

## Teil II

### Neue Technologie und Arbeitszeit am Beispiel von CAD

#### Kapitel 6

#### Der Einsatz des Computers in der Konstruktion

*Ulrike Berger*

Wir haben den Computereinsatz in der Konstruktion als empirischen Untersuchungsgegenstand gewählt, weil wir hier eine Beschäftigtengruppe mit einer vergleichsweise günstigen Verhandlungsposition und damit der Chance vermuteten, im technischen und organisatorischen Wandel eigene (Arbeitszeit-)Wünsche aussichtsreich zur Geltung zu bringen. Im einzelnen vermuten wir, daß (a) die spezifische Funktion der Konstruktion und die hohen Anforderungen an Leistungsfähigkeit und -bereitschaft des qualifizierten Konstruktionspersonals diesem eine relativ günstige Verhandlungsposition verschaffen, (b) diese Position durch Computer Aided Design (CAD) nicht nennenswert geschwächt wird, sondern es (c) den Beschäftigten möglich ist, eigene Arbeitszeitwünsche zur Geltung zu bringen, bzw. die Betriebe veranlaßt sind, Rücksicht auf ihre Wünsche zu nehmen.

Diese Vermutungen widersprechen der Erwartung, der Computereinsatz in der Konstruktion sei als eine Art 'Trojanisches Pferd des Taylorismus' anzusehen, das die Mehrheit des Konstruktionspersonals seiner Qualifikationen und Kompetenzen zu berauben und seine Position dramatisch zu verschlechtern drohe.<sup>1</sup> Die Vermutung, der Computer werde zu einer Degradation bzw. zu einer 'Polarisierung' des Konstruktionspersonals - in viele dequalifizierte und einige wenige hochqualifizierte Arbeitskräfte - führen, verweist auf ein in den 70er Jahren verbreitetes allgemeines Deutungsmuster. Sie verweist auf die Annahme, der Computer sei ein 'universelles Rationalisierungsinstrument', das es erlaube, erstmals auch qualifizierte Angestelltenarbeit in großem Maßstab dem aus der industriellen Massenproduktion vertrauten Rationalisierungstypus zu unterwerfen. Es sei zu erwarten, so dieses vor allem in dem einflußreichen Buch Bravermans (1974) entfaltete Argument, daß große Teile dieser Tätigkeiten und ihres fachlichen Kerns mechanisiert oder automatisiert und die verbleibenden Arbeitsplätze einer scharfen Arbeitsteilung zwischen dispositiven und ausführenden Tätigkeiten unterzogen werden. Damit ergreife die säkulare Degradation der Arbeit auch diejenigen Angestellten, die sich bisher in einer relativ günstigen Position befunden haben. Sie verschiebe im Sinne der klassischen Taylorschen Strategie die innerbetrieblichen Machtverhältnisse zwischen Arbeit und Kapital erheblich zugunsten des letzteren. Sie stärke die Kontroll- und Steuerungskapazitäten des Managements und befreie es damit weitgehend vom Zwang, Rücksicht auf die Kooperationsbereitschaft und die Interessen der Angestellten zu nehmen. Der Computereinsatz wird also, um es in den Begriffen von Alan Fox (1974) auszudrücken, als Anlaß und Instrument verstanden, in bisher eher durch 'High trust'-Elemente charakterisierten Bereichen auf 'low trust' umzuschalten.

#### 6.1 Zur Verhandlungsposition des Konstruktionspersonals und den Bedingungen des CAD-Einsatzes

Es sind zwei Merkmale der Konstruktion, die u.E. dem qualifizierten Konstruktionspersonal eine - auch durch

---

<sup>1</sup> Vgl. z.B. Cooley 1977 zitiert bei Löwstedt 1988: 30; zu Hinweisen auf ähnliche Erwartungen vgl. auch Institut Sozialforschung 1983: 41ff.

die Einführung von CAD, CAD/CAM und CIM nicht ernsthaft bedrohte - vergleichsweise günstige Verhandlungsposition verleihen. Zum einen handelt es sich dabei um Merkmale des Konstruktionsprozesses (vgl. 6.1.1), zum anderen um die betriebliche Funktion der Konstruktion (vgl. 6.1.2).

### *6.1.1 Die Technisierbarkeit des Konstruktionsprozesses*

Die Art und Weise, wie sich die betriebliche Position einer Beschäftigtengruppe im Zuge des technischen Wandels verändert, hängt u.a. davon ab, bis zu welchem Grad es möglich ist, ihre Tätigkeiten in dem Sinn zu technisieren, daß sachlich-funktionale und zeitliche Zusammenhänge hergestellt werden, "die unabhängig davon gelten, welchen Sinn bestimmte Handlungen für die Akteure in bestimmten sozialen Situationen haben" (Ekardt 1983: 144; zu einem solchen Begriff von Technisierung vgl., in Anlehnung an Luhmann, Bechmann et al. 1979: 31f.). Sie hängt, mit anderen Worten, davon ab, wie weit bei der Erledigung der Aufgaben auf die heuristischen Problemlösungsverfahren und die Kreativität menschlicher Arbeitskräfte verzichtet werden kann. Möglichkeiten und Grenzen der Technisierung sind einerseits von technischen Bedingungen, d.h. davon abhängig, bis zu welchem Grad die betreffenden Tätigkeiten algorithmierbar, d.h. vollständig be- und vorschreibbar sind. Schon die 'offizielle' Umschreibung der Funktion Konstruktion deutet an, daß der Konstruktionsprozeß zu den betrieblichen Prozessen mit einem starken nicht-algorithmierbaren Kern gehört. So beschreibt die VDI-Richtlinie 2223 Konstruieren als "das vorwiegend schöpferische, auf Wissen und Erfahrung begründete und optimale Lösungen anstrebende Vorausdenken technischer Erzeugnisse, das Ermitteln ihres funktionellen und strukturellen Aufbaus und das Schaffen fertigungsreifer Unterlagen. Es umfaßt das gedankliche und darstellende Gestalten, die Wahl der Werkstoffe und Fertigungsverfahren und ermöglicht eine technisch und wirtschaftlich vertretbare stoffliche Verwirklichung" (Spur/Krause 1984: 13). Der Konstruktionsprozeß wird üblicherweise in drei Phasen gegliedert, innerhalb derer sich algorithmierbare und nicht-algorithmierbare Bestandteile in unterschiedlichem Verhältnis mischen. Er beginnt mit der

