Grenzen. und Emotion bzw. Motivation stehen in einem Wechselwirkungsverhältnis: Die Steuerung des Wahrnehmens, Denkens und Handelns mittels erfahrungsbasierter Orientierungsgefühle bedarf eines bestimmten Maßes der emotionalen Anteilnahme, und gleichzeitig sind erfolgreich durchlaufene Prozesse der Erfahrungsgenese voraussetzend für Motivation (motivierende Qualität).

(2) Zusammenfassende Erläuterung wesentlicher Bestimmungsmerkmale

Erfahrung und Erfahren:

Der Begriff der Erfahrung ist nach James "doppelläufig" (zitiert in Dewey 1995/1925, S. 25), d.h. er umfaßt sowohl "Ding und Denken" (S. 26). Erfahrung stellt somit in seiner statischen

Form ein Ergebnis, ein Produkt und gleichzeitig in seiner prozessualen Form auch die Methode dar, mit der dieses Ergebnis erzielt wurde. Arbeitserfahrung zeichnet sich somit durch ihre Herkunft aus: Sie ist zum einen gebunden an Situationskontexte, die im Rahmen des Arbeitshandelns auftreten. Zum anderen ist sie gebunden an die erfahrende Person, d.h. sie entsteht im Rahmen eines eigenständigen und selbstverantworteten Durchlaufens von Handlungsvollzügen. "Erfahren" werden die Konsequenzen von Handlungen und Eingriffen für die subjektiven Absichten, Ziele und Bedürfnisse. Erfahrung ist somit gebunden an Personen und Situationskontexte und damit von der jeweiligen Erfahrungssituation.

Die Bedürfnis- und Problemorientierung der Erfahrung:

Erfahrung bildet sich nach den Untersuchungen an Schnittpunkten zwischen Mensch und Umwelt. Die Erfahrungsgenese braucht einen Anlaß, sie wird ausgelöst durch ein gravierendes Fragwürdig-Werden von Routinen und gewohnten Überzeugungen. "Gravierend" meint in diesem Zusammenhang, daß eine Situation aus der subjektiven Sicht der Person als relevante und bedeutsame Handlungsbarriere erlebt wird, da die Umsetzung eigener Absichten und Bedürfnisse in Frage gestellt ist. Dies findet sich in den Untersuchungen z.B. bei Schilderungen des Einarbeitungsprozesses. Hier wird von den Fachkräften übereinstimmend ein Zeitpunkt, eine Situation genannt, an der die für die Bewältigung "*kritische*" Situation als Herausforderung angenommen und quasi zur "*Chefsache*" gemacht wird (vgl. Kapitel 6.3.2, S. 174 ff.). Auch im Falle innovativer Verbesserungen durch die Fachkräfte wird eine Situation dann zum Anlaß für den Verbesserungsprozeß, wenn sie die Person als einen nicht länger hinnehmbaren Mangelzustand bewertet.

Erleben und Erfahrung:

Nach den Untersuchungen ist die Bildung von Erfahrung notwendig an ein "Erleben" im Sinne eines Durchwanderns von Situationen, Handlungsvollzügen und Ereignissen gebunden. Hinweise und Ratschläge von erfahreneren Kollegen eröffnen neue Handlungs- und Erfahrungshorizonte. Um zur Erfahrung werden zu können, müssen sie im eigenen Handeln umgesetzt und ihre Konsequenzen "am eigenen Leib" gespürt werden. Gegenüber einem Erleben zeichnet sich das Erfahren durch die Entdeckung und Erkenntnis der Relevanz bzw. der Wirkungen von Handlungen vor dem Hintergrund bestimmter Situationskontexte aus. Erlebnisse werden somit bedürfnis- und ergebnisorientiert strukturiert. Grundsätzlich kommt Erlebnissen damit zunächst ein Potential zu, zur Erfahrung werden zu können (vgl. Kapitel 6.1, S. 133 ff.). Erst wenn Erlebtes in Zusammenhang gebracht wird mit der erfolgreichen oder gescheiterten Bewältigung aktueller "kritischer" Situationen und sich hierfür als nützlich und wirksam oder als ungeeignet herausstellt, wird es zu einem Bestandteil der Erfahrung.

Explorierendes Tun, Lernen und Erfahrung:

In Situationen, die deutlich von dem ihnen vertrauten und bekannten Situationsspektrum abweichen (z.B. Berufsfeld- und Alltagsähnlichkeit), setzen Fachkräfte nach den Untersuchungen eine heuristisch-entdeckende Handlungsweise ein. Es lassen sich verschiedene Formen des Erfahrens unterscheiden. Diese reichen von einer intuitiven "Verinnerlichung" von situationsbezogenen Handlungsabfolgen und -konsequenzen (vgl. Kapitel 6.2.4, S. 169 ff.) bis hin zum Erfahrungserwerb durch die gedankliche Auswertung der Handlungsfolgen (vgl. Kapitel 6.2.3, S.

164 ff.). Grundsätzlich zeichnet sich Erfahrungserwerb durch ein explorierendes und herantastendes Vorgehen an. Wichtige Ressourcen für einen solchen Lernprozeß stellen dabei erfahrene Kollegen, aber auch Fachbücher und sonstige Informationsträger dar. Insbesondere durch Nachfragen, Zeigen und Nachmachen werden Anhaltspunkte gesammelt und weitergegeben, die dann wieder in einem eigenen Erfahrungsprozeß ausprobiert werden können.

Gütekriterium der Erfahrung:

Bei der Erfahrung handelt es sich um ein "*Wissen aus der Erfahrung, daß etwas funktioniert oder nicht funktioniert*". Die damit charakterisierte Form der Erkenntnis zeichnet sich dadurch aus, daß ein bestimmtes Vorgehen, ein bestimmter Zusammenhang für die Bewältigung einer vorliegenden aktuellen Situation als relevant erlebt wurde. Gegenüber dem Wissen zeichnet sich Erfahrung damit durch ihre besondere Qualität aus: Entscheidendes Merkmal ist das "*Wissen*" um die Relevanz der "*erfahrenen*" Zusammenhänge und Vorgehensweisen. Die theoretische Durchdringung der jeweiligen Ursache-Wirkungszusammenhänge und die Repräsentation der Handlungsabfolgen im Bewußtsein sind dabei nicht in ihrer Gänze notwendig und auf der Basis der Untersuchungen zum Teil auch gar nicht möglich. Bei der Erfahrung handelt es sich um ganzheitliche, d.h. um sowohl emotional wie auch kognitiv strukturierte Gedächtnisinhalte, die durch Ähnlichkeiten zu aktuellen Situationen in ihrer Gänze aktiviert werden und dann unmittelbar und intuitiv verfügbar sind.

Vertraute und "kritische Situationen" und die Erkenntnisqualität der Erfahrung:

Durch den Prozeß des Erfahrens kristallisiert sich allmählich heraus, worauf es in bestimmten Situationen "ankommt", worauf geachtet werden muß und welche Eingriffe zielführend sind. Der Anwendung von Erfahrung liegt eine besondere Form der Ähnlichkeitswahrnehmung zugrunde. Sie bezieht sich auf den Grad an Übereinstimmung zwischen aktuell auftretenden und den bereits erlebten Situationen. Vor dem Hintergrund des bereits angeeigneten und somit vertrauten Situationsspektrums gelingt eine Einordnung aktuell auftretender Situationen sowohl in globale Abläufe wie auch in eine Dimension aus "*normal*" und "*kritisch*". Die erfahrungsbasierte Orientierung über auftretende Situationen umfaßt verschiedene Niveaus, indem je nach der Erfahrung eine Einschätzung möglich wird, ob eine auftretende Situation "*nicht normal*" ist, ob sie den anforderungsgerechten Bearbeitungsverlauf oder ob sie die eigene Bewältigung gefährdet und in diesem Sinne "*kritisch*" ist (vgl. Kapitel 6.1, S. 133 ff.). Die so verstandene Erkenntnisqualität der Erfahrung zeichnet sich durch ihren impliziten Charakter aus. Es handelt sich hier um eine Bedeutungszuschreibung und um ein assoziatives Auswählen und Bewerten von Handlungsalternativen auf der Grundlage der wahrgenommenen Ähnlichkeit zu erlebten Situationen. Diese besondere Form der Erkenntnis stellt sich eher beiläufig und rezeptiv ein. Damit unterscheidet sie sich von einer Bewertung auf der Basis einer rationalen Analyse.

Steuerungsqualität der Erfahrung und die Bedeutung von Gefühlen der "Un-/Stimmigkeit":

Die psychische Steuerung in vertrauten Situationen zeichnet sich aus durch das Auswählen, Auslösen, Orientieren, Überwachen und Kontrollieren von Handlungsvollzügen anhand von Gefühlen des "*Passens*", der "*Un-/Stimmigkeit*" und der "*Un-/Sicherheit*". Die praktische Erfahrung läßt sich in diesem Zusammenhang als eine Art "*Resonanzboden*" für das Erleben in der

aktuellen Situation verstehen, d.h. die Wahrnehmung der aktuellen Situation löst eine Resonanz mit dem Erfahrenen aus. Das Ausmaß des "*In-Schwingung-Geratens*" entspricht dabei der wahrgenommenen Ähnlichkeit und wird im Erleben repräsentiert als Gefühle der "*Un-/Stimmigkeit*". Gefühle nach Art der Hellerschen Orientierungsgefühle (1960, vgl. auch Kapitel 8.3, S. 251 ff.) bilden somit Bewertungsmuster für Situationen und stellen Steuergrößen für das Wahrnehmen, das Denken und Handeln dar.

Diese Form der auf Erfahrung beruhenden und gefühlsgeliteten psychischen Steuerung steht in gänzlich "*neuen*" und subjektiv weitgehend "*unähnlichen*" Situationen (Feld- und Alltagsähnlichkeit) allerdings nicht in ähnlichem Ausmaß zur Verfügung. In solchen Situationen muß erst eine Orientierung gewonnen werden, worauf es ankommt, was wichtig ist und welche Handlungsmöglichkeiten prinzipiell erfolgversprechend sein könnten. Im Mittelpunkt stehen hier die Erfahrungs-genese sowie das Erlernen neuer Fähigkeiten und Fertigkeiten. Das Handeln und der psychische Steuerungsmodus zeichnen sich insgesamt wesentlich stärker durch entdeckende und darauf bezogene rationale und analytische Anteile aus. Entsprechend des suchenden Vorgehens in gänzlich unbekanntem Situationen resultiert im Erleben eine starke Verunsicherung, die unter Umständen die Aneignung der neuen Zusammenhänge verhindern können.

Wechselwirkungsverhältnis zwischen Emotion, Motivation und Erfahrung und ihre volitional/motivationale Qualität:

Die Regulation der emotionalen Beteiligung stellt eine Voraussetzung für den erfahrungsbasierten Steuerungsmodus dar. Um die eher im Hintergrund des Bewußtseins die Wahrnehmung, das Denken und Handeln steuernden Orientierungsgefühle wahrnehmen zu können, braucht es eine mittlere emotionale Anteilnahme. Sehr intensive und andauernde Emotionen wie z.B. die der Angst vor Versagen oder Sanktionen, aber auch die einer vorweggenommenen großen Freude, können den erfahrungsbasierten Steuerungsmodus unterbrechen.

Die Ergebnisse sind notwendigerweise auf das Handeln der Fachkräfte mit Maschinen und Anlagen in der industriellen Produktion bezogen. Von daher sind sie zunächst auch nur für dieses Anwendungsfeld gültig. Übertragungen auf andere Handlungsfelder wie z.B. die Arbeit im Büro oder auf den Alltag und die Freizeit sind dann möglich, wenn sich die "Erfahrungsfelder" von ihren Merkmalen und Ausprägungen her ähneln. Eine übergreifende "Theorie" der Erfahrung bedarf jedoch weiterer qualitativer Forschungen in anderen Anwendungsgebieten und eine sorgfältige Analyse auf Gemeinsamkeiten.

7 Das Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit

Im bisherigen Verlauf der Ergebnisdarstellung wurden zunächst Merkmale von Situationen mit Erfahrungserfordernis dargestellt. Anschließend sind typische Beiträge erfahrener Fachkräfte in den verschiedenen Untersuchungsfeldern beschrieben und in der empirisch begründeten theoretischen Kategorie der Erfahrung in einer verdichteten Art und Weise zusammengeführt worden. Auf dieser Grundlage konnten in einem weiteren Analyseschritt Anforderungen an die organisatorisch-technische Unterstützung von Erfahrungsprozessen in der Produktion abgeleitet und im Gestaltungsleitbild der "Erfahrungsförderlichkeit" gebündelt werden. Ein solches Leitbild, das auf die Unterstützung des Erwerbs, der Anwendung und der Weitergabe beruflicher Erfahrung des Arbeitshandelns abzielt, fehlt bisher in der Entwicklungslandschaft im Umfeld von Produktionstechnik für Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen.

Nationale und internationale Standardisierungsorganisationen wie z.B. das deutsche Institut für Normung e.V. (DIN), der Verein der deutschen Ingenieure (VDI) oder das europäische Komitee für Normung (CEN) haben zwar im Zuge der Bemühungen zur Umsetzung einer stärkeren Nutzerorientierung von Technik in den letzten 10 Jahren eine ganze Reihe entsprechender Normen und Richtlinien formuliert. So z.B. die internationale Norm ISO 9241: 1996 (Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten) als Nachfolger der DIN-Norm 66234-08:1988, die VDI-Richtlinie 5005 (Software-Ergonomie in der Bürokommunikation) sowie die EG-Richtlinie 90/270/EEC, die am 20.12.1996 in Form der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) auch für Deutschland rechtsverbindlich wurde. Für die angestrebte Unterstützung erfahrungsgelernter Arbeit im Umfeld der industriellen Produktion eignen sich diese Normen jedoch nur sehr partiell. Dafür sind verschiedene Gründe ausschlaggebend:

- Arbeitspsychologisch relevante Normen und Richtlinien haben nicht die Arbeit mit Werkzeugmaschinen zum Gegenstand. So zielt z.B. die Europäische Norm [EN], ISO 9241-1996, Teil 2, Anforderungen an die Arbeitsaufgaben (arbeitswissenschaftliche Leitsätze) auf die Arbeit mit Bildschirmarbeitsplätzen im Bürobereich ab. Erkenntnisse bezüglich der Software-Ergonomie aus dem Bürobereich können jedoch nicht ohne Weiteres auf den Bereich der industriellen Produktion mit Werkzeugmaschinen übertragen werden. Im Mittelpunkt steht hier die Steuerung und Kontrolle formgebender Werkzeugeingriffe. Die dabei entstehenden Prozesse zeichnen sich durch eine völlig andere Dynamik und durch weitreichendere Folgen und Schäden für das Werkstück und die Maschine aber auch für die Gesundheit der Fachkräfte aus, als dies z.B. bei der Editierung von Texten der Fall ist (vgl. Delp, Meier & Eissler, 1999, S. 204).
- Eine direkte Unterstützung erfahrungsgelernter Arbeit hat keine der Normen und Richtlinien explizit zum Thema. Im Wesentlichen stehen die aufgabenangemessene und erwartungskonforme Auslegung von Benutzungsoberflächen im Mittelpunkt. Unter **Aufgabenangemessenheit** wird dabei die Eignung von Interaktionssystemen verstanden, den Benutzer bei der Bewältigung seiner Aufgaben möglichst "*effektiv und effizient*" zu unterstützen (EN ISO 9241-1996, Teil 10, S. 4). Die **Erwartungskonformität** von Interaktionssystemen bezieht sich auf die Konsistenz der Dialogstrukturen und auf deren Anpassung an die Fähigkeiten und Fertigkeiten von Benutzern, wobei offen bleibt, was darunter verstanden soll. Die zur Verdeutlichung angeführten Empfehlungen zielen v.a. auf die Einheitlichkeit von Dialogstrukturen, auf die Verwendung der im Anwendungsbereich üblichen Sprache zur Bezeich-

nung von Menüitems sowie auf das Angebot aufgabenangemessener Informationen und Funktionalität ab.

- Die Normen und Richtlinien zeichnen sich generell durch ein sehr hohes Abstraktionsniveau aus. Anforderungen sind daher häufig so vage formuliert, daß Schlußfolgerungen bezüglich einer dem jeweiligen Kriterium adäquaten Umsetzung und Realisierung kaum gezogen werden können. Dies ist auch bei den Kriterien der schon angesprochenen EN ISO 9241-1996, Teil 10, S. 4-9) der Fall. Hier heißt es bei der Formulierung des Kriteriums der **Lernförderlichkeit**: "*Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt und anleitet*" (S. 9). Auch die angegebenen Empfehlungen und Beispiele lassen offen, was unter Konzepten, "*die für das Lernen nützlich sind*" (S. 9), oder unter "*relevanten Lernstrategien (z.B. verständnisorientiertes Lernen, Learning by doing, Lernen am Beispiel)*" (S. 9) zu verstehen ist und wie lernförderliche Interaktionssysteme zu gestalten sind.

Somit existiert eine deutliche Diskrepanz zwischen der weithin anerkannten Bedeutsamkeit der Erfahrung als menschlicher Produktionsressource und Gestaltungsrichtlinien zur Umsetzung einer "erfahrungsförderlichen" Technikgestaltung. Das in dieser Arbeit entwickelte Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit soll diese Lücke schließen.

Untersuchungen zur Technikgeschichte haben die Wirkung von Leitbildern in der Form eines Orientierungsrahmens für die konkrete Ausbildung von Entwicklungspfaden herausgestellt (Dierkes, Hoffmann & Marz, 1992,). Hirsch-Kreinsen (1993) hat die Orientierungsfunktion u.a. für das Leitbild der "Werkstatorientierung" nachgezeichnet, das den deutschen Entwicklungspfad seit ca. 1950 in bedeutsamer Weise prägt. Nach Rose (1995) zeichnen sich solche Untersuchungen zur Technikgeschichte und -genese jedoch durch eine retrospektive Analyse der ursächlichen Leitbilder auf der Basis des aktuellen Standes von Technikentwicklungen aus (S. 291). Im Forschungsverbund CeA wurde in einer offensiven Wendung versucht, durch die empirisch gestützte Ableitung von Leitbildern prospektiv auf die Entwicklung einer stärker nutzerorientierten Technik einzuwirken. Im einzelnen wurden die Konturen von vier nutzerorientierten, technischen Leitbildern mit der Hoffnung in die Fachdiskussion eingebracht, eine Technikentwicklung anstoßen zu können, die dann auch eine bessere Unterstützung erfahrungsgeliteter Arbeit ermöglicht. Die damals formulierten Leitbilder lauten wie folgt (Rose, 1995, S. 291):

- Offene Systemarchitekturen.
- Interpersonelle Kommunikation entlang Prozeßketten.
- Objektorientiertes Modellieren und Programmieren.
- Handlungsorientierte Ein- und Ausgabemedien.

Wie die aktuellen Diskussionen um die offene und herstellerübergreifende Steuerungsplattform OSACA (Schäfer, 1996 und 1998), um die handlungsorientierte Auslegung von Interaktionssystemen (Delp, Meier & Eissler, 1999; Schulze & Wahl, 1997), um Fragen des Wissens- und Erfahrungsmanagements (Kluge, 1999; Willke, 1998) und um die Bedeutung von Kommunikation entlang Prozeßketten (Haasis, 1997; Rose, 1999; Weber, 1998) sowie zwischen Betrieben (Endres & Wehner, 1996) zeigen, stellen die postulierten Leitbilder Entwicklungspfade dar, in denen zur Zeit wichtige produktionstechnische Innovationen erfolgen. Der enge Technikbezug der Leitbilder erwies sich für die Diskussion mit Ingenieuren von Vorteil. Gleichzeitig ist er aber

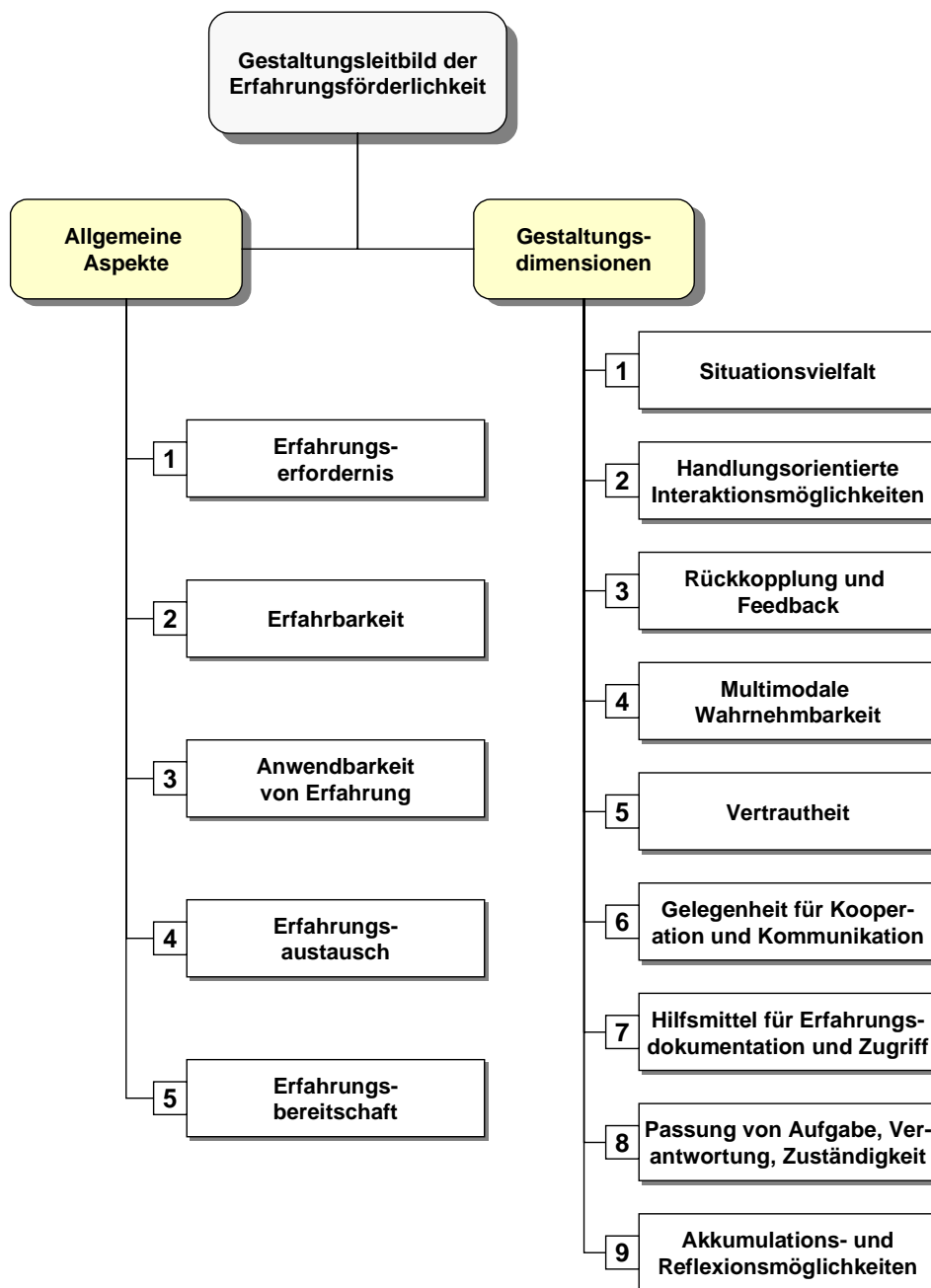
für die sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung von Nachteil. Durch den engen Technikbezug wird nicht unmittelbar deutlich, wie die Leitbilder - wie beispielsweise das der "offenen Systemarchitekturen" - erfahrungsgeleitete Arbeit fördern können.

Das nachfolgend abgeleitete und skizzierte Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit setzt auf den im CeA-Projekt formulierten Leitbildern auf und stellt gleichzeitig den (späteren) Nutzer der Produktionstechnik stärker in den Mittelpunkt. Es soll eine Orientierung für die konkrete Gestaltung sozio-technischer Produktionssysteme bieten, die speziell auf die Unterstützung von Erfahrungsprozessen ausgerichtet ist. Das Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit zielt somit ab auf die Unterstützung und weitestmögliche Förderung des Erwerbs, der Anwendung und des Austauschs von Erfahrung. Eine zentrale Anforderung besteht dabei darin, eine allgemeine Orientierung zu bieten, ohne der Gefahr der Vagheit und der resultierenden Orientierungslosigkeit auf Seiten der umsetzenden Entwicklungsingenieure zu erliegen. Eine Lösung des Problems eines angemessenen Verhältnisses zwischen dem Grad an Allgemeinheit und spezifischer Konkretheit - das Grote (1997) als "*Dilemma aller Instrument- und Methodenentwicklung, wie allgemeiner der Theorie- und Modellentwicklung, zwischen Genauigkeit, Einfachheit und Allgemeinheit wählen zu müssen*" (Grote, 1997, S. 167) umschreibt - wird durch den zweiteiligen Aufbau des Leitbildes versucht:

- Ein erster Teil beinhaltet allgemeine Aspekte, die den inhaltlichen Rahmen des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit aufspannen.
- Ein zweiter Teil formuliert Gestaltungsdimensionen, die in der Form von Gestaltungsperspektiven und exemplarischen Gestaltungsoptionen einen anschaulichen Eindruck von der organisatorisch-technischen Umsetzung und Realisierung des Leitbildes bieten.

Diese Struktur des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit ist in der folgenden Abbildung 19 grafisch veranschaulicht.

Abbildung 19: Struktur des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit



Die Aufteilung in einen allgemeinen, abstrakter gefaßten Teil und in einen konkreteren, auf konkrete Umsetzung abzielenden soll dem Anliegen von Entwicklern und Gestaltungspraktikern entgegenkommen. Anhand der allgemeinen Aspekte wird eine grobe Zielvorstellung von der anzustrebenden "Erfahrungsförderlichkeit" der organisatorisch-technischen Produktionssysteme vermittelt. Im Falle strittiger Realisierungsfragen soll ihnen darüber hinaus anhand der exemplarischen Gestaltungsoptionen konkrete Hilfe an die Hand gegeben werden.

Die folgende Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an diesem Aufbau des Leitbildes. In einem ersten Abschnitt werden die allgemeinen Aspekte des Leitbildes beschrieben. Anschließend sind die konkreten Gestaltungsdimensionen aufgeführt, die jeweils beispielartige Gestaltungsoptionen zur Verdeutlichung enthalten.

7.1 Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit

Nachfolgend werden die fünf allgemeinen Aspekte des Leitbildes dargestellt. Sie umfassen:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis.
- Die Erfahrbarkeit von Prozessen und Situationen.
- Die Anwendbarkeit und Aktualisierbarkeit erworbener Erfahrung.
- Den Erfahrungsaustausch.
- Die unindividuelle Bereitschaft für das Einlassen auf die Prozesse des Erwerbs, der Anwendung und des Austauschs von Erfahrung.

(1) *Situationen mit Erfahrungserfordernis*

Eine zentraler Aspekt des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit betrifft das Vorhandensein erfahrungsnotwendiger Situationen (siehe Kapitel 4.3., S. 89 ff.). Damit Erfahrung zur Bewältigung der im Produktionsalltag auftretenden Situationen gebildet und eingesetzt werden kann, ist es zunächst notwendig, daß auch Situationen auftreten, zu deren Bewältigung Erfahrung benötigt wird. Situationen mit Erfahrungserfordernis, z.B. in Form von "kritischen" Situationen für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß, zeichnen sich durch eine begrenzte Planbarkeit und Antizipierbarkeit sowie durch ihr unerwartetes Auftreten aus. Zugrunde liegen komplexe und in ihrem Einwirken auf den Produktionsprozeß nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand berechenbare Einflußgrößen. In der Folge entstehen situationsbezogene Variabilitäten, deren Bedeutung für den anforderungsgerechten Produktionsablauf zudem von verschiedenen Kontextfaktoren, wie beispielsweise den jeweiligen Fertigungsbedingungen, der Prozeßgeschichte oder den betrieblichen Konventionen, abhängt (vgl. ausführlicher S. 90 ff.). Ein erster allgemeiner Aspekt des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit von Produktionssystemen besteht somit im grundsätzlichen Auftreten von Situationen mit Erfahrungserfordernis.

(2) *Erfahrbarkeit von Prozessen und Situationen*

Ein weiterer Aspekt des Leitbildes besteht darin, daß Situationen mit Erfahrungserfordernis prinzipiell erfahrbar sind, d.h. daß die Genese von Erfahrung in diesen Situationen grundsätzlich möglich ist. So sind Situationen denkbar, zu deren Bewältigung Erfahrung erforderlich ist, die aber aufgrund bestimmter Bedingungen, wie z.B. sinnlich nicht wahrnehmbarer Prozesse, eine Erfahrbarkeit verhindern. Für den Erwerb einer neuen Erfahrung und für die Differenzierung bereits bestehender Erfahrung, muß die aktuelle Situation aus der Sicht des Erfahrenden in gewisser Weise "neuartig" sein. Voraussetzend ist somit das Auftreten von Situationen, die in ihrer aktuellen Form von einer bestimmten Fachkraft zuvor noch nicht bewältigt wurden und die von ihren Merkmalen und Prinzipien her von dem bisher erlebten Spektrum abweichen. Grundsätzlich eröffnen Situationen mit Struktur- und Feldähnlichkeit Möglichkeiten für den Erwerb oder die Differenzierung von Erfahrung. Darüber hinaus bestehen Voraussetzungen für die Erfahrbarkeit in der grundsätzlichen Steuer- und Kontrollierbarkeit der ablaufenden Prozesse. So muß auf den Prozeß in einer adäquaten Weise eingewirkt werden, und relevante Prozeßdaten müssen wahrgenommen und in ihrer Bedeutung für die Prozeßqualität interpretiert werden können. Damit ist nicht nur das Vorliegen "ganzheitlicher Aufgaben" im Sinne der Integration

von planenden, ausführenden und kontrollierenden Tätigkeitsanteilen angesprochen. Vielmehr sind darüber hinaus für die Erfahrungsförderlichkeit auch die Art und Weise der wahrnehmbaren Datenkulissen sowie angemessene Handlungs- und Eingriffsoptionen von Bedeutung. Die Erfahrbarkeit als zentraler Aspekt der Erfahrungsförderlichkeit zeichnet sich also u.a. dadurch aus, daß die Prozesse grundsätzlich steuerbar und von den Mitarbeitern mittels geeigneter Eingriffe beeinflussbar sind.

(3) Anwendbarkeit bereits erworbener Erfahrung

Ein weiterer Aspekt des Leitbildes besteht in der Verfügbarkeit über organisatorische Strukturen und angemessene Werkzeuge, damit Erfahrungen in die Steuerung des Produktionsprozesses eingebracht werden können. Eine weitere Voraussetzung betrifft in diesem Zusammenhang das Auftreten von Situationen, die den bereits "bekannten" und bewältigten Situationen hinreichend ähnlich sind. Ein Situationsspektrum, das von der Fall- bis zur Strukturähnlichkeit reicht, stellt sicher, daß deren Bewältigung auf der Basis der bereits ausgebildeten Erfahrung gelingen kann. Wird eine Fallähnlichkeit zwischen der aktuellen und einer erinnerten Situation wahrgenommen, so stehen auf der Grundlage der Erfahrung "intuitiv" die vormals erfolgreichen Handlungsfolgen vor Augen (vgl. Kapitel 6.2.4, S. 167 ff.). Damit die erfahrungsbasierten Maßnahmen auch ausgeführt werden können, müssen die dafür notwendigen Mittel bereitstehen.

Das Kriterium der Anwendbarkeit von Erfahrung unterscheidet sich von dem der Erfahrbarkeit dadurch, daß Erfahrungen auch zur Bewältigung von Situationen eingebracht werden können, die nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen erfahren werden können. Im Gegensatz zum Erwerb von Erfahrung ist für ihre Anwendung im Falle ähnlicher Situationen unter Umständen bereits ein Datenspektrum hinreichend, das für den Gewinn von Erfahrung nicht ausreichen würde.

Weiterhin ist der Erhalt von Erfahrung im Zusammenhang mit der Anwendbarkeit von Erfahrung ein relevantes Thema. In den Untersuchungen hat sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Prozessen der Erfahrungsgenese, -anwendung, sowie des Erfahrungsaustauschs und Gelegenheiten zum Üben und Trainieren herausgestellt. Das Erfahren neuer Zusammenhänge zwischen Situationen und Handlungen wie auch das Aktualisieren bereits erworbener Erfahrung ist auf Übung und Wiederkehr angewiesen. Der Schwerpunkt dieses Gestaltungsaspektes liegt auf der Sicherstellung der Verfügbarkeit wenig genutzter Erfahrung durch hinreichende Übungsgelegenheiten.

(4) Erfahrungsaustausch

Für die Bildung und für den Austausch von Erfahrung sind Gelegenheiten zur Kommunikation und Kooperation entscheidend. Spezifische erfahrungsrelevante Funktionen und Qualitäten des kommunikativen Austauschs konnten in den empirischen Fallstudien sowohl auf der Ebene der Werker untereinander wie auch entlang von Prozeßketten identifiziert werden (vgl. Kapitel 5.2, S. 96 ff.). Sozial-kollektive Austauschprozesse haben darüber hinaus wichtige Bedeutung für die Erweiterung des Handlungshorizontes und helfen, sich gegenüber Fehlermöglichkeiten abzusichern. Mittels eines abteilungsinternen und -übergreifenden Austausches kann ein Wissens- und Erfahrungspool entstehen, der insgesamt als größer einzuschätzen ist als der eines einzelnen sehr erfahrenen Mitarbeiters. Bei funktionierender Kommunikation und Kooperation können

selbst komplexe und seltene Störungen bewältigt werden, indem auf den vorhandenen Pool in seiner Gesamtheit zugegriffen wird. Der Gestaltungsaspekt des Erfahrungsaustauschs bezieht sich somit auf kommunikations- und kooperationsförderliche betriebliche Strukturen.

(5) Individuelle Bereitschaft für das Einlassen auf die Prozesse des Erwerbs, der Anwendung und des Austauschs von Erfahrung

Ein Ergebnis der Analyse besteht in der Identifikation einer emotionalen Anteilnahme als einer personbezogenen Bedingung für den Erwerb, aber auch für die Anwendung und Weitergabe von Erfahrung (vgl. Kapitel 6.3, S. 170). Eine spezifische Voraussetzung für den Erwerb neuer Erfahrung konnte in der persönlichen Entscheidung benannt werden, sich Problemen und Handlungsbarrieren zu stellen. Rahmenfaktoren für erfahrungsgelitetes Arbeiten, die in der Person liegen, werden im Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit unter dem Aspekt der Erfahrungsbereitschaft zusammengefaßt. Im Zentrum dieses allgemeinen Gestaltungsaspektes steht die Förderung einer Bereitschaft auf Seiten der Arbeitskräfte, sich auf die Genese, die Anwendung und auf den Austausch von Erfahrung einzulassen. Der Prozeß der Erfahrungsgenese bedeutet häufig eine im Moment als unangenehm erlebte Verunsicherung im Zuge des Fragwürdig-Werdens von Erfahrung (vgl. Kapitel 6.3.3, S. 178 ff.). Die Weitergabe von Erfahrung und das unternehmensweite Zur-Verfügung-Stellen von Erfahrung z.B. mittels Dokumentation bedeuten für die Fachkräfte darüber hinaus ein Risiko, denn sie geben eine wichtige Ressource und Quelle ihres Wissens und Könnens aus der Hand. Diese subjektiven "Kosten" der Erfahrungsprozesse sind durch subjektiven Benefit auszugleichen, wenn die Bereitschaft zum Machen, Einbringen und Weitergeben von Erfahrung auf einem Niveau gehalten werden soll, das für diese Prozesse voraussetzend ist.

In der Tabelle 17 sind die verschiedenen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit in ihren Merkmalen und Voraussetzungen zusammengefaßt.

Tabelle 17: Kriterien der Erfahrungsförderlichkeit und Voraussetzungen

Aspekte des Leitbildes	Voraussetzungen und Merkmale
Erfahrungserfordernis	Häufigkeit des Auftretens von Situationen, zu deren Bewältigung Erfahrung notwendig ist, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Situationen mit begrenzter Planbarkeit und Antizipierbarkeit aufgrund komplexer Einflußgrößen oder • komplexe und kontextabhängige Ursachen- und Wissenszusammenhänge.
Erfahrbarkeit	Möglichkeiten für den Erwerb von Erfahrung, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Auftreten von Situationen mit Struktur- und Feldähnlichkeit, • Steuerbarkeit und Beeinflußbarkeit von Prozessen sowie • Wahrnehmbarkeit relevanter Situationsmerkmale.
Anwendbarkeit von Erfahrung	Möglichkeiten für ein Einbringen von erworbener Erfahrung, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Auftreten von Situationen mit Fallähnlichkeit oder • Übungsgelegenheiten für selten benötigte Erfahrung.
Erfahrungsaustausch	Möglichkeiten für die Weitergabe und den Zugriff auf Erfahrung, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Gelegenheiten für abteilungsinterne Kommunikation und Kooperation, • Gelegenheiten für abteilungsübergreifende Kommunikation und Kooperation.
Erfahrungsbereitschaft	Möglichkeiten für die Ausbildung einer individuellen Bereitschaft für das Sich-Einlassen auf Erfahrungsprozesse, u.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Anreize für Erfahrungsgenese, -anwendung und -austausch sowie • Ausgleich subjektiver Kosten des Sich-Einlassens auf Erfahrungsprozesse durch persönlichen Benefit.

7.2 Gestaltungsdimensionen des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit

Das vorgängig in seinen allgemeinen Aspekten beschriebene Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit eröffnet Perspektiven zur organisatorisch-technischen Umsetzung und Gestaltung. Im Rahmen der Forschungen zur erfahrungsgeliteten Arbeit ist verschiedentlich der Versuch gemacht worden, Gestaltungsdimensionen in Form von Rahmenbedingungen zu benennen, die für die Bildung, die Anwendung und die Weitergabe von Erfahrung als förderlich anzusehen sind (Schulze & Witt, 1997, S. 105-110; Witt, Schulze & Rose, 1997, S. 471-473). Diese Erkenntnisse werden an dieser Stelle aufgegriffen, auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse ergänzt und weitergeführt. Die nachfolgend aufgeführten Dimensionen haben das Ziel, systematisch geordnete Hinweise für eine konkrete Gestaltung erfahrungsförderlicher Produktionssysteme geben zu können. Sie veranschaulichen, wie das Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit umgesetzt werden kann.

Die Gestaltungsdimensionen bilden in ihrer Gesamtheit einen Bezugsrahmen für die Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit. Jede einzelne Dimension enthält für sich erfahrungsrelevantes Gestaltungspotential, erst durch das Zusammenwirken aller Faktoren kann sich jedoch das erfahrungsförderliche Potential in voller Wirksamkeit entfalten. Daraus folgt, daß Bildung und Anwendung von Erfahrung behindert sind, wenn die Dimensionen nur marginale Ausprägungen aufweisen oder aber in ihrer Gesamtheit nicht erfüllt sind. Allerdings gilt der Umkehrschluß nicht zwangsläufig: Wenn die Rahmenbedingungen in ihrer Gesamtheit erfüllt

sind und damit dem Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit entsprochen wird, kann letzten Endes trotzdem nicht mit absoluter Sicherheit garantiert werden, daß eine Fachkraft auch tatsächlich Erfahrungen bezogen auf die erfolgreiche Bewältigung der jeweiligen Situationen macht. Dies ist über die Gestaltung geeigneter Rahmenbedingungen hinaus von der individuellen Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Arbeitsgegenstand vor dem Hintergrund der persönlichen Biographie und den individuellen Bedürfnissen und Absichten abhängig.

Die Gestaltungsdimensionen ordnen sich in das theoretische Konzept des sozio-technischen Systemansatzes ein (E. Ulich, 1998). Gestaltung und Optimierung zielen nach diesem Ansatz *"darauf ab, den Einsatz von Technik, die Gestaltung der Organisation und die Nutzung und Entwicklung der Qualifikationen der Beschäftigten (Mensch-Technik-Organisation-Ansatz) gemeinsam zu optimieren"* (Strohm, 1997, S. 118). Die große Stärke dieses Ansatzes liegt im Verständnis von Arbeitssystemen, das sich in diesem Verständnis aus einem technischen und einem sozial-organisatorischen Teilsystem zusammensetzt (Grote, 1997, S. 44). Der verbindende Bezug und gleichzeitig der Ansatz für die Ableitung von Gestaltungsanforderungen an die beiden Teilsysteme wird in dem jeweiligen Aufgabenspektrum gesehen. Die Rahmenbedingungen der Qualifikation, der Aufgabe, der Technik und der Organisation führen letztlich zu den jeweiligen Arbeitssituationen, die von den Fachkräften zu bewältigen sind. Durch diese systemische Betrachtungsweise kann die Arbeit von Menschen mit einem technischen System vor dem Hintergrund ihrer Einbettung in die organisatorische Arbeitsteilung und Kooperation verstanden werden.

