

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Ausgangspunkt und sozialwissenschaftliche Grundlagen des CeA-Ansatzes**

Fritz Böhle, ISF München

Im Mittelpunkt des CeA-Forschungsverbunds steht das Erfahrungswissen von Facharbeitern und seine technische Unterstützung. Dies stellt sowohl in der betrieblichen Praxis als auch in wissenschaftlichen Untersuchungen ein völlig neuartiges Phänom dar. Noch ist ein Verständnis von Erfahrungswissen vorherrschend, bei dem wichtige Aspekte und Leistungen von qualifizierten Fachkräften nicht oder nur ungenügend gesehen werden. Im Zentrum des CeA-Forschungsverbunds steht daher nicht die bloße Thematisierung oder gar "Entdeckung", sondern ein neues Verständnis von Erfahrung und Erfahrungswissen. Im folgenden werden zunächst die Anstöße und konzeptuellen Grundlagen dieser neuen Sichtweise dargestellt.

#### **2.1.1 Bedarf an qualifizierten Fachkräften bei fortschreitender Technisierung**

Die Metallbearbeitung und speziell der Maschinenbau zählt nicht zu den klassischen Bereichen der Massen- und Serienfertigung. Dennoch wurden auch hier seit den 20er Jahren und verstärkt nach dem 2. Weltkrieg tayloristisch geprägte Formen der Rationalisierung angewandt (Schulz-Wild 1986; Köhler und Grüner 1989). Ein wesentliches Ziel ist, durch arbeitsorganisatorische Maßnahmen die Intensität der Arbeitsleistung und Produktivität zu steigern sowie anstelle qualifizierter Facharbeiter vermehrt angelernte Arbeitskräfte einzusetzen. Beeinflußt wird dies u.a. durch Engpässe bei der Rekrutierung beruflich ausgebildeter Facharbeiter (Weltz u.a. 1974). Daneben finden sich auch bereits vor der Einführung der NC- und CNC-Technik Bestrebungen zur Automatisierung (z.B. Drehautomaten); sie bleiben aber auf eingegrenzte Bereiche der eigentlichen "Mas-

senfertigung" - wie z.B. der Schraubenfertigung oder Teilefertigung in der Automobilindustrie - beschränkt (Ruby 1993, S. 3 ff.). Bei der Arbeitsorganisation und dem Arbeitskräfteeinsatz kommt es in diesen Bereichen zu einer Aufspaltung zwischen der anspruchsvolleren Tätigkeit des "Einrichters" einerseits und der gering qualifizierten Tätigkeit der Automatenbedienung und Kontrolle andererseits, was ebenfalls den Prinzipien tayloristischer Arbeitsorganisation entspricht (Braverman 1977, S. 170; Böhle 1993, S. 57).

Im Unterschied zu den Domänen der Serienfertigung wie der Elektro- oder Automobilindustrie blieben jedoch in Bereichen, die der eigentlichen Produktion vorgelagert sind (z.B. dem Werkzeugbau) sowie in weiten Bereichen des Maschinenbaus, die sich durch einen starken Kundenbezug auszeichnen, handwerklich geprägte Facharbeitertätigkeiten nicht nur bestehen, sondern wurden auch auf dem Hintergrund allgemeiner ökonomischer Prosperität ausgeweitet (Seltz und Hildebrandt 1985; v. Freyberg 1985). Anstelle einer Reduzierung des Bedarfs an Facharbeitern wurde in diesen Bereichen eher ein "Facharbeitermangel" beklagt oder zumindest als eine drohende Gefahr prognostiziert (Weltz u.a. 1974). Beschränkt man jedoch Prinzipien tayloristischer Rationalisierung nicht nur auf die unmittelbare Arbeitstätigkeit (Arbeitsverrichtungen), sondern berücksichtigt auch die übergreifende betriebliche (Gesamt-)Organisation, so lassen sich aber auch in solchen Produktionsbereichen - insbesondere seit Anfang der 70er Jahre - tayloristisch geprägte Formen der Rationalisierung nachweisen. Beispiele hierfür sind die Tendenz zur Einführung hierarchisch strukturierter Betriebs- und Arbeitsorganisationen, die auf eine Aufspaltung in dispositive und ausführende Funktionen sowie auf Arbeitsbereiche und Abteilungen abzielt, die Verwendung vielfältiger Methoden und Verfahren zur Planung, Normierung und Kontrolle des Arbeitsprozesses sowie die Anwendung und Ausweitung von Systemen der Leistungsentlohnung (Hirsch-Kreinsen u.a. 1990, S. 9 ff., 79 ff.).

Auf diesem Hintergrund wird der Einsatz von NC- und später CNC-Maschinen primär als eine Möglichkeit gesehen, die Automatisierung weiterzutreiben und die Abhängigkeit von qualifizierten Facharbeitern zu verringern. Was auf der Basis konventioneller Technik mit tayloristischen Formen der Arbeitsorganisation allein nicht zu bewerkstelligen war, erschien nun mit Hilfe technischer Innovationen realisierbar zu werden. Es entstanden sowohl Visionen von der "mannlosen Fabrik" als auch von Industriearbeit in Gestalt des "Knöpfchendrückers". Kenntnisse über Eigenschaften, Material und Maschinen ebenso wie handwerkliche Fertigkeiten die, selbst bei hoch arbeitsteilig organisierter Arbeit, bislang erforderlich waren, schienen nun für eine Tätigkeit in der Metallbearbeitung nicht mehr notwendig.

Solche Annahmen und Prognosen wurden in der betrieblichen Praxis jedoch nicht bestätigt. Diese Entwicklung deutete sich bereits beim Einsatz von NC-gesteuerten Maschinen an (Schultz-Wild und Weltz 1973) und zeigte sich insbesondere beim Einsatz von CNC-gesteuerten Maschinen: In der traditionell gering arbeitsteilig organisierten Fertigung besteht bei den Betrieben auch weiterhin ein Interesse am Einsatz von Facharbeitern; in der traditionell hoch arbeitsteilig organisierten Fertigung

zeigt sich ein neues Interesse der Betriebe am Einsatz qualifizierter Arbeitskräfte. Auch wenn hier "angelernete" Arbeitskräfte an CNC-Maschinen beschäftigt sind, handelt es sich um Arbeitskräfte mit mehrjähriger beruflicher Praxis und facharbeiterähnlichen Qualifikationen (Hirsch-Kreinsen u.a. 1990, S. 165 ff.; Kern und Schumann 1984, S. 137 ff.; Bergmann u.a. 1986, S. 178 ff.).