- 'Konzipierung' und den Aktivitäten Analyse der Anforderungen, Erarbeitung von Lösungsvarianten und Bewertung der Lösungen. Am Ende dieser Phase, die sich ihrerseits in die beiden Teilphasen 'Funktionsfindung' und 'Prinzipiarbeitung' gliedern läßt (vgl. Kühn 1980: 14), steht das Lösungskonzept als Ausgangspunkt

- 'Gestaltung' oder des 'Entwurfs' mit den Aktivitäten Konkretisierung des Lösungskonzepts, maßstäblicher Entwurf, Aufstellung von Modellen und Bewertung der Lösungen. Diese Phase schließt mit dem bereinigten Entwurf ab, von dem die

- 'Detaillierung' oder 'Ausarbeitung' ihren Ausgang nimmt. In dieser dritten Phase erfolgt die Darstellung der Einzelteile und die Bewertung der Lösungen. Sie schließt mit der Erstellung der Fertigungsunterlagen, wie z.B. Werkstattzeichnungen und Stücklisten, den Konstruktionsprozeß ab und leitet zur 'Arbeitsvorbereitung', d.h. Arbeitsplanung und NC-Programmierung über (vgl. z.B. Kühn 1980: 12ff.; Spur/Krause 1984: 12ff.; Scheer 1987: 36). Der Anteil nicht-algorithmierbarer Tätigkeiten, d.h. der heuristische Anteil des Konstruierens nimmt, darin besteht bei allen unterschiedlichen Einschätzungen einzelner Aktivitäten offenbar Konsens, von der Funktionsfindung im Rahmen der Konzipierungsphase hin zur Detaillierung ab (vgl. Kühn 1980: 14).

Der heuristische Anteil der Konstruktionstätigkeiten variiert zudem mit verschiedenen Konstruktionsarten (vgl. Kühn 1980: 15f.; Spur/Krause 1984: 259ff.). Nicht alle Konstruktionen müssen alle Konstruktionsphasen durch-

laufen. Sie können vielmehr in mehr oder weniger vielen Dimensionen auf bereits fertige Konstruktionen zurückgreifen und damit in unterschiedlichem Ausmaß die frühen, stärker heuristischen Phasen des Konstruierens vermeiden. Je nach Art und Ausmaß des Rückgriffs auf fertige Konstruktionen lassen sich 'Neu-', 'Anpassungs'- und 'Variantenkonstruktionen' sowie 'Konstruktionen mit festem Prinzip' unterscheiden. Nach der VDI-Richtlinie 2210 ist von 'Neukonstruktionen' die Rede, wenn durch eine neue Anordnung neuer oder bekannter Elemente eine neue Gesamtfunktion erzielt wird (vgl. Kühn 1980: 17). Eine 'Anpassungskonstruktion', auch 'Änderungskonstruktion' genannt, liegt vor, "wenn bei gegebener Grundanordnung der Elemente, einzelne Elemente ihrer Funktion oder Gestalt nach geändert werden. Die ursprüngliche Gesamtfunktion des technischen Gebildes wird dadurch nur in unwesentlichen Teilen verändert oder ergänzt. Dies ist der in der Praxis häufig auftretende Fall einer kundenwunschabhängigen Konstruktionsänderung an Standardmodellen" (VDI 2210: 12 zitiert bei Kühn 1980: 17). Demgegenüber wird eine Konstruktion als 'Variantenkonstruktion' bezeichnet, "wenn bei festgelegter Funktionsstruktur sowie fester Anordnung aller Elemente die Gestalt und Dimension der Elemente verändert wird" (VDI 2210: 12 zitiert bei Kühn 1980: 16). Schließlich meint 'Konstruktion mit festem Prinzip', daß "bei festgelegter Funktionsstruktur, Anordnung und Gestalt aller Elemente nur die Dimension aller oder einzelner Elemente verändert wird" (a.a.O.). Während Neukonstruktionen sämtliche Konstruktionsphasen durchlaufen, entfällt bei Anpassungskonstruktionen die Phase der Funktionsfindung, durchlaufen Variantenkonstruktionen nur die Gestaltungs- und die Detaillierungsphase und beschränken sich Prinzipkonstruktionen auf die letzte Phase. Dementsprechend enthält die Prinzipkonstruktion den höchsten, die Neukonstruktion dagegen den geringsten Anteil algorithmierbarer Tätigkeiten (vgl. Spur/Krause 1984: 259f.).