Nachfolgend werden die abgeleiteten Gestaltungsdimensionen zur Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit präsentiert. Dabei wird zunächst der Beitrag der jeweiligen Dimension zur Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit begründet. Anschließend sind exemplarische Gestaltungsoptionen zur Veranschaulichung aufgeführt. Diese haben sich entweder in öffentlich geförderten Forschungsprojekten zur Unterstützung erfahrungsgeliteter Arbeit bewährt, oder sie stammen zwar aus anderen Zusammenhängen, sind aber für die Realisierung der Erfahrungsförderlichkeit bedeutsam. Im einzelnen handelt es sich um die folgenden Gestaltungsdimensionen:

- 1) Situationsvielfalt.
- 2) handlungsorientierte Interaktionsmöglichkeiten.
- 3) Rückkopplung und Feedback.
- 4) multimodale Wahrnehmbarkeit.
- 5) Vertrautheit mit Arbeitsmitteln, Prozessen, sowie mit Kollegen und Mitarbeitern.
- 6) Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation.
- 7) Hilfsmittel für Dokumentation und Zugriff auf verteilte vorliegende Erfahrung.
- 8) Passung von Aufgabe, Verantwortung und Zuständigkeit.
- 9) Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten.

7.2.1 Situationsvielfalt

Eine erste Gestaltungsanforderung zur Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit besteht in der Gewährleistung einer hinreichenden Bandbreite und Differenziertheit der auftre-

tenden Situationen. Eine nähere Bestimmung der Art und Weise der geforderten Vielfalt kann aus den Voraussetzungen und den Merkmalen erfahrungsgeleiteter Arbeit abgeleitet werden. Die Dimension der Situationsvielfalt ist dabei in mehrfacher Hinsicht für die Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes relevant, wie z.B.:

- Für die Sicherstellung der Erfahrungserfordernis v.a. Situationen mit Kontextabhängigkeit, einer hohen Komplexität der Einflußfaktoren und nur begrenzter Planbarkeit und Antizipierbarkeit.
- Für die Gewährleistung der Erfahrbarkeit v.a. Situationen, die aus Sicht der Fachkräfte neuartig und unbekannt sind.
- Für die Sicherstellung der Anwendbarkeit von Erfahrung v.a. Situationen, die im Rahmen des Spektrums liegen, das den Fachkräften bereits bekannt und vertraut ist.
- Für die Unterstützung des Erfahrungsaustauschs v.a. Situationen, die Kommunikation und kooperative Bewältigung ermöglichen.
- Für die Unterstützung der Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft v.a. Situationen, die eine emotionale Anteilnahme wie auch eine Übernahme von Verantwortung für die anforderungsgerechte Produktion erlauben.

Ein erfahrungsförderliches Situationsspektrum zeichnet sich somit durch eine Vielfalt aus komplexen, kontextabhängigen, neuen und unbekannten, vertrauten und bekannten, sowie solchen Situationen aus, die Kommunikation und Kooperation sowie die Ausbildung eines emotionalen Engagements unterstützen.

Eine besondere Schwierigkeit besteht in der Bestimmung und Sicherstellung einer angemessenen Neuartigkeit bzw. des reziproken Bekanntheitsgrades von Situationen. Da es sich bei der Bildung, Anwendung und Weitergabe von Erfahrung um personengebundene Prozesse handelt, muß eine Definition des "Neuen" bzw. des "Bekanntes" aus einer subjektiv-individuellen Sicht erfolgen und kann somit nicht losgelöst von dem jeweiligen Erfahrungsgrad der Fachkräfte bestimmt werden. Diese subjektiv-individuelle Fassung von "neuen" und "bekanntes" Situationen stellt eine besondere Herausforderung für die Realisierung eines heterogen zusammengesetzten Situationsspektrums dar. Sollen die Mitarbeiter im Laufe ihrer Arbeit sukzessive und kontinuierlich neue Erfahrungen machen können, so muß ihnen in einem bestimmten Ausmaß ein für sie neues, unbekanntes aber erfahrbares Situationsspektrum zugänglich sein. Die Anforderung an die Gestaltung der Produktionsstrukturen besteht hier in der Gewährleistung und Organisation eines individuell auf die Fachkräfte abgestimmten vielfältigen Situationsangebotes mit einem hinreichenden Anteil subjektiv neuer und komplexer werdender Situationen. Den Gestaltungsschwierigkeiten stehen auf der anderen Seite positive Auswirkungen auf die Motivation der Mitarbeiter, auf die Produktivität sowie auf die Innovationsrate der Fertigung gegenüber. Die Effekte sind auf der Grundlage der Untersuchungen als sehr bedeutsam einzuschätzen: Ein bestimmter Anteil neuer und vom bekannten Spektrum abweichender Situationen erlaubt nicht nur, sondern erfordert ein kontinuierliches Differenzieren bzw. Neumachen von Erfahrung. Den Fachkräften wird damit infolge der Erfahrungsanwendung der Gewinn von Sicherheit und Souveränität wie auch das Erleben von Herausforderung und Selbstbestätigung im Laufe erfolgreich durchlaufener Erfahrungszyklen möglich. Wirtschaftliche Effekte für das Unternehmen liegen in den Vorteilen einer auf Optimierung und Verbesserung von Produktions-

strukturen und -abläufen ausgerichteten Belegschaft. In der ausgewogenen Verteilung zwischen sich wiederholenden und neuartigen Situationen besteht somit eine zentrale Anforderung, um die im Fall eines monoton gleichbleibenden Spektrums beschriebenen Schrumpfungseffekte bezüglich der Erfahrung und des Selbstbewußtseins (vgl. Kapitel 6.3.3, S. 178 ff.) vermeiden und um das motivierende Erfahren neuer Problemzusammenhänge fördern zu können.

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Im Zuge der Realisierung erfahrungsförderlicher Fertigungsbedingungen ist also eine Situationsverteilung anzustreben, in der die sich ähnlichen und wiederkehrenden Situationen einen Grundstock bilden. Davon abweichende und zunehmend komplexer werdende Situationen sollten kontinuierlich auftreten. Ein solchermaßen individuell abgestimmtes und möglichst vielfältig aus wiederkehrenden und "normalen" sowie aus neuartigen und insofern "kritischen" Situationen zusammengesetztes Spektrum läßt sich im Produktionskontext über organisatorisch-technische Rahmenbedingungen verwirklichen. Gestaltungsmöglichkeiten bestehen z.B. in der Variation der Fertigungsaufträge, in der Reichweite der den Fachkräften übertragenen Aufgaben oder auch in der Organisation der Zuteilung von Aufgaben und damit von Situationen zu Mitarbeitern. Neue Perspektiven eröffnen sich zusätzlich infolge aktueller Marktanforderungen wie z.B. nach kundenorientierten Produkttypen, nach einer großen Typenvielfalt und den daraus resultierenden Anforderungen z.B. nach verteilter Zusammenarbeit entlang Prozeßketten und nach einem unternehmensweiten Wissensmanagement. Die folgenden exemplarischen und richtungweisenden Gestaltungsoptionen stützen sich auf die eigenen Untersuchungen sowie auf erste Evaluationen von entwickelten Prototypen und geben Hinweise für die erfahrungsförderliche Gestaltung.

(1) *Beteiligung der Fachkräfte an der Zuteilung von Aufgaben und Situationen*

Ein auch individuell "optimales" Mischungsverhältnis von "bekannten" und "neuen" Situationen sowie von komplexen und standardisierbaren Situationen ist "von außen" kaum zu bestimmen. An dieser Stelle ist die Beteiligung der Fachkräfte an der Zuteilung von Arbeitssituationen und Aufträgen von zentraler Bedeutung. Auf die Bedeutsamkeit von Beteiligungsprozessen für die Gestaltung erfahrungsförderlicher Produktionsumfelder haben Fleig & Schneider (1995) auf der Grundlage der betrieblichen Gestaltungsprojekte im Rahmen des CeA-2 Projektes im CIM-Umfeld zurecht aufmerksam gemacht (S. 89-90). In enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsvorbereitung wurde z.B. Mitarbeitern aus dem Fräsbereich eines kleineren Betriebes mit Einzelteil- und Kleinserienfertigung zunächst ein Auftragspool mit einem zeitlichen Horizont von bis zu einer Woche und verschiedenen Terminalsituationen in Form von Muß-, Soll und Kannterminen bereitgestellt. Die Aufträge mit zugehörigen Rohteilen oder Halbzeugen und Zeichnungen, Werkzeuglisten sowie Arbeitsplänen wurden auf einem Auftragseingangsregal in Sichtweite abgelegt. Den Fachkräften - es handelte sich um einen überschaubaren Bereich von 5 Maschinen - oblag die Belegungsplanung und die Bestimmung der maschinenspezifischen Reihenfolge der Auftragsabarbeitung (Fleig & Schneider, 1995, S. 152-172). Aus der Zeichnung und der Rohteilgeometrie konnten sich die Fachkräfte ein anschauliches "Bild" von den zu bearbeitenden Werkstücken und Bearbeitungsfolgen machen und die Maschinenzuteilung absprechen. Auf diese Weise wurde es ihnen möglich, mitzuentcheiden, in welchem Verhältnis und zu welchem Zeitpunkt sie "neue" oder "bekannte" Werkstücke bearbeiten. In der Evaluation dieser organisatorischen Maßnahme berichteten sie, daß ihnen damit eine Integration persönlicher Vorlieben und Befindlichkeiten in die tägliche Arbeitsgestaltung gelang. Gleichzeitig haben sich um ca.

30% kürzere Auftragsdurchlaufzeiten ergeben (Fleig & Schneider, 1995, S. 31) und auch die Maschinenauslastung stieg an (S. 163). Insgesamt zeigte sich als Folge des Beteiligungsprozesses eine starke Motivation der Fachkräfte und eine hohe Identifikation mit ihrer Arbeit (S. 169).

Auch das Konzept der autonomen Fertigungsinseln stellt eine interessante Gestaltungsoption für die Umsetzung eines erfahrungsförderlichen Situationsspektrums dar. Einem Team von Fachkräften wird dabei die "*Komplettbearbeitung eines oder mehrerer Produkte oder Teilprodukte*" (Demmer, Gohde & Kötter, 1991, S. 4) übertragen. Im Rahmen der jeweiligen Gesamtaufgabe der Fertigungsinsel nimmt die Gruppe z.B. die Zuteilung von Fertigungsaufträgen in Selbststeuerung vor. Dieses Konzept hat erfahrungsförderliche Relevanz, können die Fachkräfte doch mitentscheiden, welche Aufträge sie übernehmen möchten. Allerdings bleibt zu bedenken, ob die Leitidee der Komplettbearbeitung die erreichbare Situationsvielfalt bereits ausschöpft. Immerhin wird die jeweilige Komplettbearbeitung über "*Teilefamilien, Baugruppen und Erzeugnistypen*" (S. 21) hergestellt. Eine Beschränkung auf eines dieser Kriterien kann dabei leicht auch zu einer Begrenzung der Situationsvielfalt führen, indem z.B. eine Fertigungsinsel mit "*leichten drehenden Werkzeugen*" (S. 22) dann eben nur noch dieses Spektrum bearbeitet.

(2) Vergrößerung des bewältigbaren Situationsspektrums durch kontinuierliche Weiterbildung

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherstellung eines gewissen Grades an "Neuartigkeit" besteht in Gelegenheiten zu einer kontinuierlichen Weiterqualifizierung der Fachkräfte. Auf diese Weise können sie in die Lage versetzt werden, das von ihnen bewältigbare Situationspektrum allmählich zu erweitern. In diesem Zusammenhang ist eine Beobachtung aus dem Untersuchungsfeld der Massenfertigung interessant. Ein Automobilhersteller bietet seinen Fachkräften in der Produktion seit Mitte der 90-er Jahre die Gelegenheit, sich zu einer Elektrofachkraft weiter zu qualifizieren. Auf diese Weise konnte der Anteil von Störungen erhöht werden, die die Fachkräfteteams im Laufe ihrer Arbeit mit den Produktionslinien selbständig bewältigen konnten. Der Anteil selbst behobener Maschinenstillstände liegt dabei in der Massenfertigung mit ca. 70% (Schübach, 1994, S. 111) zwar auf einem hohen Niveau, eine weitere Steigerung ist jedoch aus Sicht der Unternehmen erforderlich und gleichzeitig schwer zu erreichen (Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 172). Auch die eigenen Untersuchungen bestätigen diesen hohen Anteil von Störungen. In den Untersuchungen bei einem großen Automobilhersteller stellte sich heraus, daß die Fachkräfte zwischen 85-90% aller Störungen bewältigten (vgl. Abbildung 13, S. 114). Aus Sicht der Produktionsplanung stellt insbesondere die Verbesserung der sehr zeitaufwendigen Bewältigung von 10-15% von Störungen, die die Werker bisher nicht selbst bewältigen konnten, eine große Herausforderung dar. Vor diesem Hintergrund wird die Relevanz der vorher geschilderten Zusatzqualifikation der Fachkräfte in der Produktion nachdrücklich deutlich. Diese Weiterqualifikation hat dabei nicht nur für den betreffenden Facharbeiter erfahrungsförderliche Bedeutung. Auch die anderen Fachkräfte des Produktionsteams profitieren, indem sie sich unter seiner Begleitung nun an für sie "neue" Situationen heranwagen.

(3) Beteiligung von Fachkräften an betrieblichen Veränderungsprozessen

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherstellung einer erfahrungsförderlichen Situationsvielfalt besteht in der Beteiligung von Fachkräften an betrieblichen Veränderungsprozessen. Die Mitarbeit an einem solchen Prozeß stellt in der Regel selbst eine "neue" Situation dar. In den Forschungsprojekten CeA, WesUF und HÜMNOS wurde dies von den Fachkräften durchweg bestätigt und als interessante Aufgabe und als angenehme Abwechslung gewertet (Carus, Schulze & Golinski, 1995, S. 125). Darüber hinaus können die Fachkräfte durch ihre Beteiligung über die Gestaltung ihrer späteren Arbeit mitbestimmen und auf die Ausprägung der an den Arbeitsplätzen auftretenden Situationen Einfluß nehmen. Dies konnte in den

Untersuchungen durch den Einbezug von Fachkräften in die Entwicklung und Vorabnahme einer neuen Produktionsanlage beim Maschinenhersteller in exemplarischer Weise umgesetzt werden. Die Fachkräfte steuerten hier eine Vielzahl von Verbesserungsvorschlägen (vgl. Kapitel 5.9, S. 124 ff.) bei, die zu einem nicht unwesentlichen Teil auch übernommen wurden. Die Fachkräfte selbst empfanden ihre Beteiligung als notwendig, um die Maschine auf den Bedarf der Fertigung anpassen zu können, da ihnen dies Ärger und Aufwand bei der späteren Benutzung erspart.

Diese exemplarischen Maßnahmen und Optionen vermitteln einen Eindruck, wie die Anforderung nach einem möglichst vielfältigen Spektrum aus bekannten und neuen sowie in der Komplexität variierenden Situationen umgesetzt werden kann. Einer so verstandenen Situationsvielfalt kommt auch eine Bedeutung für die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft als einem personalen Aspekt des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit zu. Indem subjektive Vorlieben und Bedarfe bezüglich der Anwendung oder des Erwerbs von Erfahrung in den Arbeitsalltag eingebracht werden können, werden Motivations- und Identifikationsprozesse gefördert. Damit wird auch die Übernahme von Verantwortung als Voraussetzung von Erfahrungsprozessen erleichtert.

7.2.2 Handlungsorientierte Interaktionsmöglichkeiten

Damit Fachkräfte die skizzierte Situationsvielfalt im Kontext der industriellen Produktion flexibel, schnell und anforderungsgerecht bewältigen können, müssen sowohl die dafür notwendigen organisatorischen Entscheidungsspielräume wie auch die technischen Funktionalitäten und Eingriffsmöglichkeiten zur Regulation der spannenden Bearbeitungsprozesse bereitgestellt werden. Die Dimension der handlungsorientierten Interaktionsmöglichkeiten ist in verschiedener Hinsicht für die Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit relevant:

- Für die Sicherstellung der Erfahrungserfordernis der Verzicht auf eine zu weitgehende Standardisierung der Produktionsablaufes, bzw. die Beteiligung der Fachkräfte an übergreifenden Planungsprozessen.
- Für die Gewährleistung der Erfahrbarkeit ein Angebot an explorierenden, entdeckenden und wirksamen Handlungsmöglichkeiten und der dafür geeigneten Werkzeuge, Funktionalitäten und Eingriffsmöglichkeiten.
- Für die Gewährleistung der Anwendbarkeit und Aktualisierbarkeit von Erfahrung die Verfügbarkeit von Handlungsfolgen, die sich als erfolgreich herausgestellt haben und den Zugriff auf die dafür notwendigen Werkzeuge, Hilfsmittel, Interaktionsmöglichkeiten und Funktionalitäten.
- Für die Förderung des Erfahrungsaustausches Gelegenheiten zur anschaulichen Weitervermittlung des eigenen Handelns in seinen Voraussetzungen und Ergebnissen.
- Für die Erleichterung der Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft Gelegenheiten und Möglichkeiten für flexibles Handeln.

Damit Erfahrungen in neuartigen Situationen gebildet bzw. im Zuge eines herantastenden Vorgehens differenziert werden können, ist ein "*Handlungsspielraum*" (Hacker, 1978, S. 73) zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben und der anfallenden Situationen auf Werkstattebene voraussetzend. Ein Pool aus verschiedenartigen Möglichkeiten zur Umsetzung von Handlungsabsichten und zum Ausprobieren neuer Ideen ermöglicht eine erfahrungsbasierte Verknüpfung von Situa-

tionskontext und Handlung. In der Verfügbarkeit über ausreichende Einflußmöglichkeiten auf die Produktionsabläufe und -prozesse sowie der entsprechenden Werkzeuge und Funktionalitäten besteht eine wesentliche Gestaltungsanforderung zur Realisierung von Erfahrungsförderlichkeit. Der Handlungsumfang und die Eingriffsmöglichkeiten und Funktionalitäten der Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme müssen dabei sowohl die Bearbeitung der anfallenden "Normalsituationen" wie auch die Bewältigung der ungeplant auftretenden "kritischen" Situationen erlauben.

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Erfahrungsförderliche Handlungsspielräume, Funktionalitäten und Interaktionsmöglichkeiten können durch die Gestaltung der organisatorischen und aufgabenbezogenen Bedingungen sowie der technischen Interaktionssysteme bereitgestellt werden. Die nachfolgend aufgeführten exemplarischen Gestaltungsbeispiele vermitteln wiederum einen Eindruck, wie die Dimension der handlungsorientierten Interaktionssysteme umgesetzt werden kann.

(1) *Beteiligung von Fachkräften an der Produktionssteuerung*

Die Erweiterung der Planungsreichweite von Fachkräften ist als erfahrungsförderlich zu werten, da der Fertigungsebene damit ein höherer Entscheidungsspielraum ermöglicht wird und Handlungsalternativen eröffnet werden. Auch in diesem Zusammenhang ist das bereits angesprochene Fertigungsinselkonzept (siehe S. 196) interessant. Mittels der Gestaltung sog. "Kernaufgaben" (Demmer, Gohde & Kötter, 1991, S. 20) kann für die Gruppe insgesamt die Reichweite der Planung und Entscheidung wesentlich weiter gespannt werden, als dies bei qualifizierter Einzelarbeit möglich wäre. Fleig & Schneider (1995) weisen darauf hin, daß im Sinne der Unterstützung erfahrungsgeliteter Arbeit die erweiterte Planungsreichweite auch im konkreten Arbeitshandeln der einzelnen Fachkräfte sichtbar sein muß (S. 35).

Eine aufgabenbezogene Gestaltungsperspektive besteht in der Zuschreibung von Aufgaben der Fertigungsfeinsteuerung an die Fachkräfte in der Fertigung. Beispiele betreffen auch hier wiederum die Vornahme von Maschinenbelegung und Auftragsreihenfolgeplanung durch Facharbeiter und darüber hinaus das eigenverantwortliche Management von Engpässen sowie die Übernahme von verwaltenden und archivierenden Aufgaben, wie z.B. die Werkzeug-, Programm- und Einrichteblattverwaltung. Hier sind erste Erfahrungen aus dem CeA-Projekt richtungweisend. Durch den Einfluß auf die Planung der spanabhebenden Bearbeitung sind die Fachkräfte in der Lage, Erfahrungen z.B. mit dem Material- und Werkzeugverhalten bereits frühzeitig in die Organisation des Fertigungsablaufes einzubringen (Carus, Nogala & Schulze, 1992a, S. 55).

(2) *Adäquate Funktionalitäten zur Prozeßregulation*

Eine zentrale Voraussetzung für die Erfahrbarkeit von Situationen besteht in der grundsätzlichen Steuerbarkeit und Beeinflussbarkeit der Situationen und ablaufenden Prozesse. Dies erfordert, daß in Prozesse eingegriffen werden kann oder wenn dies z.B. aufgrund der Schnelligkeit der ablaufenden Prozesse nicht möglich ist, daß sie zumindest eingestellt und in ihren Ablaufparametern verändert werden können. An herkömmlichen computergesteuerten Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen fehlen den Werkern in der Regel adäquate Funktionalitäten zur Durchführung kurzfristiger Bearbeitungsänderungen. Als eine Ursache hat sich insbesondere ein behinderter Datenaustausch zwischen CAD/CAM-Systemen und den Maschinensteuerungen herausgestellt. Bislang können Informationen von zentralen Programmiersystemen lediglich im Format des NC-Codes nach DIN 66025 zur Maschinensteuerung übertragen werden. Dies führt u.a. dazu,

- daß keine dreidimensionalen Zerspanvolumen übertragen werden, sondern nur Angaben über Verfahrwegpositionen (vgl. Schulz & Glockner, 1999, S. 161),

- infolgedessen können Änderungen an der geometrischen Information von Roh- und Fertigteil an der Maschinensteuerung nicht vorgenommen werden,
- ebenso ist die Aufspannsituation nicht geometrisch im NC-Programm abgebildet und
- notwendige Änderungen im NC-Programm müssen auf manuellem Wege mühsam in die Quellprogramme rückdokumentiert werden.

Infolge dieser Limitierungen des bidirektionalen Informationsflusses sind Veränderungen der Bearbeitungsstrategie meist nur über Manipulationen im Code des NC-Programms möglich. Die Relation von Werkzeugwegen zu den Spannmitteln kann nicht direkt aus dem Programm abgelesen, sondern muß von der Fachkraft auf der Grundlage einer Vergegenwärtigung der Spannpositionen "mitgedacht" werden. Infolge dieser reduzierten rechnerinternen "Vernetzung" bearbeitungsrelevanter Informationen sind Eingriffe in den Zerspanprozeß nur über den Override und den Not-Ausschalter möglich. So fehlt es z.B. an Funktionalitäten zu einem zerstörungsfreien Herausfahren aus dem Schnitt und zu einem Wiederanfahren an der unterbrochenen Stelle auch innerhalb eines Zyklus (Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1996, S. 165). Eine eingeschränkte Prozeßkontrolle hat dabei nicht nur für die Fachkräfte belastende Folgen, sondern ist auch hinderlich für die Sicherstellung der Bearbeitungsqualität. Die Fachkräfte können unter diesen Umständen ihr Leistungsvermögen, Störungen zu antizipieren und vorausschauend zu handeln, nicht in dem Maße entfalten, wie es erforderlich und möglich wäre. In der Folge kommt es häufig zu vermeidbaren Unterbrechungen des Bearbeitungsprozesses und zu Qualitätseinbußen. Im Projekt WesUF wurden auf der Grundlage eines objektorientierten Informationsmodells die Voraussetzungen für erweiterte On-Line-Eingriffe geschaffen:

- Für jedes Bearbeitungsobjekt können werkzeugspezifische Rückzugsstrategien definiert werden. Durch das mitgeführte 3-D-Geometriemodell ist der Steuerung zu jedem Zeitpunkt bekannt, welche Volumen bereits zerspannt sind. Dadurch ist ein zerstörungsfreies Wegfahren des Werkzeugs von der Werkstückkontur durch die manuelle Auslösung der entsprechenden Funktionalität möglich.
- Ein Wiederanfahren wird genau an der Stelle des Bearbeitungsabbruchs möglich.
- Durch die Einbindung manueller Bearbeitungsobjekte können an jeder Stelle der Bearbeitung manuelle Bearbeitungen eingefügt werden.
- Eine Veränderung der definierten Technologiewerte kann während der Bearbeitung durch Veränderung der Parameter und Attribute der einzelnen Objekte erfolgen. Die geänderten Technologiewerte werden gespeichert und sind im Wiederholfall verfügbar.

Diese erweiterten Möglichkeiten zur Prozeßregulation wurden in den Evaluationen von den einbezogenen Fachkräften v.a. aus der Einzel- und Kleinserienfertigung sehr begrüßt (Schulze, 1996), da es möglich wurde, "*schnell zu reagieren und etwas abzuändern*" (S. 191).

(3) *Adaptierbarkeit des Interaktionssystems an das Erfahrungsniveau*

In den empirischen Untersuchungen konnten je nach Erfahrungsstand der Fertigungsmitarbeiter unterschiedliche Handlungsweisen beobachtet werden. Produktionssysteme sollten den Nutzern eine Adaptation an ihr jeweiliges Erfahrungsniveau ermöglichen. Als hinderlich hat sich in diesem Zusammenhang die starre Dialogführung herkömmlicher Maschinensteuerungen herausgestellt. Damit fehlen den Fachkräften Möglichkeiten zu einem Abkürzen von Navigationswegen. Dies führt u.a. dazu, daß das Aufblenden von Masken nicht abgewartet, sondern bereits vorher auf die erwartete Funktionstaste gedrückt wird - je nach Erfahrungsstand mit teils gravierenden Folgen (Bolte, Carus, Schulze & Striepe, 1993, S. 215-226). Anzulernende und Experten haben offensichtlich unterschiedliche Bedürfnisse bezogen auf die Benutzung von Interaktionssystemen. Für Anzulernende wurden in den Befragungen systemseitig vorgegebene und angeleitete Dialogfolgen sowie ein "Lern- und Simulationsbetrieb" für vorteilhaft angesehen. Demgegenüber sollten Experten diese Formen

der Unterstützung ausschalten und sich eigene Wege durch Menüs bahnen können. In der Entwicklung und prototypischen Umsetzung des HÜMNOS-Bedienfeldes wurde versucht, dieser Anforderung gerecht zu werden (Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 45):

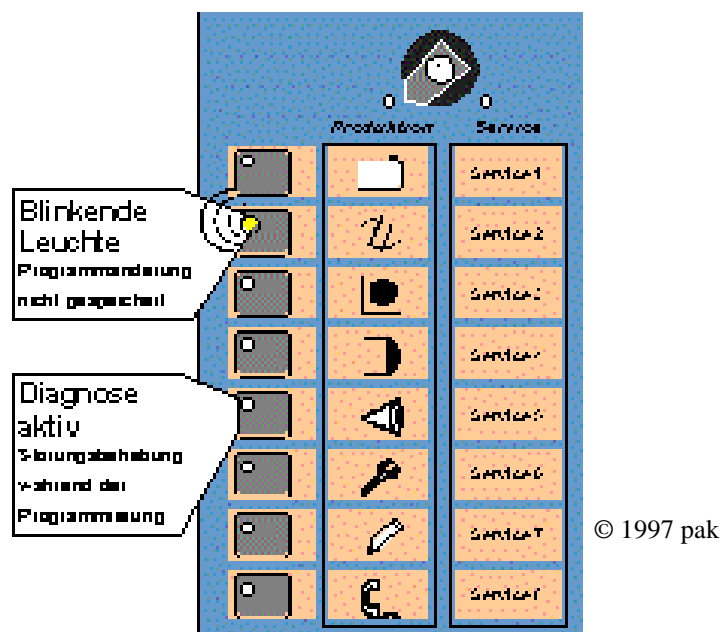
- Alle Nutzer besitzen Zugriff auf die vollständige Funktionalität eines Bediensystems, d.h. es gibt keine - durch unterschiedliche Zugangsebenen - "versteckten" Funktionen und Anzeigen.
- Damit besitzen auch Anfänger die Möglichkeit, sich im Laufe der Zeit selbständig ein vollständiges Bild der Möglichkeiten am Bediensystem aufzubauen.
- Um allerdings fehlerhaften Dateneingaben und Bedienungen der Maschine vorzubeugen, müssen derartige Eingaben und Änderungen deutlich erkennbar gemeldet werden. Eingaben werden erst nach der aktiven Bestätigung durch die Nutzer übernommen.

(4) Möglichkeit zur Unterbrechung und Wiederaufnahme von Handlungen

Eine Leistung von erfahrenen Fachkräften in der Produktion besteht in der flexiblen Bewältigung alltäglich auftretender Aufgaben wie auch von "kritischen" Situationen. Diese Flexibilität beruht dabei u.a. auf ihrer Fähigkeit, mehrere Aufgaben miteinander verzahnt parallel durchzuführen, d.h. beispielsweise bestimmte Handlungen zu unterbrechen, andere einzuschieben und zu späteren Zeitpunkten zuvor unterbrochene wieder weiterzuführen. Aus dieser Fähigkeit leitet sich die Anforderung ab, daß Steuerungssysteme ein Unterbrechen von Handlungen, das Einschieben anderer und das Fortführen an der unterbrochenen Stelle ermöglichen und unterstützen sollten. Auch diese Anforderung wurde im HÜMNOS-Bedienfeld prototypisch umgesetzt:

- Der Wechsel zwischen Menübereichen ist zu jedem Zeitpunkt zulässig.
- Wenn allerdings eine Handlung in einem Bedienbereich noch nicht beendet ist (z.B. ein Programm wurde im Bedienbereich Programmieren geändert, aber noch nicht abgespeichert), jedoch in einen anderen Bedienbereich gewechselt wird, blinkt die Hintergrundbeleuchtung der Taste des noch nicht abgeschlossenen Bedienbereiches. Dieses Prinzip ist in Abbildung 20 veranschaulicht.

Abbildung 20: Lenkung der Aufmerksamkeit durch blinkende Kodierung (aus: Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 46)



- Das Interaktionssystem speichert den in dem vorherigen Bereich erreichten Bearbeitungsstand und erlaubt nach dem Rückwechsel eine Weiterarbeit an genau der unterbrochenen Stelle.

(5) Handlungsorientierte Funktionalitäten zur Bewältigung "normaler" und "kritischer" Situationen

Eine wesentliche Anforderung an die Gestaltung von Interaktionssystemen im Anwendungsbereich der industriellen Fertigung betrifft die Unterstützung der Bewältigung von "normalen" und bekannten Situationen wie auch von "kritischen" und neuartigen Situationen durch handlungsorientierte Funktionalitäten (vgl. Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1996, S. 136 ff.). Die handlungsorientierte Auslegung von Interaktionssystemen bedeutet in diesem Zusammenhang die Unterstützung der Handlungsschritte und -abfolgen in der Art und Weise, in der die Werker sie in den konkreten Situationen ausführen (Schulze & Wahl, 1997, S. 55 ff.). Technische Umsetzungen der Anforderung nach einer besseren Unterstützung der Bewältigung "normaler" Situationen bestehen z.B. darin, daß die entsprechenden Funktionen und Anzeigen in einer am Handlungsfluß orientierten Art und Weise angeboten werden. Auch die Unterstützung eines schnellen Zugriffs auf häufig genutzte Funktionen und Anzeigen z.B. über sog. "Shortcuts" in Form fester Funktionstasten (S. 57) ist in diesem Zusammenhang beispielgebend. Kurze Wege durch Menüs wurden in diesem Zusammenhang von Fachkräften als hilfreich eingeschätzt (Witt, Schulze, Schulz, Glockner, Fechter & Rose, 1996, S. 156). Wie die Untersuchungen in den verschiedenen Untersuchungsfeldern zeigen, unterscheiden sich die von den Fachkräften jeweils häufig genutzten Funktionen, wie in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Shortcuts für Einzel- und Serienfertigung (in Anlehnung an Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 27-29)

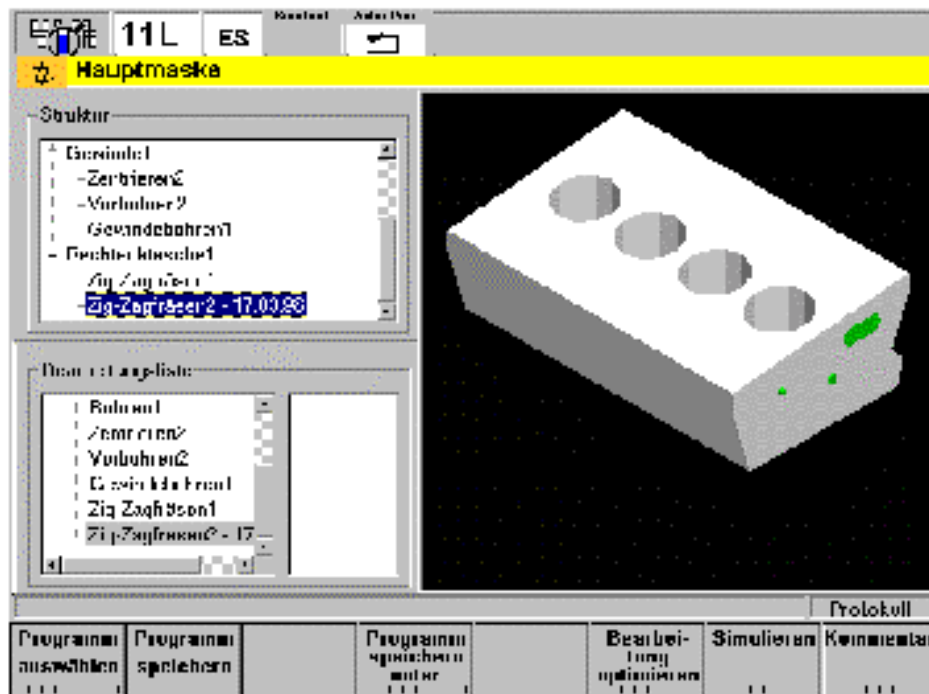
Funktionen und Anzeigen	
Einzelfertigung	Massenfertigung
<ul style="list-style-type: none"> • Ein- und Ausschalten des Kühlmittels • Override-Regler für Vorschub und Drehgeschwindigkeit • Eilgangtaste • Achsverfahrtasten • Betriebsartenwahlschalter • Aufruf des Werkzeugkorrekturspeichers • Aufruf der Nullpunkttafel • Achse freifahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung - Sofort Halt • Grundstellung • Halt nach Taktende • Betriebsartenwahlschalter • Tasten für die Einrichtbewegungen • Eilgang (NC-Einheit) • Override-Regler für F und S (NC-Einheit) • Achsen freifahren • Werkzeugwechsel (beim Bearbeiten und Vorbereiten) • Anlagenübersicht (beim Bearbeiten und nach der Störungsbehebung in Diagnose)

Weiterhin sind insbesondere explorative Funktionalitäten notwendig, um ein Herantasten und Erkunden der von dem vertrauten Spektrum abweichenden Situationen zu ermöglichen. Für eine solche Vorgehensweise reichen die herkömmlichen Eingriffsmöglichkeiten mittels Stoptaste und Override zur Geschwindigkeitsregulation nicht aus. Die bereits angesprochenen Funktionalitäten zur Durchführung kurzfristiger Bearbeitungsänderungen im Falle "kritischer" Situationen in Form von Möglichkeiten zum zerstörungsfreien Weg- und Wiederanfahren an die Kontur sowie zur Protokollierung der tatsächlich gefahrenen

Technologiewerte (vgl. Striepe 1995, S. 162) haben sich auch in diesem Zusammenhang als erfahrungsförderlich herausgestellt.

Im Rahmen des Projektes WesUF (Rose, 1996) wurde durch das objektorientierte Informationsmodell auf der Basis von Bearbeitungsobjekten die bisherige sequentielle Aufeinanderfolge von detailgenauer und abschnittsweiter Planung in Form der NC-Programmerstellung und anschließender Ausführung in Form der maschinellen Abarbeitung aufgehoben (Schulz & Glockner, 1999, S. 157-170). Nunmehr kann zyklisch und in feinem Auflösungsgrad zwischen Planung bzw. Festlegung und Abarbeitung gewechselt werden. Darüber hinaus kann nicht nur die Technologie, sondern der gesamte Bearbeitungsablauf für das Bearbeitungsobjekt geändert werden. Abbildung 21 zeigt, daß der Bearbeitungsablauf als Baumgraphisch auf der Steuerungsoberfläche darstellbar ist. Die geänderten Arbeitsschritte und -abläufe können anschließend unmittelbar abgefahren werden.

Abbildung 21: Objektorientierte Darstellung des Bearbeitungsprogramms
(aus: Schulz & Glockner, 1999, S. 167)



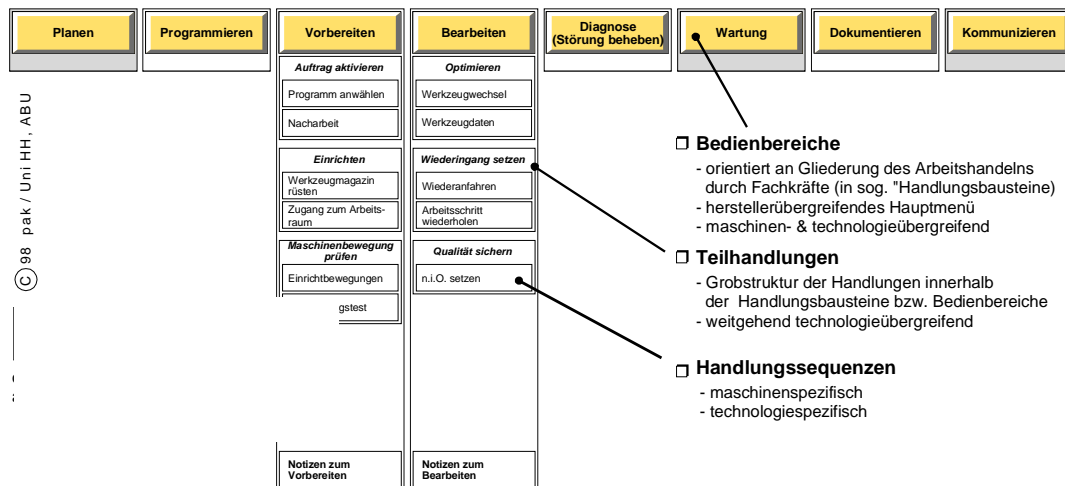
© PTW 1999

(6) Handlungsorientierte Vereinheitlichung von Interaktionssystemen in der industriellen Produktion

Gegenüber dem Bürobereich mit einer wesentlich höheren Vereinheitlichung der Benutzungsweise der Interaktionssysteme zeichnen sich die in der Produktion verwendeten Bediensysteme durch eine sehr große Heterogenität der Steuerungssysteme aus (Schäfer, 1996, S. 57). Dies führt zu Hürden in der Übertragbarkeit gewonnener Nutzungserfahrung (vgl. Kapitel 5.7, S. 119 ff.). Im Projekt HÜMNOS wurde erstmals ein vereinheitlichtes Bediensystem für die Produktion prototypisch verwirklicht, das sich am Handeln von Fachkräften orientiert. Dabei wurde gemeinsam mit Fachkräften eine einheitliche Zuordnung der Einzelfunktionen und Anzeigen zu Menühauptpunkten entsprechend den als zusammengehörig erlebten Handlungsbereichen erarbeitet. In der Einzel-, der Kleinserien- und der Massenfertigung gliederten die Werker ihre Arbeit übereinstimmend in die Bausteine *Planen/Disponieren*, *Vorbereiten*, *Programmieren/Optimieren*, *Bearbeiten*, *Diagnose*, *Wartung*, *Kommunizieren* und *Dokumentieren* (Schulze, Funk, Hildebrandt & Wahl, 1999, S. 87). Die Gliederung der Tätigkeiten in diese acht Bausteine besitzt nach den Untersuchungen techno-

logieübergreifende Gültigkeit. In der Einzel- und in der Massenfertigung fanden sich allerdings innerhalb der einzelnen Handlungsbereiche deutlich unterschiedliche Ausprägungen in den Tätigkeitssequenzen. Die Fachkräfte erachteten technologiespezifisch jeweils verschiedene Einzelfunktionen und Anzeigen für notwendig (Schulze, Funk, Hildebrandt & Wahl, 1999, S. 96). Im HÜMNOS-Projekt wurden diese Anforderung nach einer Vereinheitlichung der Grobmenüstruktur bei gleichzeitiger technologiespezifischer Auslegung der Untermenüs durch eine modular angelegte Benutzungsstruktur umgesetzt, wie sie in der Abbildung 22 dargestellt ist.