Charakteristisch für die hier beschriebenen Entwicklungen sind Aussagen von Personal- und Produktionsleitern wie: "Den Knöpfchendrucker finden sie bei uns nicht; da müssen sie dorthin gehen, wo in großen Serien gefertigt wird, die Automobilindustrie, dort finden sie ihn vielleicht, in unserem Betrieb aber nicht." Solche Aussagen beziehen sich auf die Haupteinsatzbereiche von CNC-gesteuerten Maschinen. Dies sind insbesondere Produktionsbereiche, bei denen bislang eine Automatisierung nicht möglich war, vor allem wegen geringen Stückzahlen, großer Produktpalette und häufigem Wechsel der Bearbeitungsprozesse an den einzelnen Maschinen. Insbesondere trifft dies für die traditionellen Bereiche der gering arbeitsteilig organisierten Fertigung zu, aber auch für die traditionell hoch arbeitsteilig organisierte Fertigung. Veränderungen auf den Absatzmärkten seit Anfang der 80er Jahre verschärften die Anforderungen an eine flexible Produktion mit der Folge, daß auch in den traditionellen Bereichen der Serienproduktion eher ein zu- als ein abnehmender Bedarf an qualifizierten Fachkräften besteht (Böhle 1993, S. 61).

Des weiteren wird in einer großen Anzahl von Betrieben die Programmierung von CNC-gesteuerten Maschinen nicht extern in der Arbeitsvorbereitung durchgeführt, sondern an den Maschinen und in der Werkstatt. Teilweise erfolgte zunächst eine externe Programmierung, die dann aber wieder aufgegeben und rückgängig gemacht wurde. Nach einer Betriebs-erhebung von 1986/87 waren es z.B. 70 % der CNC-Maschinen einsetzenden Betriebe in der Investitionsgüter-Industrie, die Programme in der Werkstatt erstellen lassen (Nuber und Schultz-Wild 1990, S. 163). Diese Form der Arbeitsorganisation war in der CNC-Technik, wie sie sich beeinflußt von Entwicklungen in den USA durchgesetzt hat, zunächst nicht vorgesehen (Hirsch-Kreinsen 1993, S. 71 ff.); sie erweist sich aber in der betrieblichen Praxis - insbesondere in Klein- und Mittelbetrieben sowie bei Einzelfertigung und kleineren Serien - für die Betriebe als geeigneter und effizienter (Lay u.a. 1983; Blum 1987; Böhle und Rose 1990 S. 19 ff.; Bolte 1993). Solche Formen der Betriebs- und Arbeitsorganisation sind auch durch die Weiterentwicklung der in der Werkstatt einzusetzenden Programmierverfahren erleichtert und unterstützt worden (Dunkhorst u.a. 1987; Blum und Hartmann 1988 ; Hoffmann und Martin 1990; Liese 1989; Martin u.a. 1991). Aber auch dann, wenn die Programmierung nicht an den Maschinen erfolgt, besteht ein Interesse der Betriebe am Einsatz von Facharbeitern. Nicht der "Knöpfchendrucker", sondern der "qualifizierte Maschinenführer" ist hier gefragt (Bergmann u.a. 1986, S. 78 ff.; Böhle und Milkau, 1988, S. 86 ff; Brödner 1989, S. 17).

### **2.1.2 Erfahrungswissen - eine wichtige, bisher unterschätzte Qualifikation**

Fragt man in der betrieblichen Praxis nach den Gründen für den Einsatz von Facharbeitern, so erhält man sehr unterschiedliche Antworten. Betont werden neben fachlichen Anforderungen vor allem sog. soziale Qualifikationen, wie etwa Zuverlässigkeit, Verantwortungsbereitschaft oder Souveränität und Sicherheit bei der Ausführung der Arbeitsaufgaben. In dieser Sicht sind qualifizierte Arbeitskräfte an den Maschinen deshalb wichtig, weil Fehlhandlungen, Unaufmerksamkeit und Gleichgültigkeit bei den hohen Kapitalkosten der Maschinen und durch die zunehmende Vernetzung einzelner betrieblicher Teilprozesse zu sehr hohen Kosten führen können. Qualifizierte Arbeitskräfte sind hier in erster Linie eine Garantie dafür, daß keine "Bedienungsfehler" gemacht und die Maschinen sachgemäß behandelt werden - auch wenn im konkreten Fall die Anforderungen vergleichsweise gering sind (bzw. wären). Vom Werkstattpersonal wird darüber hinaus auf besondere Anforderungen an die fachlichen Kenntnisse der Arbeitskräfte hingewiesen; dabei wird vor allem die Bedeutung des Erfahrungswissens und der praktischen Erfahrung, über die Facharbeiter verfügen, betont (Kern und Schumann 1984, S. 137 ff; Pries u.a. 1990, S. 108 ff.; Rose 1991, S. 20 ff.).