Wie hoch der Anteil der einen oder anderen Konstruktionsart in einem Betrieb ist, ist keine technische, sondern eine ökonomische Frage und hängt von der Nachfragestruktur und der Marktstrategie des Unternehmens ab. Auch eine dritte Variable, mit der die Technisierbarkeit des Konstruktionsprozesses variiert, die Komplexität des Produkts, markiert weniger eine technische Grenze als eine ökonomische Schranke der Technisierung. Mit ihr ist nicht die prinzipielle Algorithmierbarkeit, sondern der für die Algorithmierung erforderliche Aufwand angesprochen. Während sich z.B. bei der Konstruktion von Stromlaufplänen oder Schaltplänen in der Elektrotechnik der Technisierungsaufwand in Grenzen hält, erfordert die vollständige Beschreibung eines komplizierten Gehäuses in der mechanischen Konstruktion einen Aufwand, der unter gegebenen ökonomischen Bedingungen zu hoch sein kann.

### *6.1.2 Die Leistungen der Konstruktion*

Die betriebliche Position des Konstruktionspersonals und ihre Veränderung im Zuge des CAD-Einsatzes hängen auch von den Anforderungen an die Leistungen des betrieblichen Funktionsbereichs Konstruktion und damit von Volumen und Struktur der Konstruktionsaufgaben ab. Die Konstruktion ist ein Funktionsbereich, dessen Leistungen für den betrieblichen Erfolg in mehrerer Hinsicht konstitutiv sind.

Sie ist zum einen außerordentlich ertragsrelevant. So trägt die Konstruktion einen erheblichen Teil der Verantwortung für die Qualität des Produkts und für die Flexibilität oder Reagibilität des Unternehmens. Insbesondere im Zuge des oben beschriebenen wirtschaftlichen Strukturwandels (vgl. Kapitel 2) in Richtung auf die Nachfrage nach komplizierteren und individuelleren Produkten auf turbulenteren Käufermärkten hängt die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zunehmend von der Fähigkeit des Konstruktionsbereichs ab, präzise, sichere, attraktive, variantenreiche und innovative Produkte zu konzipieren und entwerfen. Zunehmende Relevanz

gewinnt auch der Sachverhalt, daß ein erheblicher Teil des Zeitaufwands für die betriebliche Bearbeitung der Aufträge in der Konstruktion anfällt, und daß mit der Art der Konstruktion auch ein Großteil der übrigen 'Durchlaufzeit' eines Produkts oder Auftrags durch den Betrieb festgelegt wird. So nimmt z.B. Muggli und Zinkl (1985: 42) zufolge die Konstruktion im Maschinenbau ca. die Hälfte der Durchlaufzeit in Anspruch und legt den größten Teil der übrigen Durchlaufzeit fest. Nach Schätzungen von Krause (1976) beanspruchen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung zusammen in Maschinenbaubetrieben mit Einzel- und Kleinserienfertigung ca. 50 - 70 % der gesamten Durchlaufzeit (vgl. Kühn 1980: 19). Mit der wachsenden Bedeutung von Termintreue, kurzen Lieferzeiten und hoher Reagibilität oder Flexibilität wächst somit auch die Abhängigkeit des Unternehmenserfolgs von der Fähigkeit der Konstruktion, 'enger' werdende Termine zuverlässig einzuhalten, kurzfristige Änderungswünsche rasch auszuführen und in dem Sinne fertigungsgerecht zu konstruieren, daß die Produkte möglichst schnell und reibungslos hergestellt werden können. Daß der Konstruktion mit der Anforderung an fertigungsgerechtes Konstruieren die Hauptlast des 'klassischen' Konflikts zwischen Absatz- und Fertigungsabteilungen aufgeladen wird, daß sich in ihr deren widersprüchliche Forderungen - nach komplizierten und variantenreichen Produkten sowie häufiger und schneller Produktinnovation auf der einen, nach einfachen, standardisierten und langlebigen Produkten auf der anderen Seite - schneiden, sei hier nur erwähnt (vgl. hierzu auch: Muggli/Zinkl 1985: 42).

Die Konstruktion ist zum anderen sehr kosten- und damit preisrelevant. Die Kosten- und Preisrelevanz der Konstruktion beruht in erster Linie auf der hohen 'Kostenverantwortung' und weniger auf ihrer vergleichsweise bescheidenen 'Kostenverursachung'. Damit ist gemeint, daß in der Konstruktion ein erheblicher Teil der Herstellungskosten eines Produkts festgelegt werden, die in anderen Betriebsteilen anfallen, während der Anteil der Konstruktionskosten an den Herstellungskosten sich in - je nach Art des Produkts unterschiedlich - engen Grenzen hält. So legt z.B. die Konstruktion die verwendeten Materialien und damit die Materialkosten fest, bestimmt die Konstruktion die Wahl zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug von Komponenten vor, hängt die reibungslose Aufnahme einer Fertigung von der Qualität (Fehlerfreiheit) der in der Konstruktion erstellten Fertigungsunterlagen ab, und beeinflusst die 'Fertigungsgerechtigkeit' der Konstruktion die Effizienz des Fertigungsprozesses (vgl. z.B. Scheer 1987: 155). Die Konstruktion eines Produkts legt verschiedenen Schätzungen zufolge zwischen 70 und 85 % der Herstellungskosten fest (vgl. z.B. Kühn 1980: 18; Muggli/Zinkl 1985: 42; Süddeutsche Zeitung 25.10.1988: 41). Die Schätzungen hinsichtlich ihrer 'Kostenverursachung' schwanken zwischen ca. 5 % in den meisten Branchen (vgl. Ebel et al. 1987: 352) und 20 bis 30 % im Maschinenbau (vgl. Muggli/Zinkl 1985: 42). Aus einem Geschäftsbereich der Robert Bosch GmbH, der vor allem Zulieferprodukte für die Automobilindustrie herstellt, wird z.B. von einer 'Kostenverantwortung' von ca. 70 % bei einer 'Kostenverursachung' von ca. 10 % berichtet (vgl. Eigner 1984: 44).