Abbildung 22: Modularisierung der Menüstruktur (aus Rose, Schulze & Wahl, 1998, S. 70)



In ersten Evaluationen des prototypisch realisierten HÜMNOS-Bediensystems hat sich diese Form einer am Handeln orientierten Vereinheitlichung bewährt (Schulze, Rose & Witt, 1999). Hierdurch wird nach Meinung der einbezogenen Fachkräfte die Einarbeitung und Orientierung in die jeweilige Steuerung entscheidend erleichtert - da man "weiß, wo man suchen soll" (S. 127). Die im Projekt HÜMNOS beteiligten Maschinen- und Steuerungshersteller sowie die Großanwender BMW und Daimler-Chrysler haben mittlerweile auf der Grundlage der erreichten Spezifikation der objektorientierten Steuerungsplattform konkrete Schritte in Form eines Lastenhefts vereinbart, um diese Plattform unter Echtzeitbedingungen zur Industriereife weiterzuentwickeln. Die im Wettbewerb stehenden Akteure handelten eine Vereinbarung aus, wie es für den Maschinen- und Anlagenbau bisher einmalig ist. Die Großanwender erklärten, bei zukünftigen Großprojekten die HÜMNOS-OSACA Steuerungsplattform berücksichtigen zu wollen. Dieses Agreement wird seit Mitte 1998 auf Messen und ähnlichen Gelegenheiten verbreitet. Unter Förderung des VDW (Verband der deutschen Werkzeugmaschinenhersteller e.V.) und des OSACA-Vereins werden zur Zeit weitere Industriefirmen einbezogen. Somit hat die handlungsorientierte Menüstruktur eine wirkliche Chance, zu einem Industriestandard zu werden, zumal sie bereits in einen Style Guide zur Gestaltung von Benutzungsoberflächen von Werkzeugmaschinen eingeflossen ist (Hümnos & Osaca, 1997).

(7) Fehlerfreundlichkeit bzw. Fehlertoleranz von Interaktionssystemen

Für den Prozeß des Fragwürdig-Werdens von Erfahrung und für die anschließende Erfahrungsgenese kommt Handlungsfehlern in Form nicht beabsichtigter Konsequenzen ein herausragender Stellenwert zu. Im Rahmen eines erkundenden Ausprobierens und Herantasten kommt es zwangsläufig immer wieder zu "Fehlern" und damit zu unbeabsichtigten Konsequenzen. Diese sind als Quelle der Erkenntnis und Erfahrung wertzuschätzen und

müssen grundsätzlich vom System auch zugelassen werden. Allerdings ist das Ausmaß der Konsequenzen für die Gesundheit der Nutzer und für die technischen Systeme zu begrenzen. Die Anforderung, "*die Ausbildung von Gefahrenkognitionen und die Einschätzung von Risiken*" (Wehner, 1992, S. 17) zuzulassen, um damit die Übernahme von Verantwortung zu ermöglichen und "*unerwünschte Ereignisse*" (S. 17) nicht grundsätzlich vermeiden zu wollen, ist Gegenstand des Konzeptes der Fehlerfreundlichkeit (Wehner, 1992). Mittlerweile ist dieses Konzept zumindest teilweise in Form des Gestaltungskriteriums der "Fehlertoleranz" in die Norm EN ISO 9241-1996, Teil 10 für Bürosysteme eingeflossen. Als "*fehler-tolerant*" werden Dialoge bezeichnet, "*wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand des Benutzers erreicht werden kann*" (EN ISO 9241-1996, Teil 10, S. 7). Für die Gestaltung mit Produktionsanlagen und Werkzeugmaschinen ist das Konzept allerdings bis dato noch nicht in Form einer Gestaltungsrichtlinie umgesetzt. Auch in der gerade in Abstimmung befindlichen VDI/VDE Richtlinie zur Gestaltung von Bediensystemen für elektronisch gesteuerte Maschinen fehlt ein entsprechendes Kriterium (VDI/VDE, 1998). Wie bereits angesprochen, bestehen gegenüber dem Bürobereich in der Produktionstechnik allerdings veränderte Rahmenbedingungen. Fehlertoleranz als reines Rücksetzen von Eingaben oder Funktionen läßt sich hier prozeßbedingt nur selten gestalten.

Die explorierende Form des Handelns als Methode des Erfahrungserwerbs wie auch die Nutzung herausgebildeter Handlungsfolgen in vertrauten Situationen lassen sich somit durch organisatorische und technische Gestaltungsmöglichkeiten unterstützen. Sind angemessene Eingriffs- und Interaktionsmöglichkeiten zur Bewältigung des anfallenden Situationsspektrums vorhanden, so können sowohl subjektive Sicherheit infolge souveränen Handelns wie auch Stolz und Selbstbestätigung im Zuge von Erfolgserlebnissen im Laufe der Erfahrungsbildung erlebt werden. Den Möglichkeiten zu einem Handeln, das auf der Grundlage der vorhandenen organisatorischen und technischen Voraussetzungen flexibel auf die Bildung und die Anwendung von Erfahrung hin ausgerichtet werden kann, kommt ein motivierendes Potential zu. Damit wird auch die Ausbildung der Bereitschaft erleichtert, sich auf Erfahrungsprozesse einzulassen.

7.2.3 Rückkopplung und Feedback

Rückkopplungen bzw. Feedback über Konsequenzen der eigenen Entscheidungen und Handlungen für den Fertigungsablauf und die Qualität des Arbeitsergebnisses sind - in verschiedener Art und Weise - für die Genese, das Anwenden und für den Austausch von Erfahrung voraussetzend. In der Literatur wird der Begriff der "Rückkopplung" v.a. im Rahmen kybernetischer Regelung und Steuerung verwendet. Im deutschen Sprachraum bedeutet Rückkopplung "*im wesentlichen nur das Zurückführen einer Ausgangsgröße eines Subsystems als Eingangsgröße eines anderen Subsystems in einem zirkulären Gesamtsystem*" (Herzer & Noll, 1991, S. 43). Demgegenüber wird der Begriff des Feedbacks auch in der Informatik in einem erweiterten und offeneren Verständnis verwendet. "*Der Prozeß der Rückmeldung einer Rechnerausgabe unter Berücksichtigung der durch die Rückmeldung beeinflussten Folgehandlungen des Anwenders*" (S. 43) läßt sich nach Meinung von Herzer & Noll (1991) als Feedback verstehen. Auf dieser begrifflichen Unterscheidung aufsetzend, werden im folgenden System- oder Prozeßrückmeldungen, die durch Eingaben in ein Rechner- oder Maschinensystem hervorgerufen werden, als "**Rückkopplung**" bezeichnet. Über die Systemgrenzen hinausgehende oder vom System nicht direkt erfaßte Informationen z.B. bezüglich des Funktionierens der gefertigten Teile im

Gesamtprodukt oder auch die verbalen Mitteilungen bezüglich eingehaltener oder überschrittener Termine werden demgegenüber als "**Feedback**" gefaßt.

Diese Unterscheidung differenzieren Fleig & Schneider (vgl. 1995) im Zusammenhang mit Erfahrungsprozessen weiter, indem sie in Abhängigkeit von der psychischen Handlungsorganisation drei verschiedene Ebenen von Rückkopplungen und Feedbackprozessen unterscheiden (Fleig & Schneider, 1995, S. 11):

- Die Ebene der Handlungsregulation in Form eines Feedbacks bezüglich der Effekte von durchgeführten Handlungen. Dies betrifft z.B. sowohl eine Rückkopplung, ob eine ausgelöste Funktion vom Interaktionssystem auch wirklich ausgeführt wird, wie auch ein Feedback über die Auswirkungen der ausgelösten Operation im weiteren Umfeld.
- Die Ebene der arbeitsbezogenen Zweckbestimmung, die über das Feedback in Form der unmittelbaren Handlungsergebnisse hinausgeht. Gemeint ist z.B. ein Feedback über den Stellenwert der eigenen Arbeit für das Gesamtprodukt.
- Die Ebene des gesellschaftlich relevanten Sinnzusammenhangs als der abstraktesten Form des Feedbacks, der aber eine hohe Bedeutung für die Motivation zur Verantwortungsübernahme zukommt. Je weiter der Zweckbezug dabei über die einzelne Aufgabe z.B. bis hin zur Verwendung der Gesamtprodukte im gesellschaftlichen Alltag gespannt wird, um so mehr kann sich nach Fleig & Schneider "*ein gesellschaftlich relevanter Sinnzusammenhang erschließen, (...) eine aus Interesse an der Sache, aus eigenem Antrieb entstehende (intrinsische) Verantwortungsbereitschaft*" (1995, S. 12) entwickeln.

Deutlich wird, daß im Rahmen erfahrungsgeleiteter Arbeit Rückkopplungs- und Feedbackprozesse weiter zu fassen sind als bis zur Ebene direkter und konkreter Systemrückmeldungen und Handlungsergebnisse. Insbesondere sind sinnvermittelnde Feedbackprozesse mit zu berücksichtigen. Zur Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit sind auf der Grundlage dieses weitreichenden Verständnisses verschiedene Charakteristika gestaltungsrelevant:

- Für Situationen mit Erfahrungserfordernis sind kontextabhängige Rückkopplungs- und Feedbackprozesse relevant.
- Für die Gewährleistung einer Erfahrbarkeit von Situationen sind v.a. die Direktheit, Unmittelbarkeit und Vollständigkeit der Rückkopplungen und des Feedbacks relevant.
- Für die Sicherstellung der Anwendbarkeit von Erfahrung sind v.a. Rückkopplungen und Feedback relevant, die das Nicht-Eintreten erwarteter Ergebnisse anzeigen.
- Für die Gewährleistung des Erfahrungsaustauschs ist v.a. ein Feedback hinsichtlich der Nützlichkeit der weitergegebenen Erfahrung relevant.
- Für die Ausbildung einer Erfahrungsbereitschaft ist insbesondere ein Feedback über die Bedeutsamkeit der eigenen Arbeit für das Gesamtprodukt relevant.

Die Genese von Erfahrung wird durch zeitlich möglichst unmittelbar den Handlungen nachfolgende Rückkopplungen und Feedbackprozesse gefördert. Je kürzer der zeitliche Abstand ist, desto eher kann ein Zusammenhang zwischen der Rückkopplung bzw. dem Feedback und der Situation hergestellt werden, in der die Handlung stattfand. Weiterhin sind eine möglichst direkte Zuordenbarkeit der Ergebnisse zu den einzelnen Handlungen, wie auch die Vollständigkeit der zugänglichen Konsequenzen, erfahrungsförderliche Kriterien. Dieser unmittelbare, direkte und vollständige Zusammenhang ist bei der Anwendung von Erfahrung jedoch nicht in diesem

Ausmaß und nicht in jedem Fall erforderlich. Erfahrene Facharbeiter zeichnen sich gerade dadurch aus, daß ihnen im Rahmen des vertrauten Spektrums zum Teil auch indirekte, vermittelte und unvollständige Informationen genügen. Die Qualität der für die Prozesse der Erfahrungsbildung und -anwendung notwendigen Feedbackprozesse unterscheidet sich somit. Dies ist sowohl für die kapazitiv-dispositive Auftragsabwicklung wie auch für den maschinellen Zerspanungsprozeß zutreffend. Auf der Grundlage ihrer Erfahrung gelingt es Fachkräften, fehlende Rückkopplungen und fehlendes Feedback z.B. bezüglich des Funktionierens der gefertigten Werkstücke im Gesamtprodukt zu kompensieren. In "kritischen Situationen" z.B. während der Überwachung der maschinellen Bearbeitung legen allerdings auch erfahrene Fachkräfte Wert auf eine möglichst direkte, unmittelbare und vollständige Rückkopplung bzw. Feedback über den Bearbeitungsverlauf. Es muß daher sichergestellt sein, daß in diesen Fällen ein vollständiges, unmittelbares und direktes Feedback möglich ist.

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Der Zusammenhang zwischen erfahrungsförderlichen Rückkopplungs- und Feedbackprozessen und dem jeweiligen Kenntnis- und Erfahrungsspektrum der jeweiligen Fachkraft eröffnet Gestaltungsperspektiven, die in klassischen Gestaltungsrichtlinien nur vage ausformuliert sind. So wird z.B. in dem Kriterium der "*Erwartungskonformität*" von Softwaresystemen als Anforderung die Umsetzung "*konsistenter*" Dialoge (EN ISO 9241-1996, Teil 10, S. 6) formuliert. Solche konsistenten und erwartungskonformen Dialoge werden nur sehr pauschal in Beziehung gesetzt zu den "*Merkmale des Benutzers*" (S. 6) wie z.B. "*seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie den allgemein anerkannten Konventionen*" (S. 6). Diese Anforderung kann auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen erweitert und vertieft werden. Die Art und Weise angemessener Rückkopplung und Feedbacks sind dabei nicht nur von der allgemeinen Erfahrung des Nutzers abhängig, sondern darüber hinaus davon, ob es sich um einen Prozeß der Bildung oder der Anwendung von Erfahrung handelt. Zu fordern ist eine grundsätzliche Variabilität und Konfigurierbarkeit der Rückkopplungs- und Feedbackprozesse. In Abhängigkeit von der Art und Weise des Erfahrungsprozesses zeichnet sich Erfahrungsförderlichkeit somit durch Optionen zur Erhöhung oder Verminderung der Direktheit, der Unmittelbarkeit und der Vollständigkeit von Rückkopplung und Feedback aus. Die folgenden beispielartigen organisatorisch-technischen Gestaltungsoptionen vermitteln einen Eindruck, wie erfahrungsförderliche Rückkopplungs- und Feedbackprozesse gestaltet werden können.

(1) *Dezentralisierung von Kontrolle und Qualitätssicherung*

In der modernen Fabrikorganisation werden in den letzten Jahren Komponenten der Qualitätskontrolle wieder dezentral in den Kompetenzbereich der Facharbeiter übertragen. Dies gewährleistet ein unmittelbarer und direkter mögliches Feedback des eigenen Handelns, als wenn Toleranzabweichungen erst in nachgelagerten Abteilungen bemerkt und zeitverzögert überbracht werden. Durch die Übertragung der selbständigen Kontrollaufgabe können die Fachkräfte selbst entscheiden, ob sie vollständig nachmessen (im Falle einer Erfahrungsbildung) oder aber nur markante Meßpunkte, die nach ihrer Erfahrung eine Bewertung der Bearbeitung mit geringem Aufwand ermöglichen (im Falle der Erfahrungsanwendung).

(2) Zugang zu Handlungskonsequenzen

Im Bereich der zeitlich-kapazitiven Disposition fand sich in den Untersuchungen im Rahmen der Forschungsprojekte CeA, WesUF und HÜMNOS häufig das Ausbleiben einer formellen Rückkopplung und auch eines formellen Feedbacks bei erfolgreicher Disposition. In vielen Fällen werden v.a. Fehler, Ausschuß und Terminüberschreitungen zeitverzögert rückgemeldet. Für die Anwendung von Erfahrung ist dies unter Umständen ausreichend. Für die Unterstützung der Genese von Erfahrung besteht jedoch die Anforderung nach möglichst direkten, unmittelbaren und vollständigen Rückmeldungen, wozu dann auch solche bezüglich positiv verlaufener Fertigungsprozesse gehören. Realisierungsmöglichkeiten bestehen beispielsweise in der Rückkopplung eingehaltener Fertigungstermine mittels semantischer Kodierung in Auftragslisten oder in informellen Zugängen z.B. über Aufsuchen der Montage, Ansehen der fertigen Teile im Endprodukt oder in der Baugruppe. Auf diese Weise kann ein erfahrungsförderliches Feedback in Form von sinnlich-anschaulich zugänglichen Konsequenzen der eigenen Handlungen erreicht werden.

(3) Unterstützung der Zuordenbarkeit zeitlich versetzten Feedbacks

In Fällen, in denen zeitlich versetztes Feedback nicht zu vermeiden ist, kann durch eine multimediale Dokumentation der Ausgangssituation deren Zuordenbarkeit verbessert werden. Eine Möglichkeit besteht z.B. in der Aufzeichnung von Rüstsituationen durch Videoaufnahmen. Im Rahmen des CeA-Projektes wurde eine solche Möglichkeit als Komponente des Einrichtemoduls CeA-FIS prototypisch realisiert (Fleig & Schneider, 1995, S. 101-150). Die Erfahrungsförderlichkeit besteht hier in der Unterstützung der Zuordnung von Feedback, da die zeitlich zurückliegenden Ausgangssituationen durch die Dokumentation besser erinnert werden können (S. 457-461).

(4) Taktil-kinästhetische Rückkopplung am motorischen Eingabeelement

Dem Ort der wahrnehmbaren Rückkopplung kommt bei Eingabeelementen zum Verfahren der Werkzeugspindel eine wichtige Bedeutung zu. Die technisch vermittelte Rückkopplung ist infolge einer engen Verbindung von motorischem Eingriff und taktil-kinästhetisch wahrnehmbarer Konsequenz als besonders erfahrungsförderlich zu werten. Realisierungsoptionen bestehen u.a. in der Aufnahme von Zerspankräften mittels eines geeigneten Sensoriums und deren Transformation in taktil-kinästhetische Rückkopplungen an Eingabeelementen wie z.B. Override, Handrad oder Joystick. In den öffentlich geförderten Forschungsprojekten CeA (Ruppel & Mertens, 1995, S. 177-183), Lernen und Fertigen (Sell & Henning, 1993) sowie InnovatiF (Weck, Henning, Westerwick, Keller & Daude, 1997) wurden erste Prototypen realisiert und ausprobiert. Aufsetzend auf diesen Grundlagen und als Industriepartner der beiden letztgenannten Projektverbände hat die Fa. R & S Keller GmbH ihr CNCplus-Maschinenkonzept (Keller & Keller, 1993, S. 348-360) entwickelt und auf dem Markt angeboten. Diese Maschinen zeichnen sich durch die optionale Wahl verschiedener Steuerungsarten aus, die von der manuellen über die piktogrammgestützte bis hin zu einer CAD-basierten Programmerstellung zunehmend abstrakter werden. Einen zentralen Stellenwert nimmt dabei das sog. "*multifunktionale Handrad*" (Keller & Keller, 1993, S. 358) ein, das nicht nur zum Einrichten, sondern auch zum Fertigen genutzt werden kann. Zur Unterstützung der taktilen Wahrnehmbarkeit von Werkstückwiderständen ist am Eingabeelement eine Kraftrückkopplung vorgesehen, die mittlerweile über Drehmaschinen hinaus prototypisch auch für Fräsmaschinen in Form eines Joysticks umgesetzt wurde (Weck, Henning, Westerwick, Keller & Daude, 1997).

Evaluationen im Rahmen qualitativer Fallstudien zur Anwendung von CNCplus-Maschinen in Schweizer (Weber & Grützmaker-Funk, 1998) und nordrhein-westfälischen Betrieben (Dahmer, 1998) bestätigen die Beobachtung von Böhle & Rose (1990, S. 11-96), daß Handräder infolge der Möglichkeit, in "kritischen Situationen" die Achsen manuell z.B. im

Anschluß an einen Störfall verfahren zu können, von den Fachkräften als sehr hilfreich und notwendig bewertet werden (Dahmer, 1998, S. 14; Weber & Grützmaker-Funk, 1998, S. 37). Beide Autoren mutmaßen, daß die Handräder bei umgesetzter taktile Rückkopplung und Möglichkeiten des Teach-In/Record-Play-Backs noch häufiger genutzt werden würden. Nach Weber & Grützmaker-Funk (1998) verzichtet die Fa. Keller GmbH leider mittlerweile "infolge technischer Probleme, die mit der Entwicklung der Betriebsart "Record-Playback" (incl. kraftrückgekoppelten Handrädern) verbunden sind, auf die Umsetzung des vollen ursprünglichen Handrad-Konzeptes" (1998, S. 37). Dies ist besonders schade, da eine direkte und unmittelbare Rückkopplung als sehr förderlich für den Erfahrungserwerb zu bewerten ist (Böhle & Rose, 1990, S. 80). Sind solche Erfahrungen beispielsweise durch den Umgang mit konventionellen Werkzeugmaschinen auf der Basis mechanischer Handräder bereits ausgebildet, können Fachkräfte im Rahmen der Erfahrungsanwendung die fehlende Rückkopplung bei elektronischen Handrädern z.B. durch das "Erspüren" von Maschinenschwingungen (S. 81) teilweise kompensieren.

(5) *"Maus" für die Fabrik*

Manuell zu steuernde, bewegungskompatible Eingabemedien sind im Büro- und PC-Bereich z.B. in Form der Handmaus oder der Rollkugel weit verbreitet. Die motorisch-visuelle Kontrolle von Zeigerpositionen auf dem Bildschirm mittels handgeführter Veränderungen des Eingabemediums hat sich als Prinzip bewährt und findet hier breite Akzeptanz bei den Nutzern. Die Bewegungskompatibilität in Kombination mit der gleichzeitigen visuellen Kontrolle hat sich dabei als besonders erfahrungsrelevant herausgestellt. Die Produktionsfachkräfte in den eigenen Befragungen haben solche Eingabemedien im Rahmen des Konzepts "Windows für die Fabrik" kontrovers diskutiert. Sie wurden als hilfreich angesehen, sobald deren Anfälligkeit gegenüber Verschmutzung und Verschleiß wesentlich verringert werden kann (Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 34)

(6) *Feedback über den Sinn der Arbeit*

Möglichkeiten zur Verbesserung des Feedbacks in Bezug auf die Bewertung der eigenen Arbeit für das Gesamtprodukt bestehen u.a. in regelmäßigen Besuchen der Montage bzw. des Prüffeldes, im Zugegensein von Fachkräften bei Qualitätsabnahmen des Gesamtproduktes bzw. bei Vorabnahmen durch den Kunden. Weitere als hilfreich bewertete sinnvermittelnde Feedbackformen betreffen Besuche und Hospitationen bei Kunden. Dabei kann ein Eindruck von der Gebrauchstauglichkeit der Gesamtprodukte aus Sicht der Nutzer und darüber hinausgehend von der gesellschaftlichen Relevanz der eigenen Arbeit gewonnen werden. Auch Tage der offenen Tür in den Unternehmen und die damit verbundenen Gelegenheiten, den eigenen Arbeitsplatz und die eigene Arbeit Freunden und Bekannten zeigen und damit aus einer anderen Perspektive sehen zu können, stellen sinnstiftende Feedbackformen dar.

Erfahrungsförderliche Rückkopplungen und Feedbackprozesse zeichnen sich somit durch ihre Qualität aus, mit der sie entweder die Genese von Erfahrung oder aber das Anwenden von Erfahrung unterstützen. Dies hat auch Auswirkungen auf die Bereitschaft, sich auf Erfahrungsprozesse einzulassen. Optionen für die persönliche Konfiguration und Anpassung des Angebots an Rückkopplung und Feedback erweitern den Handlungs- und Verantwortungsspielraum in einer motivationsförderlichen Art und Weise. Können Fachkräfte selbst entscheiden, welche Rückkopplung bzw. welches Feedback sie wann und in welcher Weise erhalten, können sie sich gleichzeitig vor einer Reizüberflutung schützen, wie es z.B. bei der Flugzeugführung beschrieben wurde (Wiener, 1987, S. 136-155).

7.2.4 Multimodale Wahrnehmbarkeit

Die Wahrnehmung von Prozeßsignalen und Situationsaspekten über mehrere Sinne ist sowohl im Bereich der dispositiv-kapazitiven Auftragsabwicklung wie auch im Bereich der maschinellen Bearbeitung für Erfahrungsbildung und für -anwendung konstitutiv. Zur Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit ist die multimodale Wahrnehmbarkeit in verschiedener Art und Weise gestaltungsrelevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich durch nur mangelhaft erfaßbare und in Maschinenreaktionen unzureichende Signale und Prozeßdaten aus.
- Für die Gewährleistung einer Erfahrungsbarkeit von Situationen ist v.a. die multimodale Wahrnehmbarkeit breitbandig-analoger und reichhaltiger Datenkulissen relevant.
- Für die Sicherstellung der Anwendbarkeit von Erfahrung ist v.a. ein Vergleich zwischen technisch transformierten Informationen und analog-breitbandigen Datenkulissen bedeutsam.
- Für die Gewährleistung des Erfahrungsaustauschs ist v.a. der direkte persönliche Face-to-Face-Kontakt relevant.
- Für die Unterstützung der Erfahrungsbereitschaft ist die Ausbildung einer "psychischen Nähe" zu dem jeweiligen Arbeitsprozeß konstitutiv.

In ähnlicher Weise wie die Rückkopplungs- und Feedbackprozesse unterscheiden sich die Anforderungen an die Art und Weise des Zugangs zu Prozeßdaten sowie an ihre Aufbereitung und Darstellung in Abhängigkeit davon, ob es sich um Prozesse der Erfahrungsbildung oder der Erfahrungsanwendung handelt. Im Rahmen der Erfahrungsgenese werden verschiedene Daten und Signale zu aussagekräftigen Indikatoren zusammengefaßt, die eine Einschätzung des Zerspanungsprozesses erst ermöglichen. In den Untersuchungen haben sich in diesem Zusammenhang die in Anlehnung an Dünnwald (1990) sogenannten "*breitbandig-analogen Datenkulissen*" (S. 193) ohne weitere technische Verarbeitung und Auswertung als besonders erfahrungsrelevant herausgestellt. Demgegenüber kann im Rahmen der Erfahrungsanwendung eine Orientierung und Bewertung "vertrauter" Situationen bereits auf der Grundlage eines eingeschränkteren und technisch stärker aufbereiteten Datenangebotes erfolgen.

Die Durchschaubarkeit von Produktionsprozessen wird in der Fachdiskussion unter dem Begriff der "*Transparenz*" subsumiert (Grote, Weik, Wäfler, Zölch & Ryser, 1999, S. 264-265; Rose, Schulze, Moldaschl & Wahl., 1997, S. 73-80; Weber & Grützmacher-Funk, 1998, S. 29;). So sind ein angemessener Überblick u.a. über abgearbeitete und zukünftige Werkstücke bzw. Aufträge (Auftragstransparenz), über den Stand und Verlauf des Produktionsprozesses (Prozeßtransparenz) und über das maschinelle Aufbau- und Funktionsprinzip sowie über die Benutzung des Bediensystems (Benutzungstransparenz) für die Werker von der Einzel- bis zur Massenfertigung voraussetzend für Erfahrungsgewinn und -anwendung (Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 55-57). Gestaltungsperspektiven leiten sich aus den für Erfahrungsgenese und -anwendung unterschiedlich beschaffenen Datenkulissen, Signalen und Informationen ab.

Gestaltungsperspektiven und Gestaltungshinweise

Im Mittelpunkt der Förderung einer multimodalen Wahrnehmbarkeit von Produktionsprozessen steht grundsätzlich die Gestaltung des Zugangs zu den Prozeßdaten und -informationen sowie deren adäquate Aufbereitung. Perspektiven für die Gestaltung von Werkzeugmaschinen,

Produktionsanlagen und des dispositiven Umfeldes betreffen dabei v.a. das für die Bildung oder die Anwendung von Erfahrung jeweils angemessene Verhältnis von breitbandig-analogen Datenkulissen zu dem Angebot technisch transformierter Informationen. Gegenstandsfelder der Gestaltung sind dabei v.a. die Bereiche der Auftragsabwicklung, des maschinellen Bearbeitungsprozesses und die Interaktionssysteme selbst. Nachfolgend sind exemplarische Gestaltungsoptionen zur Verbesserung der Prozeß-, der Auftrags- und der Benutzungstransparenz aufgezeigt.

A) Gestaltungsoptionen zur Verbesserung der Prozeßtransparenz

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen sind in der Massen- und Einzelfertigung verschiedene Aspekte der Prozeßtransparenz bedeutsam. In der Einzelfertigung besteht eine wesentliche Aufgabe in der *Optimierung des technologischen Bearbeitungsprozesses*. Infolgedessen kommt hier wahrnehmbaren Prozeßindikatoren wie z.B. Bearbeitungsgeräuschen, Vibrationen oder Spanverfärbungen eine entscheidende Bedeutung zu. Durch die Verkapselung und durch den Einsatz von Kühlschmiermittel ist die Wahrnehmbarkeit des Bearbeitungsprozesses jedoch stark eingeschränkt - in den teilnehmenden Beobachtungen wurde die Notwendigkeit einer sinnlichen Zugänglichkeit anhand des Einfahrens mit offener Schutztür (allerdings nur in besonders kritischen Abschnitten) nachdrücklich deutlich.

(1) Unterstützung der multimodalen Wahrnehmbarkeit des Zerspanprozesses

Ein Schwerpunkt des CeA-Projektes bestand in der Konzeption, der prototypischen Realisierung und in ersten Evaluationen von Komponenten zur Verbesserung des sinnlichen Zugangs zum Bearbeitungsprozeß im Inneren der Maschine. In Tabelle 19 sind die Komponenten aufgeführt, mit denen im CeA-Projekt experimentiert wurde. Dabei wird unterschieden zwischen der Art des Zugangs - aktuell oder rückblickend - und der Art der Daten - originär (im Sinne analog-breitbandig) oder technisch transformiert. In Tabelle 19 sind mit dem Buchstaben A) die beteiligten Sinnesorgane, mit B) der übliche Prozeßdatenzugang ohne CeA Komponenten und mit C) der intendierte Prozeßdatenzugang mit CeA-Komponenten gekennzeichnet. Mit kleinen Buchstaben a) bis s) sind die technischen Komponenten aus dem CeA-Projekt bezeichnet. Im Anschluß an die Tabelle sind die einzelnen CeA-Komponenten im Überblick aufgelistet.

Tabelle 19: Überblick über CeA 1 Komponenten zur Verbesserung der Prozeßtransparenz

Modalität	Zugang zu den Prozeßdaten/Aufbereitung der Prozeßdaten			
	Aktueller Zugang		Rückblickender Zugang	
	Originäre Daten	Technisch transformierte Daten		
	A	Auge	Auge	Auge/Haut
Optische Daten	B	Sicht auf Werkzeug/ Werkstück Übergang	Bildschirm, Anzeigen, Schalter, Hebel, Tasten	Merkmale des Werkstücks, Werkzeugs
Farben Formen Bewegungen Positionen Symbole	C	a) Roto-Clear b) Spritzstrahllenkung c) Spritzschutzfenster d) Bearbeitungsleuchte q) Luftvorhang	n) Abstandssensor o) Videokamera p) Endoskop	m) Protokoll Override
	A	Ohr	Ohr/Auge	Ohr/Auge
Akustische Daten	B	Luftschall aus dem Bearbeitungsraum		
Geräusche Töne Klänge	C	e) Geräuschkloppel f) Diff. Schallschutz	<i>Fräsen:</i> h)Luftschall/Kopfhörer h)Körperschall/Kopfhörer <i>Drehen:</i> g)Körperschall/Kopfhörer i)Körperschall/Bildschirm	r) Geräuschdatenbank i) Protokoll
	A	Haut/Muskeln	Haut/Muskeln/Auge	Auge
Mechanische Daten	B	Vibrationen der Maschine		Merkmale am Werkstück
Vibrationen Kräfte	C	s) Schwingungsplatte	Passivkraft am Werkzg. <i>Fräsen:</i> j) Kraft/Joystick j) Kraft/Handrad <i>Drehen:</i> l) Kraft/Override k) Kraft/Bildschirm	k) Protokoll
Thermische Daten	A	Haut	Auge	Auge
Temperatur	B	Temperatur von Maschine, Werkzeug, Werkstück etc.	Temperaturanzeigen	Merkmale am Werkstück oder Werkzeug
Chemische Daten	A	Nase		
Gerüche	B	Dämpfe		

Beschreibung der CeA-Komponenten, wie sie in der Tabelle 19 numeriert sind:

- Roto-Clear: großes rundes Sichtfenster mit rotierender Scheibe zur Ablenkung von Spänen und Kühlschmiermittel
- Spritzstrahllenkung: positionierbarer Kühlschmiermittelstrahl
- Spritzschutzfenster: verschiebbares Spritzschutzfenster
- Bearbeitungsraumbeleuchtung
- Geräuschkloppel in der Schiebetür oder im Maschinengehäuse
- Differenzierter Schallschutz

- g) Körperschall in der Nähe des Werkzeugeingriffes abgegriffen
- h) Arbeitsraumakustik: differenzierte, richtungskodierte akustische Signaldarstellung
- i) Visuelle Körperschalldarstellung (analog) und Aufzeichnung (Protokoll)
- j) Kraftrückgekoppelter Joystick und kraftrückgekoppeltes Handrad
- k) visuelle Darstellung der Vorschubkraft und Aufzeichnung (Protokoll)
- l) Kraft- und Vibrationsrückkopplung auf den Override
- m) Protokollierung der Override Einstellungen (digital)
- n) Abstandsmesser: Distanz zwischen Werkzeug und Werkstück
- o) Videokamera im Bearbeitungsraum
- p) Endoskop zur Nahbetrachtung des Werkzeug/Werkstückübergangs
- q) Luftvorhang: Düsen zum Freiblasen der Spritzschutzscheibe
- r) Geräuschdatenbank
- s) Schwingungsplatte: Vibrationsplatte für die Maschinenvibrationen

Die CeA-Komponenten bieten eine alternative Zugänglichkeit zu dem Prozeßverlauf mittels originärer Prozeßdaten und mittels technisch aufbereiteter Prozeßdaten. In den Evaluationen der Komponenten hat sich die Eröffnung breitbandiger Analog-Kanäle als förderlich sowohl für die Erfahrungsgenese wie auch für die Erfahrungsanwendung herausgestellt. So z.B. der Roto-Clear (Carbon, Carus, Heisig & Schulze, 1993) zur Verbesserung eines analogen visuellen Prozeßzugangs sowie der Körperschallsensor (Carus, Ruppel & Schulze, 1993, S. 54-57) und die Kraftrückkopplung (Ruppel & Mertens, 1995, S. 177-183) zur Unterstützung eines taktil-kinästhetischen Zugangs. Breitbandige und kontextabhängige Datenkulissen erfordern nach den Ergebnissen Erfahrung für ihre prozeßbezogene Interpretation, und gleichzeitig fördern sie auch den Prozeß der Erfahrungsbildung. Dafür müssen die Datenkulissen allerdings innerhalb der physiologischen Wahrnehmungsgrenzen liegen. Ist dies z.B. infolge einer zu hohen Geschwindigkeit nicht der Fall, so ist zu überlegen, wie z.B. zu schnelle Prozesse in einer anschließenden Nachbetrachtung verlangsamt werden können. Ein rückblickender Prozeßzugang kann in diesem Zusammenhang Informationen liefern, die in der Folge eine bessere Prozeßeinstellung ermöglichen.

(2) Förderung des Überblicks über den Bearbeitungsstand

Zur Verbesserung der Prozeßtransparenz trägt ebenfalls die Förderung eines Überblicks über den aktuellen Bearbeitungsstand an der Maschine bei. Wichtige Informationen betreffen unter anderem die Bearbeitungsreihenfolge. In der Einzel- und Kleinserienfertigung wechseln z.B. die Werkstücke häufig, so daß sich die Mitarbeiter immer wieder in andere NC-Programme einarbeiten müssen. In der Serien- und Massenfertigung sind die Taktzeiten an den Einheiten zwar viel kürzer (im Mittel ca. 60 - 90 sec.), die Fachkräfte müssen jedoch mehrere Maschinen und dadurch eine höhere Anzahl unterschiedlicher Abläufe gleichzeitig "im Kopf" haben. Diese Ergebnisse führen zur Anforderung einer Verbesserung der Lesbarkeit und der Verständlichkeit von Bearbeitungsprogrammen durch einen übersichtlicheren und graphisch dargestellten Aufbau (vgl. Abbildung 21, S. 202). Weiterhin wurde eine Informationsanreicherung des NC-Codes für hilfreich gehalten, z.B. in der Form ausführlicher Kommentare über Bearbeitungsmerkmale. Im Fall einer Störung wünschen die Fachkräfte z.B. die Ausgabe des Schrittes, in dem die Maschine stehengeblieben ist sowie die Anzeige der noch zu fertigenden Arbeitsschritte. Ein schnelleres und besseres Verständnis der Störungsursache könnte erreicht werden, wenn es zukünftig möglich wäre,

- den "Erstwertfehler" anzuzeigen,
- die Störungsmeldungen nach ihrem zeitlich-chronologischen Auftreten zu sortieren,
- eine maschinenspezifische Störungshistorie auszugeben und
- den Störort grafisch im topologischen Modell anzeigen zu lassen.

B) Gestaltungsoptionen zur Unterstützung der Auftragstransparenz

Kommt der Prozeßtransparenz in allen Untersuchungsfeldern erfahrungsrelevante Bedeutung zu, so spielt die Auftragstransparenz schwerpunktmäßig in der Einzelfertigung im Untersuchungsfeld WOP eine zentrale Rolle. Auch in der Massenfertigung nehmen Fachkräfte und Systemführer zwar dispositive Entscheidungen bezüglich der jeweiligen Stückzahlen vor, sie können aber an dieser Stelle infolge ihrer Marginalität vernachlässigt werden.

(1) *Verhältnis zwischen analogen und technisch-vermittelten Auftragsinformationen*

Möglichkeiten der Förderung von Auftragstransparenz im Bereich der zeitlich-kapazitiven Auftragsabwicklung bestehen in der Unterstützung einer Vorausschau auf kommende Aufträge bezüglich ihrer terminlichen Prioritäten und technologischen Merkmale. Gestaltungsperspektiven betreffen wiederum den Zugang und die Aufbereitung bzw. Darstellung von Informationen. Erfahrungsförderliche Informationen beziehen sich hier auf den Gewinn eines Überblicks über Auftragsfortschritte und kapazitive Auslastungen sowohl an anderen Maschinen wie auch in vor- und nachgelagerten Bereichen. Eine allgemeine organisatorisch-technische Anforderung besteht auch hier im Zur-Verfügung-Stellen eines vom Facharbeiter beeinflussbaren Verhältnisses von originären und technisch-vermittelten Informationen. Originäre Informationen, wie sie z.B. über Auftragseingangsregale oder auch in Form persönlicher Mitteilungen gewährleistet werden können, liefern Voraussetzungen für die schnelle Erfassung und Einordnung von technisch vermittelten Daten. Dies können z.B. Listenausdrucke mit Verfügbarkeitsmeldungen, Fertigungsaufwänden, -zeiten und -prioritäten oder die Anzeige von Aufträgen in Warteschlange über ein PPS-Terminal leisten. Darüber hinaus fördert auch die aktive Informationssuche wie z.B. in Form einer Auftragsverfolgung durch Gänge durch die Werkstatt ergänzend zur Kodierung in Listen und am Bildschirm eine anschauliche Vorausschau auf kommende Aufträge. Auch im Bereich der zeitlich-kapazitiven Auftragsdisposition ist somit das Angebot technisch-vermittelter Daten in Ergänzung zum originären Angebot zu sehen (vgl. Fleig & Schneider, 1995, S. 55-57). Analog anschauliche Informationen bieten somit eine Basis für das Verständnis technisch-vermittelter Informationen und sind insbesondere für den Erwerb von Erfahrung eine wichtige Gestaltungsgröße.

(2) *Zugriffsmöglichkeiten auf Informationen*

Unter der Perspektive der Erfahrungsförderlichkeit ist im Bereich der Auftragsfeinsteuerung gestaltungsrelevant, daß

- organisatorische Zugänge zu Informationen (formell vs. informell, geholt vs. gebracht, gezielte Informationssuche vs. Informationsaufnahme "Nebenbei") und daß die
- Art und Weise der Vermittlung/Aufbereitung von Informationen (technisch vermittelte Kommunikation z.B. über Rechner vs. originäre, d.h. direkt anschauliche Daten)

situationsadäquat und optional von den Fachkräften gewählt werden können. Auf diese Weise können sie selbst die jeweils passende "Mischung" aus analogen und aus technisch vermittelten Daten und Informationen einstellen und so die Voraussetzungen für die Genese bzw. für die Anwendung von Erfahrung beeinflussen.