Das Erfahrungswissen ist weder in der betrieblichen Praxis noch in wissenschaftlichen Untersuchungen ein neuartiges Phänomen. Doch ist ein Verständnis von Erfahrungswissen vorherrschend, bei dem wichtige Leistungen qualifizierter Fachkräfte nicht oder nur sehr ungenügend berücksichtigt werden. Dies erweist sich angesichts fortschreitender Technisierung und Automatisierung als ein zentrales Defizit. Die Unterschätzung des Erfahrungswissens führt zur Überschätzung der Technik und der Möglichkeiten der Automatisierung. Da die Leistungen des Erfahrungswissens und die Voraussetzungen, auf denen Erfahrungswissen beruht, nicht ausreichend erkannt und berücksichtigt werden, kommt es bei der Arbeit mit CNC-Maschinen - auch dann, wenn hierfür qualifizierte Fachkräfte eingesetzt werden - zu einer Beeinträchtigung der von den Arbeitskräften geforderten Leistungen. Wie empirische Untersuchungen zeigen, wird dieses Problem durch die bisherigen Bestrebungen zu einer "facharbeitergerechten" Auslegung von Programmierverfahren allein noch keineswegs beseitigt, teilweise ist sogar, trotz der Zielsetzung, qualifizierte Fachkräfte zu unterstützen, eher das Gegenteil der Fall, z.B. bei "Vereinfachung" durch Benutzerführung, Vorgabe von Schnittwerten u.ä. (Blum 1987; Böhle und Rose 1990). So bieten auch Erfahrungen mit sog. "CIM-Ruinen" oder der Abschied von der Vision einer "mannlosen Fabrik" und Prognosen einer "Rückkehr des Menschen in die Produktion" noch keineswegs die Gewähr dafür, daß eine Technik vorhanden und entwickelt ist, die einen effizienten Einsatz qualifizierter Fachkräfte ermöglicht. Soweit hier Alternativen in der Maschinen- und Steuerungstechnik zur Diskussion stehen, bewegt sich diese zumeist in dem engen Korridor zwischen einem "Mehr oder Weniger" an CNC-Technik. In der Praxis zeigt sich dies u.a. in dem notgedrungenen Festhalten an der konventionellen

Technik sowie in Versuchen, konventionelle Techniken weiterzuführen und Elemente mit CNC-Technik aufzurüsten (siehe hierzu ausführlicher auch Kapitel 3.3).

Demgegenüber war es ein Ausgangspunkt im CeA-Forschungsverbund, bisherige Leistungen der CNC-Technik sowohl in produktions-technischer als auch in ergonomischer Hinsicht zu nutzen und auf dieser Basis neue Lösungen für eine Unterstützung des Arbeitshandelns von Facharbeitern zu entwickeln (Martin und Rose 1992). Zu berücksichtigen war somit - im Vergleich zu konventioneller Technik - die höhere Leistungsfähigkeit (Geschwindigkeit) und Genauigkeit von CNC-Maschinen, ebenso wie die Sicherung gegen Unfallgefahren durch Verkapselung oder der Wegfall physischer Kraftanstrengungen und unbequemer Körperhaltungen wie sie bei der Arbeit mit konventioneller Technik vielfach dokumentiert sind. Ein solcher Ansatz erfordert, nicht nur unter Rückgriff auf bisher Bekanntes, sondern grundsätzlicher, der Frage nachzugehen, was "werkstatt- und facharbeitergerecht" ist und welche Veränderung sich hierbei bei neuen technischen Gegebenheiten und Produktionsanforderungen ergeben. Die im CeA-Forschungsverbund entwickelten technischen Komponenten sind einem solchen Ansatz verpflichtet. Ausgangspunkt und Grundlage hierfür ist ein neues und erweitertes Verständnis des "Erfahrungswissens" und seiner technischen, arbeitsorganisatorischen und qualifikatorischen Voraussetzungen. Bevor dies näher angeführt wird, seien - zum besseren Verständnis dieses Ansatzes und seiner Konsequenzen - zunächst einige Merkmale des bisher vorherrschenden Verständnisses von Erfahrungswissen und seiner Hintergründe etwas näher erläutert.

### **2.1.3 Erfahrungswissen - bisher vorherrschende Sichtweise**

Nach einer weitverbreiteten Vorstellung gilt eine Arbeit als qualifiziert, je mehr theoretische Kenntnisse und abstraktes Denken gefordert werden. Wissen ist hier gleichbedeutend mit formalisierbarem und kategorialen Wissen und Kenntnissen; mental-geistige Prozesse sind gleichbedeutend mit intellektuell-verstandesmäßigen und primär analytischen Formen des Denkens. Hiermit eng verbunden ist eine Trennung zwischen Planung und Ausführung nach dem Grundsatz "erst denken, dann handeln". Planende und dispositive Tätigkeiten gelten dabei als grundsätzlich anspruchsvoller und höherwertiger als praktisch ausführende Tätigkeiten. Die Unterscheidung von "geistiger" gegenüber "körperlich-praktischer" ausführender Arbeit und die Beurteilung qualifizierter Arbeit nach den Anteilen planender-dispositiver Tätigkeiten beruht auf solchen Kriterien. Sinnliche Wahrnehmung und Erfahrungen spielen bei einer solchen Betrachtung von Qualifikationsanforderungen nur eine eher untergeordnete Rolle. Sie haben sich darauf zu richten (zu beschränken), möglichst exakt und objektiv Informationen aus der Umwelt aufzunehmen (zu registrieren) sowie Handlungspläne und Entscheidungen zuverlässig auszuführen (der

Begriff und das Verständnis von "sensomotorischen Fertigkeiten" ist hierfür exemplarisch). Eine exakte und objektive Wahrnehmung von Informationen ist in dieser Sicht um so mehr gewährleistet, als die sinnliche Wahrnehmung vom subjektiven Empfinden abgelöst und der verstandesmäßigen Kontrolle und Anleitung untergeordnet wird. Dies gelingt um so mehr, als die einzelnen Sinne - nach dem Modell technischer Instrumente - wechselseitig voneinander isoliert und spezialisiert werden. Des weiteren wird von einer distanzierten, möglichst affektneutralen Beziehung zu Arbeitsgegenständen ausgegangen.