Die Konstruktionsabteilung erweist sich somit als eine wichtige "Schaltstelle" (Muggli/Zinkl 1985: 42), die wesentliche Weichen für die Effizienz anderer relevanter betrieblicher Teilprozesse oder -systeme und für die Anpassungsfähigkeit der Organisation an die Umwelt stellt. Die Art und Weise sowie die Folgen des Computereinsatzes in der Konstruktion werden, wie unten zu zeigen sein wird, von diesem Umstand entscheidend geprägt.

## 6.2 Die Einführung von CAD

### 6.2.1 Das 'Rationalisierungsdilemma' unter der Bedingung von Unsicherheit

Die Ausführungen zur Technisierbarkeit und Funktion der Konstruktion lassen erwarten, daß der Computereinsatz in der Konstruktion unter den Bedingungen eines 'Rationalisierungsdilemmas' stattfinden und von diesem geprägt sein wird, das schon in anderen Dienstleistungsbereichen registriert worden ist (vgl. z.B. U. Berger/Offe 1981; Ekardt 1983; U. Berger 1984; Engfer 1984; Japp 1986). Mit dem 'Rationalisierungsdilemma' im Dienstleistungsbereich ist der Sachverhalt gemeint, daß die Rationalisierung vieler Dienstleistungsprozesse unter dem Gesichtspunkt der Effizienzsteigerung und des Kontrollgewinns jenseits einer gewissen - unbestimmten und variablen - Schwelle die Erfüllung der Dienstleistungsfunktion, d.h. ihre Effektivität gefährdet, während von einer primär an Effektivität orientierten 'Rationalisierungs'-Strategie Ineffizienzen und Kontrollverluste drohen. Ein derartiges Dilemma zwischen Effizienz und Effektivität tritt vor allem bei der Rationalisierung oder Gestaltung solcher Prozesse auf, die in nennenswertem Maß mit zeitlicher und/oder sachlicher Unsicherheit zu tun haben. Es betrifft Entscheidungen über die technisch-organisatorische Gestaltung und den Personaleinsatz bei solchen Tätigkeiten, für die nur unvollständige Informationen über Zeitpunkt und -dauer der zu bearbeitenden Ereignisse und/oder über handlungsrelevante Kausalbeziehungen zur Verfügung stehen. Im ersten Fall sind gewisse Zeitreserven nötig, um flexibel, d.h. rasch, auf unerwartete Ereignisse reagieren zu können. Im zweiten Fall, in dem unvollständiges Kausalwissen oder 'unvollkommene Technologien' ('imperfect technologies' im Sinne von Thompson 1967) und unvollständige Handlungsprogramme vorliegen, sind ausreichende qualifikatorische und motivationale Kapazitäten zum kompetenten und loyalen Umgang mit Unsicherheit nötig. Auch hinsichtlich der erforderlichen zeitlichen, qualifikatorischen und motivationalen Kapazitäten besteht Unsicherheit: Weder sind ex ante das Ausmaß der Zeitreserven und die genaue Menge und Qualität der Qualifikationen bestimmbar, noch lassen sich Art und Ausmaß der Bedingungen und Zugeständnisse exakt dimensionieren, die zur Erzeugung ausreichender Motivation und Kooperationsbereitschaft erforderlich sind. Die reibungslose Funktionserfüllung oder Effektivität betrieblicher Prozesse, die in erheblichem Maß mit Unsicherheit belastet sind, erfordert also zum einen die 'Vorhaltung' nicht genau bestimmbarer zeitlicher und qualifikatorischer Überschuß- oder Reservekapazitäten. Sie erfordert zum anderen eine Gestaltung der Arbeitsbedingungen und einen Umgang mit der menschlichen Arbeitskraft, die das Risiko unzureichender Leistungs- und Kooperationsbereitschaft zu minimieren trachtet. Der Kern effizienzorientierter Rationalisierung besteht demgegenüber gerade darin, den für einen gegebenen Output aufzubringenden Input zu minimieren und dabei 'überschüssige' Kapazitäten, deren Beitrag zum Leistungsergebnis nicht beweisbar ist, ebenso zu eliminieren, wie alle nur unvollkommen kontrollierbaren und steuerbaren menschlichen Leistungsbeiträge. Die technisch-organisatorische Gestaltung und ihr Personaleinsatz in unsicherheitsbelasteten Bereichen wird sich somit zwischen der Skylla von Ineffizienz und Kontrollverlust und der Charybdis von Ineffektivität und Loyalitätsverlust bewegen und durchlavieren müssen.

Der Computereinsatz in der Konstruktion ist deutlich von diesem 'Rationalisierungsdilemma' geprägt. Das betrifft sowohl die Gründe und Ziele des CAD-Einsatzes (vgl. 6.2.2) als auch den Einführungsprozeß (vgl. 6.2.3) und die Folgen (vgl. 6.2.4).