C) Gestaltungsoptionen zur Unterstützung der Benutzungstransparenz

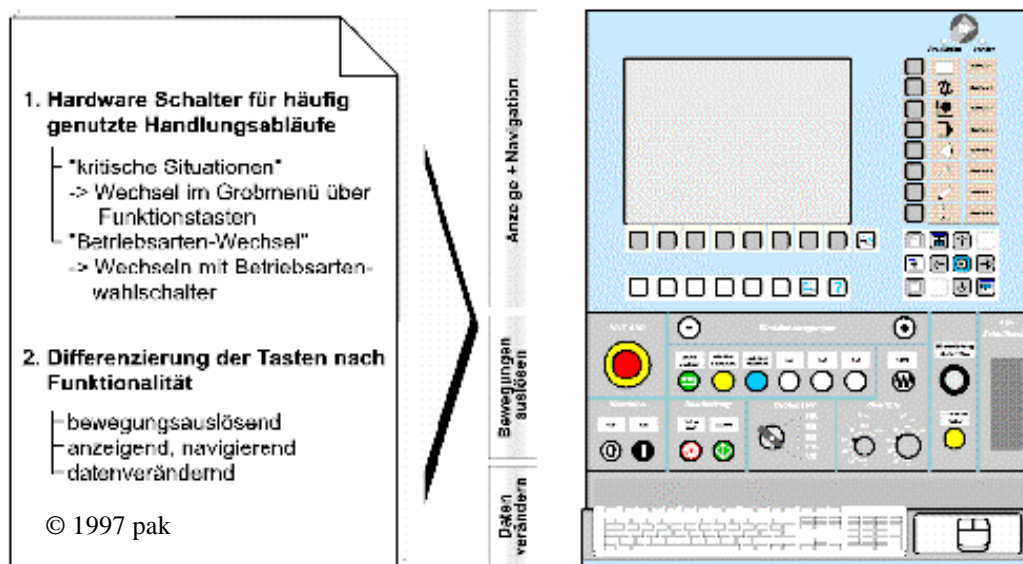
Der Transparenz über die Art und Weise der Benutzung kommt generell für die Arbeit mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen eine herausragende Bedeutung zu. Leitend sollte die Orientierung der Gestaltung am "Werkzeugcharakter" sein. Damit ist gemeint, daß die Handhabung und Benutzung von Interaktionssystemen mit der Zeit so intuitiv erfolgen kann, daß sie

keine besondere bewußte Aufmerksamkeitszuwendung benötigt. Die Benutzung muß sozusagen "in Fleisch und Blut" übergehen können.

(1) *Unterstützung explorativer Aneignung durch Strukturierung des Bedienfeldes*

In den Untersuchungen wurde offenbar, daß sich insbesondere neu anzulernende Mitarbeiter beim "Kennenlernen" des Steuerungssystems schwertun. Eine "Fehlbedienung" bewegungsauslösender Funktionen und Crasherlebnisse können zu einer Angschwelle führen, die vor allem das herantastende Ausprobieren der Möglichkeiten und Grenzen des Systems verhindern können. Eine eindeutige Unterscheidbarkeit zwischen bewegungsauslösenden, anzeigenden, navigierenden und dateneingebenden Funktionen und Tasten erleichtert das explorierende Kennenlernen. Diese Anforderung wurde in dem Bedienfeld prototypisch umgesetzt, das im Projekt HÜMNOS entwickelt wurde (Abbildung 23).

Abbildung 23: Trennung von Benutzungsbereichen im HÜMNOS-Bedienfeld
(aus: Schulze & Wahl, 1998, S. 60)



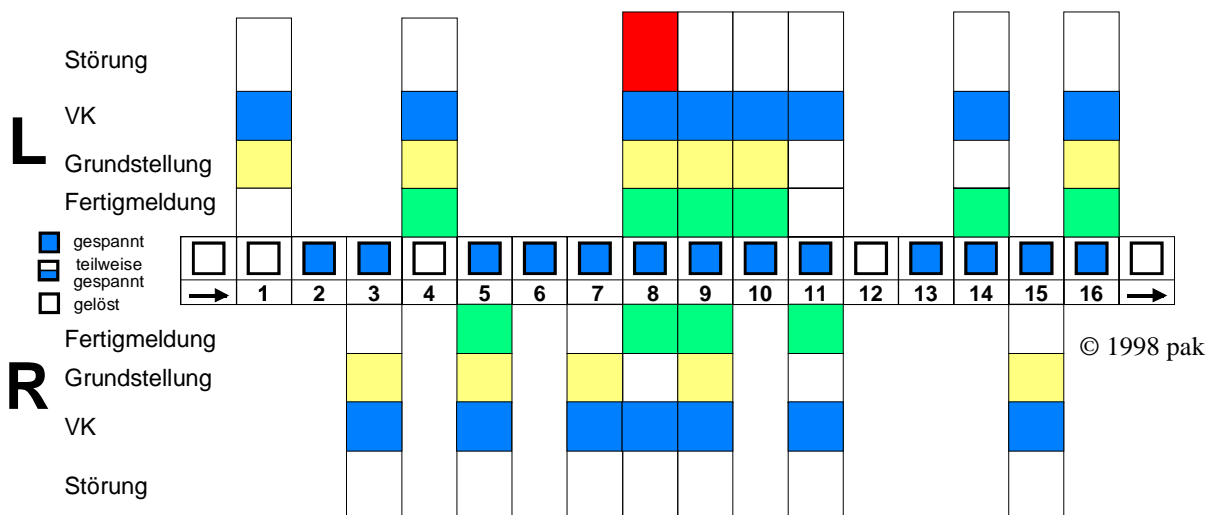
Auch Bestätigungsnachfragen des Systems bei gravierenden Eingriffen wurden als hilfreich eingeschätzt. Wichtig ist vor allem eine Unterscheidung in "ungefährliche" und "gefährliche" Eingaben und Eingriffe. Als "gefährliche Eingriffe" wurden z.B. alle Funktionen zum Verfahren der Maschinenachsen gewertet. Vor allem bei älteren Generationen von Steuerungen und Maschinen werden auf dem Bedienfeld häufig ähnliche Symbole für unterschiedliche Funktionen verwendet - mit teils gravierenden Folgen im Falle des Verwechslens. Daher werden aus Angst vor Fehlbedienung und Verwechslung zum Teil wichtige Funktionen selten genutzt. Zu fordern ist die einheitliche Bezeichnung von Symbolen, Tasten und Softkeys, wobei gerade ihr Bezug zur ausgelösten Funktion deutlich und einheitlich gekennzeichnet und wiedererkennbar sein sollte. Unter Beteiligung von Fachkräften aus Einzel- und Serienfertigung wurde im Projekt HÜMNOS eine Klassifizierung der Symbole, Tastenbezeichnungen und Softkeys erarbeitet, die in einem Style-Guide für die Gestaltung der Benutzungsoberfläche von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen dokumentiert ist (HÜMNOS & OSACA, 1997).

(2) *Übersichtliche und handlungsorientierte Bildschirmaufteilung*

Ein weiterer gestaltungsrelevanter Aspekt betrifft die - möglichst übersichtliche - Darstellung in den einzelnen Bildschirmmasken. Der Anforderung nach wenigen und leicht unterscheidbaren Informationen genügen ältere Steuerungen nur in den seltensten Fällen. Auch

neuere Steuerungen haben hier immer noch ihre Schwächen. So wurde z.B. die Anlagenübersicht bei den ersten Versionen eines anwenderspezifisch ausgelegten neuen Einheitenbedienfeldes eines großen Steuerungsherstellers als "unübersichtlich" und als "überladen" gewertet (Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 34). Bis zu acht verschiedene Informationen werden hier über Farben kodiert, die zudem wenig kontrastreich sind. Gerade bei den Übersichten kommt es für die Werker darauf an, sich mit einem Blick über die wichtigsten Informationen orientieren zu können. Nach übereinstimmenden Aussagen der befragten Werker sollten in jeder Maske nur ca. 4 - 5 verschiedene Farben verwendet werden. Abbildung 24 zeigt eine Anlagenübersicht für Transferstraßen, die Bestandteil des HÜMNOS-Bedienfeldes ist und von den beteiligten Fachkräften als sehr unterstützend für den Gewinn einer schnellen Orientierung bewertet wurde (Schulze, Rose & Witt, 1999, S. 126-134). Unter Beteiligung von Fachkräften wurden die wichtigsten Informationen zum Anlagen-/Einheitenzustand zusammengefaßt. Sie umfassen die Anzeigen zu "Störung", "Schutztüre geöffnet", "Verketteter Betrieb", "Grundstellung" und zu "Fertigmeldung". Darüber hinaus wird für jede Station die "Spannsituation gespannt", "gelöst" oder "teilweise gespannt" angegeben. Durch die Bezeichnung L/R (für Links und Rechts) und die Numerierung der Einheiten ist eine einfache Zuordnung zu den Einheiten an der Maschine möglich.

Abbildung 24: Anlagenübersicht im Rahmen des HÜMNOS-Bedienystems für die Massenfertigung (aus: Schulze, Hildebrandt, Flatow & Wahl, 1997, S. 48)



Die Gestaltungsdimension der multimodalen Wahrnehmbarkeit eröffnet vielfältige Perspektiven für die Umsetzung und Realisierung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit in der Produktionspraxis. Optionen der Gestaltung ergeben sich aus dem für die Bildung bzw. die Anwendung von Erfahrung jeweils angemessenen Verhältnis zwischen dem Angebot an breitbandig-analogen Datenkulissen und an technisch aufbereiteten Informationen. Die multimodale Wahrnehmbarkeit von Produktionsprozessen und -abläufen ist dabei in einem engen Zusammenhang mit der Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft zu sehen. Indem Wahrnehmungsbarrieren wie z.B. diejenige der Output-Barriere in Form der Verkapselung von Werkzeugmaschinen durch die Schaffung von breitbandigen Analog-Kanälen überwunden werden können, wird den Fachkräften eine neue Form der Prozeßnähe möglich. Bisher war ihnen die Ausbildung einer "psychischen Nähe" zu dem Bearbeitungsprozeß nur bei "offenen", unverkapselten Werkzeugmaschinen möglich. Auf der Basis solcher breitbandigen Analog-Kanäle z.B. in Form akusti-

scher Ausgabe von Körperschall konnten die Fachkräfte nicht nur den Zerspanungsprozeß besser verfolgen. In den Feldversuchen schilderten sie darüber hinaus den Eindruck, mit der Wahrnehmung wieder ganz dicht am Eingriffsort des Werkzeugs zu sein. Die damit mögliche, optional genutzte Verringerung der räumlichen Distanz und die damit einhergehende Erhöhung der subjektiv empfundenen "Prozeßnähe" erleichtert dabei auch die Übernahme von Verantwortung. Somit hat eine verbesserte multimodale Wahrnehmbarkeit des Produktionsprozesses auch positive Auswirkungen für die Ausbildung einer Bereitschaft, sich auf Erfahrungsprozesse einzulassen.

7.2.5 Voraussetzungen für Vertrautheit

Die Vertrautheit mit Arbeitsmitteln, Prozessen und mit Kollegen und Mitarbeitern entlang von Prozeßketten ist für die Bildung und die Anwendung von Erfahrung im Feld der industriellen Produktion konstitutiv. In den Untersuchungen konnte in vielen Fällen ein sensibel abgestimmter Umgang mit Maschinen, Produktionsprozessen sowie mit Mitarbeitern und deren Arbeits- und Kommunikationsweisen beobachtet werden. Die Vertrautheit resultiert aus einer intensiven Beschäftigung mit den jeweiligen Arbeits- und Betriebsmitteln und darüber hinaus auch mit Kollegen und Mitarbeitern. Für die Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit ist die Vertrautheit mit Arbeitsmitteln, Prozessen und Fachkräften in verschiedener Hinsicht gestaltungsrelevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich durch "Macken" und Besonderheiten aus, für deren Erkennung eine affektneutrale Art des Umgangs nicht ausreicht.
- Die Erfahrbarkeit ist darauf angewiesen, daß die Arbeitsmittel, Prozesse und die Mitarbeiter und Kollegen in ausreichendem Maße durch praktisches bzw. gemeinsames Handeln kennengelernt werden können.
- Für die Anwendbarkeit von Erfahrung ist relevant, daß Eigenarten und Besonderheiten entweder bereits bekannt sind oder aber schnell angeeignet werden können.
- Für den Austausch und die Weitergabe von Erfahrung ist eine spezifische Kenntnis des "Gegenüber" notwendig.
- Für die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft ist relevant, daß durch den intensiven Umgang mit den Arbeitsmitteln ein emotionales Involvement entstehen kann.

Die "Vertrautheit" von Fachkräften mit Arbeitsmitteln, Prozessen und mit anderen Personen steht in engem Zusammenhang mit dem fall- und gegenstandsbezogenen Aspekt der Erfahrung: Wie im Kapitel 6.1 (S. 133 ff.) ausgeführt, sind bei Vorliegen einer Fallähnlichkeit zwischen der aktuellen und einer erinnerten Situation die vormals erfolgreichen Handlungsfolgen unmittelbar verfügbar. Demgegenüber müssen bei vorliegender Strukturähnlichkeit auf der Grundlage des heuristischen Anteils der Erfahrung die jeweiligen Besonderheiten durch ein herantastendes Vorgehen erst herausgefunden werden. So berichten Fachkräfte, daß sie beim Umstieg von einer ihnen vertrauten Maschine auf eine "fremde" Maschine, z.B. infolge der Urlaubsvertretung eines Kollegen, deren Leistungspotential nur zu ca. 70% nutzen können (Fleig & Schneider, 1995, S. 61). Dies beschreibt ein Dilemma: Einerseits ist ein hohes Maß zeitweiliger "Kopplung" notwendig - hier im Sinne von Grote, Weik, Wäfler, Zölch & Ryser (1999) als "*Ausmaß der Bindung des Operateurs an das technische System*" (S. 265) verstanden - um Erfahrung mit den

jeweiligen Besonderheiten und "Macken" der Arbeits- und Betriebsmittel sammeln zu können. Andererseits bedarf die Ausbildung der heuristischen Aspekte der Erfahrung eines variantenreichen Situationsspektrums. Dies bedeutet zumindest die zeitweilige Auflösung der engen Kopplung zwischen genau einer Fachkraft und einem Arbeitssystem. Aus diesem Spannungsfeld ergeben sich verschiedene Gestaltungsperspektiven.

Gestaltungsperspektiven und Gestaltungshinweise

Perspektiven der organisatorisch-technischen Gestaltung mit dem Ziel des Entstehens von "Vertrautheit" leiten sich aus Gelegenheiten und Bedingungen für intensive Kennenlern- und Aneignungsprozesse ab. Auch hier eröffnet eine stufenweise Erweiterung der vertrauten Arbeitssysteme, Situationen und Kollegen bzw. Mitarbeitern Gestaltungsoptionen. Auf der Grundlage eines durchdrungenen und auch in seinen "versteckten" Eigenarten erfahrenen Spektrums sollten individuell abgestimmte Möglichkeiten einer allmählichen Erweiterung angeboten werden.

(1) Persönliche Zuordnung von Arbeitsmitteln zu Fachkräften

Im Rahmen des CeA-Projektes hat sich insbesondere das Kriterium der *"persönlichen Zuordnung von Arbeitsmitteln"* als gestaltungsrelevante Perspektive erwiesen (Fleig & Schneider, 1995, S. 57-63). Ziel war, durch eine persönliche Zuordnung von Arbeitsmitteln zu einem Facharbeiter die *"persönliche Identifikation des Facharbeiters mit benötigten Arbeitsmitteln zu bewahren bzw. zu fördern, um den verantwortlichen Umgang zu begünstigen"* (S. 61). In der Einzelfertigung kann dieser Anforderung relativ einfach Genüge getan werden, arbeiten die Fachkräfte hier überwiegend nur an einer Maschine. Ebenfalls findet sich häufig eine Zuordnung spezieller Prüfmittel und Werkzeuge. Schwieriger verhält es sich bei Formen von Gruppenarbeit wie z.B. in der Massenfertigung. Ziel ist hier ja gerade, daß die einzelnen Fachkräfte eine *"rollierende Arbeitsmittelnutzung"* (S. 62) organisieren, in deren Laufe sie sich gegenseitig vertreten und ein abwechslungsreiches Situationsspektrum bearbeiten können. Hier kommt es darauf an, daß die Fachkräfte in ausreichendem Maße Zeit und Gelegenheit für individuelle Aneignungsprozesse mit einzelnen Arbeitsmitteln haben. Leitendes Konzept könnte hier das einer *"flexiblen Bindung"* an die einzelnen Maschinen und Arbeitsmittel sein. Im Rahmen dieses Konzeptes könnten z.B. Maßnahmen umgesetzt werden wie:

- zeitlich befristete Zuständigkeiten für Arbeits- und Betriebsmittel nach kollektiver Aushandlung,
- Übergabe der Arbeitsmittel an andere in einem vereinbarten Zustand,
- Konfigurierbarkeit von Benutzungsoberflächen und Rückführbarkeit in einen definierten Ausgangszustand,
- Dokumentation von Programmänderungen.

(2) Förderung des gefühlsgesteuerten Handlungsmodus

Da sich erfahrungsgeleitetes Handeln weiterhin durch die besondere Form eines gefühlsmäßigen Steuerungsmodus auszeichnet, sollte überlegt werden, wie dieser Modus auch von der Arbeitsorganisation und Technik her unterstützt werden kann. Es handelt sich um einen Gefühlszustand mittlerer Intensität, einer Balance aus Angespanntheit und Entspanntheit, in dem handlungsbezogene und erkenntnisrelevante Orientierungsgefühle aufscheinen und wahrgenommen werden können (vgl. Kapitel 6.2.4, S. 167 ff.). Starke Emotionen wie z.B. Ängste sind offensichtlich in der Lage, diesen gefühlsmäßigen Steuerungsmodus zu unterbrechen. An dessen Stelle tritt dann ein stärker von Ratio und Berechnung gesteuerter Modus. Der Vorteil der gleichzeitigen und parallelen intuitiven Verarbeitung mehrerer und verschiedener Informationsaspekte geht damit verloren. Für die Gestaltung bedeutet dies u.a., daß Ärgererlebnisse z.B. infolge fehlender bzw. unangemessen ausgelegter Eingriffs-

möglichkeiten, unzureichender Kompetenzzuschnitte und mangelnder Kommunikations- und Kooperationsstrukturen möglichst vermieden werden sollten. Auch Mißerfolge und Fehler sollten nicht von vornherein mit hohen Sanktionen belegt werden, da dies leicht zu Verunsicherung und zu dem bereits angesprochenen Schrumpfungsprozeß von Erfahrung und Selbstbewußtsein führen kann. Im Gegenteil sollte Wert auf ein vertrauensvolles Miteinander gelegt werden, so daß ein Lernen an und aus Fehlern stattfinden kann und Mißerfolge als Herausforderung gesehen und in ihrem Potential für Verbesserung wertgeschätzt werden.

(3) Förderung von Vertrautheit zwischen Kollegen und Mitarbeitern

Die Entwicklung von Vertrautheit zu Kollegen und Mitarbeitern kann v.a. durch die Schaffung von Kommunikations- und Kooperationsgelegenheiten gefördert werden. Einzelheiten hierzu werden weiter unten in der Gestaltungsdimension der "Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation" aufgeführt. An dieser Stelle soll der räumliche Aspekt von Kommunikation und Kooperation in den Mittelpunkt gestellt werden. Dabei kommt der Gestaltung der Fabrikarchitektur eine wichtige Bedeutung zu. Beispielsweise ist die Platzierung von Maschinen dann erfahrungsförderlich, wenn sie einen unmittelbaren Sichtkontakt zwischen den Werkern und damit ein unmittelbares und kontinuierliches Kennenlernen untereinander unterstützt. Auf diese Weise kann gegenseitig und auf kurzem Wege Hilfestellung gewährt werden und sich Vertrauen untereinander entwickeln. Ein Sichtkontakt ist jedoch auch zwischen Fachkräften der Fertigung und Mitarbeitern aus Abteilungen erfahrungsförderlich, die die Arbeitsprozesse in der Fertigung mit beeinflussen wie z.B. NC-Programmierer, Monteure, Instandhalter oder Qualitätssicherer. Um z.B. zwischen Werkern und Programmierern Absprachen auf "kurzem Wege" besser als bisher unterstützen zu können, richtete beispielsweise ein Betrieb aus dem Untersuchungsfeld WOM im Anschluß an die Untersuchungen Programmierplätze direkt im Fertigungsumfeld ein. Der NC-Programmierer sollte nach dem Konzept der Firma stärker zum Dienstleister für die Fachkräfte an den Maschinen werden und sie v.a. bei der Erstellung komplexer NC-Programme unterstützen. Das Fabriklayout stellt somit einen gestaltungsrelevanten Faktor bezüglich der Förderung von Vertrautheit zwischen Kollegen untereinander und zu Mitarbeitern entlang von Prozeßketten dar.

Das Ausmaß der Vertrautheit, die Fachkräfte gegenüber ihren Arbeitsmitteln, gegenüber den Produktionsprozessen und auch gegenüber ihren Kollegen und Mitarbeitern entlang Prozeßketten entwickeln können, hat weiterhin Auswirkungen auf die Ausbildung der Bereitschaft, sich auf Erfahrungsprozesse einzulassen. Können Eigenarten und spezifische Merkmale von Arbeitsmitteln und von Kollegen und Mitarbeitern in Phasen intensiver Aneignungsprozesse "erfahren" werden, so entsteht letztlich ein Vertrauen in die eigene Prozeßbeherrschung, das wiederum die Entwicklung von Erfahrungsbereitschaft erleichtert.

7.2.6 Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation

In den Untersuchungen hat sich die zentrale Bedeutung von Kommunikation und Kooperation für die Genese und Anwendung wie auch für die Weitergabe von Erfahrung erwiesen (vgl. Kapitel 5.2, S. 96 ff.). So wird der Erfahrungserwerb z.B. durch die Vermittlung von Handlungsalternativen im Gespräch oder durch Vormachen und Zeigen in signifikanter Weise gefördert und erleichtert. Im Rahmen der Erfahrungsanwendung ermöglicht der Austausch mit erfahrenen Kollegen und Mitarbeitern eine "kommunikative Absicherung" der Gültigkeit und Effizienz der erworbenen Erfahrung. Darüber hinaus stellen Kommunikation und Kooperation die zentralen Medien für die Weitergabe und für den Austausch von Erfahrung dar. Vor diesem

Hintergrund ist die soziale Interaktion in verschiedener Weise für die Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit relevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich durch unzureichende Informationsflüsse im Rahmen informationstechnischer Kommunikationsstrukturen aus.
- Die Erfahrbarkeit ist darauf angewiesen, daß übermittelte Nachrichten und Informationen durch zwischenmenschliche Kommunikation kontextstiftend "eingefärbt" werden.
- Für die Anwendbarkeit von Erfahrung ist relevant, daß ein kollektiv geteiltes Hintergrundverständnis von den Bedingungen und Merkmalen der Arbeit entlang Prozeßketten vorhanden ist.
- Für den Austausch und die Weitergabe von Erfahrung sind Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation sowie entsprechende Medien und Hilfsmittel relevant.
- Für die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft ist bedeutsam, daß durch kollektive Aushandlungsprozesse und Zusammenarbeit ein über das direkte Arbeitsergebnis hinausreichender Sinn entsteht.

In der Unterstützung einer abteilungsinternen und -übergreifenden Kooperation, in der Schaffung von Gelegenheiten zur Kommunikation und in ihrer technischen Unterstützung bestehen gestaltungsrelevante Ansatzpunkte im Sinne einer Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit.

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Gestaltungsperspektiven leiten sich aus den Bedingungen und Merkmalen von Kommunikation und Kooperation ab, wie sie sich in den Untersuchungen für die Bildung, Anwendung und Weitergabe von Erfahrung herausgestellt haben. Damit sich Formen der Zusammenarbeit auf der Ebene der Fertigung aber auch schicht- und abteilungsübergreifend ausbilden können, bedarf es formeller und informeller Gelegenheiten und Notwendigkeiten für kollektive Absprachen. Zur Gewährleistung von Kommunikation zwischen Gesprächspartnern, die zeitlich und räumlich getrennt sind, ist weiterhin ein entsprechendes Angebot an geeigneten technischen Hilfsmitteln notwendig. Optionen der Gestaltung liegen in der Organisation von Informationsflüssen und Aushandlungen über Face-to-Face-Kommunikationen. Es soll das Entstehen eines betrieblichen sozial geteilten Kontextes unterstützt werden, der ein Hintergrundverständnis der spezifischen Betriebsbedingungen und -gepflogenheiten, wie z.B. Umgang mit Maßtoleranzen, Praxi von Absprachen zwischen Abteilungen sowie eine situationsgerechte Einordnung einzelner Informationen für den Fertigungsprozeß ermöglicht. Ergänzend zur Sicherstellung von Face-to-Face-Kommunikation können technisch-unterstützte Kommunikationsformen, wie z.B. über Telefon oder Rechner, zur Überwindung weiter Wege oder zur kurzfristigen Abstimmung konzipiert werden. Generell sind direkte Kommunikationsgelegenheiten zu schaffen und nicht zu ersetzen. Weiterhin sind Arbeitsaufgaben wie auch die räumliche Gestaltung und Anordnung (Fabriklayout) so zu konzipieren, daß sich Anlässe und Gelegenheiten für spontane Kommunikationen und Treffs ergeben können. Exemplarische Gestaltungsoptionen werden nachfolgend benannt.

(1) Sicherstellung abteilungsübergreifender Kommunikation und Kooperation durch formelle Projektteams

Eine Gestaltungsoption zur Sicherstellung von abteilungsübergreifender Kommunikation und Kooperation besteht in der Einrichtung formeller und projektbezogener Teams. In den letzten

Jahren wurden an verschiedenen Stellen betriebliche Erfahrungen mit der Organisationsentwicklung auf der Grundlage von Projektteams beschrieben, die sich aus Mitarbeitern entlang Prozeßketten einschließlich der Fertigung zusammensetzen (Demmer, Gohde & Kötter, 1991, S. 4-7; Fleig & Schneider, 1995, S. 42-44; Lay, 1997). Von daher ist es im Rahmen dieser Arbeit nicht notwendig, diese Konzepte in aller Ausführlichkeit darzustellen. Auf der Basis eigener Erfahrungen im Rahmen interdisziplinärer Technikentwicklungsprojekte unter Beteiligung von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen (v.a. Wirtschaftswissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Sozialwissenschaften) und Betriebspraktikern aus verschiedenen Abteilungen (v.a. Produktionsplanung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Montage) soll aber eine Beobachtung beigeleitet werden. Der Verständigungs- und Abstimmungsprozeß läßt sich wesentlich erleichtern, wenn in einem ersten Schritt gemeinsame Bezugs- und Handlungsobjekte geschaffen werden. Diese bilden die Grundlage für die Erarbeitung kollektiv erstellter Produkte durch aufeinander bezogenes Handeln. Dies eröffnet Gelegenheiten, die unterschiedlichen Perspektiven und Erfahrungshorizonte - handelnd - kennenzulernen. In bloßen Gesprächen über die unterschiedlichen Herangehensweisen und Blickrichtungen gelingt ein wirklicher Austausch nur eingeschränkt (Rose, 1999, S. 22). Im Projekt HÜMNOS bestanden solche Bezugsobjekte des kollektiven Handelns z.B. in der Erarbeitung eines Fragebogens zum Bedarf nach besserer technischer Unterstützung der Werker bei der Maschinenführung, in der Durchführung von teilnehmenden Beobachtungen und Interviews in gemischt aus Arbeitspsychologen, Ingenieuren und Betriebspraktikern zusammengesetzten Teams sowie in der Konzeption von Zukunftsszenarien zur Evaluation und Weiterentwicklung erster technischer Prototypen (S. 26-35). In der Produktion können gemeinsame Bezugs- und Handlungsobjekte z.B. in der Vorbereitung der Produktion neuer Werkstücke, in der Steuerung "kritischer" Aufträge durch die Produktion oder auch in der Vorbereitung von Kaufentscheidungen neuer Produktionstechnik bestehen. Solche projektbezogenen, vertikal zusammengesetzten und zeitlich befristeten Teams ermöglichen eine erfahrungsförderliche Organisationsstruktur, indem sich Beziehungsgeflechte (sog. "Clans") herausbilden (Fleig & Schneider, 1995, S. 43) und auch nach Beendigung der Teamarbeit weiterbestehen können.

(2) Förderung informeller Kommunikation und Kooperation durch Gelegenheiten für "zufällige" und spontane Treffen

Kommunikations- und Kooperationsprozesse können allein durch Anordnung und formelle Planung nicht sichergestellt werden. Eine erfahrungsförderliche Kooperationskultur ist durch ein ausgewogenes Verhältnis von offiziell verankerten Kooperations- und Kommunikationsstrukturen und Gelegenheiten für informelle Kontakte auf Mitarbeiterebene gekennzeichnet. Für die Entstehung einer derartigen Kultur ist Voraussetzung, daß der Betrieb sie fördert und anerkennt. In diesem Zusammenhang kann ein entsprechend ausgelegtes Fabriklayout günstige Bedingungen schaffen, die solche Kontakte wahrscheinlich machen. So unterstützt die räumliche Nähe von Werkzeugmaschinen den Sichtkontakt von Facharbeitern und eröffnet damit Gelegenheiten für eine Face-to-Face Kommunikation. In den Untersuchungen konnten aufgrund der räumlichen Nähe erfahrungsförderliche "Pulkbildungen" bei Störungen und Fertigungsschwierigkeiten beobachtet werden (vgl. Carus, Nogala & Schulze, 1992b, S. 27). Eine weitere Möglichkeit zur Anbahnung informeller Kontakte besteht in den betrieblicherseits nahegelegten Kooperationsstrukturen zur Bewältigung von Störungen und kritischen Situationen. Können hier von den Werkern die ihnen hilfreich erscheinenden Mitarbeiter entlang der Prozeßkette hinzugezogen werden, so bestehen gute Chancen für eine schnelle und unbürokratische Problemlösung. In deren Verlauf kann wiederum ein handlungsbezogener Erfahrungstransfer vonstatten gehen. Weiterhin erhöhen auch überlappende Schichtzeiten die Kommunikation zwischen den Kollegen in bedeutsamem Ausmaß.

(3) Förderung von sozialer Interaktion durch Kommunikationshilfsmittel

Technische Hilfsmittel sollen die direkte interpersonelle Interaktion ergänzen und keinesfalls zu einer Ersetzung der Face-to-face-Kommunikation führen. Vielmehr sollten im Falle räumlicher und zeitlicher Distanz neue Kanäle für Absprachen und Austausch geschaffen werden. Im Zuge der computertechnischen Vernetzung der Abteilungen entlang von Prozessketten bestehen zur Zeit gute Chancen für die Realisierung neuer Kommunikationsformen. Diese zusätzlichen Interaktionsmöglichkeiten können dann selbst wieder neue Erfordernisse für ergänzenden direkt-persönlichen Austausch schaffen. Solche Kommunikationshilfsmittel bestehen z.B. in E-Mail, Videokonferenz und Dokument- bzw. Applicationsharing zwischen Konstrukteuren, Arbeitsvorbereitern, NC-Programmierern, Werkern, Meistern, Instandhaltern, Monteuren und/oder Qualitätssicherern.

In Tabelle 20 ist eine Systematisierung der verschiedenen Kommunikationshilfsmittel vorgenommen. Unterschieden wird der Grad der "Kopplung" bzw. der "Entkopplung" einer zeitlichen und/oder räumlichen Anwesenheit der Gesprächspartner und die damit einhergehende Form der sozial-persönlichen Präsenz.

Tabelle 20: Kopplungsgrade zwischenmenschlicher Kommunikation

Kommunikationsmedium	"Kopplungsgrade" zwischenmenschlicher Kommunikation		
	Räumliche Kopplung	Zeitliche Kopplung	Soziale Präsenz
Face-to-Face	am selben Ort	zur selben Zeit	Vollständige soziale Präsenz über unvermittelte Wahrnehmung
Videokonferenz mit Objekt-Sharing	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz vermittelt über das Dokument und über technisch vermittelte akustische und visuelle Wahrnehmung
Videokonferenz/ Bildtelefon	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz über technisch vermittelte visuelle und auditive Wahrnehmung
Objekt-Sharing mit gleichzeitigem Telefonieren	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz vermittelt über das gemeinsam bearbeitete Dokument und über technisch vermittelte akustische Wahrnehmung
Telefon	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz über technisch vermittelte auditive Wahrnehmung
Objekt-Sharing ohne gleichzeitiges Telefonieren	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz vermittelt über das gemeinsam bearbeitete Dokument
Chat	entkoppelt	zur selben Zeit	Eingeschränkte soziale Präsenz symbolisch vermittelt über Schrift
Anrufbeantworter	entkoppelt	entkoppelt	Eingeschränkte soziale Präsenz über technisch vermittelte auditive Wahrnehmung
Newsgroups, E-Mail, Brief	entkoppelt	entkoppelt	Sehr eingeschränkte soziale Präsenz symbolisch vermittelt über Schrift

Wie in Tabelle 20 angedeutet, kann mit zunehmender sozialer Präsenz in der Mensch zu Mensch Kommunikation eine steigende Erfahrungsförderlichkeit der jeweiligen Kommunikationsformen angenommen werden. Auf der Basis eines durch Face-to-Face-

Kommunikation aufgebauten gegenseitigen Vertrauens und Verständnisses können jedoch auch Kommunikationsformen mit einer geringeren sozialen Präsenz zur Stabilisierung und Erweiterung einer erfahrungsförderlichen Kultur beitragen. Durch die Kommunikationsmittel werden Absprachen und Kooperationsgelegenheiten möglich, wie sie ohne diese neuen Medien nicht denkbar wären. Sie gestatten eine verteilte Zusammenarbeit entlang Prozeßketten durch die Überwindung von räumlicher und zeitlicher Entkopplung. Darüber hinaus können sie aber auch neue Gelegenheiten für die direkt-persönliche Kommunikation eröffnen, z.B. wenn die Gesprächspartner feststellen, daß sie in einem persönlichen Treffen Mißverständnisse oder weitere Fragen klären sollten.

(4) *Unterstützung der Kommunikation entlang Prozeßketten durch Entwicklung eines gemeinsames Bezugssystems*

Eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung von Kommunikation und Kooperation entlang Prozeßketten besteht in der Erarbeitung und Installation eines - informationstechnische und sprachliche Aspekte beinhaltenden - Bezugssystems. Die Anforderung besteht darin, die unterschiedlichen Handlungsausrichtungen u.a. von Konstrukteuren, NC-Programmierern und Fachkräften an den Werkzeugmaschinen (vgl. Kapitel 5.2, S. 96 ff.) zu bewahren, ihnen aber eine übergreifende Verständigungsgrundlage an die Hand zu geben. In der Konstruktion, in der NC-Programmierung und in der Werkstatt wurden bisher je unterschiedliche datentechnische Produkte erstellt: in der Konstruktion eine CAD-Zeichnung, in der NC-Programmierung ein neutrales NC-Programm und in der Werkstatt ein optimiertes und maschinenspezifisches NC-Programm. Diese verschiedenen informationstechnischen Produkte sind dabei bisher nur unidirektional "top down" von der Konstruktion in die NC-Programmierung und die Fertigung transformierbar (vgl. Schulz & Glockner, 1999, S. 162). Der Weg zurück (z.B. nach einer Optimierung) ist bisher nicht möglich. Im Projekt WesUF zeigte sich, daß die technische Einbahnstraße auch als Barriere für den Transfer von Erfahrung z.B. aus der Fertigung in die Konstruktion wirkt (Rose, Haasis & Schulze, 1997, S. 487). Die Gewährleistung eines bidirektionalen Datenflusses auf der Grundlage eines einheitlichen und übergreifenden Fertigungsinformationsmodells, das nach Haasis (1997) notwendig geometrische und semantische Information beinhalten muß (S. 63), eröffnet daher auch Perspektiven für einen verbesserten Erfahrungsaustausch entlang von Prozeßketten. Dafür ist jedoch sicherzustellen, daß die für die Konstruktion, die NC-Programmierung und die Fertigung relevanten Beschreibungsobjekte und -attribute - sog. Bearbeitungsobjekte oder "Features" - in einen inhaltlichen Bezug zueinander gebracht werden können. "Konstruktionsfeatures" (S. 63) auf der Basis funktionsorientierter Geometrie müssen in "Fertigungsfeatures" (S. 64) auf der Basis werkzeugbezogener Zerspanvolumina transformiert werden können und umgekehrt. Wenn dies gelingt und gleichzeitig eine dem Denken und Handeln in den jeweiligen Arbeitsbereichen entsprechende Begrifflichkeit gefunden werden kann, dann wird auch ein bidirektionaler Erfahrungstransfer möglich.

Je besser die Kommunikation über die sprachlich so schwer zu vermittelnden Inhalte der Erfahrung gelingt, desto mehr wird es somit möglich, auf die Erfahrungen anderer zurückzugreifen. Auf diese Weise wird auch eine Unterstützung des Erfahrungserwerbs am eigenen Arbeitsplatz möglich. Das kann z.B. gefördert werden, indem die Erfahrung des einen mit den Erfahrungen von anderen abgeglichen und nachträglich eine gemeinsame Analyse und Reflexion vorgenommen werden kann. Insbesondere der Austausch zwischen Novizen und Experten anhand konkreter Beispiele aus verschiedenen Anwendungsfeldern ist für ein Lernen aus den Erfahrungen der Erfahrenen förderlich. Ein solcher kommunikativer Erfahrungsaustausch dürfte dabei aufgrund seiner motivierenden Funktion auch die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft fördern, da auf diese Weise auch eine kontinuierliche persönliche Weiterentwicklung möglich werden dürfte.

7.2.7 Erfahrungsdokumentation und -management

Die Verfügbarkeit der in einem Unternehmen bereits erworbenen und in verschiedenen Abteilungen verteilt vorhandenen Erfahrungen stellt eine bedeutsame Ressource für die Produktivität und Flexibilität der industriellen Fertigung dar. In der Dokumentation und im kollektiven Zugriff im Sinne eines Wissens- und Erfahrungsmanagements besteht eine weitere Gestaltungsdimension zur Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Aspekte gestaltungsrelevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich dadurch aus, daß für ihre Bewältigung im Wiederholfall eine rein technische und kontextreduzierte Dokumentation nicht ausreicht.
- Die Erfahrbarkeit von Situationen kann durch den Zugriff auf Handlungsalternativen unterstützt werden, die sich in ähnlichen Situationen als erfolgreich herausgestellt haben.
- Die Aktualisierbarkeit von Erfahrung wird durch ein Angebot an Dokumentations- und Archiviermöglichkeiten erfolgreicher Bewältigungshandlungen gefördert.
- Kommunikation und Kooperation sind notwendig zur Festlegung der Art und Weise der Erfahrungsdokumentation und gleichzeitig kann sie unterstützt werden, indem sich über die Dokumentationsbasis neue Anlässe für persönliche Treffen ergeben.
- Die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft kann gefördert werden, indem durch Archivierung und Zugriff auf erfolgreiche Bewältigungsformen Handlungsbarrieren in der eigenen Arbeit überwunden und den nachfolgenden Kollegen die Arbeit erleichtert wird.