Leitbild einer solchen Beurteilung von Qualifikationsanforderungen und des Arbeitshandelns ist ein zielgerichtet-planmäßiges, rationales Handeln. Da die Bezeichnung "planmäßig oder zielorientiert" jedoch unterstellt, daß andere Handlungsweisen "plan- und ziellos" sind, und der Begriff "rational" häufig auch im Sinne von "vernünftig" u.ä. verstanden wird, halten wir es für geeigneter, ein solches Konzept des Arbeitshandelns mit dem neutraleren Begriff "objektivierendes" Handeln zu bezeichnen. Damit wird ein wichtiger Sachverhalt dieser Sichtweise des Arbeitshandelns unterstrichen: Obwohl gerade bei qualifizierter Tätigkeit einerseits Verantwortung, Eigeninitiative und Engagement besonders betont werden, gilt es andererseits, sog. subjektive Faktoren - wie Gefühle und Empfindungen oder auch persönliche Erlebnisse und Erfahrungen - weitgehend auszuschalten. Sie werden zwar für die individuelle Motivation und subjektive Befriedigung durchaus als wichtig angesehen; für den "richtigen Umgang" mit technischen Arbeitsmitteln und eine effiziente, zielgerichtete Bewältigung von Arbeitsaufgaben werden sie jedoch eher als störend und als Ursache für Fehler eingeschätzt. Des weiteren werden die sinnliche Wahrnehmung und das Erfahrungswissen zwar nicht vernachlässigt, doch geraten sie (nur) sehr eingegrenzt ins Blickfeld. Berücksichtigt werden nur solche sinnlichen Wahrnehmungen und Erfahrungen, die "objektiv" meßbar und überprüfbar sind und durch die ein zielgerichtetes planmäßiges Handeln angestoßen oder deren Erfolge überprüft werden (Schneider 1987). Erfahrung umfaßt hier in erster Linie das "Sammeln" von Erfahrungen im Sinne der praktischen Prüfung von Handlungsplänen, deren Korrektur, Verbesserung und Ausdifferenzierung (Rückkopplung der Ergebnisse des praktischen Handelns).

Das Erfahrungswissen besteht daher in dieser Sicht vor allem aus im Berufsverlauf "angesammelten" Kenntnissen sowie Fertigkeiten ("Erfahrungsschatz"). Es bezieht sich auf die Vergangenheit bzw. auf zurückliegende Ereignisse, die Grundlage für die Einschätzung und Bewältigung aktueller Aufgaben sind. Doch gerade bei neuen Situationen und Anforderungen erscheint der Wert eines solchen Erfahrungswissens recht fragwürdig. Bisherige Erfahrungen können zwar die Bewältigung neuer Situationen stützen, ebenso aber auch zum Hindernis werden, wenn das "Neue" vom Horizont des bisher gewohnten und bekannten abweicht. Nicht zu Unrecht hat Erfahrungswissen - so gesehen - einen eher "konservativen" Charakter. Des weiteren wird aus der Sicht objektivierenden Handelns davon ausgegangen, daß die sinnliche Wahrnehmung ohne intellektuelle, verstandesmäßige Lenkung und Deutung auf bloße physiologische Sinneseindrücke beschränkt ist. Die sinnliche Wahrnehmung

kann demnach - ohne intellektuell-verstandesmäßige Ergänzung - zwar Gefühle und subjektives Erleben auslösen; in ihren "kognitiven Leistungen" bleibt sie jedoch "blind" bzw. führt zu subjektiven Verzerrungen der "objektiven" Gegebenheiten. Hieraus leitet sich ein Verständnis von Erfahrungswissen ab, nachdem dieses primär als eine Vorstufe zu einem theoretisch-wissenschaftlich fundierten (richtigem) Wissen eingeschätzt wird. In diesem Zusammenhang wird Erfahrungswissen oft mit "Alltagswissen" oder "praktischen Handlungsregeln" gleichgesetzt. Es kann nach dieser Auffassung zwar praktisch nützlich, jedoch grundsätzlich durch ein "wissenschaftliches" Wissen verbessert, korrigiert wie auch ersetzt werden. Ferner beruht hierauf ein Verständnis von Erfahrungswissen und Erfahrung im Sinne der primär praktischen Aus- und Durchführung allgemeiner Ziele und Planungen sowie der Routinisierung und Habitualisierung von Handlungsvollzügen. In dieser Sicht wird Erfahrungswissen auch oft von einem Planungswissen unterschieden und mit Ausführungs- bzw. Bedienungswissen gleichgesetzt.

Obwohl somit in der wissenschaftlichen wie auch praktischen Diskussion mit dem Begriff Erfahrungswissen zwar teilweise unterschiedliche Phänomene bezeichnet werden, besteht jedoch zumindest in zwei Punkten weitgehende Übereinstimmung: in der Skepsis gegenüber den "kognitiven" Leistungen, sinnlicher Wahrnehmung und sog. subjektiver Faktoren (Gefühl und Empfindungen) einerseits und der - im Vergleich zu wissenschaftlich gewonnenem Wissen - Betrachtung des Erfahrungswissens als eine eher niedrige und untergeordnete Form des Wissens andererseits (Böhme 1980, S. 27 ff.).

## **2.1.4 Subjektivierendes Handeln - eine neue Sichtweise des Erfahrungswissens und seiner Grundlagen**

Fragt man in der betrieblichen Praxis genauer danach, was mit Erfahrungswissen oder praktischer Erfahrung gemeint ist, so stößt man auf Phänomene wie: ein Gefühl für Material und Maschinen, die Orientierung am Geräusch der Maschinen und Bearbeitungsprozessen, ein blitzschnelles Erfassen von Prozeßzuständen und komplexen Informationen, ohne langes Nachdenken u.ä. Ein gemeinsames Kennzeichen solcher Phänomene ist, daß sie sich nicht ohne weiteres in die Kriterien für ein planmäßig-rationales Handeln einfügen: In der neueren arbeitswissenschaftlichen Diskussion wird hier z.B. von einem "intuitiv-improvisierenden" Handeln im Unterschied zu einem "analytisch-planenden" Vorgehen gesprochen (Volpert 1992, S. 53 f.). Eine solche Sichtweise eröffnet ein Verständnis für das sog. "Erfahrungswissen", bei dem dieses nicht von vornherein nur unter den Kategorien eines "objektivierenden Handelns" beurteilt und eingeordnet wird. In weiterführenden Untersuchungen hierzu wurde das Konzept "subjektivierenden Handelns" entwickelt (Böhle und Milkau 1988, S. 25 ff.). Dieses Konzept richtet sich darauf, aufzuzeigen und zu begründen, in welcher Weise sog. nicht-objektivierbare und nicht-rationale Formen sinnlicher Wahrnehmung, mentaler Prozesse und Vorgehenswei-

sen - wie z.B. gefühlsmäßige sinnliche Wahrnehmungen und Empfindungen, intuitiv-assoziatives Denken u.ä. - in einem systematischen Zusammenhang stehen und eine spezifische Handlungslogik konstituieren. Die Arbeiten im CeA-Forschungsverbund knüpften an dieses Konzept an und haben es sowohl konzeptuell als auch empirisch weiterentwickelt.