### *6.2.2 Ziele und Gründe des CAD-Einsatzes*

Befragungen zu den Zielen des CAD-Einsatzes haben, wie jede empirische Zielforschung, mit verschiedenen Problemen zu rechnen, die bei der Interpretation der Antworten Anlaß zur Vorsicht geben. Der Kern dieser Schwierigkeiten besteht darin, daß die abgefragten Ziele nicht mit den für die Einführung 'ursächlichen' Zielen oder Absichten identisch sein müssen. Das kann zum einen damit zusammenhängen, daß die Einführung nicht primär ziel- sondern gelegentlichsgesteuert oder auch erzwungen war, und daß die ermittelten Ziele 'ra-

tionalisierend' nachgeschoben sind. Ein anderes Problem, das bei retrospektiver Zielforschung auftaucht, besteht darin, daß statt der 'ursächlichen' Ziele die zum Zeitpunkt der Befragung realisierten oder als möglich eingeschätzten Effekte genannt werden. Das dürfte vor allem bei solchen Befragten der Fall sein, die nicht in die ursprünglichen Entscheidungsprozesse einbezogen waren (ein krasses Beispiel dafür stellt eine Technische Zeichnerin in unserer Befragung dar, die froh ist, durch den Computer vom ungeliebten, "fieseligen" Zeichnen befreit worden zu sein und als Hauptziel des CAD-Einsatzes die Befreiung der Angestellten von unangenehmen Arbeiten vermutet). Schließlich können ermittelte Ziele auch Ergebnis - offener oder verdeckter - Zielverschiebungen sein, nicht die 'ursächlichen', sondern diejenigen Ziele benennen, die sich - unter Umständen aufgrund der realisierten Effekte - im Laufe der Zeit neu herausgebildet haben. Endlich ist auch denkbar, daß Ziele aus taktischen Gründen vorgeschoben und die wahren Ziele verborgen werden, etwa um eine Entscheidung zu forcieren oder nachträglich zu rechtfertigen, oder um Problemen mit den Betroffenen aus dem Weg zu gehen. Zu diesen allgemeinen Problemen kommt das Problem hinzu, daß manche im Zusammenhang mit technischen Innovationen vorgegebenen oder genannten Zielkategorien, wie z.B. 'Personaleinsparungen' oder 'Steigerung der Arbeitsproduktivität', ambivalent sind und für ganz unterschiedliche Absichten und Konzepte - etwa Personalabbau oder aber Ausbau der 'kreativen' Tätigkeiten - stehen können (s.u.). Wir verzichten aus diesen Gründen auf eine quantifizierende Übersicht über die genannten Ziele und begnügen uns mit der Beschreibung einzelner Ziele und Zielbündel. Dabei versuchen wir, den genannten Schwierigkeiten dadurch aus dem Weg zu gehen, daß wir bei der Interpretation der genannten Ziele möglichst viele Informationen über den jeweiligen Kontext zur Hilfe nehmen.

Die von uns befragten Manager und CAD-Experten<sup>2</sup> nennen sehr verschiedene Ziele des CAD-Einsatzes in ihren Unternehmen. Eine Ausnahme bilden dabei die Unternehmen, in denen effizienzorientierte Ziele nicht nur zu Beginn des CAD-Einsatzes im Vordergrund standen, sondern auch unbeschadet die seitdem verfllossene Zeit überstanden zu haben scheinen (1). Die Regel waren Kombinationen unterschiedlicher effizienz- und effektivitätsorientierter Ziele (2), Kombinationen, die sich nicht selten Zielverschiebungen - gegenüber einer ursprünglich reinen Effizienzorientierung - verdanken (3). Schließlich spielen offenbar beim CAD-Einsatz auch Gründe eine nicht unerhebliche Rolle, die weder mit der Effizienz noch mit der Effektivität des Konstruktionsbereichs unmittelbar zu tun haben (4).

(1) In drei der von uns untersuchten Unternehmen scheint das Ziel der Effizienzsteigerung in der Konstruktion den Ausschlag für den CAD-Einsatz gegeben zu haben und bis heute zu dominieren. Angestrebt wird dabei - alternativ oder kombiniert - Senkung der Personalkosten, Beschleunigung der Konstruktionsprozesse, d.h. Verkürzung der Durchlaufzeit in der Konstruktion und Reduzierung von Fremdaufträgen.

In einem Unternehmen der Elektrotechnik (G) dient der CAD-Einsatz primär der Senkung der Personalkosten in der Konstruktion. Es handelt sich dabei um ein erst 20 Jahre altes mittelständisches Unternehmen (ca. 200 Beschäftigte), das - mit rückläufigem Umsatz - Systeme der Stromerzeugung und -verteilung sowie, seit einiger Zeit, auch CAD-Software herstellt. Die knappe Finanzausstattung des Unternehmens und der daraus resultierende Kostensenkungsdruck waren nach Auskunft des Geschäftsführers der Grund dafür, schon relativ früh (1981) CAD zu Kostensenkungszwecken einzuführen. CAD wird - auf PC und mit relativ gering qualifizierten, teils nur angelegerten Arbeitskräften - überwiegend in der elektrotechnischen Konstruktion und in

---

<sup>2</sup> Es wurden insgesamt 80 Interviews bzw. Gruppengespräche geführt, auf deren Protokolle wir im folgenden einem dreistelligen Code Bezug nehmen (z.B. 'A 35'). Nähere Angaben zu den Interviewpartnern finden sich im Anhang.

der Ausarbeitungsphase, d.h. zur Automatisierung standardisierter Tätigkeiten eingesetzt. Mit dieser Automatisierung von Standardtätigkeiten konnte der angestrebte Zweck erfüllt und auf das früher beschäftigte Aushilfspersonal verzichtet werden (G 70).