Ein bedeutendes Defizit bisheriger wissensbasierter DV-Systeme besteht in ihrer mangelnden Eignung, praktische Erfahrung berücksichtigen zu können. Trotz der weithin anerkannten Bedeutsamkeit der Erfahrung qualifizierter Fachkräfte als Ressource für die Aufrechterhaltung und Optimierung der industriellen Teileherstellung fehlt es an Konzepten für ihre angemessene Dokumentation und Unterstützung. Insbesondere ist es bislang nicht gelungen, einen Zugriff auf verteilt vorliegende Erfahrung im Rahmen der Arbeit entlang Prozeßketten und in Netzwerken zu organisieren (Rose, Haasis & Schulze, 1997, S. 486-489). Die Ursache hierfür findet sich in Merkmalen der Erfahrung: Infolge ihrer Kontext- und Persongebundenheit läßt sie sich nicht umstandslos "akquirieren" und in einem Speicher zur kollektiven Verfügung bereitstellen. Erfahrung ist eben zunächst nur Erfahrung für eine bestimmte Person. Wird sie z.B. von einem Erfahrungsträger einer anderen Person - einem Erfahrungssucher - in Form von Informationen mitgeteilt, dann entsteht auf Seiten des Erfahrungssuchers zunächst ein Wissen über eine mögliche Vorgehensweise, mit deren Hilfe dem Erfahrungsträger die Bewältigung einer ähnlichen Situation gelang. Dieses Wissen eröffnet Handlungsoptionen, und im eigenen Ausprobieren kann sich ein eigenes Erfahren vollziehen. In der folgenden Tabelle 21 ist dieses Verständnis in Form einer Klassifizierung der Begriffe des Wissens, der Erfahrung und der Information zusammengefaßt:

*Tabelle 21: Abgrenzung der Begriffe Wissen, Erfahrung und Information
(in Anlehnung an Bühler, 1998, S. 9)*

	Wissen	Erfahrung	Information
Bezug	Wissen und Erfahrung sind an Personen gebunden und sind Ressourcen zielgerichteten und kompetenten Handelns und Könnens		Informationen sind aggregierte, auch von Computern verarbeitbare Daten
Inhalte	Wissen zeichnet sich durch personübergreifende und exlizierbare Inhalte aus. Es kann nach seiner Herkunft unterschieden werden in: <ul style="list-style-type: none"> • dokumentierte und situationsübergreifende Anteile • auf Erfahrung in konkreten Situationen zurückgehende Anteile 	Erfahrung entzieht sich einer exakten Beschreibung wegen ihres individuellen Kontextbezuges, ist nicht ohne Weiteres von der Person ablösbar. Einzelne Inhalte können aber in Form von Fallgeschichten und heuristischen Faustregeln kommuniziert werden	Informationen können nach ihrer Herkunft klassifiziert werden: sie stammen aus situationsübergreifendem Fachwissen, aus konkreter Erfahrung oder direkt aus den Bearbeitungsprozessen
Genese	Menschen gewinnen Wissen über einen Aneignungs- und Abstraktionsprozeß. Die Transformation von Erfahrung in Wissen stellt eine Spezialform dar.	Menschen machen Erfahrungen, indem sie im Handeln deren Konsequenzen und Bedeutung "am eigenen Leib" erleben	Erfaßt und bereitgestellt werden kann wissens- und erfahrungsbasierte sowie prozeßbezogene Information

Die in der Tabelle 21 vorgenommene Unterscheidung wurde im Rahmen der Konkretisierung des Leitprojektes HYBRID in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Psychologen, Ingenieuren und Betriebspraktikern unter Mitarbeit des Autors erarbeitet (Bühler, 1998). Ziel war eine gestaltungsrelevante Abgrenzung der Begriffe. Ein zentrales Merkmal der Begriffsbestimmung besteht in der Reservierung der Begriffe des Wissens und der Erfahrung für die Beschreibung von Wahrnehmungs-, Denk- und Handlungsprozessen von Personen. Der Begriff der Information wird demgegenüber für die Beschreibung jeglicher Transfer- und Austauschprozesse verwendet, unabhängig davon, ob es sich um einen rein technischen Austausch handelt oder ob Menschen einbezogen sind. Wissen und Erfahrung unterscheiden sich nach dem erarbeiteten Verständnis in ihrem Person- und Kontextbezug: Während Erfahrung prinzipiell an die Person desjenigen gebunden ist, der sie in einer bestimmten Situation handelnd erworben hat, handelt es sich bei Wissen um eine höhere Abstraktionsstufe. Wissen zeichnet sich nach diesem Verständnis durch eine person- und kontextübergreifende Charakteristik in dem Sinne aus, daß es von Personen mit einem bestimmten Vorwissen ohne Weiteres aufgenommen und erschlossen werden kann. Diese Unterscheidung von Wissen, Erfahrung und Information eröffnet neue Gestaltungsperspektiven.

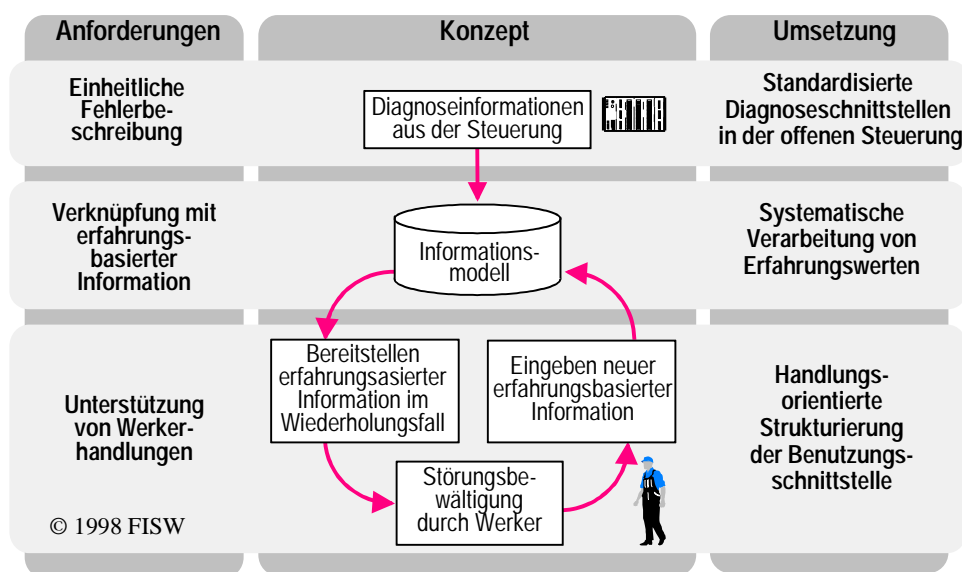
Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Gestaltungsperspektiven zur Unterstützung des Erfahrungsmanagements mittels Dokumentation und kollektivem Zugriff leiten sich aus der vorgängig dargestellten Unterscheidung des Wissens, der Erfahrung und der Information ab. Zielführend ist dabei der Ansatz, in "kritischen" Situationen für den anforderungsgerechten Bearbeitungsprozeß erfahrungsbasierte Information bereitzustellen bzw. verfügbar zu machen, um den Erfahrungsprozeß erleichtern und unterstützen zu können. Vor diesem Hintergrund eröffnen sich wiederum verschiedene Gestaltungsoptionen.

(1) *Anreicherung von Datenmodellen mit erfahrungsbasierter Information*

Eine Form der Anreicherung von Datenmodellen mit erfahrungsbasierter Information besteht darin, daß Nutzer z.B. im Anschluß an eine Maschinenstörung anhand einer Auswahl aus vorgegebenen Fehler- und Bewältigungsmöglichkeiten direkt die im aktuellen Fall erfolgreiche Handlung beschreiben. Mit diesem Konzept konnten im Projekt HÜMNOS gute Erfolge bezüglich der besseren Unterstützung des Nutzers bei der Bewältigung von Wiederholstörungen erzielt werden (Albrecht, Leinmüller, Litto & Stäbler, 1998, S. 122-128). In interdisziplinärer Zusammenarbeit aus Ingenieuren, Arbeitspsychologen und Fachkräften wurden für eine Einheit einer Transferstraße deren mechanische und elektrische Komponenten aufgeschlüsselt und in einer Baumstruktur im Diagnosemodul hinterlegt. Weiterhin wurden Bewältigungsmaßnahmen differenziert, die sich u.a. darauf bezogen, wie einzelne Bauteile im Falle einer Störung repariert bzw. ausgetauscht werden können. Darüber hinaus gelang es, die Lage der Bauteile und Komponenten in der Maschine mittels Fotografien zu hinterlegen. Dadurch konnten die als ursächlich erkannten Komponenten sowie die erfolgreichen Maßnahmen zur Bewältigung einer aktuellen Störung der jeweiligen steuerungstechnischen Störungsmeldung zugeordnet werden (Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 194). Trat die Störung nun nochmals auf, so gab das Diagnosemodul die häufigsten Ursachen und Bewältigungsmaßnahmen bezogen auf die jeweilige Fehlermeldung aus. In videogestützten Evaluationen des Prototyps auf der Basis einer produktionsnah an typischen Störungen orientierten Maschinen- und Steuerungssimulation bewerteten die Fachkräfte die Verknüpfung von Fehlermeldungen mit erfahrungsbasierten Ursachen und Maßnahmen für die Bewältigung von Wiederholstörungen "*als gelungene Unterstützung*" (Schulze, Rose & Witt, 1999, S. 132). Insbesondere die Anzeige des Ortes der jeweils gestörten Komponenten stieß auf Begeisterung. Das zugrundeliegende Konzept ist in der Abbildung 25 veranschaulicht: Dem Nutzer werden einerseits relevante und erfahrungsbezogene Diagnoseinformationen bereitgestellt, andererseits kann er aktuelle Störsituationen und deren Bewältigung in Form erfahrungsbasierter Information situationsspezifisch dokumentieren.

Abbildung 25: Konzept zur Integration erfahrungsbasierter Information in ein diagnosebezogenes Informationsmodell (in Anlehnung an Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 190)



Eine Voraussetzung für die Anreicherung von Informationsmodellen mit erfahrungsbasierter Information besteht im Falle des Diagnosemoduls in der Identifizierung und Hinterlegung der gesamten mechanisch-elektrischen Bauteile und Komponenten der konkreten Maschine. Dies stellt z.B. für komplexe Bearbeitungszentren eine aufwendige Aufgabe dar. Anderer-

seits kann damit eine Zusammenführung von Störungs- und Bewältigungsdokumentation aus verschiedenen Betrieben und Anwendungsfeldern erreicht und darauf aufbauend ein maschinenspezifischer und unternehmensübergreifender Diagnosekreislauf eingerichtet werden (Schulze, Litto, Rose & Storr, 1999, S. 197). In einem öffentlich geförderten Anschlußprojekt wird zur Zeit unter Beteiligung des ISW der Universität Stuttgart ein maschinenübergreifendes Klassifikationssystem in Form eines allgemeinen Anlagenmodells erarbeitet. Das dem HÜMNOS-Diagnosemodul zugrunde liegende Konzept eignet sich für die Unterstützung von Wiederholstörungen, nicht aber für die Bewältigung von Erststörungen. Eine Dokumentation und Ausgabe erfahrungsbasierter heuristischer Vorgehensweisen könnte weiterhin die Lücke zur Bewältigung neuer Störungen schließen. Der wesentlich höhere Aufwand zur Beschreibung von Vorgehensweisen und zur Pflege der Datenbasis wäre vertretbar, wenn es gelingt, erfahrungsbasiertes Vorgehen aus einem anlagenpezifischen Fall zu verallgemeinern und für andere Anlagenvarianten anzubieten.

(2) Unterstützung der Verfügbarkeit verteilter Erfahrung durch Wissenslandkarten

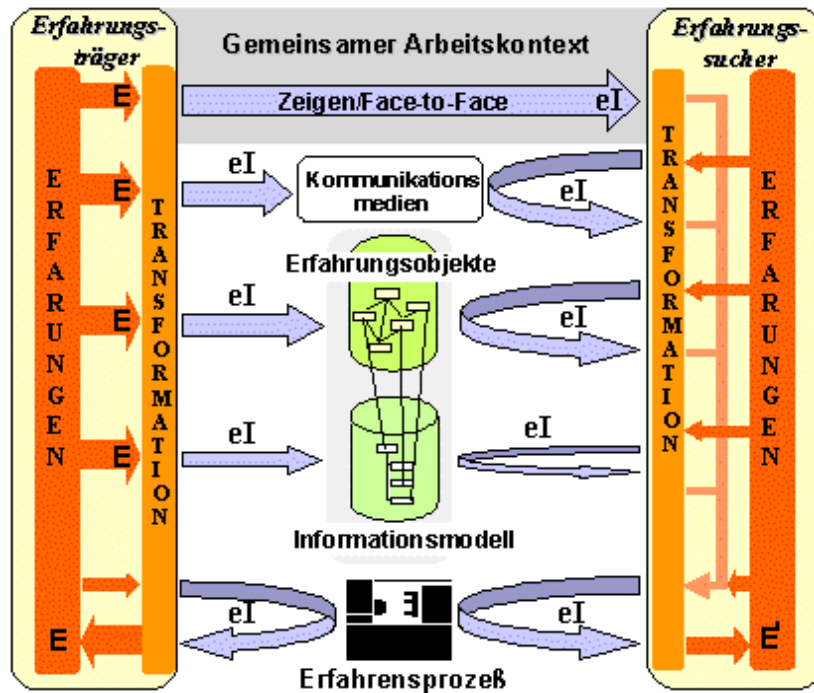
Wehner & Dick (1999) vergleichen Wissenslandkarten mit einem Stadtplan: *"Der Stadtplan (Landkarte) soll uns die Orientierung in einer Stadt (Landschaft) ermöglichen. Er ersetzt nicht den Besuch der Stadt, er enthält ebenfalls wenig Information, was in der Stadt momentan passiert"* (Wehner & Dick, 1999, S. 8). Solche Wissenslandkarten stellen somit nicht das Wissen selbst dar, *"sie zeigen lediglich, wo sich im Unternehmen bestimmte Wissensdomänen befinden"* (S. 8). Eine Möglichkeit der Umsetzung besteht in diesem Zusammenhang in einem Verzeichnis der "Wissenden" bzw. der "Erfahrungsträger", die in einem bestimmten Bereich bereits Erfahrungen gesammelt haben und bei ähnlichen Problemen wichtige Hilfestellung leisten können. Auch dieser Ansatz steht in Übereinstimmung mit der eingangs eingeführten begrifflichen Unterscheidung von Wissen, Erfahrung und Information: Nicht die Erfahrung selbst wird dokumentiert, es werden vielmehr die Erfahrungsträger katalogisiert, so daß sie bei bestimmten Problemen nachgefragt werden können. Die Katalogisierung der Erfahrungsträger unterscheidet sich von dem beschriebenen Konzept der Erfahrungsanreicherung von Informationsmodellen. Im HÜMNOS-Diagnosemodul als exemplarischer Umsetzung wurden ja Erfahrungen in erfahrungsbasierte Informationen transformiert. Wehner & Dick setzen ihr Konzept der Katalogisierung der Erfahrungsträger zur Zeit mit verschiedenen Kooperationspartnern aus der Industrie um. Man kann gespannt sein, zu welchen Ergebnissen sie kommen werden.

(3) Erfahrungsdokumentation als Grundlage für gestuften Erfahrungsaustausch

Ein über die Konzepte der Erfahrungsanreicherung von Informationsmodellen und der Katalogisierung von Erfahrungsträgern hinaus gehender Ansatz besteht in der Form eines "gestuften" Erfahrungsaustausches. Ein solcher Ansatz wurde im Rahmen des bereits angesprochenen Entwurfs für das Leitprojekt HYBRID in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren von Forschungsinstituten und von Anwendern und Herstellern von Produktionstechnik sowie von Arbeitspsychologen unter Mitarbeit des Autors entwickelt (vgl. Bühler 1998). Das Konzept des gestuften Erfahrungsaustauschs setzt dabei auf einer genaueren Analyse der Prozesse auf, die sich bei der Erfahrungsweitergabe zwischen einem "Erfahrungsträger" und einem "Erfahrungssucher" abspielen: So ist der "Erfahrungsträger" gezwungen, seine Erfahrung in eine kommunizierbare bzw. dokumentierbare Form zu "transformieren". Der Erfahrungssucher wiederum ist darauf angewiesen, daß er die in einer bestimmten Weise vergegenständlichten erfahrungsbasierten Informationen "rücktransformieren" kann. Durch diesen Prozeß gewinnt er eine Vorstellung, worin die Erfahrung des Erfahrungsträgers besteht und wie er in einem eigenen Handlungsprozeß eine entsprechende Erfahrung selbst machen kann. Die einzelnen Transformationsprozesse sind in der Abbildung 26 dargestellt. Dabei sind die transportierten erfahrungsbasierten Informa-

tionen mit "eI", die jeweiligen Erfahrungen mit "E" bzw. im Falle einer nachvollzogenen und dann selbst gemachten Erfahrung mit "E" abgekürzt.

Abbildung 26: *Erfahrungswertung zwischen Erfahrungsträger und Erfahrungssucher*

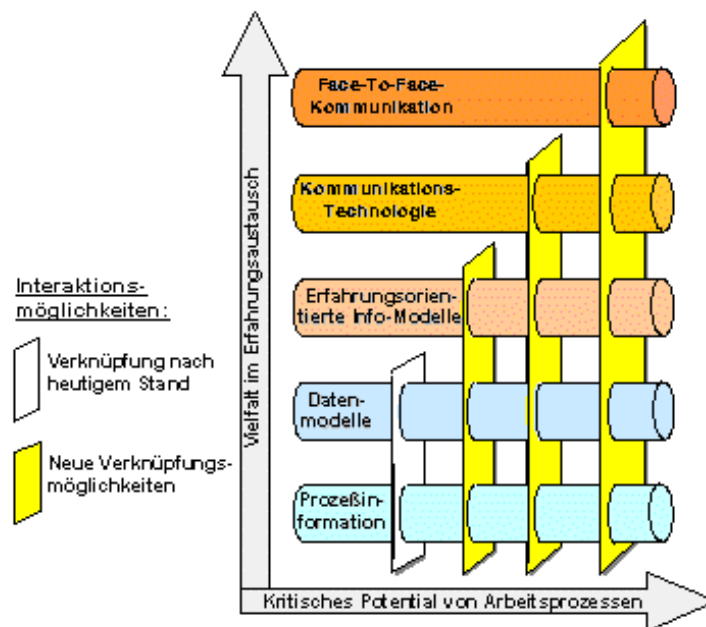


Die Erfahrungswertung gelingt am ehesten, wenn der Erfahrungsträger einem Erfahrungssucher im Face-to-Face Kontakt bei laufendem Bearbeitungsprozess direkt zeigen kann, wie eine bestimmte Situation am besten zu bewältigen ist. Das handelnde Miteinander in einem gemeinsamen Bezugskontext stellt die unmittelbarste, gleichzeitig aber auch eine aufwendige Form des Erfahrungsaustauschs dar. Wenn ein Facharbeiter z.B. mit der Bearbeitung eines Werkstücks ein Problem hat und ein anderer Experte die ihm fehlende Erfahrung bereits gemacht hat, so muß dieser gefunden, gerufen und es muß die entsprechende Situation eingeleitet und kollektiv bewältigt werden. Dies kostet Zeit und Ressourcen. Die indirekteste und auch die unvollständigste Form der Erfahrungswertung stellt demgegenüber jene über herkömmliche Daten- und Informationsmodelle dar. NC-Bearbeitungsprogramme enthalten z.B. dann, wenn sie in der Werkstatt optimiert werden, die situationsbezogene Erfahrung der Fachkräfte - sie liegt kodifiziert in Form der veränderten Satzfolge und der jeweiligen Technologieparameter vor. Da aber die Absicht des Facharbeiters, die "Geschichte" der Entstehung und der konkrete Bearbeitungskontext nicht im Programm enthalten sind, ist ein Nachvollzug nur sehr eingeschränkt möglich (Spath, Agostini, Fleissner & Walter, 1995, S. 88-100).

Auf der Basis multimedialer Dokumentationsmöglichkeiten werden ergänzende Formen eines Erfahrungsaustauschs möglich, der auf einer gegenständlichen oder symbolischen Abbildung erfahrungshaltiger Information beruht. Dadurch können die Fachkräfte in die Lage versetzt werden, erfahrungshaltige Fertigungs- oder Handlungssequenzen festzuhalten, abzulegen und wiederzufinden. Beispiele bestehen z.B. in der Dokumentation von verschiedenen Sichten auf geometrische Informationen, von Geräuschkulissen und von baumartig verzweigten Fehlerbehebungsmaßnahmen. Solche Dokumentationen können mittels Video, Fotografie, Tonbandaufnahmen, Telefonmitschnitten, geschriebenen Falldarstellungen oder aufgezeichneten Geräuschen etc. angefertigt werden. Sie sind in der Abbildung 26 als "Erfahrungsojekte" bezeichnet. Erfahrungsojekte können technisch nicht direkt weiter-

verarbeitet werden, ihr Nutzen ist abhängig vom Nachvollzug der zugrundeliegenden Erfahrung. Der Vorteil von Erfahrungsobjekten besteht u.a. darin, daß sie mit datentechnischen Objekten der Informationsmodelle verknüpft werden können, wie z.B. mit Bearbeitungsobjekten bzw. Features. Diese Verknüpfung ist in der Abbildung 26 mit den Linien zwischen den Erfahrungsobjekten und dem Informationsmodell visualisiert. Weiterhin ermöglichen Erfahrungsobjekte in dem Fall, daß die vergegenständlichten und auf Erfahrung beruhenden Handlungsalternativen einen Nachvollzug noch nicht gewährleisten, ein direktes Nachfragen bei dem Urheber des Erfahrungsobjektes. An dieser Stelle schließt sich der Kreis, indem sich über die Erfahrungsobjekte Gelegenheiten für einen direkt-persönlichen Erfahrungsaustausch eröffnen. Eine informationstechnische Kopplung zwischen den verschiedenen Informationsträgern, der Kommunikationstechnologie und der Face-To-Face-Kommunikation liefert somit Perspektiven für einen gestuften Erfahrungsaustausch, der insbesondere die Bewältigung von "kritischen" Situationen fördern kann. Die Verknüpfung der verschiedenen Dokumentationsformen ist in der Abbildung 27 visualisiert.

Abbildung 27: "Gestufter Erfahrungsaustausch" in "kritischen" Situationen



In diesem Zusammenhang sind noch viele Fragen offen. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bestehen u.a. in der Herausarbeitung einer Beschreibungsstruktur für Erfahrungsobjekte, in der Bereitstellung geeigneter Such-, Finde- und Navigationsstrategien sowie in der Erarbeitung von Werkzeugen zur Verknüpfung von Erfahrungsobjekten mit Objekten von Informationsmodellen und mit den Erfahrungsträgern.

Zu dem Ansatz des gestuften Erfahrungsaustausches auf der Basis von "Erfahrungsobjekten" und ihrer Verknüpfung mit Informationsmodellen sowie mit den Erfahrungsträgern liegen noch keine betrieblichen Umsetzungen vor. Von daher kann an dieser Stelle nur auf Ergebnisse anlässlich der Einführung von Wissensmanagementsystemen verwiesen werden. So hatte ein Wissensmanagementsystem, das bei DaimlerChrysler 1997 eingeführt wurde (Vogt, 1998, S. 25), das Ziel, die "geheimen" und "entscheidenden Lernerfahrungen" (S. 25) in einem Intranet abzulegen und anderen Mitarbeitern zugänglich zu machen. In der ersten Zeit wurde die Datenbasis jedoch offensichtlich von den Mitarbeitern kaum genutzt. Es mußten erst Veränderungen in der Unternehmenskultur erreicht werden, um die Mitarbeiter davon überzeugen zu können, ihre Erfahrungen auch öffentlich zur Verfügung zu stellen. Entscheidend war in diesem Zusammenhang offenbar die Wirkung der Vorgesetzten als Vorbild,

die klare Festlegung von Verantwortlichkeiten innerhalb des Wissensmanagementsystems sowie ein unterstützendes Coaching der zukünftigen Benutzer durch die Personalentwicklungsabteilung. Aus den beobachteten Schwierigkeiten mit der öffentlich zugänglichen Archivierung personbezogener Erfahrung zieht Vogt den Schluß, daß die "*gelebte Kultur*" letztlich mit darüber entscheidet, "*ob Wissen als Waffe oder als Ressource gesehen wird*" (Vogt, 1998, S. 25).

Die berichteten Erfahrungen mit der Einführung von Wissensmanagementsystemen lassen sich auf das vorgestellte Dokumentationskonzept zur Unterstützung eines gestuften Erfahrungsaustauschs nur eingeschränkt übertragen, da bei herkömmlichen Wissensmanagementsystemen in der Regel keine Kommunikationsmöglichkeiten zu den Urhebern vorgesehen sind. Allerdings machen solche Fallstudien deutlich, daß das Gelingen von Erfahrungsmanagement wesentlich von der Beteiligung der Mitarbeiter abhängt. Das Wissens- und Erfahrungsmanagement ist in diesem Zusammenhang in Übereinstimmung mit Wehner & Dick (1999) notwendigerweise als sozialer Kooperationsprozeß zu verstehen.

In den Ausführungen klingt es öfter an, daß die Archivierung und das Zur-Verfügung-Stellen von Erfahrung die Bereitschaft voraussetzen, die eigene Erfahrung auch weitergeben zu wollen. Eine erfahrungsförderliche Kultur müßte sich v.a. auf die Honorierung und betriebliche Anerkennung der Leistungen der Fachkräfte durch ein Erfahrungsmanagement gründen. Eine Möglichkeit wäre z.B. die besondere Würdigung der Urheberschaft von "Erfahrungsobjekten" im Sinne eines Statuszugewinns. Auch die Prämierung von Dokumentationen z.B. im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) im Sinne finanzieller oder entsprechender Anreize kann die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft erleichtern.

7.2.8 Passung von Aufgabe, Verantwortung und Zuständigkeit

Die situationsbezogene Passung zwischen Aufgabe, zugeschriebener Zuständigkeit und Verantwortung in Form von Befugnis und Kompetenz stellt eine weitere konstitutive Komponente erfahrungsgeleiteter Arbeit dar. Erst wenn Fachkräfte selbst entscheiden können, ob und wie sie in den Arbeits- und Bearbeitungsprozeß eingreifen, können sie ihr Tun auch selbst verantworten und auf dieser Basis Erfahrungen sammeln und einbringen. Die optimale Balance zwischen Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortung ist dabei sowohl für die organisatorische Arbeitsteilung wie auch für die Funktionsverteilung zwischen Mensch und Maschine relevant:

- Im organisatorischen Bereich findet sich infolge der immer noch weit verbreiteten Partialisierung (Weber, 1994) planender und ausführender Tätigkeiten in der industriellen Produktion häufig auch eine Diskrepanz von Zuständigkeit und Verantwortung. Beispiele sind die in vielen Betrieben vorzufindende Zuordnung der zeitlich-kapazitiven Disposition zur Arbeitsvorbereitung und der Terminverantwortung zur Fertigung oder die Zuordnung der Festlegung der Bearbeitungsstrategie zur NC-Programmierung und der technologischen Qualitätsverantwortung zur Fertigung (Fleig & Schneider, 1995, S. 45). Aus dieser Zuschreibung von Verantwortung bei gleichzeitig fehlender Zuständigkeit und notwendiger Eingriffsmöglichkeiten resultieren gravierende Behinderungen für den Erwerb von Erfahrung. In vielen Betrieben hat sich in der Folge eine informelle Praxis in der Art entwickelt, daß die Fachkräfte Handlungs- und Zuständigkeitsbarrieren überspringen und eine Nachsteuerung vornehmen, obwohl ihnen die dafür erforderliche Verantwortung nicht explizit zugeschrieben wird und auch in der Organisationsstruktur nicht vorgesehen ist.
- Im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion finden sich ganz überwiegend Diskrepanzen zwischen der übertragenen Verantwortung und den Zuständigkeiten inklusive den ent-

sprechenden Eingriffsmöglichkeiten. Mit zunehmender Automatisierung der metallbearbeitenden Prozesse ist dabei in der Regel die Kontrolle dieser Prozesse immer weiter in Richtung von Maschine und Steuerung verschoben. Allerdings bleiben die Operateure in vielen Fällen verantwortlich für die Werkstückqualität, ohne daß ihnen die dafür notwendigen Funktionen zur Verfügung stehen. Wie bereits mehrfach angesprochen (siehe u.a. S. 199), erschöpfen sich die Möglichkeiten zur Prozeßregulation mit den Overridefunktionen und dem Not-Aus.

Aus diesen Widersprüchen zwischen Aufgabe, Verantwortung und Zuständigkeit resultieren für die Fachkräfte Belastungen in nicht zu unterschätzendem Ausmaß (Böhle & Rose, 1992, S. 151-222). Die beschriebene emotionale Balance zwischen einem fatalistischen Laufenlassen und einer hohen Aufmerksamkeit auf Seiten der Fachkräfte (vgl. Kapitel 6.3.1, S. 171 ff.) läßt sich in diesem Zusammenhang als Bewältigungsversuch verstehen. Darüber hinaus führen die widersprüchlichen Arbeitsanforderungen auch zu produktionsbezogenen Reibungsverlusten: Engpässe, Termenschwierigkeiten und eine große Zahl von Eilaufträgen entstehen offensichtlich dann schnell, wenn die Fachkräfte keine angemessenen Möglichkeiten haben, die Ist-Situationen an die Sollsituation der zentralen Planung anzupassen.

Die Übertragung von aufgaben- und situationsadäquater Zuständigkeit und Verantwortung ist in verschiedener Hinsicht für die Umsetzung der allgemeinen Aspekte des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit relevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich u.a. dadurch aus, daß sie häufig an Schnittstellen zwischen verschiedenen Zuständigkeits- und Verantwortungsbereichen angesiedelt sind, bzw. daß ihre Bewältigung ein kurzfristiges Überschreiten der eigenen Zuständigkeit erfordert.
- Für die Erfahrbarkeit von Situationen ist relevant, daß den Fachkräften von der Organisation wie auch von der Maschine her eine Form der Kontrolle und Einflußnahme gestattet wird, die ihnen unter Vorlage bestimmter Merkmale und Bedingungen einen Eingriff erlaubt, der über ihren Zuständigkeits- und Verantwortungsbereich hinausgeht.
- Die Anwendbarkeit von Erfahrung wie auch ihr Austausch erfordern eine Kongruenz zwischen den jeweiligen Handlungen zur Bewältigung der Aufgaben und der zugeschriebenen Verantwortlichkeit und Zuständigkeit.
- Für die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft stellen insbesondere Möglichkeiten zur Ausweitung der Zuständigkeit und für die Übernahme von Verantwortung in "kritischen" Situationen motivierende Aspekte dar, da auf diese Weise eine persönliche Weiterentwicklung und Kompetenzerhöhung möglich werden.

Für die Realisierung erfahrungsförderlicher Produktionsstrukturen und -systeme ist somit die Kongruenz zwischen Zuständigkeit, Verantwortung und den im "Normalfall" auszuführenden Bewältigungshandlungen voraussetzend. Für die Bewältigung "kritischer" Situationen bedarf es darüber hinaus verbindlicher Regelungen, daß zumindest kurzfristig und auf eigene Verantwortung der zugeschriebene Zuständigkeitsbereich überschritten werden kann. Über diese temporären Überschreitungen kann dann im Nachhinein Rechenschaft abgelegt werden, wie es z.B. im Flugdienst vorgeschrieben ist. Unter bestimmten Bedingungen, wie z.B. psychischer und physischer Ausfallerscheinungen, können Copiloten ihren Kapitän entweder absetzen und die Führung des Flugzeuges übernehmen oder aber veranlassen, daß sich der Kapitän hinterher vor einer Flugjury verantworten muß.

Das Konzept der Passung von Aufgabe, Zuständigkeit und Verantwortung mit Optionen zur Überschreitung des zugewiesenen Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiches in "kritischen Situationen" hat Parallelen zu dem Ansatz, wie er von Grote von Grote, Weik, Wäfler, Zölch & Ryser (1999, S. 255-284) in der Methode KOMPASS zur komplementären Gestaltung von Arbeits- und Maschinensystemen (Grote, 1997, S. 167-237) ausgearbeitet wurde. Die zentrale Leitidee besteht hier in der ergänzenden Arbeitsteilung zwischen Mensch und soziotechnischem System. Für die Ebene des Mensch-Maschine-Systems werden als Bewertungskriterien die der Prozeßtransparenz, der Kopplung, der Autorität und der Flexibilität vorgeschlagen (S. 264-267). In der Adaptierbarkeit von Systemen wird ein zentraler Gestaltungsaspekt zur Umsetzung sowohl einer "*dynamischen Kopplung*" (S. 265) wie auch einer "*flexiblen Autoritätsverteilung*" zwischen Mensch und technischem System gesehen:

"Anzustreben ist ein adaptierbares System, so daß der Operateur kurzfristig und eigenständig entscheiden kann, z.B. aufgrund seiner momentanen Arbeitsbelastung, ob er eine Funktion selbst ausführt oder sie (teilweise) dem technischen System übergibt" (Grote, Weik, Wäfler, Zölch & Ryser, 1999, S. 267).

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Gestaltungsperspektiven zur Förderung von Vertrauen leiten sich also ab aus der Anforderung der Gewährleistung von Kongruenz zwischen Arbeitsinhalt, Zuständigkeit und Verantwortung für "normale" Situationen bei gleichzeitiger Möglichkeit des Überschreitens des Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiches in "kritischen" Situationen. Ziel der organisatorisch-technischen Gestaltung ist somit die verbindliche Zuordnung und Zuschreibung eines bestimmten Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiches an die Fachkräfte bei Gewährleistung einer Autonomie, diesen im Falle "kritischer Situationen" überschreiten zu können. Folgende Gestaltungsoptionen verdeutlichen exemplarisch, wie diese Anforderungen umgesetzt werden können:

(1) Zuschreibung von Zuständigkeit und Verantwortung für die Feinsteuerung, Optimierung und Störungsbewältigung an die Werker

In der Einzelfertigung können die konkreten Durchlaufzeiten sowie die optimalen Maschinenbelegungen und Personalzuteilungen vorab infolge der Grenzen einer zentraler Planung kaum zutreffend festgelegt werden. Fachkräfte in der Fertigung übernehmen in vielen Fällen wie bereits angesprochen auf informellem Wege eine Feinsteuerung und Optimierung trotz begrenzter Eingriffsmöglichkeiten. Erfahrungsförderlich wäre hier die Zuteilung der für die Aufgaben der dispositiven Feinsteuerung und Optimierung notwendigen Zuständigkeit. Dies könnte über eine alternative Form der Arbeitsteilung zwischen der Arbeitsvorbereitung und der Fertigung erreicht werden. Die Arbeitsvorbereitung könnte z.B. eine Grobsteuerung mit Eckterminen vorgeben, während die Fachkräfte in der Fertigung für die Feinsteuerung verantwortlich und zuständig sind.

Im Bereich der kleinen und mittleren Serien mit externer NC-Programmerstellung sind die Fachkräfte häufig für die Anpassung der NC-Programme offiziell nicht zuständig. Trotzdem übernehmen sie in der Regel deren Optimierung, da sie ein Interesse an einer möglichst ökonomischen und anforderungsgerechten Fertigung entwickeln. Auch hier könnte eine Zusammenarbeit derart erfolgen, daß in der NC-Programmierung im Falle komplexer und anspruchsvoller Geometrie ein Grobprogramm erstellt und in der Fertigung die Feinanpassung vorgenommen wird. Dies erfordert jedoch die Verwendung des gleichen Programmiersystems sowohl in der Werkstatt wie auch in der Programmierung sowie die Verwendung der gleichen Begrifflichkeiten (vgl. auch S. 222).

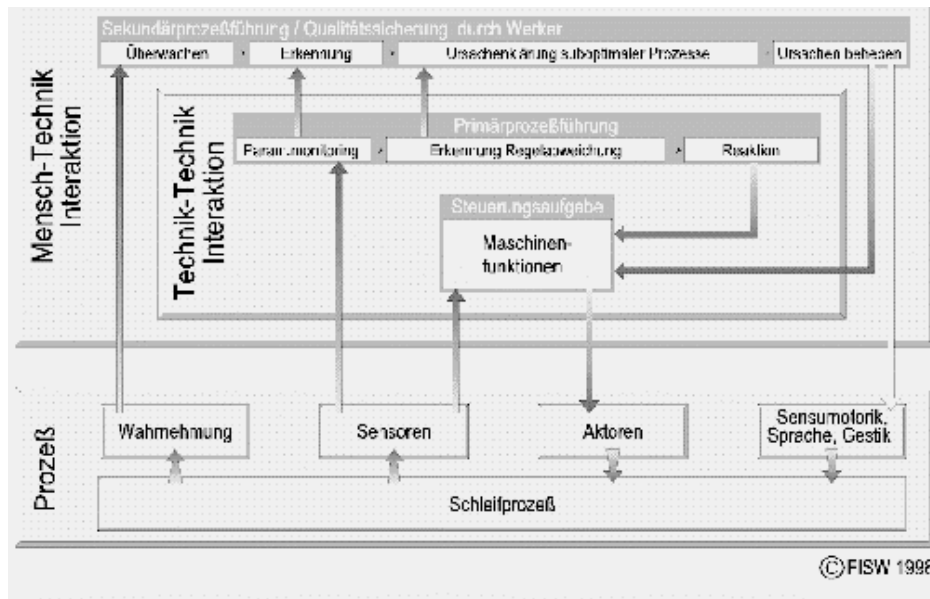
In der Massenfertigung sind die Fachkräfte aufgrund ihrer Erfahrung diejenigen, die die Maschinen am besten kennen und im Falle von Störungen zu einer schnellen Störungsbewältigung in der Lage sind. Allerdings liegt häufig das Auswechseln von Verschleißteilen wie z.B. von defekten Schaltern und Signalgebern nicht in ihrer Hand. Der in den Untersuchungen beobachtete Ansatz eines Automobilherstellers, Fachkräfteteams die Kompetenz und die Zuständigkeit für die Vornahme von elektrischen Reparaturen zu übertragen, stellt in diesem Zusammenhang eine organisatorische Möglichkeit zur Gewährleistung von Kongruenz zwischen Zuständigkeit, Verantwortung und Aufgabe dar (siehe auch S. 196).

(2) Zuschreibung von Verantwortung und Zuständigkeit für die Kontrolle automatisierter Bearbeitungsprozesse

CNC-Technik zur Steuerung von Werkzeugmaschinen und Produktionssystemen im Bereich der industriellen metallbearbeitenden Produktion hatte eine weitere Automationsstufe der Bearbeitungsprozesse zum Ziel (Böhle, Carus & Schulze, 1993, S. 14). Leitbild war die vom Menschen unabhängige und autarke Prozeßregulation durch die Maschine selbst - der in den 70-er Jahren noch sehr populäre Ansatz des "*Adaptive Control*" zeugt von dieser Orientierung (Schüpbach, 1994, S. 52-58). Die grundlegende Idee des Adaptive Control Ansatzes besteht in der Überwachung des Bearbeitungsprozesses mittels Sensoren, in der Interpretation der ermittelten Daten mittels einer künstlichen Auswertintelligenz und in der anschließenden situationsbezogenen automatischen Anpassung der Prozeßparameter an die jeweilige Fertigungssituation. In diesem Konzept kommt der Fachkraft zumindest prinzipiell keine besondere Bedeutung mehr zu.

Am Beispiel des Schleifprozesses wurde demgegenüber im Rahmen des Entwurfes für das Leitprojekt Hybrid eine Konzeption der steuerungsinternen Abläufe entwickelt, das dem Menschen eine Kontrolle über den automatisierten Bearbeitungsprozeß explizit gestattet. Der Bearbeitungsprozeß wird dabei durch ein Schalenmodell beschrieben. Im Mittelpunkt steht die Steuerungsaufgabe zur Bearbeitung einer programmierten Geometrie. In der innersten Schale wird mit Hilfe von In-Prozeß Messungen der Ist-Geometrie des Werkstückes, mit Hilfe von Unwuchtmessungen des Schleifmittels innerhalb eines zulässigen Toleranzbereiches die relative Lage des Schleifmittels zum Werkstück automatisch geregelt. In der zweiten Schale sind Funktionen der Primärüberwachung zu finden, die der Erkennung von Maßabweichungen im Prozeß dienen. Dazu werden Prozeßgrößen überwacht sowie Abweichungen identifiziert und lokalisiert, damit die Steuerung geeignet reagieren kann. Prozeßtransparenz und Prozeßsicherheit werden darüber hinaus wesentlich durch die äußere Schale, die Sekundärüberwachung, bestimmt. Hier stehen den Werkern Benutzungsfunktionen zur Verfügung, die ihnen Prozeßtransparenz (z.B. hinsichtlich Oberflächengüte, Rattermarken, Rundheit- und , Maßabweichungen etc.) und Eingriffe zur Optimierung des Schleifprozesses (z.B. durch Parameteränderungen) sowie die Interpretation der Qualitätsdaten ermöglichen. Dieser Zusammenhang zwischen der Steuerungsaufgabe, der Primärüberwachung in Echtzeit sowie der Sekundärüberwachung durch die Werker ist in Abbildung 28 veranschaulicht.

Abbildung 28: Schalenmodell der Zuständigkeitsverteilung zwischen Mensch und Maschine am Beispiel des Schleifprozesses



In der Abbildung wird deutlich, daß die Fachkräfte sowohl die Einstellungen der ersten beiden Schalen (gedacht als Technik-Technik-Interaktion) verändern als auch direkt und unmittelbar über die dritte Schale der Mensch-Technik-Interaktion auf die Bearbeitungsprozesse einwirken können. Dafür werden ihnen sowohl sinnliche Zugänge zum Bearbeitungsprozeß wie auch angemessene Eingriffsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt. Durch diesen Ansatz wird somit im Normalfall der Schleifprozeß durch die Maschine selbst geregelt - wobei den Werkern die Aufgabe obliegt, die Auswerteroutinen entsprechend anzupassen. In "kritischen Situationen" kann jedoch Verantwortung übernommen und der maschinelle Prozeß manuell beeinflusst werden.