Charakteristisch für die mit dem Konzept "subjektivierenden Handelns" erfaßten Formen des Arbeitshandelns sind demnach im Unterschied zu einem "objektivierenden Handeln":

- Eine komplexe sinnliche Wahrnehmung, die sich über mehrere Sinne und körperliche Bewegung vollzieht und die vom subjektiven Empfinden nicht abgelöst, sondern hiermit eng verbunden ist. Sie richtet sich nicht nur auf exakt und eindeutig definierte und meßbare Eigenschaften, sondern ebenso auf eher diffuse und vielschichtige Informationsquellen; dabei werden sinnliche Wahrnehmungen in körperbezogene Empfindungen umgesetzt und in dieser Weise interpretiert. Typisch hierfür ist z.B. die Bezeichnung einer Farbe als "warm", eines Geräusches als "schmerzhaft" sowie die gedächtnismäßige Speicherung von Bewegungs- und Handlungsabläufen. Des weiteren besteht eine wichtige "kognitive" Leistung sinnlicher Wahrnehmung in der Fähigkeit zu (sinnlichen) Abstraktionen und Strukturierung - eine Leistung, die sich als Intelligenz der Sinne bezeichnen läßt (Arnheim 1988). Charakteristisch hierfür ist auch die Verknüpfung zwischen dem, was aktuell wahrgenommen wird mit Vorstellungen über aktuell nicht wahrnehmbare Gegebenheiten.
- Eine solche sinnliche Wahrnehmung ist verbunden mit wahrnehmungs- und verhaltensnahen Formen menschlichen Denkens. Eigenschaften konkreter Gegebenheiten und Ereignisse werden als Bild wie auch als Bewegungsablauf und akustische Vorgänge im Gedächtnis behalten. Auf diese Weise wird z.B. durch ein bestimmtes Ereignis eine weitreichende Assoziationskette ausgelöst. Sie wird nicht bewußt gesteuert, sondern läuft ab durch konkrete assoziative Verknüpfungen. Diese sind nicht beliebig, sondern erhalten ihre Systematik aus ihrer Gegenstands- und Erlebnisbezogenheit - im Unterschied zu formal-logischen Regeln. Hierzu gehört auch der Vergleich einer aktuellen Situation mit bereits früher schon Erlebtem. Doch handelt es sich hier nicht um eine stereotype Übertragung früherer Erfahrungen; vielmehr wird eine aktuelle Situation mit vergangenen Ereignissen "verglichen" (Dreyfus und Dreyfus 1988), wobei unterschiedliche, frühere Ereignisse herangeholt, übereinander gelegt, verdichtet werden. Gefühl und ein subjektives Involvement sind hierbei nicht ausgeschlossen, sondern wichtige Bestandteile.
- Wahrnehmen und Erkennen beruht auf der subjektiven "Nähe" und einer sympathischen Verbundenheit mit der Umwelt. Anstelle einer affektneutralen Distanz zwischen "Subjekt" und "Objekt" (wie beim objektivierenden Handeln) wird eine Einheit hergestellt und von Gemeinsamkeiten ausgegangen. Empathie ist dabei eine menschliche Fähigkeit, die sich nicht nur auf den Umgang mit Personen, sondern auch auf Ge-



genständliches richten kann und sich u.a. in einem identifikatorischen Nachvollzug von Bewegungsabläufen und Gestalten ausdrückt. Wahrnehmen und Erkennen vollzieht sich hier also nicht primär über die distanzierte "Analyse", sondern primär über den Weg der Transformation "äußerer" Gegebenheiten in körperlich sinnliche und gefühlsmäßige Erfahrungen.

- Prozesse der Wahrnehmung und Interpretation sind dabei eingebunden in praktisches Handeln, bei dem weder einseitig (aktiv) agiert noch (passiv) reagiert wird, sondern das durch eine Gleichzeitigkeit von Aktion und Reaktion, Wirkung und Rückwirkung geprägt ist. Dem entsprechen Vorgehensweisen, bei denen die "Planung" und "Ausführung" von Handlungsvollzügen nicht getrennt, sondern unmittelbar miteinander verschränkt sind. Charakteristisch sind Arbeitsweise, die sich als aktiv-reaktiv bzw. dialogisch-explorativ bezeichnen lassen.

Empirische Analysen, die hierzu vor und während der CeA-Untersuchungen durchgeführt wurden, zeigten, daß bei der Arbeit mit konventionellen Werkzeugmaschinen ein "subjektivierendes Handeln" eine zentrale Rolle für die Bewältigung von Arbeitsaufgaben spielt. Exemplarisch hierfür sind Arbeitspraktiken wie die Orientierung am Geräusch von Bearbeitungsvorgängen, Farbveränderungen beim Spanfluß u.ä., eine persönliche intime Beziehung zur Maschine, gefühlsmäßige Einschätzungen und Beurteilungen sowie ein exploratives Schritt-für-Schritt-Vorgehen bei der Planung und Durchführung von Bearbeitungsprozessen (Böhle und Milkau 1988; Martin und Rose 1992).