Während in diesem Fall ausdrücklich auf die Finanzprobleme als Anlaß des CAD-Einsatzes hingewiesen wird, können wir nur vermuten, daß auch in den beiden anderen Unternehmen mit primär effizienzorientiertem CAD-Einsatz - 'Töchter' einer wirtschaftlich stark angeschlagenen 'Mutter' - diese Orientierung mit der prekären wirtschaftlichen Situation zusammenhängt.

In einem dieser beiden Unternehmen (K), das Komponenten von Förderanlagen in Serie und fördertechnische Fahrzeuge in Einzelfertigung herstellt, strebt der CAD-Einsatz dem CAD-Beauftragten zufolge in erster Linie eine Verkürzung der Lieferzeiten und in zweiter Linie die Senkung der Personalkosten an und spielen Qualitätsverbesserungen keine Rolle. CAD wird hier in erheblichem Umfang zur automatischen Variantenkonstruktion bei den Standardprodukten eingesetzt. Im Bereich der Anpassungskonstruktionen wird es schwerpunktmäßig bei der elektrotechnischen Konstruktion eingesetzt, während es in der Mechanik nur in geringem Umfang und ausschließlich in der Detaillierungsphase verwendet wird (K 86).

Auch in dem zweiten Unternehmen (J), Einzelfertiger im Anlagenbau, wird das Ziel, die Durchlaufzeit im Konstruktionsbereich zu verkürzen, vom Leiter der CAD-Abteilung an erster Stelle genannt. Eine weitere Hauptrolle spielte und spielt hier die Absicht, Zeichnungen, die bisher 'außer Haus' gemacht werden, selbst erstellen zu können, um den beim Fremdbezug vermißten Erfahrungsrückfluß bei Software-Fehlern zu gewährleisten. Personalkostensenkungen spielen demgegenüber hier genauso wenig eine Rolle wie Qualitätsverbesserungen. Der mit CAD angestrebte Produktivitätszuwachs im Konstruktionsbereich soll primär dafür verwendet werden, die Konstruktionszeit pro Auftrag zu verkürzen und bisher fremdbezogene Leistungen ohne zusätzliches Personal selbst erbringen zu können. Dieser Zielvorstellung entsprechend wird CAD bisher überwiegend - zu 80 % - in der Detaillierungsphase zur Erstellung der Fertigungsunterlagen verwandt.

(2) In allen drei unter (1) beschriebenen Unternehmen wird der Computer also primär als 'klassisches' Rationalisierungsinstrument verwendet. Seine Fähigkeit, standardisierbare Leistungen schneller und präziser zu erbringen als menschliche Arbeitskräfte, wird hier im Prinzip ausschließlich dazu genutzt, bei konstant gehaltenem Leistungsvolumen und -niveau den Aufwand oder Input zu senken. Demgegenüber wird CAD in der Mehrheit der untersuchten Unternehmen auch und teilweise primär dafür eingesetzt, das Leistungsvolumen und -niveau der Konstruktion anzuheben oder den Output des Konstruktionsbereichs zu verbessern.

(a) In den meisten Fällen werden Kombinationen verschiedener effizienz- und effektivitätsorientierter Ziele genannt. Bei den effizienzorientierten Zielen rangiert das Ziel Verkürzung der Durchlaufzeit deutlich vor der Senkung der Personalkosten (oder Personaleinsparung) in der Konstruktion - ein Befund, der angesichts der relativ geringen Kostenverursachung der Konstruktion und ihres vergleichsweise hohen Anteils an der gesamten Durchlaufzeit nicht überrascht.

Bei den effektivitätsorientierten Zielen werden zwei unterschiedliche Typen von Zielen genannt, nämlich solche, die sich auf die Verbesserung der Produktqualität, und andere, die sich auf die Verbesserung des Datenoutputs der Konstruktion beziehen. Beide Ziele lassen sich unterschiedlichen Wettbewerbsstrategien zuordnen, die alternativ oder gleichzeitig verfolgt werden. Während das erste Ziel am Parameter Produkt- und Servicequalität an-

setzt, richtet sich die Verbesserung des Datenoutputs auf die Senkung der in der Konstruktion festgelegten, aber in anderen Bereichen verursachten Kosten und Durchlaufzeiten und damit - indirekt - auf die Parameter Preis und Lieferzeiten oder Flexibilität des Unternehmens.