Durch die flexibel auf die konkreten Situationserfordernisse anpaßbare Balance von Zuständigkeit und Verantwortung ergeben sich ebenfalls positive Auswirkungen auf die Erfahrungsbereitschaft. Zum einen können die belastenden Folgen von Diskongruenz zwischen Aufgaben, Zuständigkeit und Verantwortung abgebaut werden. Zum anderen - und dies erscheint als besonderer Pluspunkt - entstehen durch die Möglichkeit, in kritischen Situationen auf eigenen Antrieb den zugeschriebenen Zuständigkeitsbereich überschreiten zu können, neue und persönlichkeitsförderliche Herausforderungen. Voraussetzung ist jedoch, daß hinreichende Möglichkeiten zur Akkumulation der nötigen Kompetenz vorhanden sind.

7.2.9 Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten

Die Akkumulation von Erfahrung erfordert generell besondere Ressourcen. Eine erste besteht in einer ausreichenden Zeit und in Gelegenheiten für ein Üben. Erfahren bedeutet eine bestimmte Art des Erkennens relevanter Zusammenhänge zwischen Situationen bzw. ihren Merkmalen und erfolgreichen / nicht erfolgreichen Handlungen auf der Grundlage des Er- und Durchlebens. Die dafür nötige Überwindung von Verunsicherung sowie der allmähliche Neugewinn von Orientierung im Zuge des voranschreitenden Erfahrungserwerbs, das Nachfragen und Abgucken bei erfahreneren Kollegen, das Ausprobieren von Handlungsoptionen sowie das allmähliche Heraus-

schälen von Lösungen benötigen Zeit, die vom Betrieb auch zur Verfügung gestellt werden muß. Dies hat Auswirkungen z.B. für die Organisation des Einarbeitungsprozesses von Berufsanfängern und auch für die Einführung neuer Werkstoffe, Produktionsverfahren und Arbeitsmittel. Im CeA-Projekt wurde in diesem Zusammenhang u.a. festgestellt, daß auch neue Formen der technischen Unterstützung von Prozeßtransparenz einige Zeit der Übung benötigen, bis Facharbeiter sie für sich nutzbar verwenden können. So mußten erst Erfahrungen gesammelt werden, um z.B. aus der Ausgabe von Körperschall mittels Kopfhörer und Lautsprecher nützliche Rückschlüsse auf den Bearbeitungsverlauf ziehen zu können (Carus, Schulze & Ruppel, 1993, S. 15-18).

Weiterhin wird beim aktuellen Einsatz von Erfahrung ohne analytisches Nachdenken und ohne rationale Begründung auf praktisches Wissen und erlebte Ereignisse zurückgegriffen, die in Situationen und Handlungskontexte eingebettet sind. Das macht das Arbeiten auf der Grundlage von Erfahrung schnell und mühelos. Nach dieser unmittelbaren Phase ist aber sehr wohl eine Phase des Reflektierens sinnvoll, in der das Geschehen rekonstruiert und Erklärungen gesucht werden können, die auch auf die Verwendung von deklarativem Wissen angewiesen sind. Diese Verknüpfung von handelnd gewonnener Erfahrung und von Fachwissen trägt zum nachträglichen Verstehen und Durchdringen des unmittelbaren erfahrungsgeliteten Agierens bei. Eine zweite bedeutsame Ressource für den Akkumulationsprozeß von Erfahrung besteht somit in Gelegenheiten für eine angemessene Reflexion über die im Laufe von Erfahrungsprozessen auftretenden Erlebensphänomene.

Die Dimension der Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten ist in verschiedener Weise zur Umsetzung des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit relevant:

- Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich u.a. dadurch aus, daß ihre Bewältigung ein Lernen in der Situation - "on the job" - erforderlich machen.
- Für die Erfahrbarkeit von Situationen ist relevant, daß den Fachkräften ein Zeitpuffer zur Verfügung steht, um Erfahrungen machen zu können bzw. um sie später im Austausch mit anderen reflektieren zu können.
- Die Aktualisierbarkeit von Erfahrung benötigt hinreichende Übungsgelegenheiten.
- Der Austausch über Erfahrungsprozesse benötigt hinreichende Gelegenheiten zur kollektiven Reflexion.
- Für die Ausbildung von Erfahrungsbereitschaft stellen Möglichkeiten für das Finden eines eigenen "Tempos" bei der Erfahrungsbildung und -anwendung motivierende Aspekte dar.

Gestaltungsperspektiven und exemplarische Gestaltungshinweise

Gestaltungsperspektiven zur Gewährleistung angemessener Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten leiten sich vor allem aus einer engen Verzahnung von Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten mit einem "learning on the job" ab. Insbesondere kommt es auf die enge Verknüpfung von Theorie und Praxis an - die Theorie muß auf die Praxis im Umfeld der industriellen Produktionsprozesse bezogen sein und Phänomene der Praxis müßten in spezifischen Theoriephasen reflektiert werden können. Die folgenden Gestaltungsoptionen zielen v.a. auf diese Verzahnung ab.

(1) Vertrauensvolle Atmosphäre zur Sensibilisierung für gefühlsbezogene innere Prozesse als Anliegen betrieblicher Führung

Eine vertrauensvolle Atmosphäre ist die Voraussetzung dafür, daß die erlebnismäßigen Phänomene, die den Erfahrungsprozeß im Arbeitshandeln begleiten, thematisiert werden können. Hierin besteht eine Bedingung dafür, daß die Wahrnehmung von eigenen Gefühlen systematisch geübt werden kann, daß gelernt werden kann, über Gefühle zu sprechen, sie zu verstehen oder sich in die Lage anderer einzufühlen. Hierzu würde auch die Nutzung weiterer Formen als nur der sprachlichen Vermittlung gehören, wie sie in der Praxis auch durchaus üblich sind: Zeigen, Vormachen und Nachmachen und die Verwendung von bildlichen Darstellungen sowie von erzählten Episoden sind typische Beispiele. Weiterhin müßten Gefühle der Unsicherheit thematisiert werden können, wie sie sich im Übergang zwischen verschiedenen Lernphasen ergeben, insbesondere beim Übergang vom regelgeleiteten zum erfahrungsgeleiteten Handeln. Die Sensibilisierung für Gefühle und ähnliche Begleiterscheinungen des erfahrungsgeleiteten Arbeitens ist v.a. erforderlich, um den damit verknüpften psychischen Steuerungsmodus auch in seiner gefühlsmäßigen Präsenz im Erleben zugänglich zu machen. Wesentliche Vorteile von Erfahrung können damit überhaupt erst zur Geltung gebracht werden. Mit der Gewährleistung einer vertrauensvollen Atmosphäre ist ein wichtiges Anliegen für die - erfahrungsförderliche - betriebliche Führung identifiziert. Es kommt darauf an, das Vertrauen in das erfahrungsgeleitete Handeln zu stärken, den unmittelbaren Gefühlen und Anmutungen nachzugehen und sie im Nachhinein durch die intellektuelle Durchdringung fest zu verankern und gleichzeitig damit auch die Kommunizierbarkeit des Erfahrungsgeschehens zu verbessern.

(2) Reflexion über individuelle Erfahrung im Betrieb und in der beruflichen Ausbildung

Der Umgang mit Gefühlen ist bisher weder in der beruflichen Ausbildung noch in der betriebsinternen Weiterbildung in besonderer Weise thematisiert. Die berufliche Bildung stellt klassischerweise im technischen Bereich vor allem auf die Vermittlung deklarativen Fachwissens ab, d.h. Wissen, welches in der Regel in Lehrbüchern festgehalten und durch Sprache reproduzierbar ist. Zur Unterstützung der Erfahrungsbildung müßte neben diesem ein zweiter Modus etabliert werden, der sich auf Anteile bezieht, die nicht ohne Weiteres sprachlich darstellbar sind, die durch eigene Erfahrung gewonnen werden und in weiten Bereichen das Handeln in Alltag und Beruf leiten und in dieses eingebettet sind. Dieses "Know how" ist oft nur in Verbindung mit Gefühlen, mit vagen Ahnungen oder unbestimmten Anmutungen zu erschließen. Gefühlen kommt hier eine Erkenntnisfunktion zu, d.h., sie werden nicht als Störgrößen beim Erkennen objektiver Tatbestände angesehen, sondern als Zugang zum "praktischen Wissen" (Benner, 1994/1984). Wenn man den Stellenwert von Gefühlen im Zuge eines erfahrungsgeleiteten Arbeitens ernst nimmt, dann muß man auch im Unterricht über Vages und Unbestimmtes, über Gefühle und Ahnungen reden können. Das bedeutet, daß in technischen Bereichen die Vorherrschaft des idealisierten kognitiven, rationalen Menschenbildes abgebaut und um einen emotionalen Anteil erweitert werden müßte. Für die berufliche Bildung und die betriebliche Bildung heißt das konkret, daß Räume geschaffen werden sollten, die es ermöglichen, über Gefühle, Anmutungen u.ä. sprechen zu können.

(3) Akkumulation von Erfahrung durch zeitweises manuelles Ausführen ansonsten automatisierter Abläufe

Das Eingreifen in weitgehend automatisierte Prozesse bedarf in vielen Fällen nicht nur eines fachlichen Hintergrundwissens über die zugrundeliegenden Zusammenhänge, sondern auch der praktischen Erfahrung. Dafür fehlen aber in der Regel die notwendigen Möglichkeiten. Im Bereich der Werkzeugmaschinen für die Einzel- oder Kleinserienfertigung kommt Maschinenkonzepten nach dem Muster der differentiellen oder flexiblen Arbeitssysteme (E.

Ulich, 1978, S. 566-568), wie z.B. denen der Konventionell-Plus- (Carus, Schlausch & Schulze, 1994, S. 61-67) oder der CNCplus-Maschinen (Keller & Keller, 1993, S. 348-360; Schlingensiepen, 1994, S. 4-11) für die Bildung von Erfahrung eine wichtige Bedeutung zu. Beide Maschinentypen können von einem computergesteuerten Funktionsbetrieb mit einer beschreibenden Programmerstellung nach DIN 66025 auf einen "manuellen" oder "konventionellen" Betrieb umgestellt werden. In diesem Betrieb kann mittels Teach-In/Record-Playback durch das Verfahren der Achsen über Handräder verknüpft mit einem softwaretechnischen Protokollieren der Verfahrbewegungen ein Programm generiert werden. Darüber hinaus kann die Fachkraft auch zyklen- (Konventionell-Plus) oder piktogrammgestützt und unter voller Nutzung der Softwaretechnik (Schlingensiepen, 1994, S. 6) vorgehen. Dies hat für die Fachkräfte den Vorteil, durch ein zeitweiliges manuelles Ausführen ansonsten automatisierter Prozesse ein "Fingerspitzengefühl" z.B. für das Materialverhalten erwerben bzw. wieder aktualisieren zu können.

Ein Effekt der Erfahrungsförderung durch die Gewährleistung hinreichender Akkumulations- und Reflexionsgelegenheiten in der betrieblicher Weiterbildung und der beruflichen Ausbildung besteht in der Abfederung des Praxisschocks, den Berufsanfänger mit Eintritt in das Berufsleben im Anschluß an die Ausbildung häufig erleben. Wenn Fachkräfte in Situationen, die für sie neu sind und für die sie noch keine Erfahrung zur Verfügung haben, spezifische Ressourcen wie z.B. Übungsgelegenheiten und Reflexionsräume nutzen können, so wird handlungsbezogen und bedarfsorientiert ein sukzessiver Ausbau ihrer Erfahrung und ihrer Kenntnisse möglich. Auf kritische Situationen kann leichter reagiert werden, wenn ihre Existenz prinzipiell bekannt ist. Das Versagen von "Regeln" in kritischen Situationen wäre dann keine Überraschung mehr, statt dessen kann auf das praktische Wissen und auf die Methode des Erfahrens in diesen Situationen vertraut werden. Durch solche individuell abgestimmten Weiterbildungs- und Reflexionsangebote können Barrieren und Unsicherheiten überwunden werden, die häufig mit der Akkumulation neuen Wissens und neuer Erfahrung verbunden sind (Schulze & Witt, 1997, S. 107 ff.). In der damit möglichen "sanften" Kompetenzerweiterung ist eine wichtige Bedingung für die Förderung der Erfahrungsbereitschaft zu sehen.

7.2.10 Zusammenfassung

Ein wesentliches Ziel des aus der empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung entwickelten Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit besteht darin, Experten aus dem Entwicklungs- und Gestaltungsbereich bei der Realisierung von organisatorisch-technischen Lösungen eine Hilfestellung zu bieten. Dieser Anspruch wird in dem entwickelten Leitbild durch einen zweigliedrigen Aufbau umgesetzt. Fünf allgemeine Aspekte geben prinzipielle Orientierung für die Gestaltung von Produktionstechnik zur Unterstützung des erfahrungsgeliteten Arbeitens. Der zweite Ast des Leitbildes besteht in neun Gestaltungsdimensionen. Um Entwicklern einen möglichst realistischen und weit gefächerten Eindruck von erfahrungsförderlicher Gestaltung vermitteln zu können, wird bewußt eine Vielzahl von Realisierungsbeispielen aus dem Bereich der industriellen Produktion gegeben. In Tabelle 22 und in Tabelle 23 sind zusammenfassend wesentliche Aspekte zur Umsetzung des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit aufgeführt.

Tabelle 22: Umsetzung der Aspekte des Leitbildes durch die Gestaltungsdimensionen

Dimension Aspekte	Situations- vielfalt	Handlungs- orientierte Interaktions- möglichkeiten	Rückkopplung und Feedback	Multimodale Wahrnehmbar- keit	Vertrautheit mit Arbeits- mitteln, Prozessen und Kollegen
Erfahrungserfordernis	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Komplexität • Variabilitäten • Kontextabhängigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte Steuerung und Regelung gelingt nicht sicher • Nachregulation ist notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontextabhängige Rückkopplungs- und Feedbackprozesse sind notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptive Control gelingt nur sehr eingeschränkt 	<ul style="list-style-type: none"> • "Objektive Erkennung von "Makken" und Besonderheiten gelingt nicht zuverlässig
Erfahrbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Neue bzw. unbekannte Situationen • "Kritische" Situationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionen für "Herantasten" • Funktionen mit Fehlerfreundlichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • möglichst direkt • möglichst unmittelbar • möglichst vollständig 	<ul style="list-style-type: none"> • Angebot breitbandig-analoger Datenkulissen • Angebot technisch-transformierter Signale 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ stabile Kopplung zu Arbeitsmitteln, Prozessen, Kollegen
Anwendbarkeit von Erfahrung	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederkehrende Situationen • Ähnliche Situationen • Vertraute Situationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugriff auf erfolgreicher Operationen • Übertragbarkeit durch Vereinheitlichung 	<ul style="list-style-type: none"> • eingeschränktes Feedback, das im Falle • kritischer Situationen erweiterbar ist 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichsmöglichkeit zwischen technisch aufbereiteten und breitbandig-analogen Informationen und Daten 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamische Kopplung auf der Grundlage ausgebildeter Erfahrung
Austausch von Erfahrung	<ul style="list-style-type: none"> • Koordination • Kooperation 	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung von Dokumentations- und Informationssystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • hinsichtlich der Nützlichkeit der weitergebenen Erfahrung 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsmedien ergänzend zum Face-to-Face 	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis des Gegenüber ist für Austausch von Erfahrung notwendig
Bereitschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Einfluß auf Verhältnis "neuer" und vertrauter Situationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch flexibles, situationsorientiertes Handeln und adäquater Werkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstbestätigung durch Handlungserfolg und Sinn der Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Involvement und "psychischer Nähe" 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Einfluß auf die Art der Kopplung"

Tabelle 23: Umsetzung der Aspekte des Leitbildes durch die Gestaltungsdimensionen

Dimension Aspekte	Gelegenheiten für Kommunikation und Kooperation	Erfahrungsdokumentation und -management	Passung von Aufgabe, Zuständigkeit, Verantwortung	Akkumulations- und Reflexionsmöglichkeiten
Erfahrungserfordernis	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Kommunikation reicht zur Bewältigung nicht aus 	<ul style="list-style-type: none"> • Technisch aufbereitete Information reicht zur Weitergabe nicht aus 	<ul style="list-style-type: none"> • Überschreiten von Zuständigkeiten ist erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewältigung erfordert ein Lernen in der Situation
Erfahrbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Emotionale "Einfärbung" von Informationen im Face-to-Face-Kontakt 	<ul style="list-style-type: none"> • Tools für Dokumentation von Erfahrung • Gelegenheiten für Zugriff auf dokumentierte Erfahrung 	<ul style="list-style-type: none"> • "Flexible Autoritätsverteilung" zwischen Abteilungen und • zwischen Mensch und Maschine 	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitpuffer • Reflexionsgelegenheiten
Anwendbarkeit von Erfahrung	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Medien als Ergänzung zur Face-to-Face Kommunikation 		<ul style="list-style-type: none"> • Kongruenz von Arbeitsinhalt, Zuständigkeit, und Verantwortung 	<ul style="list-style-type: none"> • Übungsgelegenheiten
Austausch von Erfahrung	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenseitiges Verständnis und "Mitdenken" durch Handlungsbezug 	<ul style="list-style-type: none"> • "Gestuftes" Erfahrungsmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> • Zuständigkeit und Verantwortung für interne und übergreifende Kommunikation 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsbesprechungen • Gelegenheiten für Erfahrungsaustausch
Bereitschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Wertschätzung und soziale Präsenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Urheberschaft und Prämierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch Autonomie und Verantwortung 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation durch "sanfte" Kompetenzerweiterung und Anerkennung

In Tabelle 22 und in Tabelle 23 sind die wesentlichen Kennzeichen der Gestaltungsoptionen den thematischen Gestaltungsdimensionen wie auch den allgemeinen Aspekten des Leitbildes der Erfahrungsförderlichkeit zugeordnet. Dadurch wird gezeigt, wie über die Gestaltung der einzelnen Dimensionen die allgemeinen Aspekte des Leitbildes umgesetzt werden können.

Die Gestaltungsoptionen stellen in ihrer Gesamtheit einen Pool aus verschiedenen organisatorischen Maßnahmen und technischen Maßnahmen zur Verfügung, die in den verschiedenen Gestaltungsprojekten mit Bezug zum Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit prototypisch realisiert und evaluiert wurden. Sie sind ergänzt durch Gestaltungsideen, die im Rahmen interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Betriebspraktikern aber auch mit Ingenieuren aus Forschungsinstituten entwickelt wurden.

8 Diskussion der Ergebnisse

In diesem abschließenden Kapitel werden die erzielten Ergebnisse der empirischen Untersuchungen und des Analyseprozesses in die arbeitspsychologische Fachdiskussion eingeordnet. Zunächst werden die in den vorherigen Kapiteln geschilderten Ergebnisse zur Bedeutung der Erfahrung für das Arbeitshandeln komprimiert. Dabei wird die konsequente und durchgängige Fokussierung auf das Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit als eine Besonderheit der Ergebnisse verdeutlicht. Anschließend erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse vor dem Hintergrund von Prüfkriterien, um dann das Potential der empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung für die Theoriebildung aufzuzeigen. Dies wird anhand von Themenstellungen vorgenommen, die im Rahmen der Arbeitspsychologie zur Zeit diskutiert werden. Im letzten Abschnitt schließlich wird ein Ausblick über Forschungsarbeiten gegeben, die notwendig sind, um den in dieser Arbeit begonnenen Prozeß der Erarbeitung und Einführung des Konzeptes der erfahrungsgeleiteten Arbeit in die arbeitspsychologische Fachdisziplin weiter voranzutreiben.

8.1 Zusammenfassung und Besonderheit der empirischen Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit entwickelt, das von der Beschreibung charakteristischer Merkmale von Situationen mit Erfahrungserfordernis und typischer Leistungen erfahrener Fachkräfte über die Abbildung zentraler psychologischer Qualitäten und Funktionen bis hin zur Ableitung von Anforderungen an die organisatorisch-technische Unterstützung reicht. Die durchgeführte Analyse beruht dabei auf den qualitativen Untersuchungen im Gegenstandsfeld der industriellen Produktion, die in den Forschungsprojekten CeA (Martin, 1995), WesUF (Rose, 1996) und HÜMNOS (Rose & Schulze, 1999) durchgeführt wurden. Das herausgebildete arbeitspsychologische Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit beinhaltet die folgenden Komponenten:

- Die identifizierten Merkmale von Situationen mit Erfahrungserfordernis (siehe Kapitel 1, S. 71 ff.).
- Die beobachteten Leistungen erfahrener Fachkräfte zur Initiierung, Gewährleistung und Aufrechterhaltung einer anforderungsgerechten Produktion in den Untersuchungsfeldern WOP, WOM und WOK (siehe Kapitel 1, S. 93 ff.).
- Die entdeckten Qualitäten, die der Erfahrung für das Erkennen, für die Steuerung des Handelns und für das Erleben zukommt. Diese Qualitäten sind in der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung zusammengefaßt (siehe Kapitel 1, S. 133 ff.).
- Die abgeleiteten allgemeinen Aspekte, zentralen Gestaltungsdimensionen und exemplarischen Gestaltungsoptionen, die das Leitbild der "Erfahrungsförderlichkeit" begründen (siehe Kapitel 1, S. 185 ff.).

Das Besondere des erstellten Konzeptes besteht in der Herausstellung der Bedeutung der beruflichen Erfahrung von Fachkräften für ihr Arbeitshandeln mit Werkzeugmaschinen und Anlagen in der industriellen Produktion. Die Besonderheit dieser Perspektive tritt deutlich hervor, wenn die Ergebnisse zum Konzept der erfahrungsgeleiteten Arbeit mit theoretischen Konzepten verglichen werden, wie es nachfolgend an einigen ausgewählten, aber zentralen Beispielen, vorgenommen wird.

(1) Das Besondere der Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis

Die identifizierten Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis (vgl. Kapitel 1, S. 71) sind für sich genommen nicht völlig neu. Ähnlichkeiten finden sich z.B. mit der Beschreibung "komplexer Handlungssituationen" durch Dörner (1989, S. 58). Einen guten Eindruck des von Dörner entwickelten Verständnisses von Komplexität vermittelt das folgende Zitat (S. 60):

"Die Existenz von vielen, voneinander abhängigen Merkmalen in einem Ausschnitt der Realität wollen wir als "Komplexität" (Hervorhebung v. Verf.) bezeichnen. Die Komplexität eines Realitätsausschnittes ist also umso höher, je mehr Merkmale vorhanden sind und je mehr diese voneinander abhängig sind. Der Grad an Komplexität ergibt sich also aus dem Ausmaß, in dem verschiedene Aspekte eines Realitätsbereiches und ihre Verbindungen betrachtet werden müssen, um eine Situation in dem jeweiligen Realitätsausschnitt zu erfassen und Handlungen zu planen".

Komplexität setzt sich nach Dörner somit aus den einzelnen Merkmalen von Handlungssituationen und ihren Verbindungen untereinander zusammen. Diese Verbindungen stehen im Falle großer Komplexität in einem dynamischen Wechselwirkungsverhältnis, wobei zusätzlich die Art des Zusammenhangs in hohem Maße intransparent und für den Handelnden kaum zu erschließen ist. Die Parallele zu den Charakteristika der Situationen mit Erfahrungserfordernis ist offensichtlich. Auch die in der Analyse herausgearbeiteten Merkmale von Situationen mit Erfahrungserfordernis zeichnen sich durch eine Vielzahl fertigungsbezogener Einflußgrößen aus, die miteinander in Wechselwirkung stehen (siehe Kapitel 4.3, S. 89 ff.). Dadurch kommt es zu "situationsbezogenen Variabilitäten", die einerseits Grenzen der Planbarkeit und der automatisierten Bewältigung darstellen und andererseits die Erfahrung und das Wissen qualifizierter Fachkräfte abfordern.

Eine weitere Gemeinsamkeit beider Beschreibungsansätze besteht in der Perspektive, aus der heraus Komplexität bzw. Erfahrungserfordernis betrachtet wird. Auch Dörner betrachtet komplexe Situationen aus der Sicht von Handelnden, der die verschiedenen Merkmale eines Realitätsausschnittes in ihre Handlungen einbeziehen müssen (Dörner, 1989, S. 62). Dieser subjektive Zugang liegt auch den Situationen mit Erfahrungserfordernis zugrunde. Die Einschätzung von Situationen als "normal" oder als "kritisch" treffen die Arbeitenden vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Erfahrungen. Die gleiche Situation kann so für die Bewältigung durch einen Einzuarbeitenden "kritisch" sein, während ihre Handhabung für erfahrene Kollegen zum "normalen" (hier im statistischen Sinne verstanden) Repertoire gehört.

Diese Gemeinsamkeit verdient insbesondere deshalb Beachtung, da Dörner (1989) seine Ergebnisse anhand von Simulationsversuchen im psychologischen Labor gewonnen hat, während die Charakteristika von Situationen mit Erfahrungserfordernis aus Untersuchungen des Arbeitshandelns im Feld resultierten. In einem Aspekt geht die Charakteristik von Situationen mit Erfahrungserfordernis allerdings über die Beschreibung der Merkmale von komplexen Handlungssituationen nach Dörner (1989) hinaus. Gemeint ist hier der sozial-betriebliche Kontext, der den konkret auftretenden Arbeitssituationen erst ihre handlungsrelevante Bedeutung verleiht. Diese Art des Kontextes wird nicht mittels Regeln festgelegt. Sein Nachvollzug ist angewiesen auf eine informelle Vermittlung in Form von Konventionen und Mythen und muß von jedem Arbeitenden selbst aufgebaut werden. Erst mit zunehmender Erfahrung kann somit ein Hintergrundverständnis aufgebaut werden, das dann eine Bewertung der vorliegenden Situation ermöglicht. So ist z.B. die Bestimmung eines "anforderungsgerechten" Produktionsprozesses nicht immer "ob-

ektiv" feststellbar, sondern hängt von den jeweiligen Umständen ab und erfordert in der Regel einen Interpretationsprozeß auf Seiten der Beteiligten vor Ort (siehe Kapitel 6.2.1, S. 157 ff.). Die Entwicklung eines gemeinsam geteilten Hintergrundverständnisses durch die Arbeitenden vor Ort erst gestattet die Wahrnehmung und Gewährleistung der sog. "situationsoptimalen Optima" (vgl. Kapitel 5.1, S. 94 ff.).

Die Perspektive erfahrungsgeleiteter Arbeit erlaubt somit eine Ergänzung der Merkmale von "komplexen Handlungssituationen". Die Ähnlichkeiten und Unterschiede mit der Dörnerschen Situationscharakteristik bestätigen somit die Relevanz, und darüber hinaus sprechen sie für die Validität der herausgearbeiteten Charakteristik von Situationen mit Erfahrungserfordernis.

(2) Das Besondere an der Beschreibung der Leistungen von erfahrenen Fachkräften

Analysen des Arbeitshandelns mit Werkzeugmaschinen sind in der Arbeitspsychologie ebenfalls kein neues Thema. Insbesondere liegen ausführliche Beschreibungen aus der Perspektive handlungsregulationstheoretischer Konzepte z.B. von Weber (1994) oder von Schüpbach (1994) vor. Eine Gemeinsamkeit dieser Beschreibungen besteht in der Fokussierung der Planungs- und Denkerfordernisse, die als voraussetzend für die Bewältigung der entsprechenden Situationen angesehen werden. Einen exemplarischen Eindruck liefert das folgende Zitat von Weber (1994, S. 121), in dem einige der dispositiven Tätigkeiten im Rahmen der "aufgabenflexiblen Gruppenfacharbeit" beschrieben werden:

"Als Grundlage für all diese Arbeitsfunktionen muß der Feinsteuerer u.U. täglich den aktuellen Fertigungszustand abbilden (z.B. Plantafel aktualisieren), Rückstände und daraus erfolgende Kapazitätsauslastungen erkennen, unvorhergesehene Unterbelastungen identifizieren, auf kritische Termine von durchlaufenden Aufträgen achten". (S. 121).

Dispositive Tätigkeiten erfordern nach Weber Planungs- und Entscheidungskompetenzen, die mit den Regulationserfordernissen korrespondieren, die durch die Aufgaben gesetzt werden. Die Bedeutsamkeit von Planung und rationaler Analyse für solche Tätigkeiten wie die der Feinsteuerung hat sich auch in den eigenen Untersuchungen immer wieder gezeigt. Daneben konnte in den teilnehmenden Beobachtungen mit der Erfahrung aber eine weitere Regulationsgrundlage berücksichtigt werden. Auch Weber (1994) sieht in der Erfahrung eine wichtige Bedeutung. Erfahrung versetzt seiner Ansicht nach als angesammelter Erfahrungsschatz den Feinsteuerer aus dem obigen Zitat in die Lage, "Friktionen vorausschauend erkennen und unverzüglich mitteilen" (S. 121) zu können. Dieses enge Verständnis von Erfahrung als statischer und angesammelter Wissensform muß auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse erweitert werden. Über die Anwendung von Erfahrung hinaus zeigten sich in den Untersuchungen Leistungen von Fachkräften, die auf einem Differenzieren und Generieren von Erfahrung beruhten und die damit über ein einfaches Anwenden "alter" Erfahrung hinausgehen. Nach diesem Verständnis erlaubt Erfahrung auch ein vorsichtiges "Herantasten" an Situationen, die von dem vertrauten Spektrum abweichen. Sogar "innovative Leistungen" (vgl. Kapitel 5.8, S. 120 ff.) konnten in den Untersuchungen auf Erfahrung zurückgeführt werden. Analogieschlüsse und Kombination früherer Erfahrungen erlauben innovative Problemlösungen "aus Erfahrung heraus". Die konsequente Perspektive der erfahrungsgeleiteten Arbeit führte somit zur Entdeckung des "heuristischen Potentials" der beruflichen Erfahrung.

(3) *Das Besondere der "empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung"*

Seit Anfang 1990 wird von verschiedenen Autoren die Diskussion um zwei verschiedene Modi des Erkennens und Handelns erneuert. Relevante theoretische Konzepte sind die im Rahmen des Kapitels 3.1.4, S. 36 ff. bereits umrissenen Formen des

- "subjektivierenden und objektivierenden Arbeitshandelns" (vgl. Böhle & Milkau 1988),
- der "hierarchisch-sequentiellen und der improvisierenden Handlungsregulation" (Volpert, 1974 und 1994) bzw. der "opportunistischen Vorgehensweise" (Hacker, 1992, S. 34) sowie
- der "rationalen und intuitiven Formen des Denkens" (Grüter, 1997, S. 106-127).

Im Kern wird dabei unterschieden zwischen einer "*gefühlsbasierten*" Form des Erkennens und Handelns, in deren Rahmen "*Körper*" und "*Leib*" zentrale Kategorien darstellen und einer stärker auf Analyse und Ratio basierenden Vorgehensweise. Eine mittlerweile kaum mehr bezweifelte Übereinstimmung besteht darin, daß beide Formen ihre Berechtigung haben. Vertreter der Handlungsregulationstheorie gestehen mittlerweile zu, daß auch Handlungsweisen ohne hierarchische Organisation möglich sind. Ein typisches Gegenstandsfeld ist in diesem Zusammenhang das der Meisterschaft oder des Könnens (vgl. Hacker, 1992). Ebenso stellen Vertreter eines stärker gefühl- und erfahrungsgeleiteten Handelns keinesfalls in Abrede, daß Prozessen analytischer Problemlösung und Planung eine wichtige Bedeutung für das Arbeitshandeln zukommt (Böhle & Schulze, 1997, S. 32).

Unterschiede zwischen den Positionen beziehen sich auf die Reichweiten und auf den Stellenwert der beiden Modi. Beide Seiten nehmen von ihrem Modell an, daß es das "typische" sei und das andere Modell eher in Grenzsituationen zum Tragen kommt. Einigkeit besteht wiederum in der Annahme eines "*alternierenden*" Einsatzes der beiden Handlungsformen (vgl. z.B. Volpert, 1992, S. 53 ff.). Während in bekannten und vertrauten Situationen nach Volpert (1992) eher ein "*intuitiv-improvisierendes*" Handeln zum Zuge kommt, so wird in "*Brüchen und Störungen des alltäglichen Tuns*" (S. 52) die Form der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation aufgelöst:

"Wenn einerseits die Ziele rational bestimmbar sind, andererseits aber unerwartete und größere Schwierigkeiten beim Erreichen dieser Ziele auftreten, dann wird eine detaillierte Vorausplanung erforderlich, ein bewußter denkerischer Vorlauf, eine Aufgliederung des Gesamtvorgangs in Teilziele, welche systematisch und kontrolliert abzarbeiten sind, usw., usf". (Volpert, 1992, S. 52).

Die Form des hierarchisch-sequentiellen Vorgehens findet nach dieser Sichtweise statt, wenn sich Handlungsbarrieren ergeben und sich gleichzeitig Zielstellungen ableiten lassen, während das intuitive Vorgehen v.a. als ein routinisiertes Handeln in sehr vertrauten Umgebungen gesehen wird. Hacker (1992) nimmt in diesem Zusammenhang eine etwas andere Position ein, indem er ein weiteres Einsatzgebiet für den nicht-hierarchischen Regulationsmodus in "*schlecht definierten*" (S. 35 ff.) Problemsituationen sieht, in denen kaum Ziele abgeleitet werden können.

Die Perspektive der erfahrungsgeleiteten Arbeit erbringt an dieser Stelle eine weiterführende und differenzierende Klärung:

- Auf der Grundlage der Untersuchungen kann die Unterscheidung zwischen Situationen nach ihrem Bekanntheitsgrad weiter differenziert werden. In der Regel wird in der Konzeption des "alternierenden" Einsatzes von einer bipolaren Vorstellung bestehend aus "bekannten" und "unbekannten" Situationen ausgegangen. Nach den dargestellten Ergebnissen der Analysen

müssen jedoch weitere Stufen ergänzt werden, die zwischen "bekannt" und "unbekannt" liegen. Dies ist mit der Erarbeitung einer erfahrungsbezogenen Situationstypik gelungen. Die Unterscheidung in "Fall-", "Struktur-", "Feld-" und "Als-Ob-Ähnlichkeit" bildet die Wahrnehmung von Ähnlichkeiten auf verschiedenen Niveaus ab (vgl. Abbildung 17, S. 145). Ähnlichkeiten können sich auf Fälle, Strukturen, auf feldspezifische Prinzipien oder auf Als-Ob-Ähnlichkeiten im maximal Unvertrauten beziehen.

- Des gleichen handelt es sich nach den vorgestellten Analyseergebnissen nicht um einen Zusammenhang zwischen den beiden Steuerungsarten nach dem Motto des "Entweder-Oder" sondern eher um eine "Mehr-oder-Weniger"-Verbindung. So erfolgt das Handeln bei wahrgenommener Fallähnlichkeit weitgehend intuitiv bzw. erfahrungsbasiert, bei einer wahrgenommenen Struktur-, bzw. Fallähnlichkeit findet sich ein stärker herantastendes Handeln mit zunehmenden Reflexionsanteilen (vgl. Kapitel 6.1.3, S. 144 ff.). Dabei ist Erfahrung an allen Handlungsformen beteiligt, sie gibt den Hintergrund für ein planendes und ausprobierendes Vorgehen ab.

Eine Besonderheit der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung liegt somit in der Herausarbeitung der verschiedenen Qualitäten begründet, die der Erfahrung für das Handeln und Erleben zukommt. Es handelt sich um Formen eines Erkennens und Handelns "aus Erfahrung heraus", das zudem in engem Zusammenhang mit den psychologischen Grundkategorien der Motivation und Emotion steht. Je nachdem, ob es sich um einen Prozeß des reinen Anwendens, des Differenzierens oder des Erwerbs von neuer Erfahrung handelt, korrespondieren Gefühle unterschiedlicher Art und Intensität. Während im Fall einer repetitiven Erfahrungsanwendung v.a. Gefühle der Langeweile entstehen, überwiegen im Fall einer Erfahrungsdifferenzierung v.a. solche der Zufriedenheit. Ein gelungener Neuerwerb von Erfahrung geht häufig mit Gefühlen des Stolzes und der Freude einher. Die entstandenen Gefühle wirken in der Folge wiederum zurück und fördern passive, bzw. aktive Handlungseinstellungen, in deren Folge es dann zu Schrumpfungseffekten oder aber zum Ausbau der bestehenden Erfahrung kommt.

Das Besondere der Kategorie der Erfahrung besteht somit darin, daß sich mit ihrer Hilfe Phänomene des Arbeitshandelns und die damit einhergehenden psychischen Verfassungen genauer erfassen und abbilden lassen als dies beispielsweise allein mit handlungsregulationstheoretischen Konzepten möglich ist. An dieser Stelle soll allerdings keine Abkehr von der Handlungsregulationstheorie begründet werden. Im Gegenteil, ohne Planung und Analyse sind viele der beobachteten Leistungen erfahrener Fachkräfte gar nicht denkbar. Vielmehr stellt sich die Frage, ob nicht eine "Überwindung" der dualen Vorstellung der Handlungsorganisation durch die explizite Berücksichtigung der Erfahrung möglich ist. Erfahrung käme hier die Funktion eines strukturierenden Hintergrundes zu, von dem ein planendes und reflektierendes Vorgehen - in mehr oder weniger starkem Ausmaß - getönt und gefärbt wird.

(4) Das Besondere des Gestaltungsleitbildes der Erfahrungsförderlichkeit

Ein zentrales Anliegen der Arbeitspsychologie besteht in der Formulierung von empirisch und theoretisch begründeten Anforderungen an die Gestaltung von Organisation und Technik mit dem Ziel einer möglichst maximalen Förderung der menschlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten. So werden Anforderungen zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung im Arbeitsprozeß aus dem Konzept der Handlungsregulationstheorie begründet, die z.B. in Forderungen nach "Regulationserfordernissen" und "Handlungsspielräumen" münden (vgl. Weber, 1994, S. 21 ff.). Vol-

pert (1990, S. 20-34) geht noch einen Schritt weiter und leitet Kriterien der Persönlichkeitsförderlichkeit aus Grundprinzipien der menschlichen Evolution ab:

- Im ersten "*Prinzip der eigenen Entwicklungswege*" (Volpert, 1990, S. 28 ff.) wird die Individualität des Menschen betont. Dafür braucht es u.a. eines Handlungs- und Entscheidungsspielraumes sowie der Strukturierbarkeit. Darunter versteht Volpert die Durchschaubarkeit von Gesamtsituationen und Möglichkeiten zur Entwicklung eigener "*Sicht- und Interpretationsweisen*" (S. 29).
- Das zweite Prinzip benennt Volpert als "*leibliches In-der-Welt-Sein*" (S. 31 ff.). Aus der körperlichen Existenz und dem gegenständlich-handelnden Weltbezug werden Anforderungen nach ausreichender und vielfältiger körperlicher Aktivität, nach der Beanspruchung vielfältiger Sinnesqualitäten, nach einem konkreten Umgang mit realen Gegenständen und nach einer "*zentrierten Variabilität*" (S. 33) abgeleitet.
- Das dritte Prinzip in Form der "*sozialen und gesellschaftlichen Eingebundenheit*" (Volpert, 1990, S. 34 ff.) betont die gesellschaftliche Bestimmtheit des individuellen Denkens und Handelns und führt zu Anforderungen nach einer Förderung von Kooperation und unmittelbarem menschlichen Kontakt.

In diesem Zusammenhang eröffnet das Gestaltungsleitbild der "Erfahrungsförderlichkeit" eine ergänzende Perspektive in zweierlei Hinsicht. Auf einer allgemeinen Ebene stellt es zunächst den Aspekt des Erfahrens und der Erfahrung in den Mittelpunkt. An dieser Stelle kann nicht geklärt werden, ob Erfahrung eine Unterkategorie von einem der von Volpert genannten Entwicklungsprinzipien darstellt, ob Erfahrung eine Querschnittskategorie aller Prinzipien darstellt oder ob nicht in der Erfahrung bzw. dem Erfahren sogar ein eigenes Entwicklungsprinzip zu sehen ist. In jedem Fall zielt das Leitbild auf die Unterstützung von Erfahrungsprozessen und damit auf die Förderung einer wesentlichen Form menschlichen Erkennens und Handelns ab.