Auf der Grundlage der Konzepte "objektivierenden Handelns" liegt die Annahme nahe, daß solche Arbeitsweisen und Arbeitspraktiken bei der Arbeit mit CNC-Maschinen zunehmend unzulänglich werden und neue Anforderungen an die Qualifikation vor allem in den der Fertigung vorgelagerten Bereichen der Planung und Programmerstellung entstehen. Gegenüber der Arbeit mit konventioneller Technik verlagern sich demzufolge die Anforderungen auf theoretisch fundiertes Fachwissen und auf die Fähigkeit zu analytischem und formalem Denken, wohingegen handwerklich-praktische Fertigkeiten an Bedeutung verlieren. Demgegenüber wiesen empirische Untersuchungen jedoch auf einen anderen Verlauf der Entwicklung hin. Ausgangspunkt der Arbeiten im CeA-Forschungsverbund waren Befunde, die zeigten, daß einerseits zwar neue Anforderungen an Fachwissen und abstraktes Denken entstehen, andererseits aber keineswegs das subjektivierende Arbeitshandeln qualifizierter Fachkräfte an Bedeutung verliert; Arbeitspraktiken, wie sie bei konventioneller Technik zur Anwendung kommen, werden auch bei der Arbeit mit CNC-Maschinen angewandt und in neuer Weise entwickelt. Das subjektivierende Arbeitshandeln erwies sich hier vor allem beim Optimieren der Programme und Prozeßüberwachung als eine wichtige Komponente der Leistung qualifizierter Fachkräfte (Böhle und Milkau 1988, S. 79 ff.; Martin und Rose 1992; Bender und Graßl 1992, S. 112 ff.). Des weiteren wurden Untersuchungen vorgelegt, die zeigten, daß auch bei der Erstellung von Programmen "vor Ort" an den Maschinen Facharbeiter nicht - wie angenommen - verstärkt nach der Systematik und Logik eines objektivierenden Handelns vorge-

hen, sondern hier ebenfalls Vorgehensweisen nach der Systematik eines "subjektivierenden Handelns" entwickelt werden. Vorteile einer Programmierung vor Ort ergeben sich speziell hieraus (Böhle und Rose 1990; Bolte 1993).

Die im Rahmen des CeA-Forschungsverbunds durchgeführten Untersuchungen knüpfen an solche Befunde an und gingen speziell der Frage nach, welche besonderen Charakteristika das subjektivierende Arbeitshandeln bei der Arbeit mit CNC-gesteuerten Maschinen aufweist und worin seine besonderen Leistungen liegen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, daß bei der Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen Erfahrungswissen qualifizierter Fachkräfte eine unverzichtbare Voraussetzung für die Bewältigung der Produktionsanforderungen ist. Dabei handelt es sich jedoch keineswegs "nur" um die Übertragung von Erfahrungen bei der Arbeit mit konventioneller Technik. Vielmehr muß bei der Arbeit an CNC-Maschinen gerade auch das Erfahrungswissen in neuer Weise (weiter-)entwickelt und erworben werden. Grundlage hierfür ist ein "subjektivierendes Arbeitshandeln". Das Erfahrungswissen von Facharbeitern besteht demnach nicht nur in genaueren und detaillierten Kenntnissen der Praxis im Sinne eines Ausführungswissens oder in einer Routinisierung und Habitualisierung von Arbeitspraktiken. Vielmehr handelt es sich um ein "besonderes Wissen", das durch spezifische Formen sinnlicher Wahrnehmung, psychisch-mentaler Prozesse und Vorgehensweisen mit Material und Maschinen erworben wie auch an neue Gegebenheiten und Anforderungen angepaßt wird. Erfahrung bezieht sich dabei nicht nur auf das Sammeln und die Akkumulation praktischer Handlungserfolge (oder Mißerfolge), sondern umfaßt insbesondere den Prozeß des "Erfahrens" bzw. des "Erfahrung-Machens" in der aktuellen Situation.

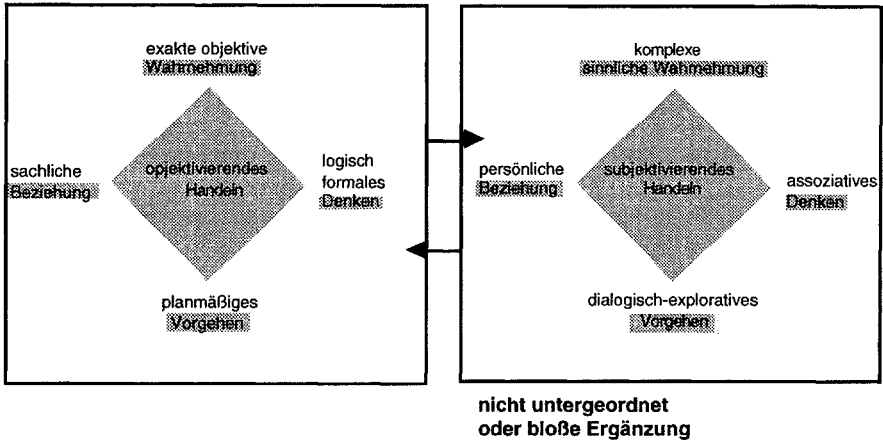
In Verbindung mit den Ergebnissen empirischer Untersuchungen, die auch in anderen Produktionsbereichen wie der Prozeßindustrie durchgeführt wurden (Böhle und Rose 1992), konnte damit ein ursprünglich wissenschaftlich weitgehendes "Neuland" in ein mittlerweile wissenschaftlich vergleichsweise "gesichertes Terrain" übergeführt werden. Bevor hierzu die wichtigsten Ergebnisse der im Forschungsverbund durchgeführten empirischen Analyse der Arbeit mit CNC-gesteuerten Maschinen dargestellt werden, seien noch drei Punkte des CeA-Ansatzes für Arbeitsanalyse und Technikentwicklung betont.