Häufig wird mit dem Computereinsatz eine typische Kombination effizienz- und effektivitätsorientierter Ziele angestrebt. Es werden Routinearbeiten automatisiert, um personelle und zeitliche Kapazitäten für mehr kreative, innovative oder Gestaltungsaufgaben freizusetzen. Die Automatisierung von Routinetätigkeiten und die entsprechenden Zeit- und Personalsparnisse zielen in solchen Fällen aber nicht Freisetzung im Sinne von Personalkostensenkung und Personalabbau an, sondern die Verbesserung der Konstruktionen durch einen erhöhten Aufwand in den Phasen Konzipierung und Entwurf. Beispiele für dieses Muster, das im übrigen auch beim Computereinsatz in kaufmännischen Bereichen verbreitet ist (vgl. z.B. U. Berger 1984: 145ff.), finden sich in den meisten der befragten Unternehmen und in den verschiedensten Kontexten. So wird etwa, um ein Beispiel aus der Literatur zu nennen, von einem Großanlagen-Einzelfertiger berichtet, das Ziel des CAD-Einsatzes sei, die Kosten in der Konstruktion zu minimieren, was vor allem im Layout und im Bereich der Planerstellung (Stromlaufpläne, Hydraulikpläne, Aufbaupläne und Schmierpläne) bereits gelungen sei. Die gewonnene Zeit werde jedoch nicht für Personalabbau, sondern für die Verbesserung der Konstruktionen genutzt, denn "schließlich leben wir in der Bundesrepublik Deutschland von Innovationen und Produkten höchster Qualität, und wir wollen unsere gute Position auf dem Weltmarkt halten" (Konstruktion zwischen Reißbrett und Bildschirm (1988): 15). Ein anderes Beispiel für dieses Muster bietet ein Unternehmen des Maschinenbaus (C) aus unserer Befragung, bei dessen konventionellen Produkten seit einiger Zeit aufgrund gesättigter In- und Auslandsmärkte Auftrags- und Preisrückgänge zu verzeichnen sind, und das große Hoffnungen auf eine neue Produktlinie setzt. Die Verbesserung der Produktqualität ist, dem Personalleiter (56) und dem CAD-Koordinator (55) zufolge, die "eigentliche Rationalisierungsphilosophie" in diesem Unternehmen. Durch die Automatisierung von Standardtätigkeiten sollen Kapazitäten dafür freigesetzt werden, neben der Abwicklung laufender Aufträge auftragsunabhängige Entwicklung zu betreiben. Trotz und neben dieser expliziten - effektivitätsorientierten - 'Rationalisierungsphilosophie' spielt offenbar auch die Kostensenkung im Konstruktionsbereich eine handfeste Rolle und wird nur ein Teil der eingesparten Kapazitäten für Qualitätsverbesserungen, ein anderer Teil jedoch für Personalabbau genutzt. Diese Doppelstrategie verweist auf die - konkurrierenden - Anforderungen an das Unternehmen, angesichts des Auftrags- und Preisrückgangs ihrer bisherigen Hauptumsatzträger deren Preise und Kosten zu senken und sich gleichzeitig durch Innovationen neue Märkte zu erobern.

Während diese beiden Unternehmen - wie viele andere auch - den Computer primär als 'klassisches' Rationalisierungsinstrument zur schnelleren und kostengünstigeren Erledigung von Standardarbeiten einsetzen und die für mehr kreative Arbeiten freigesetzten Arbeitskräfte überwiegend oder ausschließlich manuell am Reißbrett arbeiten lassen, wird in anderen Unternehmen der Computer auch in den kreativen Phasen eingesetzt. Er erfüllt in diesen Phasen primär die Funktion, den Konstrukteuren mehr und bessere Informationen zur Verfügung zu stellen, um dadurch die Konstruktionen zu verbessern. Hier ist etwa an die Möglichkeit zu denken, mit Hilfe des Computers viele Lösungsvarianten durchzuspielen und dadurch die Lösung zu optimieren. Dieser Weg zur Verbesserung der Produktqualität wird z.B. in einem Unternehmen der Elektrotechnik (H) eingeschlagen. Hier verfolgt der Leiter der Konstruktionsabteilung (80) das Konzept, die Konstrukteure mit Hilfe von CAD vom Zeichnen zugunsten des Gestaltens am Bildschirm zu befreien. Auch bei den beiden untersuchten Automobilherstellern wird das Ziel, die Produktqualität zu verbessern, durch den Einsatz des Computers als 'klassisches' Rationalisierungsinstrument und die Arbeit unterstützendes Informationsmittel verfolgt.



(b) Während der Computereinsatz in den bisher beschriebenen Beispielen primär Veränderungen des Konstruktionsbereichs im Auge hat, d.h. die Rationalisierung und/oder Leistungssteigerung der konstruktiven Prozesse selbst anzielt, richtet sich die Verbesserung des Datenoutputs auf die Rationalisierung anderer betrieblicher Prozesse. Hier ist zum einen das Ziel zu nennen, dessen Realisierbarkeit der Untersuchung von Wingert et al. (1984) zufolge unumstritten ist, bessere, d.h. vollständige und fehlerfreie Unterlagen an Arbeitsvorbereitung und Fertigung zu liefern und dadurch Zeit und Kosten in diesen Bereichen einzusparen. So gilt heute im Entwicklungszentrum eines Automobilherstellers vor allem das Ziel, durch CAD "mit fertigeren Konstruktionen in die Werkstatt zu kommen", um dort, d.h. im Modellbau, im Werkzeugbau oder bei den Versuchen, Zeit zu sparen (I).

Hier ist zum anderen die mit dem Stichwort CAD/CAM angesprochene Absicht zu nennen, die Durchgängigkeit der Daten zu verbessern und tendenziell eine vollständige Durchgängigkeit der Daten von der Konstruktion bis zur Fertigung zu erzielen. 'Durchgängigkeit' meint dabei, daß der Datenoutput der Konstruktion, vor allem die Fertigungsunterlagen wie Zeichnungen und Stücklisten, so geartet sein soll, daß er ohne weitere Transformationen in der Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigung und - darüber hinausgehend im Rahmen von CIM - auch in der Produktionsplanung und -steuerung verwendet werden kann. Eine derartige Durchgängigkeit ist die Bedingung dafür, daß die Zielvorstellung von CIM, nämlich die datentechnische - und partiell auch organisatorische - Integration der fertigungsrelevanten Bereiche und Prozesse in die Wirklichkeit umgesetzt wird. Diese bislang zwar nirgendwo realisierte, aber angeblich schon recht wirkungsvolle Idee (L 87) zielt darauf ab, die mit der arbeitsteiligen Verselbständigung einer Vielzahl ausdifferenzierter organisatorischer Subsysteme verbundenen Probleme durch (Re-)Integration zu bekämpfen. Dabei geht es primär um den Abbau aller Verzögerungen, Fehlerquellen, Intransparenzen und Aufwendungen, die auf der Mehrfachfassung und -verarbeitung gleicher Daten an verschiedenen Stellen, auf subsystemspezifische Erhebungs- und Verarbeitungsgesichtspunkte sowie auf Stockungen des Datenflusses an den Schnittstellen verschiedener organisatorischer Subsysteme und den Erfordernissen des Schnittstellenmanagements beruhen.<sup>3</sup>