Zum anderen erlaubt das Leitbild der Erfahrungsförderlichkeit die Identifikation konkreter und realisierbarer Gestaltungsperspektiven im Zusammenhang der Arbeit mit Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen. Dies stellt einen bedeutsamen Gewinn dar, indem nun auch Entwicklern exemplarische Gestaltungsoptionen beschrieben und an die Hand gegeben werden können, die eine Vorstellung erlauben, wie Erfahrungsprozesse unterstützt werden können. Die aus den Untersuchungen gewonnene Differenzierung in Prozesse des Erwerbs, des Modifizierens, des Anwendens und des Austauschs von Erfahrung ermöglicht auf der Ebene der Gestaltung eine nutzbringende Systematisierung. So wird eine Einschätzung möglich, welche Informationen über den Bearbeitungsprozeß oder welches Feedback ein Erfahrener zur Anwendung seiner Erfahrung und welche ein weniger Erfahrener zum erfolgreichen Durchlaufen eines Erfahrungszyklus benötigen (vgl. Kapitel 7.2.4, S. 209 ff.). Eine solche Konkretisierungsstufe fehlt einigen der in der Arbeitspsychologie aufgestellten Gestaltungsanforderungen, so u.a. auch dem eingangs vorgestellten Konzept der Entwicklungsprinzipien von Volpert (1990), dem allerdings auf der konzeptuellen Ebene die Bedeutung eines richtungweisender Rahmenkonzeptes zukommt.

Mit dem in der vorliegenden Arbeit entwickelten Konzept der erfahrungsgeliteten Arbeit steht somit eine umfassende Rahmenkategorie zur Verfügung. Sie erlaubt die Erfassung und begriffliche Abbildung wesentlicher Phänomene des Arbeitshandelns. Darüber hinaus eröffnet die Kategorie organisatorisch-technische Gestaltungsperspektiven zur Unterstützung von Prozessen des Erfahrungsgewinns, der Differenzierung und Anwendung sowie des Austauschs von Erfahrung.

8.2 Bewertung des erreichten Forschungsstandes

Im Rahmen der vorliegenden Analyse konnte eine Abstraktionsstufe erreicht werden, die geeignet ist, konstitutive Komponenten und psychologische Qualitäten von Erfahrung abzubilden und Spielräume für die Gestaltung zu eröffnen. Durch das Aufzeigen des Zusammenhangs zwischen der konkreten Bewältigung von Situationen mit Erfahrungserfordernis und den psychischen Qualitäten der Erfahrung konnte der Theoriebegriff der qualitativ-heuristischen Sozialforschung eingelöst werden. Der theoretische Begriff dieser Methodologie ist nach Kleining (1988, S. 20 ff.) auf die systematisierte Entdeckung von Beziehungen, Verhältnissen, Verbindungen, Bezügen und Relationen ausgerichtet.

Einen alternativen Theoriebegriff zieht Oesterreich (1997, S. 61) heran, den er formal zu dem strukturalistischen Theorieverständnis in Beziehung setzt (vgl. Stephan, 1995). Damit "*ein Aussagenzusammenhang als psychologische Theorie bezeichnet werden kann*" müssen nach Oesterreich die folgenden Kriterien erfüllt sein (S. 61):

- Eingrenzung eines Problem- bzw. Phänomen-Feldes.
- Beschreibung idealtypischer Verlaufsgestalten psychischer Prozesse, die beobachtbare Verhaltensprozesse organisieren.
- Logisch-stringente Definitionen von Begriffen und Konstrukten oder zumindest differenzierte Beschreibung.
- Explizierung des Realitätsbezuges der verwendeten Begriffe und Konstrukte, ggfs. werden auch Erhebungsmethoden aufgezeigt.
- Prinzipiell empirisch prüfbare Annahmen werden formuliert.

Im folgenden werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit in dieses Kriteriensystem eingeordnet, da es eine hilfreiche Systematik für die Bewertung von Forschungsarbeiten im psychologischen Anwendungsfeld bietet. Auf diese Weise soll der Stand der erreichten Theoriebildung aufgezeigt werden. Zusätzlich werden mit den Kriterien der "*Verbindung zwischen theoretischem Konzept und seiner Operationalisierung*" (Weber, 1994, S. 59) und der "*Reichweite der theoretischen Konzepte*" zwei weitere ergänzt, die ebenfalls wesentliche Prüfkriterien für jede Theorie darstellen.

(1) *Eingrenzung des Problem- bzw. Phänomen-Feldes*

Das Problem- und Phänomenfeld der durchgeführten Untersuchung und Analyse besteht in einer ganz bestimmten Leistungsressource qualifizierter Fachkräfte. Diese Ressource versetzt sie in die Lage, "kritische" Situationen für den anforderungsgerechten Produktionsprozeß im Gegenstand der industriellen Fertigung mit Werkzeugmaschinen und Anlagen zu initiieren, zu gewährleisten oder aufrechtzuerhalten. Die im Blickpunkt stehende Ressource entzieht sich einem Zugang durch äußere Beobachtung, und z.T. ist sie den Fachkräften selbst nicht bewußt. Die Phänomene zeigen sich im direkten Arbeitshandeln und werden in der konkreten und intensiven Beschäftigung mit dem Gegenstand des Handelns gebildet. Es handelt sich um eine personengebundene Größe und unterscheidet sich damit vom allgemein verfügbaren und in Büchern niedergelegten theoretischen Fachwissen. Die auf diese Weise gekennzeichneten Phänomene werden in der Kategorie der "beruflichen Erfahrung" bzw. der "erfahrungsgeleiteten Arbeit" zusammengefaßt.

(2) *Beschreibung idealtypischer Verlaufsgestalten psychischer Prozesse, die beobachtbare Verhaltensprozesse organisieren*

Die Kategorie der beruflichen Erfahrung zeichnet sich durch verschiedene Qualitäten und Funktionen aus, die sich im konkreten Handeln zeigen und dieses steuern. Der Erfahrungszyklus beschreibt dabei den Prozeß der Bildung und der allmählichen Selbstverständlichung von Erfahrung (siehe Kapitel 6.3, S. 170). Zunächst wird eine Situation wahrgenommen, die aus Sicht des Erfahrenden entweder eine Handlungsbarriere darstellt oder die bisher nicht optimal bewältigt werden konnte. Der Prozeß des Erfahrens setzt dabei eine volitionale Entscheidung voraus, die vorliegende Situation mit Erfahrungserfordernis auch bewältigen zu wollen. Auf der Grundlage von Vorerfahrung und Wissen werden Handlungsalternativen ausprobiert, und allmählich schälen sich erfolgreiche Handlungsweisen heraus. Zentral ist, daß dieses Herausschälen nicht notwendig analytisch nachvollzogen werden muß, sondern in einer eher holistischen Art und Weise Zusammenhänge zwischen komplexen Ausgangssituationen und den Handlungsweisen hergestellt und verinnerlicht werden. Bestimmendes Merkmal der Erfahrung ist dabei die vom Handelnden erkannte bzw. erlebte Relevanz der jeweiligen Situations-Handlungsverschränkung mit seinen Bedürfnissen und Handlungsabsichten. Die erworbenen Erfahrungen geben in der Folge eine Art Hintergrund ab, vor dem sich dann "unvertraute", "unbekannte" aber auch "kritische" Situationen abheben. In enger Verschränkung mit dem Erfahrungszyklus stehen emotionale Qualitäten. Sie beziehen sich einerseits in einer instrumentellen Weise auf die Relation zwischen der Handlungsabsicht und dem erreichten Ergebnis. Andererseits kommt ihnen aber auch eine Erkenntnisqualität zu. Anhand von körperbezogenen Empfindungen und gefühlsgetönten Komponenten werden Abweichungen bzw. Übereinstimmungen zwischen den aktuell vorliegenden und den erinnerten Situationen bemerkt, die je nach Art bzw. Ausmaß der erkannten Ähnlichkeit variieren.

(3) *Logisch-stringente Definitionen von Begriffen und Konstrukten oder zumindest differenzierte Beschreibung*

Das Begriffsinventar der empirisch-theoretischen Kategorie konnte im Laufe der Arbeit immer weiter präzisiert werden. Ausgehend von einer Situationstypik aus Sicht der Erfahrungssubjekte lassen sich verschiedene Erfahrungsprozesse unterscheiden. Die Situationstypik entspricht der wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen der aktuellen und erinnerten Situation. Diese kann sich auf unterschiedliche Aspekte beziehen, die als Fall-, Struktur-, Feld-, oder Als-Ob-Ähnlichkeit gefaßt werden. In Abhängigkeit von der wahrgenommenen Ähnlichkeit werden mit der Anwendung, der Differenzierung, dem Erwerb oder dem Austausch von Erfahrung verschiedene Erfahrungsprozesse modelliert. Mit abnehmender Ähnlichkeit wandelt sich der Einfluß der Erfahrung allmählich von einer unmittelbar das Handeln steuernden Komponente zu einer heuristischen Methode des Herangehens an unbekanntes bzw. neue Situationen. Auf dieser begrifflichen Verdichtung aufbauend konnten psychische Effekte abgebildet werden, die mit einer eintönig wiederkehrenden Erfahrungsanwendung oder mit einer regelmäßig stattfindenden Differenzierung und Neumachen von Erfahrung korrespondieren. Diese Prozesse wurden begrifflich als "Schrumpfungseffekte" oder aber als "Wachstumsprozesse" gekennzeichnet und stehen in einem logischem Zusammenhang mit abwartenden oder zugehenden Handlungseinstellungen.

(4) *Explizierung des Realitätsbezuges der verwendeten Begriffe und Konstrukte, ggfs. werden auch Erhebungsmethoden aufgezeigt*

Die theoretisch-empirische Kategorie der beruflichen Erfahrung zeichnet sich durch einen in hohem Maße ausgebildeten Gegenstandsbezug aus. Die Begriffe wie z.B. die der Fall-, der Struktur-, oder der Feldähnlichkeit sind z.T. direkt aus dem Sprachgebrauch der Fachkräfte entlehnt oder aber im Dialog mit ihnen entwickelt worden. Im Rahmen der Forschungen zur

erfahrungsgeleiteten Arbeit konnte eine Strategie erarbeitet und umgesetzt werden, mit deren Hilfe eine allmähliche Annäherung an praktische Erfahrung als Ressource des Arbeitshandelns möglich wird. Diese Strategie beinhaltet zunächst eine mehrperspektivische Betrachtung von "kritischen" Situationen wie auch die Erfassung typischer Leistungen erfahrener Personen mittels der teilnehmenden Beobachtung und darauf bezogener Interviews. Darüber hinaus beruht die Strategie auf einer Analyse von Gemeinsamkeiten, auf deren Basis dann die Zuordnung von Phänomenen zu den einzelnen begrifflichen Kategorien möglich wird. Allerdings handelt es sich hier um eine qualitative Methode, d.h. zu ihrer Anwendung braucht es eine geschulte und in der qualitativen Methodologie erfahrene Forschungsperson. Eine zusammenfassende Darstellung und Standardisierung der Methode in Form eines Manuals erscheint auf der Grundlage der Analyse möglich, wurde aber bisher noch nicht vorgenommen. Dies könnte die Erfassung und Untersuchung erfahrungsgeleiteter Arbeit in anderen Anwendungsfeldern erleichtern. Hier besteht ein Defizit im erreichten Forschungsstand, und gleichzeitig ist damit weiterer Forschungsbedarf identifiziert.

(5) *Prinzipiell empirisch prüfbare Annahmen werden formuliert*

Auf der Basis der empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung lassen sich empirisch prüfbare Annahmen formulieren. So eignet sich z.B. der festgestellte Zusammenhang zwischen der Art der wahrgenommenen Situation und der Art des Handelns für eine Operationalisierung und Ableitung experimenteller Untersuchungen. Auch die festgestellte Beziehung zwischen dem Ausmaß an reiner Erfahrungsanwendung bzw. dem Ausmaß an Erfahrungserwerb und einer abwartenden bzw. zugehenden Handlungseinstellung im Sinne der Konzepte der Handlungs- und Lageorientierung eignen sich für eine empirische Überprüfung. Allerdings konnte eine solche Operationalisierung im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erfolgen und sie war auch nicht beabsichtigt. Die vorliegende Arbeit entstand aus einem qualitativen Anspruch heraus und hatte die Entdeckung von Phänomenen erfahrungsgeleiteter Arbeit und ihre begriffliche Abbildung zum Ziel. Durch voranschreitende Perspektivenerweiterung und Triangulation sind die Ergebnisse für das untersuchte Spektrum gültig. Auch die Integration weiterer Blickwinkel, so der Anspruch der qualitativen Methodologie, dürfte keine neuen Widersprüche erzeugen. Das Einlösen dieses Prüfschrittes muß jedoch nachfolgenden Arbeiten überlassen werden.

(6) *Verbindung zwischen theoretischem Konzept und seiner Operationalisierung*

Operationalisierung soll mit Weber (1994, S. 59) an dieser Stelle als Qualität und Ausmaß verstanden werden, mit der aus theoretischen Konzepten Anforderungen an Gestaltung und Umsetzung abgeleitet werden können. Die Überwindung einer "Kluft" (S. 59) zwischen Theorie und Praxis, wie sie Weber (1994) für viele psychologische Konzepte diagnostiziert, stellt hier eine zentrale Herausforderung dar. In der Verbindung zwischen der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung und dem Gestaltungsleitbild der Erfahrungsförderlichkeit besteht eine Stärke des in der Arbeit vorgestellten Konzeptes. Es ermöglicht eine einfach handhabbare und leicht verständliche Umsetzung in konkrete Gestaltungsanforderungen. Allgemeine Aspekte und spezifische Gestaltungsdimensionen leiten sich direkt aus der Kategorie der Erfahrung ab. Die Gestaltung bezieht sich dabei auf das gesamte Erfahrungsfeld, also sowohl auf personbezogene Voraussetzungen des Erfahrungssubjektes wie auch auf die Rahmenbedingungen, die die Handlungssituationen prägen und bestimmen. Im Mittelpunkt steht die Orientierung an der Förderung der Prozesse der Anwendung, der Differenzierung, des Erwerbs und des Austauschs von Erfahrung.

(7) *Reichweite der theoretischen Konzepte*

Die erarbeitete Kategorie der Erfahrung bezieht sich auf das Gegenstandsfeld der Arbeit mit Werkzeugmaschinen und Anlagen im Kontext der industriellen Produktion. Der Analyse

wurde ein Untersuchungssample zugrundegelegt, das in seinen Eckpunkten das Gegenstandsfeld der industriellen Produktion repräsentativ abbildet. Die erzielten Ergebnisse sind somit zunächst für den Bereich des Arbeitshandelns mit spannenden Werkzeugmaschinen und Anlagen gültig. Allerdings weist die empirisch-theoretische Kategorie der Erfahrung einen Abstraktionsgrad auf, von dem aus Übertragungen auf andere Gegenstandsfelder beruflicher Arbeit und evtl. auch darüber hinaus möglich sein sollten. Zumindest kann die Untersuchung erfahrungsgeliteten Handelns in weiteren Feldern erleichtert und unterstützt werden, indem ein fundiertes Vorverständnis vermittelt wird. Dieses Vorverständnis muß dann wiederum an die jeweilige Ausprägung und Ausformung des Gegenstandes der Erfahrung in den anderen Anwendungsfeldern angepaßt werden.

Die Bewertung des erreichten Forschungsstandes läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß eine wesentliche Leistung in der methodischen Erfassung und theoretischen Abbildung der empirischen Phänomene erfahrungsgeliteter Arbeit besteht. Eine weitere Stärke besteht in der Überwindung einer Kluft, die bei vielen Konzepten zwischen den theoretischen Kategorien und der Ableitung konkreter Gestaltungsansätze bestehen (Weber, 1994, S. 59). Weiterer Forschungsbedarf besteht sicherlich in der weiteren Schärfung der theoretischen Begrifflichkeit sowie in der Ableitung prüfbarer Annahmen und der Zusammenfassung der methodischen Strategie zur Untersuchung erfahrungsgeliteter Arbeit in einem entsprechenden Instrumentarium.

8.3 Potential der Kategorie der beruflichen Erfahrung für Theoriebildung

In dem nun folgenden Abschnitt wird exemplarisch das Potential der erarbeiteten empirisch-theoretischen Kategorie der beruflichen Erfahrung für die Theoriebildung im Fach der Arbeitspsychologie und darüber hinaus aufgezeigt. Dies erfolgt entlang von Themenstellungen, die in der Fachdiskussion in der letzten Zeit als solche identifiziert wurden, in denen ein Bedarf nach angemessenerer methodischer und theoretischer Abbildung besteht. Dies sind u.a. die Bereiche innovativen Arbeitshandelns (vgl. Kapitel 1, S. 5), die Frage des Wissens- und Erfahrungsmanagements (Kluge, 1999; Willke, 1998) sowie der Stellenwert von Gefühl im Rahmen der Arbeitstätigkeit (Temme & Tränkle, 1996, S. 275-297). Relevante Ergebnisse dieser Arbeit werden zu diesen aktuellen Themenstellungen in Beziehung gesetzt und Überlegungen angestellt, wie die Kategorie der beruflichen Erfahrung im Rahmen dieser Fragestellungen einen Beitrag zur Theoriebildung leisten kann.

(1) *Relation zwischen Erfahrung und Erkennen am Beispiel der Innovation*

Das Thema des innovativen Handelns ist u.a. von Wehner & Waibel (1997) in die Fachdisziplin eingebracht worden (S. 73-100). Sie identifizieren einen Mangel der bisherigen arbeitspsychologischen Theorie, die ihrer Ansicht nach das Zustandekommen von Innovation nicht adäquat beschreiben kann. Die Autoren differenzieren zwischen einem "Reproduktionszyklus" (S. 76), einem "Korrekturzyklus" (S. 76) und einem "Innovationszyklus" (S. 76). Bei vertrauten Handlungen eines Experten schlagen Wehner & Waibel vor, von einer "Überlagerung des Korrekturzyklus über den Reproduktionszyklus zu sprechen". Dies könne "die hohe Flexibilität, mit der sich der Erfahrene scheinbar mühelos auf die jeweiligen Kontextbedingungen einzustellen vermag" (S. 76), angemessener erfassen, als der Rekurs auf die reine Reproduktionskompetenz. In den ersten beiden Zyklen siedeln sie die Erfahrungsbildung an. Demgegenüber bedarf es bei der Innovation - hier nicht verstanden als evolutives Produkt sich addierender Korrektur-

handlungen, sondern als qualitativer Sprung - neben sog. "*Erfahrungsbegebenheiten*" (S. 96) in Form von unerwarteten Ereignissen im Reproduktionsprozeß des Handelns eines "*exoterischen Wissensaustausches*" (S. 96) zwischen Praxisgemeinschaften. Erst dieser kann nach der Auffassung von Wehner & Waibel zu der für Innovation notwendigen "*reflektierten Differenz zwischen subjektiver Erfahrung und kollektivem Wissen*" (S. 73) führen und besagten innovativen Sprung auslösen.

Der von Wehner & Waibel zugrundegelegte Erfahrungsbegriff weist wesentliche Gemeinsamkeiten zu der empirisch-theoretischen Kategorie der Erfahrung auf, die in der vorliegenden Arbeit entwickelt wurde. Ganz ähnlich sehen die Autoren "unerwartete Situationen" als Auslöser für Erfahrungsprozesse und gleichzeitig als empirischen Zugang zu dem Phänomen der Erfahrung. Solche Situationen entsprechen einem Merkmal der identifizierten Situationen mit Erfahrungserfordernis, nämlich demjenigen der eingeschränkten Planbarkeit und Antizipierbarkeit (vgl. S. 4.3, S. 89).

In einem Punkt muß allerdings auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen den Autoren widersprochen werden. Es handelt sich um die von Wehner & Waibel postulierte "*reflektierte Differenz*" als Voraussetzung für Innovation, die sie noch weiter präzisieren. Ihrer Ansicht nach "*(...) kommt es jedoch erst zur eventuellen Innovation, wenn das Handlungssubjekt auch in der Lage ist, das Geschehene nicht nur affektiv bestimmen, sondern auch kognitiv erschließen und vermitteln zu können*" (S. 84). Auf der Grundlage der eigenen Untersuchungen im Rahmen der Arbeit mit Werkzeugmaschinen kann zwar die Beobachtung bestätigt werden, daß die Fachkräfte im Rahmen innovativer Prozeßverbesserungen häufiger Kollegen und Meister aufsuchen, um sich auszutauschen oder sich abzusichern. Allerdings scheint dies für Innovation weder notwendig zu sein, noch passiert die Vermittlung der innovationsspezifischen Sachverhalte immer in einer kognitiven Art und Weise. An dieser Stelle wird ein enges Verständnis von "Kognition" zugrundegelegt, das sich auf Denk- und Kommunikationsprozesse mit begrifflich bestimmbar und verbalisierungsfähigen Inhalten bezieht. In vielen Fällen holten die Fachkräfte ihre Gesprächspartner an die Maschinen, um ihnen direkt die Sachverhalte zu zeigen, die ihrer Ansicht nach zu verbessern waren. Häufig fand dabei keine begriffliche oder sprachliche Fassung der Mangelsituation statt. Weiterhin stellte sich die eigentliche Innovationsidee in der Regel ohne analytischen Fassungsprozeß ein (vgl. Kapitel 5.8, S. 120 ff.). Innovative Formen von Prozeßverbesserung sind nach den Analysen viel stärker geprägt durch ein Erahnen und spontanes Einfallen auf der Grundlage von Erfahrungskombination als ein durch kognitiven Zugriff beförderter Vorgang.

An dieser Stelle eröffnet die Kategorie der Erfahrung einen alternativen Erklärungsansatz. Aufgrund ihrer erworbenen Erfahrungen können Fachkräfte offensichtlich Ähnlichkeiten zwischen einer aktuellen Problemsituation und mehreren bereits erlebten Fertigungsverläufen herstellen. Diese Ähnlichkeiten sind jedoch nicht direkt ersichtlich und fallen aus dem Spektrum der Fall- und Strukturähnlichkeit heraus. Wahrscheinlich handelt es sich um feldspezifische oder um sehr vage Ähnlichkeiten, die denen der Als-Ob-Ähnlichkeit nahe kommen. Häufig hatten die Fachkräfte Vorahnungen, die der eigentlichen Verbesserungsidee vorausgingen. An dieser Stelle kann auch von erfahrungsbasierten Ahnungen gesprochen werden. Damit kommt der Erfahrung eine wesentliche Bedeutung für die Erklärung rezeptiver Formen des Denkens und Erkennens zu. In

neuerer Zeit hat der Philosoph Hogebe (1996) die Bedeutsamkeit dieser Form des Denkens dem produktiven Denken als einem bewußten Fassen oder "Einfangen" von Gedanken gegenübergestellt. Hogebe unterscheidet zwischen verschiedene Formen von Ahnungen, die sich durch un-deutliche Bewußtseinszustände mit einem sog. "Vorgrieffscharakter" auszeichnen:

"Allen ist gemeinsam, daß sie uns etwas vermitteln, was wir ansonsten noch nicht registrieren, erklären, oder wissen können. Ahnungen sind also epistemische Zustände, die Vorgrieffscharakter haben, vage Repräsentationen für etwas, was epistemisch anders noch nicht zugänglich ist".
(Hogebe, 1996, S. 21)

Weiterhin beschreibt Hogebe eine "kritische" Funktion von Ahnungen in Richtung eines Überdenkens oder Infragestellens von Wissen, aber auch von Erfahrenem. Ahnungen können jemanden schon "kritisch" werden lassen, wo noch keine Argumente für den Zweifel genannt werden können (vgl. Hogebe, S. 21 ff.). An dieser Stelle ließe sich auf der Grundlage der Erfahrung eine weitere Funktion von Ahnungen hinzufügen. Eine, die in Richtung Innovation geht. Auf diese Weise könnte eine innovative Idee schon geahnt werden, bevor sie wirklich präsent und faßbar wird.

(2) Relation zwischen Erfahrung und Wissen

Ein zweiter Bereich, in dem in der Arbeitspsychologie Theoriebildungsbedarf besteht, ist der Bereich des "**Wissens**". In diesem Zusammenhang kann die erarbeitete empirisch-theoretische Kategorie den Klärungsprozeß fördern. In der aktuellen Diskussion im Rahmen des Wissensmanagements und dessen Organisation und Unterstützung (Aulinger & Pfrieder, 1999; Waibel, 1997; Wehner & Dick, 1999; Willke, 1998;) werden unter dem Begriff des Wissens ganz unterschiedliche Wissensformen und -arten subsumiert wie z.B.:

- Explizit versus Implizit.
- Analytisch versus Intuitiv/Ganzheitlich .
- Kognitiv/Instrumentell versus Moralisch-Praktisch versus Ästhetisch-Expressiv.
- Lokal versus Global.

Durch diese Vielfalt der inhaltlichen Bedeutung verschwimmt der Wissensbegriff und verliert deutlich an Kontur. In der Folge eignet sich der Begriff kaum mehr für die Gestaltung und Umsetzung (Willingham & Preuss, 1995). Durch die Hinzunahme der Kategorie der Erfahrung wird eine Klärung möglich, indem implizite und persongebundene Wissensanteile als eine eigenständige Wissensform angesehen werden können. Solche impliziten Anteile sind dem Wissenden nicht bewußt, und er kann sie nicht in "*anschlußfähige Daten beliebiger Art*" (Aulinger & Pfrieder, 1999, S. 5) explizieren. Jene Anteile, die in diesem Zusammenhang durch das Handeln und das unmittelbare Erleben der Konsequenzen am "eigenen Leib" entstehen, machen einen wesentlichen Beschreibungsbereich der Kategorie der Erfahrung aus. Ordnet man diese Anteile unter die Kategorie der Erfahrung, so gewinnt der Begriff des Wissens eindeutiger Kontur.

Eine Schnittmenge zwischen Wissen in der Form des Fachwissens als weitgehend explizierbar und personübergreifend gültiger Wissensbestand und der Erfahrung als an die Person gebundene und in Handlungen eingebettete Größe stellt das sog. Erfahrungswissen dar. Hierbei handelt es sich um explizierbare und kommunizierbare Anteile der Erfahrung z.B. in Form von Fallbeispielen und heuristischen Faustregeln (Rose, 1991, S. 101-110). Böhle hat Erfahrungswissen auf

der Grundlage seiner explorativen Erhebungen als eine eigenständige "*Form des Wissens*" (Böhle, 1992, S. 96) herausgestellt und sich damit von Konzeptionen abgewandt, die Erfahrungswissen entweder "*als Vorstufe zu wissenschaftlich geleitetem Wissen*" (S. 96), als "*vorwissenschaftliches Alltagswissen*" oder als "*Ergänzung wissenschaftlich geleiteter Erkenntnis*" (S. 96) verstehen. In die gleiche Richtung geht auch die Konzeption des Arbeitsprozeßwissens von Fischer, Römmermann & Benckert (1997a, S. 51-66). Demgegenüber schwingt bei Wehner & Dick (1999) anlässlich der Beschreibung der Transformation von Erfahrung in kollektiv zugängliches Wissen eher ein hierarchisches Verhältnis von Erfahrung und Wissen mit. Für sie entsteht "*Wissen in einer Schleife bestehend aus:*

- *konkreter Erfahrung*
- *reflektierender Beobachtung*
- *theoriegeleiteter Konzeptualisierung und*
- *aktivem, handelnden Experimentieren*". (Wehner & Dick, 1999, S. 4-5).

Der Transformation von Erfahrung in - personübergreifend vermittelbares - Wissen liegt nach dem Verständnis der beiden Autoren eine individuelle Reflexion des Erfahrenen zugrunde, die sich aber auch im "*dialogorientierten Erfahrungsaustausch*" (S. 5) vollziehen kann. Die kommunizierten Erfahrungsanteile stellen dabei für einen Erfahrungssucher zunächst lediglich erfahrungsbasierte Information in Form von Handlungsalternativen dar, die nur durch einen Handlungsprozeß zur eigenen Erfahrung werden können. Dieses Verständnis wiederum deckt sich mit dem in der vorliegenden Arbeit vertretenen Ansatz (vgl. Tabelle 21, S. 224).

(3) Erkenntnisfunktion von Gefühl

Die Frage des Stellenwertes und der Bedeutung von Gefühl stellt eine weitere Themenstellung dar, für den zur Zeit in der Arbeitspsychologie die methodischen Zugänge, aber auch die theoretischen Beschreibungskategorien, fehlen. Temme & Tränkle diagnostizieren 1996 beispielsweise einen "*äußerst geringen Kenntnisstand über Emotionen in Arbeitssituationen*" (S. 283). Die Autoren kritisieren, daß die Arbeitspsychologie sich bisher in diesem Zusammenhang auf das Konstrukt der Arbeitszufriedenheit beschränkt habe. Hier jedoch seien emotionale Aspekte bisher weitgehend ausgeklammert geblieben:

"Der momentane Forschungsstand zum Konstrukt der Arbeitszufriedenheit läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß zwar verschiedene Formen der Einstellung "Arbeitszufriedenheit" anzunehmen sind, ihre Entstehungsbedingungen bislang aber nicht aufgeklärt werden konnten. Versuche, die in dieser Hinsicht unternommen wurden, konzentrieren sich auf die Erforschung kognitiver und motivationaler Bedingungen (wie z.B. Soll-Ist-Vergleiche, Ziele, Anspruchsniveaushiftungen, subjektive Kontrollerwartungen, Determinanten des Anspruchsniveaus). Der Einstellungsbegriff impliziert aber nicht nur kognitive und motivationale, sondern auch emotionale Aspekte. Diese wurden in der Arbeitszufriedenheitsforschung bislang völlig vernachlässigt". (Temme & Tränkle, 1996, S. 280).

Auch die Handlungsregulationstheorie hat auf dem Gebiet der angemessenen Abbildung von Gefühlen ein bedeutsames Defizit, wie im Rahmen der Entwicklung der theoretischen Fragestellung bereits aufgezeigt wurde (vgl. Kapitel 3.1.4, S. 43). Weiterhin wird in handlungs- und kognitionstheoretischen Modellen menschliches Erleben und Handeln häufig auf informationsverarbeitende mentale Prozesse und rational-analytische Handlungsauswahl und -steuerung reduziert. Emotionen und Gefühle werden eher als Begleit- und Nachfolgeeffekte, wie z.B. das

Erleben von Stolz und Freude bei erfolgreicher Handlung oder das von Frustration bei Mißerfolg (vgl. Frese 1990, S. 285 ff.) oder als diffuser motivierender Antrieb gesehen. Bei der immer noch vorzufindenden Überbetonung menschlicher Erkenntnistätigkeit nach Vorstellungen, die den Menschen als kognitiven Informationsverarbeitungsautomaten sehen, wird jedoch eine wichtige menschliche Erkenntnis- und Handlungsmöglichkeit zu gering geschätzt. So konnte in den eigenen Untersuchungen in Abhängigkeit vom Ausmaß des Bekanntheitsgrades von Situationen eine mehr oder weniger gefühlsmäßige Steuerung von Handlungen beobachtet werden (vgl. 6.2.4, S. 167 ff.).

Als besonders hinderlich für die theoretische Modellierung einer Erkenntnisfunktion des Gefühls haben sich hier die bisherigen Definitionen von "Emotion" gezeigt. In den klassischen Definitionen fehlen in der Regel vage Gefühlsmomente, die eher auf etwas hindeuten, als daß sie schon "handfeste" Emotionen darstellen. Einen guten Eindruck von der gemeinten und in den empirischen Untersuchungen vorgefundenen "Gefühlsqualität" gibt wiederum ein Zitat von Hogrebe (1996). Hogrebe setzt hier Ahnung und Gefühl in einen begrifflichen Zusammenhang:

"Ahnungen sind individuelle und situationsabhängige Resonanzen unserer sensorischen und semantischen Registratur, Empfindungen auf dem Wege zu Sätzen, Gefühle, denen schon ein semantisches Auge eingesetzt ist. Ich ahne, daß P, aber ob wirklich P, bleibt dunkel und beeinflusst mich doch". (Hogrebe, 1996, S. 14).

Dieses "semantische Auge" von Gefühl ist genau das, was die Fachkräfte in vielen Interviews schilderten. Gefühlsgetönte Vorahnungen waren für sie wichtige Anzeiger in Situationen, in denen sie ihr "ungutes" Gefühl noch nicht oder nur vage begründen konnten. In den Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß insbesondere Experten diese Art "innerer" Vorzeichen wertschätzen. Ihre Fähigkeit, solchermaßen gefühlsgetönte und erfahrungsbasierte Vorahnungen zu entwickeln, macht somit einen wesentlichen Anteil ihrer Meisterschaft aus. Heller hat 1980 auf diese Erkenntnisfunktion von Gefühl hingewiesen und sie als "Orientierungsgefühle" (S. 60) gekennzeichnet. "Orientierungsgefühle in der unmittelbaren Handlung, in der Arbeit, in der Alltagstätigkeit im allgemeinen" (S. 116) bezeichnet Heller auch als "auf einen Arbeitsprozeß bezogene Ja-Gefühle. Das Ziel ist in allen Fällen gegeben, der zum Ziel führende Weg ist nicht völlig, sondern nur annähernd vorgeschrieben, das Ja-Gefühl wird auf Vorwissen (auf individuelle oder gesellschaftliche Erfahrung) aufgebaut" (S. 117). Heller spricht in diesem Zusammenhang auch von Wahrscheinlichkeitsgefühl, als Beispiele führt sie Sätze an wie "ich fühle, noch einen Ruck und ich habe es hochgehoben" oder "ich fühle, wenn ich die Schraube hier noch einmal umdrehe, kommt die Maschine in Gang" (Heller, 1980, S. 117).

Das gleiche Phänomen hat Grüter (1997, S. 106-128) auch bei Softwareentwicklern gefunden. Sie beschreibt, "daß erfahrene Programmierer offensichtlich schon bei einem flüchtigen Blick auf einen Quellcode schon ein Empfinden haben, wenn etwas nicht stimmt, ohne schon genau wissen zu müssen, was es ist, das da nicht stimmt". (S. 122).

An dieser Stelle kann die empirisch-theoretische Kategorie der Erfahrung einen Beitrag zur theoretischen Modellierung und Erklärung solcher "gefühlsgetönten Ahnungen" leisten. Sie stehen, so läßt sich auf der Basis der empirischen Befunde schlußfolgern, in enger Beziehung mit Erfahrung. Eine Voraussetzung für ihr Entstehen besteht in der intensiven Beschäftigung von Personen mit einem Handlungsgegenstand. Auch hier liefert Hogrebe (1996) wichtige Hinweise:

"Häufig ist es aber so, daß uns Gedanken in der Regel nur dann kommen, wenn wir uns darum bemühen. D.h.: Häufig stellen sich Gedanken nur ein, wenn wir in der harten Arbeit des Denkens befaßt sind. Genauer: Jene postulierte eigentümliche Rezeptivität des Verstandes, die der Erfahrung des Kommens eines Gedankens gerecht werden soll, muß auch für den Spezialfall beschrieben werden: Unser Denken ist auch in seiner Spontanität rezeptiv". (Hogrebe, 1996, S. 33)

Erst die Auseinandersetzung und - so kann auf der Basis der Untersuchungen hinzugefügt werden - Gelegenheit zu einer kontemplativen Entspannung z.B. während längerer programmgesteuerter Laufzeiten, in denen nicht eingegriffen zu werden braucht, oder aber auf dem Weg nach Hause, stellen eine erste Voraussetzungen für das Auftreten von gefühlsgetönten Ahnungen dar. Eine zweite Voraussetzung besteht in der "Selbstbetroffenheit" oder der "Involviertheit" (Heller, 1980, S. 19). Erst die engagierte und involvierte Auseinandersetzung mit dem Handlungsgegenstand führt zu der engen Verbindung von Erkenntnis und Gefühl. Eine zentrale Grundlage für die Erkenntnisqualität ist somit in der Erfahrung der engagiert handelnden Personen zu sehen.

8.4 Ausblick und Schluß

Nachdem das Besondere der erzielten Ergebnisse herausgestellt, diese in die aktuelle Fachdiskussion eingeordnet und das Potential der Kategorie der Erfahrung für die Theoriebildung aufgezeigt wurde, kann zum Schluß der Arbeit ein Ausblick gegeben werden. Er bezieht sich auf die Skizzierung des weiteren Forschungsbedarfs, auf Fragen, die offengeblieben sind und deren Beantwortung weiteren Arbeiten zum Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit überlassen werden muß.

Ein wesentliches Vorhaben wurde bereits in der noch fehlenden Aufbereitung der Forschungsstrategie benannt. Hierzu würde es gehören, eine Verfahrensbeschreibung zu erstellen, die einerseits den Forschungspersonen Hilfestellung bei der Erfassung von Erfahrungsphänomenen gibt, ohne sie aber andererseits in ihrer Offenheit für Veränderungen des Gegenstandes zu beschränken. Ein weiteres Arbeitsfeld wurde ebenfalls schon angesprochen. Es handelt sich um die Untersuchung von Phänomenen erfahrungsgeleiteten Handelns in anderen Berufsfeldern oder auch in Bereichen der privaten Lebenswelt. Eine Analyse auf Gemeinsamkeiten zwischen diesen verschiedenen "Erfahrungsfeldern" wird mit Sicherheit eine weitere Präzisierung der Kategorie der Erfahrung ermöglichen.

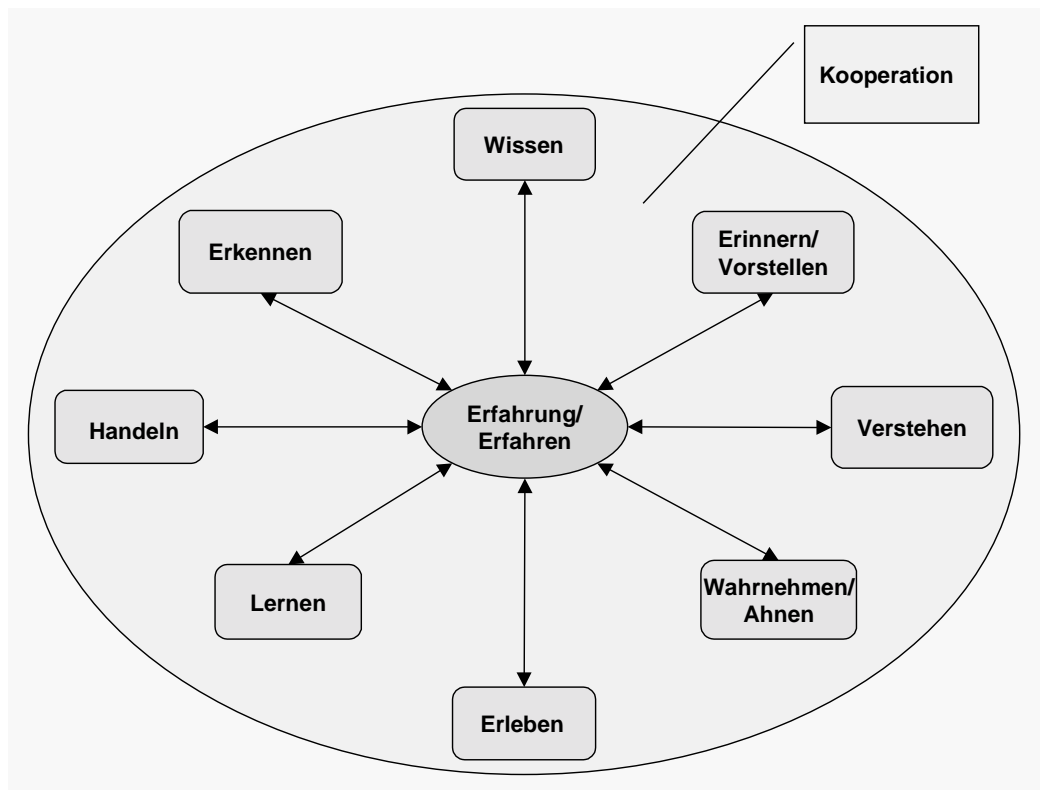
Darüber hinaus besteht zusätzlicher Forschungsbedarf in einer begrifflichen Schärfung der Kategorie der Erfahrung. Hier scheint ein Vergleich zu anderen, thematisch nahestehenden Kategorien und Konstrukten angezeigt. In diesem Zusammenhang erscheinen drei Vorgehensweisen vielversprechend:

- Die Suche nach Theorien in anderen Bereichen, die thematisch dem Phänomen der erfahrungsgeleiteter Arbeit nahestehen.
- Die Prüfung, von welchem Erfahrungsbegriff diese Theorien ausgehen.
- Die Analyse von Gemeinsamkeiten zwischen diesen Theorien und der empirisch-theoretischen Kategorie, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelt werden konnte.