- Die sinnliche Wahrnehmung spielt in dem hier vertretenen Konzept eine wichtige Rolle und wird als eine unverzichtbare Komponente von Erfahrung betrachtet. Dies beschränkt sich aber nicht nur auf die unmittelbare, direkte physisch-sinnliche Wahrnehmung. Entscheidend ist die qualitative Ausformung der sinnlichen Wahrnehmung (komplexe, vielschichtige Informationsquellen in Verbindung mit subjektivem Empfinden). Eine technische Mediatisierung und damit der Verlust direkter sinnlicher Erfahrungen steht dem nicht grundsätzlich entgegen und ist somit auch nicht per se gleichbedeutend mit einem Verlust an Erfahrung. Eine zentrale Frage ist vielmehr, in welcher Weise durch die technische Mediatisierung die Qualität sinnlicher Wahrnehmung selektiert

und transformiert wird (meßbare, objektivierbare Datenanzeigen usw.), oder ob Formen technischer Mediatisierung zur Anwendung kommen, durch die besondere Qualitäten direkter sinnlicher Wahrnehmung erhalten oder gar verstärkt werden. Des weiteren zeigt sich speziell bei räumlich, zeitlich und sozial dissoziierten Handlungszusammenhängen die besondere Leistung der Antizipation und Verknüpfung von aktuell sinnlich Wahrnehmbaren mit Vorstellungen (Imaginationen) über zu einem anderen Zeitpunkt, Ort usw. wahrgenommene Gegebenheiten. Raum-zeitlich bestehende physische (Wahrnehmungs-)Beschränkungen können damit überwunden werden. Unterstrichen wird damit, daß im Kontext eines subjektivierenden Handelns nicht nur die sinnliche Wahrnehmung, sondern gerade auch mentale Prozesse eine wichtige Rolle spielen, diese aber anders strukturiert sind als bei einem rational-verstandesmäßig geleitetem Handeln.

- Mit dem Konzept subjektivierenden Handelns wird nicht behauptet, daß die Bewältigung von Arbeitsaufgaben ausschließlich durch ein subjektivierendes Handeln erfolgt. Sowohl die Leistung als auch die Notwendigkeit eines "objektivierenden Handelns" werden damit keineswegs bestritten und geschmäler. Untersuchungen im Forschungsverbund bestätigen, daß nicht nur an CNC-Maschinen, sondern auch bei konventioneller Technik Facharbeiter über theoretisch fundiertes Fachwissen verfügen, mathematische Berechnungen anstellen oder/und diese nachvollziehen, Daten auf Anzeigen und Meßgeräten exakt ablesen, Arbeitspläne erstellen und technische Geräte affekt-neutral und instrumentell einsetzen und nutzen. Mit dem Konzept "subjektivierenden Handelns" wird jedoch betont, daß solche Kenntnisse und Arbeitsweisen weder die einzigen noch die grundsätzlich effektiven Voraussetzungen für die Bewältigung von Arbeitsaufgaben sind. Das subjektivierende Handeln von qualifizierten Fachkräften ist in der Praxis mit einem objektivierenden Handeln verbunden, es ist diesem aber weder untergeordnet, noch kann es durch dieses ersetzt werden. Ein Arbeitshandeln, bei dem in dieser Weise das subjektivierende Handeln ein wesentlicher Bestandteil bei der Bewältigung von Arbeitsaufgaben darstellt, soll daher als ein "erfahrungsgeleitetes Arbeiten" bezeichnet werden. Der Akzent liegt darauf, daß Erfahrung ein "leitendes" Prinzip darstellt. (Bild 2.1)
- Die im Forschungsverbund durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß auch bei fortschreitender Technisierung ein erfahrungsgeleitetes Arbeiten notwendig ist und bleibt. Ausschlaggebend hierfür ist, daß in der Praxis eine vollständige (natur-) wissenschaftliche Durchdringung und Beherrschung der konkreten Bearbeitungsvorgänge auf Grenzen stößt. Die Gründe hierfür liegen im Zusammenwirken einer Vielzahl von Parametern, die im konkreten Fall nicht vollständig erfaßt und vorherbestimmt werden können. Insbesondere bei gleichzeitig wachsenden Anforderungen an die Flexibilität der Produktion und damit verbundenem häufigen Wechsel von Produkten und Bearbeitungsvorgängen an den

## Wichtiger Bestandteil



**Bild 2.1:** Objektivierendes und subjektivierendes Handeln in der erfahrungsgeleiteten Arbeit

Maschinen sowie einer beständigen (Weiter-)Entwicklung von Materialien, Maschinen, Anlagen und Steuerungstechnik entstehen nicht exakt vorhersehbare und ex ante "bestimmbare" Einflüsse auf die Produktionsabläufe und technischen Systeme. Damit wird nicht behauptet, daß eine vollständige wissenschaftlich-technische Beherrschung grundsätzlich ausgeschlossen ist. Jedoch hängt die Möglichkeit hierzu nicht nur vom Grad der wissenschaftlichen Durchdringung und vom Niveau der technischen Entwicklung ab, sondern ebenso auch davon, ob und inwieweit es gelingt, die konkreten Produktionsgegebenheiten kontrollier- und berechenbar "zu machen", d.h. Parameter und Einflußfaktoren zu reduzieren und ihre Wirkungen zu neutralisieren. Gegenwärtig stellt sich jedoch für die industrielle Produktion eher umgekehrt das Erfordernis, anstelle einer Kontrolle und Ausschaltung von Variabilitäten eine größere Öffnung, Flexibilität und Reagibilität auf Markt- und Kundenanforderungen herzustellen. Vor allem angesichts dieser Entwicklungen ist davon auszugehen, daß auch bei einer fortschreitenden wissenschaftlich-technischen Durchdringung von Be- und Verarbeitungsprozessen zugleich Unwägbarkeiten und Grenzen in der Berechenbarkeit und Kalkulierbarkeit konkreter Produktionsabläufe nicht nur nicht verschwinden, sondern immer wieder in neuer Weise entstehen (Böhle 1992). Es sind und bleiben daher neben einem (natur-)wissenschaftlich geleiteten Vorgehen in der Praxis noch andere "Methoden" erforderlich, um die Unwägbarkeiten, Unsicherheiten und Unbestimmbarkeiten von Produktionsabläufen zu bewältigen. Der Wert menschlichen Arbeitsvermögens und speziell qualifizierter Fachkräfte in der Produktion ist speziell hierin begründet. Damit wird es zu einer zentralen Anforderung an die Technikentwicklung, technische Systeme so auszugestalten

und weiterzuentwickeln, daß sie ein solches erfahrungsgeleitetes Handeln ermöglichen und unterstützen (Bild 2.2 und 2.3).

### Bisherige Annahmen

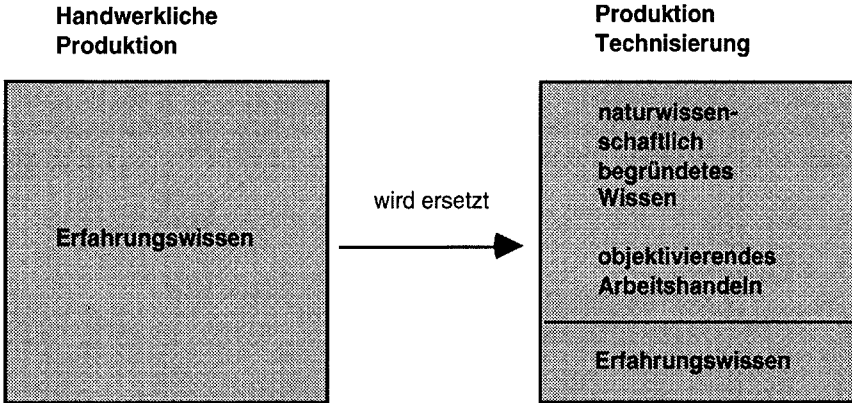


Bild 2.2: Bisherige Annahmen zur Entwicklung von Arbeitsanforderungen

### Neue Sichtweise

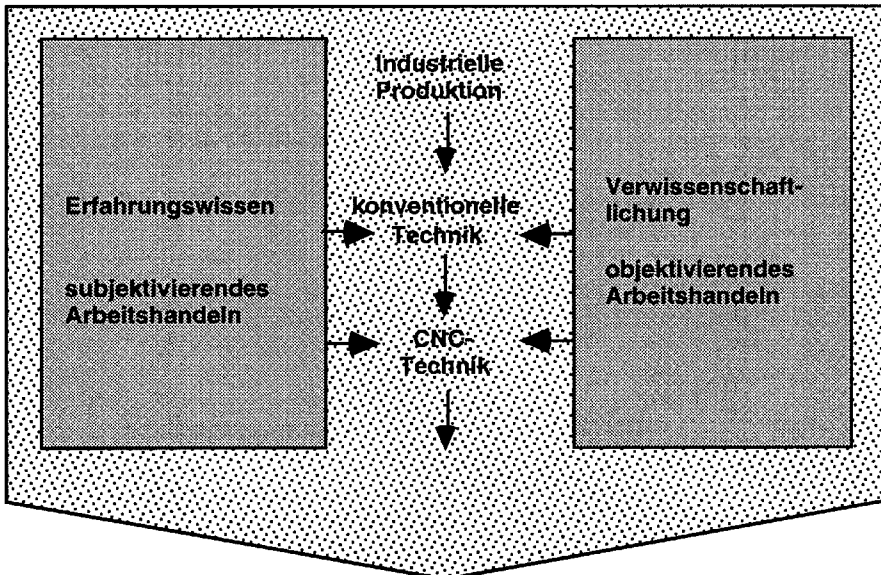


Bild 2.3: Neue Sichtweise zur Entwicklungen von Arbeitsanforderungen

Im folgenden werden anhand der im CeA-Forschungsprojekt durchgeführten empirischen Untersuchungen in einem ersten Schritt die hier umrissenen Arbeitsanforderungen bei der Arbeit mit CNC-gesteuerten Maschinen detaillierter dargestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei "kritische Situationen", aus denen sich spezielle Anforderungen an ein erfahrungsgelitetes Arbeiten ergeben. In einem zweiten Schritt erfolgt dann eine detailliertere Analyse der besonderen Merkmale des subjektivierenden Arbeitshandelns von Facharbeitern bei ihrer Arbeit mit CNC-gesteuerten Maschinen. Auf dieser Grundlage werden dann in einem dritten Schritt Defizite der gegenwärtig vorherrschenden Entwicklungen der CNC-Technik dargelegt und Anforderungen an eine Technikentwicklung zur Unterstützung erfahrungsgeliteter Arbeit formuliert.

## **2.2 Systematik und Topologie kritischer Arbeitssituationen**

Erfahrungswissen zur Prozeßbeherrschung wird vor allem in unvorhersehbaren Arbeitssituationen abgefordert und eingesetzt. Da in diesen Situationen eine andere Arbeitsweise notwendig wird, sind sie gegenüber derjenigen für vorwegplanbare Situationen kritisch. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Spezifika kritischer Arbeitssituationen bei Prozeßvorbereitung, -lenkung und -auswertung dargestellt, um daran anschließend ihre Topologie aufzuzeigen.

Bisherige empirische Forschungen im Bereich der maschinellen Zerspanung zeigen, daß aktuelle Bearbeitungsverläufe von vorab geplanten Verläufen aufgrund kontextueller Bedingungen in einem Anteil von ca. 5-30% (Rose 1990, S. 3 f.) abweichen. Es besteht offensichtlich ein Zusammenhang zwischen einer ansteigenden Häufigkeit von Abweichungen und zunehmender Komplexität der Bearbeitung sowie abnehmender Stückzahl bis hin zu Einzelteilen.

Eine Grenze von Vorausplanung liegt in der nicht angemessen möglichen Einberechnung von "neuartigen Problemen ... z.B. beim Test neuer Produkte" (Rose 1992, S. 19), die im Laufe der Zerspanung zu lösen sind und hinsichtlich einer Erfassung und Berücksichtigung aktuell relevanter Einflußfaktoren. Eine weitere Grenze wird in der "Vielzahl sich gegenseitig beeinflussender Prozeßparameter auch in neuen und von Prozeßmodellen nicht vorweg voraussehbaren Kombinationen" beschrieben. Die Komplexität und Vielfalt der Einflußfaktoren sowie deren schleichende Veränderungen im Laufe der Bearbeitung können auch ansonsten "alltägliche" Bearbeitungssituationen "kritisch" werden lassen. So kann z.B. ein zunehmender Werkzeugverschleiß dazu führen, daß eine anfangs gut eingestellte computergesteuerte Bearbeitung im Endeffekt nicht zur geforderten Qualität führt oder aber unterbrochen wird, z.B. durch Werkzeugbruch. Ein in der Werkstatt häufig notwendiges zeitkritisches Agieren