Diese Analyseschritte können im Rahmen dieser Arbeit nicht mehr angegangen werden. Allerdings soll zumindest eine begriffliche Vorklärung vorgenommen werden, um die Auswahl der zu

untersuchenden Theorien zu erleichtern. In der Abbildung 29 ist ein möglicher Begriffsraum im Umfeld der Erfahrung skizziert:

Abbildung 29: Topologischer Begriffsraum der Erfahrung



Der in Abbildung 29 dargestellte Begriffsraum der Erfahrung umfaßt wesentliche Kategorien der Psychologie. Es wurden insbesondere solche ausgewählt, deren Bezug zur Erfahrung unmittelbar deutlich wird. So hat Verstehen, z.B. in der Form des von Polanyi (1985/1966) erwähnten "Einfühlens" bedeutsame wechselseitige Bezüge zur Erfahrung, ebenso wie Wahrnehmen, Erleben und Handeln, um nur einige der außen dargestellten Grundkategorien zu erwähnen. Die Relationen zwischen diesen Kategorien und der Erfahrung sind weiter zu erforschen und klarer zu beschreiben. Dabei sind die äußeren Begriffe sicherlich noch einer weiteren Systematisierung und auch einer Prüfung auf Vollständigkeit zu unterziehen. Weiterhin ist das Verhältnis der Erfahrung zur Kooperation und Kommunikation weiter zu klären. In der Abbildung 29 ist der zentrale Stellenwert der Kooperation durch die graue Ellipse symbolisiert, in die alle anderen Kategorien eingebettet sind. Gleichzeitig läßt sich an den äußeren Begriffen auch zeigen, wo in der Arbeitspsychologie Bedarf zur Theoriebildung besteht.

Damit sind abschließend die noch nötigen Arbeitsschritte skizziert, um das in dieser Arbeit begonnene Vorhaben zu vollenden. Die hier präsentierten Ergebnisse waren nur möglich vor dem Hintergrund der mittlerweile 10-jährigen Beschäftigung mit dem Thema der erfahrungsgeleiteten Arbeit in dem Team um Prof. Dr. H. Witt an der Universität Hamburg, Arbeitsbereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie. Die bisher erzielten Ergebnisse machen Mut und geben Hoffnung, daß die offengebliebenen Fragen vorangetrieben und daß der qualitativ-

phänomenologische Ansatz in dem wichtigen Feld des Arbeitshandelns mit Werkzeugmaschinen und Anlagen in der industriellen Produktion weiter stabilisiert werden kann.

Literatur

- Albrecht, L., Leinmüller, M., Litto, M., Meier, H. & Stäbler, H. (1998). Konfigurierbare Module zur Systemüberwachung. In VDW e.V. (Hrsg.). *Trendwende in der Steuerungstechnik (HÜMNOS)* (S. 121-138). Frankfurt: VDW.
- Aulinger, A. & Pfriem, R. (1999). *Wissensmanagement - Ein weiterer Beitrag zum Mythos des Wissens? Oder: Emotionale Intelligenz und Intuition im Wissensmanagement?* [On-line]. Verfügbar unter: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/w3/w3schrey/komwis/Beitraege/aulingerpfriem.htm> [07.07.1999].
- Barg, J. & Hardebusch, K. (1998). Weiterentwicklung der OSACA-Referenzarchitektur und Kommunikationsobjekte und der Prüfmethode. In VDW e.V. (Hrsg.). *Trendwende in der Steuerungstechnik (HÜMNOS)* (S. 19-44). Frankfurt: VDW.
- Baumgarten, F. (1937). *Zur Psychologie des Maschinenarbeiters*. (Helf 5. Auflage). Zürich: Rascher Verlag.
- Benad-Wagenhoff, V. (1991). Die Entstehung der Werkzeugmaschinen in der Industriellen Revolution und der deutsche Werkzeugmaschinenbau bis 1914/18. *Technikgeschichte*, 58, 4/1991, 279-296.
- Benad-Wagenhoff, V. (1993). Record Playback gegen Numerical Control - eine Scheinalternative!? *LTA - Forschung*, 10, 24-40.
- Benner, P. (1994). *Stufen zur Pflegekompetenz*. Bern: Hans Huber. (Original erschienen 1984: From Novice to Expert: Excellence and Power in Clinical Nursing Practise).
- Blum, U. (1987). Technische und personelle Möglichkeiten und Grenzen der Werkstattprogrammierung. *Werkstatt und Betrieb*, 4, S. 12-18.
- Böhle, F. (1992). Grenzen und Widersprüche der Verwissenschaftlichung von Produktionsprozessen. In T. Malsch & U. Mill (Hrsg.). *ArBYTE* (S. 87-132). Berlin: Edition Sigma.
- Böhle, F. (1993). Auf der Suche nach dem "Knöpfchendrucker". In Landesmuseum für Technik und Arbeit (Hrsg.). *Workshop: Automatisierungsmythen* (S. 41-65). Mannheim: Landesmuseum für Technik und Arbeit.
- Böhle, F. (1995a). Überblick über Ziele, Ergebnisse und Perspektiven des CeA-Forschungsverbundes. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit* (S. 6-15). Berlin: Springer.
- Böhle, F. (1995b). Sozialwissenschaftliche Grundlagen des CeA-Ansatzes. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit* (S. 17-30). Berlin: Springer-Verlag.
- Böhle, F., Carus, U. & Schulze, H. (1993). Manuelle Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen. *VDI-Z*, 135, 3, 14-20.
- Böhle, F. & Milkau, B. (1988). *Vom Handrad zum Bildschirm: eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß*. Frankfurt am Main: Campus.
- Böhle, F. & Rose, H. (1990). Erfahrungsgeleitete Arbeit bei Werkstattprogrammierung - Perspektiven für Programmierverfahren und Steuerungstechniken. In H. Rose (Hrsg.). *Programmieren in der Werkstatt* (S. 11-95). Frankfurt am Main: Campus
- Böhle, F. & Rose H. (1992). *Technik und Erfahrung*. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Böhle, F. & Schulze, H. (1997). Subjektivierendes Arbeitshandeln - zur Überwindung einer gespaltenen Persönlichkeit in Wissenschaft wie Praxis. In C. Schachtner (Hrsg.). *Technik und Subjektivität* (S. 26-47). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bolte, A. (1993). *Planen durch Erfahrung*. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft.

- Bolte, A., Carus, U., Schulze, H. & Striepe, S. (1993). Erfahrungsförderlichkeit als Gestaltungsanforderung für Benutzungsoberflächen von CNC-Werkzeugmaschinen. In K-H. Rödiger (Hrsg.). *Software-Ergonomie 199* (S. 215-226). Stuttgart: B.G. Teubner.
- Bourdieu, P. (1993). *Sozialer Sinn*. (G. Seitz, Übers.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Verlag Wissenschaft. (Original erschienen 1980: *Le sens pratique*).
- Brödner, P. (1985). *Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft*. Berlin: Edition Sigma.
- Brödner, P. (1986). Computereinsatz in der Produktion: Technik für den Menschen? In K. T. Schröder (Hrsg.). *Arbeit und Informationstechnik* (S. 43-60). Karlsruhe: Informatik und Gesellschaft der GI.
- Brucks, U. (1996). *Arbeitspsychologie personenbezogener Dienstleistung*. Unveröffentlichte Habilitation, Universität Hamburg.
- Bühler, E. (1998). *Hybride Interaktion als Leitperspektive für Mensch-Technik-Beziehungen in der Wissensgesellschaft*. Stuttgart: Daimler-Benz, VEC.
- Bullinger, H. J. (1999). *Effizientes Informationsmanagement in dezentralen Organisationsformen*. Berlin: Springer-Verlag.
- Carbon, M., Carus, U., Heisig, P. & Schulze, H. (1993). *Versuch Rotoclear / Geräuschkwitz*. Berlin: Fraunhofer Gesellschaft, IPK.
- Carbon, M., Joiko, D., Linke, E., Kullmann, G., Mertens, R. & Ruppel, R. (1995). Akustische Indikatoren. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit* (S. 159-177). Berlin: Springer-Verlag.
- Carus, U., Nogala, D. & Schulze, H. (1992a). Prozeßüberwachung. In Institut für Arbeitswissenschaften der Gesamthochschule Kassel (Hrsg.). *Erfahrungsgeleitete Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen und deren technische Unterstützung* (S. 52-59). Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft.
- Carus, U., Nogala, D. & Schulze, H. (1992b). Theoretische Ansätze und erste Ergebnisse aus teilnehmender Beobachtung. In Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Hrsg.). *Erfahrungsgeleitete Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen als Element rechnerintegrierter Produktionsstrukturen* (S. 12-29). Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft.
- Carus, U., Schlausch, R. & Schulze, H. (1994). Konventionelle Drehmaschinen mit Steuerungsunterstützung. *VDI-Z*, 136, 4, 61-67.
- Carus, U. & Schulze, H. (1995). Leistungen und konstitutive Komponenten erfahrungsgeleiteter Arbeit. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit* (S. 48-62). Berlin u.a.: Springer.
- Carus, U., Schulze, H. & Golinski, P. (1995). Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch als methodische Forschungsstrategie. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit* (S. 103-124). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Carus, U., Schulze, H. & Ruppel, R. (1993). Der Drehprozeß zum Greifen nahe. *Technische Rundschau*, Jg.85, Wissen, 15-18.
- Clases, C., Endres, E. & Wehner, T. (1996). Situiertes Lernen zwischen Praxisgemeinschaften - Analyse und Gestaltung betrieblicher Hospitationen. In H. Geißler (Hrsg.). *Arbeit, Lernen und Organisation* (S. 233-252). Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Dahmer, H. J. (1994). *Über den verkümmerten Austauschprozeß zwischen Erfahrungs- und Planungswissen in der Industrie*. Hamburg-Harburg: Technische Universität, Institut für Arbeitspsychologie.

- Dahmer, J. (1998). *Lernen und Arbeiten mit facharbeitergerechten CNC-Maschinen am Beispiel der CNCplus-Steuerung*. Dortmund: Verlag der Gesellschaft für Arbeitsschutz und Humanisierungsforschung.
- Delp, M., Meier, C. & Eissler, R. (1999). Nutzerorientierte Taxonomie der Begriffe und Symbole zur Beschreibung von Werkzeugmaschinensteuerungen. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 199-216). Frankfurt am Main: Campus.
- Demmer, B., Gode, H-E. & Kötter, W. (1991). Planung von Fertigungsinseln. *Technische Rundschau*, 4-16.
- Deutsches Institut für Normung, 66025. (1972). *Programmaufbau für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen*. Berlin: Beuth-Verlag.
- Deutsches Institut für Normung, 66234. (1988). *Teil 8: Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung*. Berlin: Beuth-Verlag.
- Dewey, J. (1995). *Erfahrung und Natur*. (M. Suhr, Übers.). Frankfurt/Main: Suhrkamp. (Original erschienen 1925: Experience and Nature).
- Dierkes, M., Hoffmann, U. & Marz, L. (1992). *Leitbild und Technik*. Berlin: Edition Sigma.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens*. Reinbek: Rowohlt.
- Dreyfus, H. L. & Dreyfus, S. E. (1987). *Künstliche Intelligenz*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch GmbH. (Mind over Machine, 1986, übersetzt von Mutz, M.)
- Dunckel, H. (Hrsg.). (1999). *Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren*. ETH-Zürich: VDF Hochschulverlag AG.
- Dünnwald, J. (1990). Prozeßtransparenz und -regulation. In H. Rose (Hrsg.). *Programmieren in der Werkstatt* (S. 185-189). Frankfurt/New York: Campus.
- Endres, E. & Wehner, T. (Hrsg.). (1996). *Zwischenbetriebliche Kooperation*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Erbe, H. H. (1986). Die Werkstatt als Mittelpunkt des Fertigungsprozesses. In M. Hoppe & H. H. Erbe (Hrsg.). *Rechnergestützte Facharbeit*. Wetzlar.
- Europäisches Institut für Normung (1996). *EN ISO 9241: 1-10: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten*. Berlin: Beuth-Verlag.
- Fährnich, K. P. (1987). *Softwareergonomie*. München.
- Fischer, M. (1996). Überlegungen zu einem arbeitspädagogischen und -psychologischen Erfahrungsbegriff. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Heft 3.
- Fischer, M., Jungeblut, R. & Römmermann, E. (1994). Facharbeiter-Erfahrungswissen in der betrieblichen Instandhaltung und Möglichkeiten technischer Unterstützung. In M. Hoppe & J-P. Pahl (Hrsg.). *Instandhaltung. Bewahren - Wiederherstellen - Verbessern* (S. 70-84). Bremen: Donat.
- Fischer, M., Römmermann, E. & Benckert, H. (1997a). Arbeitsprozeßwissen in der betrieblichen Instandhaltung. In M. Fischer (Hrsg.). *Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung* (S. 51-66). Bremen: Universität.
- Fischer, M., Römmermann, E. & Benckert, H. (1997b). Aus der Erfahrung in der betrieblichen Instandhaltung lernen. In E. Frieling (Hrsg.). *Neue Ansätze für innovative Produktionsprozesse* (S. 175-182). Kassel: University Press.
- Flanagan, J. C. (1954). The Critical Incident Technique. *Psychological Bulletin*, 51, 4, 327-358.
- Fleig, J. & Schneider, R. (1995). *Erfahrung und Technik in der Produktion*. Berlin: Springer.
- Frede, W., Hoppe, M. & Schlausch, R. (1995). Zur Bedeutung der Bedarfs- und Nutzerorientierung für die Facharbeit mit Werkzeugmaschinen - Der Beitrag der FAMO-Strategie. In

- H. Rose (Hrsg.). *Nutzerorientierung im Innovationsmanagement* (S. 173-194). Frankfurt am Main: Campus.
- Frese, M. (1990). Arbeit und Emotion - Ein Essay. In F. Frei & I. Udrys (Hrsg.). *Das Bild der Arbeit* (S. 285-301). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber.
- Frese, M., Irmer, C. & Prümper, J. (1991). Das Konzept Fehlermanagement: Eine Strategie des Umgangs mit Handlungsfehlern in der Mensch-Computer Interaktion. In M. Frese, C. Kasten, C. Skarpelis & B. Zang-Scheucher (Hrsg.). *Software für die Arbeit von morgen* (S. 241-251). Berlin: Springer.
- Frieling, E., Kannheiser, W., Facaoaru, C., Wöcherl, H. & Dürholt, E. (1984). *Entwicklung eines theoriegeleiteten, standardisierten, verhaltenswissenschaftlichen Verfahrens zur Tätigkeitsanalyse*. München: Institut für Psychologie der Universität.
- Gk (1997). Wir holen den Facharbeiter an der konventionellen Maschine ab. *Produktion*, 35, 11-13.
- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Grabowski, H. & Geiger, K. (1997). *Neue Wege der Produktentwicklung*. Stuttgart.
- Greif, S. & Bamberg, E. (1994). Gegenstand und Aufgabenfelder der Arbeits- und Organisationspsychologie. In S. Greif & E. Bamberg (Hrsg.). *Die Arbeits- und Organisationspsychologie. Gegenstand und Aufgabenfelder - Lehre und Forschung - Fort- und Weiterbildung* (S. 12-72). Göttingen: Hogrefe.
- Grote, G. (1997). *Autonomie und Kontrolle*. ETH-Zürich: VDF Hochschulverlag AG.
- Grote, G., Weik, S., Wäfler, T., Zölch, M. & Ryser, C. (1999). Kompass (Komplementäre Analyse und Gestaltung von Produktionsaufgaben in soziotechnischen Systemen). In H. Dunckel (Hrsg.). *Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren* (S. 255-284). ETH-Zürich: VDF Hochschulverlag AG.
- Grüter, B. M. (1997). Der Sinn des Rechners. In C. Schachtner (Hrsg.). *Technik und Subjektivität* (S. 106-127). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Haasis, S. (1997). *Nutzenpotentiale der durchgängigen Feature-Verarbeitung*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Hacker, W. (1973). *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hacker, W. (1978). *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie - Psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Stuttgart: Hans Huber.
- Hacker, W. (1992). *Expertenkönnen*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie*. Bern: Hans Huber.
- Hacker, W., Iwanowa, A. & Richter, P. (1983). *Tätigkeitsbewertungssystem*. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum der Humboldt-Universität.
- Hackman, J. R. & Oldham, G. R. (1975). Development of the job diagnostic survey. *Journal of Applied Psychology*, 60, 159-170.
- Hamborg, K-C. & Greif, S. (1999). Heterarchische Aufgabenanalyse (HAA). In H. Dunckel (Hrsg.). *Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren* (S. 147-177). ETH-Zürich: VDF Hochschulverlag AG.
- Hekeler, M. (1988). Werkstattorientierte Programmierertechnik für den Facharbeiter. *Technische Rundschau*, 80. Jg., 09, 2-10.
- Heller, A. (1980). *Theorie der Gefühle*. Hamburg: VSA-Verlag.

- Herzer, C. & Noll, P. (1991). *Feedback in Systemoberflächen*. Hamburg: Universität, Fachbereich Infomatik.
- Hirsch-Kreinsen, H. (1993). *NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozeß*. Frankfurt am Main: Campus.
- Hofstätter, R. P. (Hrsg.). (1970). *Psychologie*. Frankfurt am Main: Fischer.
- Hogrebe, W. (1996). *Ahnung und Erkenntnis*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.
- Hoyos, C. G. & Frey, D. (1999). *Arbeits- und Organisationspsychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Hümmos & Osaca Consortium (1997). *Style Guide Werkzeugmaschinen*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag IRG.
- Idas-Osaca-Consortium (Hrsg.). (1997). *OSACA - Open System Architecture for Controls within Automation Systems (Handbook)*. Stuttgart: OSACA e.V.
- Keller, R. & Keller, S. (1993). High Tech muß nicht kompliziert sein - Das Steuerungskonzept der CNC-plus Maschine. In W. Coy, P. Gorny, I. Kopp & C. Skarpelis (Hrsg.). *Menschen-gerechte Software als Wettbewerbsfaktor. Forschungsansätze und Anwenderergebnisse aus dem Programm "Arbeit und Technik"* (S. 348-360). Stuttgart: B.G. Teubner.
- Kern, H. & Schumann, M. (1985). *Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kinkel, S. & Lay, G. (1998). *Der Leistungsstand der deutschen Investitionsgüterindustrie*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI).
- Kleining, G. (1982). Umriß zu einer Methodologie qualitativer Sozialforschung. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 34, 234-252.
- Kleining, G. (1995). *Lehrbuch entdeckende Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- Kluge, A. (1999). *Erfahrungsmanagement in lernenden Organisationen*. VAP: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Kraft, U. & Udris, I. (1988). *Untersuchungen der Tätigkeit an einem CNC-gesteuerten Fünf-Achsen-Fräszentrum*. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule.
- Krogoll, T. (Hrsg.). (1994). *Betriebliche Weiterbildung und Erfahrungswissen von Facharbeitern*. Stuttgart: IRB-Verlag.
- Kuark, J. K. & Schüpbach, H. (1991). Benutzer brauchen Unterstützung und nicht Bevormundung. *Technische Rundschau*, 19, 62-68.
- Kuby, T. (1980). *Vom Handwerksinstrument zum Maschinensystem*. Berlin: Universitätsbibliothek der Technischen Universität.
- Kuhl, J. (1998). Wille und Persönlichkeit: Funktionsanalyse der Selbststeuerung. *Psychologische Rundschau*, 49, 2, 61-77.
- Lamnek, S. (1988). *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Lay, G. (1997). *Prozeßinnovationen als Schlüssel zu innovativen Produkten*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI).
- Leithäuser, T. (1986). Auswertungsverfahren im interpretativen Paradigma. In B. Volmerg, E. Senghaas-Knobloch & T. Leithäuser (Hrsg.). *Betriebliche Lebenswelt* (S. 295-321). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Leitner, K., Volpert, W., Greiner, B., Weber, W. G. & Hennes, K. (1987). *Analyse psychischer Belastung in der Arbeit*. Köln: TÜV Rheinland.

- Malsch, T. (1987). Die Informatisierung des betrieblichen Erfahrungswissens und der "Imperialismus der instrumentellen Vernunft". *Zeitschrift für Soziologie*, Jg. 16, 2, 77-91.
- Malsch, T. (1992). Vom schwierigen Umgang der Realität mit ihren Modellen. In T. Masch & U. Mill (Hrsg.). *ArBYTE* (S. 157-184). Berlin: Edition Sigma.
- Martin, H. (Hrsg.). (1995). *CeA - Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit*. Berlin: Springer-Verlag.
- Martin, H. & Rose, H. (1992). CNC-Entwicklung und -Anwendung auf der Basis erfahrungsgeleiteter Arbeit. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH.
- Mengedoht, F-W. (1997). Erfahrungsgeleitetes Qualitäts- und Prozeßmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft.
- Miller, G. A., Galanter, E. & Pribram, K. H. (1973). *Pläne und Strukturen des Verhaltens*. Weinberg: Klett Verlag. (Original erschienen 1960: Plans and the structure of behavior).
- Moll, H.H.: Zeitgerechte Arbeitsgestaltung. VDI-Z, 121, 1979, 10, S. 459-468.
- Mommertz, K. H. (Hrsg.). (1981). *Bohren, Drehen, Fräsen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch GmbH.
- Noble, F. D. (1986). *Maschinenstürmer - oder die komplizierten Beziehungen der Menschen zu ihren Maschinen*. Berlin: Wechselwirkung Verlag GmbH.
- Oesterreich, R. (1981). *Handlungsregulation und Kontrolle*. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Oesterreich, R. (1994). Gebrauch des Gedächtnisses beim Handeln. *Sprache & Kognition*, 13, 1, 26-40.
- Oesterreich, R. (1996). Zum Umgang mit Komplexität und Ungewißheit: Modelle der Handlungsregulationstheorie. In J. R. Nitsch & H. Allmer (Hrsg.). *Handeln im Sport* (S. 19-45). Köln: bps-Verlag.
- Oesterreich, R. (1997). Hat die arbeitspsychologische Handlungstheorie eine Zukunft? In I. Udris (Hrsg.). *Arbeitspsychologie für morgen* (S. 55-72). Heidelberg: Asanger.
- Oesterreich, R. & Volpert, W. (Hrsg.). (1991). *VERA Version 2*. Berlin: Technische Universität.
- pak der Universität Kaiserslautern (1997). *INTOPS*. Kaiserslautern: Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung der Universität.
- Perrig, W., Wippich, W. & Perrig-Chiello, P. (1993). *Unbewußte Informationsverarbeitung*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber.
- Polanyi, M. (1985). *Implizites Wissen*. (H. Brühmann, Übers.). Frankfurt am Main: Suhrkamp Taschenbuch Verlag. (Original erschienen 1966: The tacit Dimension).
- Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V. (1993). *Anforderungen an eine offene facharbeitergerechte CNC-Steuerung*. Eschborn.
- Reintjes, J. F. (1991). *Numerical Control - Making a New Technology*. New York.
- Resch, M., Bamberg, E. & Mohr, G. (1997). Von der Erwerbsarbeitspsychologie zur Arbeitspsychologie. In I. Udris (Hrsg.). *Arbeitspsychologie für morgen* (S. 37-52). Heidelberg: Asanger.
- Richter, P. (1997). Arbeit und Nicht-Arbeit: Eine notwendige Perspektivenerweiterung in der Arbeitspsychologie. In I. Udris (Hrsg.). *Arbeitspsychologie für morgen* (S. 17-36). Heidelberg: Asanger.
- Rose, H. (1991). *Grundaussagen zur Rolle des Erfahrungswissens*. München: Universität.
- Rose, H. (1995). Herstellerübergreifende und nutzerorientierte Technikentwicklung als Innovationsstrategie für die Produktion im 21. Jahrhundert. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - com-*

- putergestützte erfahrungsgel leitete Arbeit* (S. 283-300). Berlin, Heidelberg, New York, London: Springer.
- Rose, H. (Hrsg.). (1996). *Objektorientierte Produktionsarbeit*. Frankfurt/New York: Campus.
- Rose, H. (1999). Transformative Kooperation als Fokus innovativer technischer Entwicklungen. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 11-40). Frankfurt/M; New York: Campus.
- Rose, H., Haasis, S. & Schulze, H. (1997). Erfahrungsgel leitete Arbeit mit Prozeßketten in der Produktion. In E. Frieling, H. Martin & F. Tikal (Hrsg.). *Neue Ansätze für innovative Produktionsprozesse* (S. 485-492). Kassel: Kassel University Press.
- Rose, H. & Macher, G. (1993). Flexible Prozeßautomatisierung - Neue Perspektiven für die Gestaltung von Prozeßleitsystemen auf der Grundlage von Erfahrungswissen. *Automatisierungstechnische Praxis*, 35, 11, 610-618.
- Rose, H. & Schulze, H. (Hrsg.). (1999). *Innovation durch Kooperation*. Frankfurt am Main: Campus
- Rose, H., Schulze, H., Moldaschl, M., Selb, K. & Siegel, C. (1999). Funktionsbedarf nutzergerechter Interaktionssysteme. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 41-82). Frankfurt am Main: Campus.
- Rose, H., Schulze, H., Moldaschl, M. & Wahl, M. (1997). *Deliverable der PG 3.1*. München: Institut für sozialwissenschaftliche Forschung e.V.
- Rose, H., Schulze, H. & Wahl, M. (1998). Nutzeranforderungen für die Arbeit mit Steuerungssystemen. In VDW (Hrsg.). *Trendwende in der Steuerungstechnik* (S. 59-84). Frankfurt am Main: VDW.
- Rosenbrock, H. H. (Ed.). (1989). *Designing Human-centred Technology*. London: Springer.
- Ruby, J. (1993). Die Notwendigkeit der Elektronik für die Automatisierung der Metallbearbeitung - ein Mythos! *LTA - Forschung*, 10, 3-23.
- Ruppel, R. & Mertens, R. (1995). Erprobung kombinierter Funktionsbausteine zur Unterstützung von Prozeßtransparenz und Prozeßregulation. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgel leitete Arbeit* (S. 197-208). Berlin: Springer.
- Ruppel, R. & Mertens, R. (1995). Taktil-kinästhetische Indikatoren. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgel leitete Arbeit* (S. 177-183). Berlin u.a.: Springer-Verlag.
- Ruppel, R., Mertens, R. & Ligner, P. (1995). Regulation durch manuelle Prozeßführung. In H. Martin (Hrsg.). *CeA - Computergestützte erfahrungsgel leitete Arbeit* (S. 184-193). Berlin u.a.: Springer.
- Schäfer, W. (1996). Offene Systemarchitekturen als Perspektive für Werkzeugmaschinensteuerungen. In H. Rose (Hrsg.). *Objektorientierte Produktionsarbeit* (S. S. 55-64). Frankfurt am Main: Campus.
- Schäfer, W. (1998). OSACA und HÜMNOS - der Weg zu herstellerübergreifend offenen Systemen. In VDW e.V. (Hrsg.). *Trendwende in der Steuerungstechnik (HÜMNOS)* (S. 7-18). Frankfurt: VDW.
- Schlingensiepen, J. (1994). Zeit sparen dank neuer CNC-Steuerung. *REFA-Nachrichten*, 1, 4-11.
- Schulz, H. & Glockner, C. (1999). Handlungsbaustein Programmieren im Interaktionssystem. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 157-170). Frankfurt/M; New York: Campus.
- Schulze, H. (1996). Beurteilung des Prototyps einer objektorientierten Steuerung durch Fachkräfte. In H. Rose (Hrsg.). *Objektorientierte Produktionsarbeit* (S. 173-205). Frankfurt am Main: Campus.

- Schulze, H. (1997). Die Bewältigung normaler und kritischer Situationen in der industriellen Fertigung. In T. Kliche & H. Witt (Hrsg.). Wer oder was ist "normal"? *Zeitschrift für Politische Psychologie*, 3/4, S. 355-380.
- Schulze, H., Funk, U., Hildebrandt, A. & Wahl, M. (1999). Anforderungen an ein handlungsorientiertes Interaktionssystem. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 83-112). Frankfurt am Main: Campus.
- Schulze, H., Hildebrandt, A., Flatow, M. & Wahl, M. (1997). *Ergebnisse der Tiefenuntersuchung bei der Mercedes-Benz AG*. Hamburg: Universität, Psychologisches Institut I, Arbeitsbereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie.
- Schulze, H., Litto, M., Rose, H. & Storr, A. (1999). Handlungsbaustein Diagnose im Interaktionssystem. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 171-198). Frankfurt am Main: Campus.
- Schulze, H., Rose, H. & Witt, H. (1999). Nutzerbeteiligung bei Entwicklung und Evaluation des handlungsorientierten Interaktionssystems. In H. Rose & H. Schulze (Hrsg.). *Innovation durch Kooperation* (S. 113-134). Frankfurt am Main: Campus.
- Schulze, H. & Wahl, M. (1998). Handlungsorientierte und erfahrungsförderliche Mensch-Maschine-Systeme in der Einzel- und Serienfertigung. In W. Bruns, E. Hornecker, B. Robben & I. Rügge (Hrsg.), *Vom Bildschirm zum Handrad (Computer(be)nutzung nach der Desktop-Metapher* (S. 47-67). Bremen: Universität Bremen, Artec.
- Schulze, H. & Witt, H. (1997). Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung. In Fischer Martin (Hrsg.). *Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung* (S. 95-116). Bremen: Universität, Institut Technik und Bildung.
- Schüpbach, H. (1990). *Einbettung der Fehlerfrüherkennungs-Systeme in das soziotechnische Umfeld*. Karlsruhe: Kernforschungszentrum, Projektträger Fertigungstechnik.
- Schüpbach, H. & Kuark, J. K. (1991). Arbeitsgestaltung für die Prozeßüberwachung. *Technische Rundschau*, 18, 52-56.
- Schüpbach, H. (1994). Prozeßregulation in rechnerunterstützten Fertigungssystemen. In (Hrsg.). *Schriftenreihe Mensch, Technik, Organisation* Zürich: Verlag der Fachvereine.
- Sell, R. & Henning, K. (Hrsg.). (1993). *Lernen und Fertigen*. Aachen: Verlag der Augustinus-Buchhandlung.
- Spath, D., Agostini, A., Fleissner, F. & Walter, W. (1995). Objektorientierung in der NC-Fertigung. In H. Rose (Hrsg.). *Objektorientierte Produktionsarbeit* (S. 97-118). Frankfurt am Main.
- Stephan, E. (1990). *Zur logischen Struktur psychologischer Theorien*. Berlin: Spinger-Verlag.
- Storr, A. & Itterheim, C. (1995). Neue "NC++"-Schnittstelle auf offenen Steuerungen. *VDI-Z*, 11/12, 30-31.
- Striepe, S. (1995). *Technologiewertbestimmung an CNC-Werkzeugmaschinen*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Strohm, O. (1997). Unternehmensbewertung nach dem Mensch-Technik-Organisation-Ansatz als Basis für eine soziotechnische Optimierung. In I. Udris (Hrsg.). *Arbeitspsychologie für morgen* (S. 118-140). Heidelberg: Asanger.
- Temme, G. & Tränkle, U. (1996). Arbeitsemotionen. *Arbeit*, 5, 3, 275-297.
- Tönshoff, H. K., Pritschow, G., Storr, A., Reinhart, G. & Weck, M. (1996). Autonome, Kooperative Produktionssysteme. *VDI-Z*, 138, 9, 22-25.
- Udris, I. (Hrsg.). (1997). *Arbeitspsychologie für morgen*. Heidelberg: Asanger.
- Ulich, D. (1989). *Das Gefühl*. (2. Auflage). München: Psychologie Verlags Union.

- Ulich, E. (1978). Über das Prinzip der differentiellen Arbeitsgestaltung. *Industrielle Organisation*, 47, 566-568.
- Ulich, E. (1991). *Arbeitspsychologie*. (2. Auflage). Zürich; Stuttgart: Verlag der Fachvereine; Schäffer-Poeschel.
- Ulich, E. (1998). *Arbeitspsychologie*. (4. Auflage). Zürich; Stuttgart: Verlag der Fachvereine; Schäffer-Poeschel.
- Van den Anker, F. W. G. & Lichtveld, R. A. (1999). Early evaluation of new technologies: The case of mobile multimedia communications for emergency medicine. In C. Vincent & B. De Mol (Hrsg.). *Risk & Safety in medicine. From human error to organizational learning* (S. 1-19). New York: Elsevier.
- VDMA e.V. (1993). *Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme*. Frankfurt/M.: Maschinenbau Verlag GmbH.
- VDI-VDE (1998). *Richtlinie 3850: Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen*. Berlin: Beuth-Verlag.
- VDW e.V. (1993). Kleine Ursache - große Wirkung: Warum von ein paar tausend Arbeitsplätzen im Werkzeugmaschinenbau Millionen andere abhängen. Frankfurt/M.: VDW e.V.
- VDW e.V. (Hrsg.). (1998). Trendwende in der Steuerungstechnik (HÜMNOS). Frankfurt: VDW
- Vogt, G. G. (1998). Den Erfahrungen der Mitarbeiter auf der Spur. *VDI-Nachrichten*, 35, 25.
- Vollmer, T. & Engroff, B. (1994). *Menschengerechter und wirtschaftlicher Einsatz von CNC-Systemen*. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft der Universität.
- Volpert, W. (1974). *Handlungsstrukturanalyse als Beitrag zur Qualifikationsforschung*. Köln: Pahl Rugenstein Verlag.
- Volpert, W. (1983). Emotionen aus der Sicht der Handlungsregulationstheorie. In J. P. Janssen (Hrsg.). *Aktivierung, Handlung, Motivation und Coaching im Sport* (S. 193-205). Schorndorf: Hofmann.
- Volpert, W. (1984). Maschinen-Handlungen und Handlungs-Modelle. *Gestalt Theory*, 6, 70-100.
- Volpert, W. (1987). Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Designs. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 13, 41, 147-152.
- Volpert, W. (1990). Welche Arbeit ist gut für den Menschen. In F. Frei & I. Udrys (Hrsg.). *Das Bild der Arbeit* (S. 23-40). Bern: Hans Huber.
- Volpert, W. (1991). Das psychologische Konzept der flexiblen Grundmuster in Wahrnehmung und Motorik. In W. Rohmert (Hrsg.). *Beiträge zum 2. Kolloquium Praktische Musikphysiologie* (S. 5-18). Köln: Dr. Otto Schmidt.
- Volpert, W. (1992). *Wie wir handeln - was wir können*. Heidelberg: Roland Asanger.
- Waibel, M. C. (1997). "Knick leicht durch den Holm drücken": *Lokales Wissen in der betrieblichen Lebenswelt*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Bremen.
- Wallmeier, W. (1998). *Dokumentation zur Umfrage Innovationen in der Produktion 1997*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Weber, W. G. (1994). *Psychologische Analyse und Bewertung computergestützter Facharbeit*. Berlin, München: Quintessenz Verlags-GmbH.
- Weber, W. G. (1997). *Analyse von Gruppenarbeit*. Bern: Hans Huber.
- Weber, W. G. & Grützmaker-Funk, A. (1998). *CNCplus - Technische, organisatorische, personelle und wirtschaftliche Gesichtspunkte eines innovativen Bearbeitungsprozesses (KTI-Projekt Nr. 3053.1)*. Zürich: ETH, Institut für Arbeitspsychologie.

- Weber, W. G. & Leder, L. (1993). Fällt der Facharbeiter durchs CAD/NC-Netz? *Technische Rundschau*, Nr. 3, 22-26.
- Weber, W. G. & Leder, L. (1994). Arbeitsorientierter CAD/CAM-Einsatz. *Technische Rundschau*, 5, 20-22.
- Weber, W. G., Oesterreich, R., Zölch, M. & Leder, L. (1994). *Arbeit an CNC-Werkzeugmaschinen*. Zürich und Stuttgart: Hochschulverlag und Teubner.
- Weck, M., Henning, K., Westerwick, A., Keller, S. & Daude, R. (1997). *Teilnehmerunterlagen zum InnovatiF-Abschlußworkshop v. 23.10.1997 am WZL, Aachen*. Aachen: RWTH.
- Wehner, T. (1992). *Sicherheit als Fehlerfreundlichkeit*. Opladen: Westdeutscher Verlag GmbH.
- Wehner, T. & Dick, M. (1999). *Wissensmanagement: Eine Projektkonzeption aus arbeitspsychologischer Perspektive*. [On-line]. Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Arbeitswissenschaft 1. Verfügbar unter: <http://www.wiwiss.fu-berlin.de/w3/w3schrey/komwis/Beitraege/wehnerdick.htm> [05.06.1999].
- Wehner, T. & Endres, E. (1996). Zur Wechselwirkung von technischen Störungen und sozialen Bewältigungen - ein selbstorganisationstheoretischer Ansatz. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, Jg.40, 2, 92-96.
- Wehner, T., Rauch, K-P. & Bromme, R. (1989). Über den Dialog zwischen Erfahrungs- und Planungswissen bei der Entwicklung von Arbeitsschutzmaßnahmen. In C. G. Hoyos (Hrsg.). *Psychologie der Arbeitssicherheit* (S. 138-146). Heidelberg: Roland Asanger.
- Wehner, T. & Waibel, M. C. (1996). Erfahrung als Bindeglied zwischen Handlungsfehleranalyse und Expertenforschung - Eine Studie am Schiffssimulator. In J. Nitsch & H. Allmer (Hrsg.). *Handeln im Sport - zwischen Rationalität und Intuition* (S. 115-139). Köln: bps-Verlag.
- Wehner, T. & Waibel, M. C. (1997). Erfahrungsbegebenheiten und Wissensaustausch als Innovationspotentiale des Handelns. In I. Udrys (Hrsg.). *Arbeitspsychologie für morgen* (S. 72-100). Heidelberg: Asanger.
- Wiener, E. L. (1987). Unfälle durch kontrollierten Flug in den Boden: Vom Gesamtsystem induzierte Fehler. In R. U. L. Hurst (Hrsg.). *Flugunfälle und ihre Ursachen* (S. 136-155).
- Willingham, D. B. & Preuss, L. (1995). The Death of Implicit Memory. *Psyche: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness* [On-line-serial]. Verfügbar unter: <http://psyche.cs.monash.edu.au/volume1-1/psyche-95-2-15-implicit-1-willingham.html> [11.10.1995].
- Willke, H. (1998). *Systemisches Wissensmanagement*. Stuttgart: Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft mbH.
- Witt, H. (1997). Welche Forschung ist normal, oder Wie normal ist qualitative Sozialforschung? *Zeitschrift für Politische Psychologie*, 3/4, 251-269.
- Witt, H., Schulze, H. & Rose, H. (1997). Erfahrungsgeleitete Arbeit mit Prozeßketten in der Produktion. In E. Frieling, H. Martin & F. Tikal (Hrsg.). *Neue Ansätze für innovative Produktionsprozesse* (S. 468-473). Kassel: Kassel University Press.
- Witt, H., Schulze, H., Schulz, H., Glockner, C., Fechter, T. A. & Rose, H. (1996). Technische Unterstützung der Nutzerforderungen in einer objektorientierten Werkzeugmaschinensteuerung. In H. Rose (Hrsg.). *Objektorientierte Produktionsarbeit* (S. 131-172). Frankfurt am Main: Campus.
- Zuboff, S. (1988). *In the age of the smart machine*. Basic Books

Erklärung:

Ich versichere an Eides Statt durch meine eigene Unterschrift, daß ich die vorstehende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen sind, als solche kenntlich gemacht habe und mich auch keiner anderen als der angegebenen Literatur bedient habe.

Blaustein, 10.05.2000

Dipl.-Psych. Hartmut Schulze

Lebenslauf von Hartmut Schulze, geb. 21.01.1960 in Wehrda bei Marburg/Lahn:

seit dem 09.08.1999	Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungszentrum von DaimlerChrysler in Ulm
07/96 - 07/99	Freier Mitarbeiter im gemeinnützigen Verein Psychologie und Industriegesellschaft e.V.
06/91 - 06/96	Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Hamburg, Arbeitsbereich Arbeits-, Betriebs- und Umweltpsychologie
10/85 - 05/91	Studium der Psychologie an der Universität Hamburg, Abschluß: Diplom-Psychologe
10/82 - 09/85	Studium der Psychologie an der Philipps-Universität Marburg, Abschluß: Vordiplom
04/80 - 09/82	Praktikum auf dem elterlichen Bauernhof
04/79 - 03/80	Studium der Medizin an der Philipps-Universität Marburg
08/76 - 12/78	Gymnasium Philippinum in Marburg, Abschluß: Abitur
08/70 - 07/76	Gesamtschule in Wetter, Abschluß: Realschulreife
08/66 - 07/70	Volksschule in Wetter-Amönau

Blaustein, 27.09.1999

Dipl.-Psych. Hartmut Schulze