Mit dem Ziel, durch den CAD-Einsatz die Durchgängigkeit der Konstruktionsdaten zu erreichen, wird also gegenüber den anderen Zielen der Schwerpunkt des Interesses von den eher kurz- bis mittelfristigen Effekten des CAD-Einsatzes in der Konstruktion auf die eher langfristigen Effekte für die Gesamtorganisation gelenkt, die heute im großen und ganzen noch reine Zukunftsmusik sind.<sup>4</sup>

(3) Sowohl die Verbesserung der Produktqualität als auch die Verbesserung des Datenoutputs der Konstruktion scheinen eine erhebliche Rolle beim CAD-Einsatz zu spielen. Offensichtlich ist diese Rolle nicht selten einer Zielverschiebung gegenüber den früher oft dominierenden effizienzorientierten Zielen zu verdanken. So wird z.B. aus

---

<sup>3</sup> Die Kernidee des 'neuen Rationalisierungstypus' oder der 'systemischen Rationalisierung' (vgl. Altmann et al. 1988: 1) ist also im Prinzip nicht neu. CIM ist vielmehr eine neue Version eines Reorganisationstypus, der den Pathologien stark arbeitsteiliger oder bürokratisierter Organisationen durch Verkürzung der Informationswege oder Straffung der Organisation zu Leibe zu rücken versucht. Neu ist daran allerdings, daß zu diesem Zweck die Hilfe mikroelektronisch basierter Informations- und Kommunikationstechnologien in Anspruch genommen werden kann oder soll.

<sup>4</sup> Zur Verbreitung einzelner CIM-Komponenten, zum Grad ihrer Integration und zum Planungsstand vgl. z.B. Köster et al. 1988: 5f; Kuntze et al. 1988: 18f; Manske/Wolf 1987: 347; Nuber et al. 1988: 8ff.; Ofner o.J. (1989): 20ff.; Süddeutsche Zeitung 25.10.1988.

einem Geschäftsbereich der Fa. Bosch berichtet, Schwerpunkt des CAD-Einsatzes sei bisher die Reduzierung der Konstruktionskosten, die ca. 10 % der Herstellkosten verursacht hätten, gewesen, während der künftige Schwerpunkt darin zu sehen sei, im Rahmen von CAD/CAM die in der Konstruktion festgelegten Kosten - ca. 70 % - zu senken (vgl. Eigner 1984: 44). Der bereits oben erwähnte Automobilhersteller (I), der heute mit CAD vor allem anstrebt, mit "fertigeren Konstruktionen" in die Werkstatt zu kommen, um dort Zeit und Kosten zu sparen, hat CAD ursprünglich eingeführt, um in Entwicklung und Konstruktion "schneller zu sein". Eine ähnliche Entwicklung hat offenbar auch im Entwicklungszentrum des anderen untersuchten Automobilherstellers (A) stattgefunden, in dem Qualitätsverbesserung und Erhöhung der Durchlaufgeschwindigkeit in der Werkstatt als leitende Gesichtspunkte des CAD-Einsatzes genannt werden. Auch hier zielte die ursprüngliche Einführung von CAD vor allem die Senkung der Konstruktionskosten und Personalabbau an, stand der CAD-Einsatz unter dem Motto, "billiger zu werden". In dieser Zeit befand sich das Unternehmen in einer schwierigen ökonomischen Lage und war die Devise ausgegeben worden, firmenweit ca. ein Viertel der Belegschaft einzusparen. Der Einstellungswandel zu CAD ist offenbar zwei Sachverhalten geschuldet. Zum einen hat sich in den letzten Jahren - nicht nur für diesen Automobilhersteller - die wirtschaftliche Situation verbessert und die Wettbewerbsstrategie in Richtung auf mehr Qualität und das Ziel "best in class" verschoben. Zum anderen war für diese Verschiebung auch die Erfahrung verantwortlich, die mit CAD angestrebten Einspareffekte nicht, oder nur unter Inkaufnahme ernsthafter Funktionseinbußen realisieren zu können (30). So berichtet ein Interviewpartner, anfangs habe jede Maschine gegenüber der Finanzabteilung mit Personaleinsparungen begründet werden müssen. Nach einer gewissen Zeit habe sich aber gezeigt, "daß die großen personellen Einsparungen nicht in vollem Umfang eintraten" (32). Auch ein anderer Interviewpartner berichtet von dem ursprünglich von der Finanzabteilung ausgehenden Kostensenkungsdruck in der Konstruktion und davon, daß - wohl aufgrund dieses Drucks - "zu viele Schluderigkeiten" in der Konstruktion vorgekommen seien. Später sei dann die Devise ausgegeben worden "Do it right first time", und sei die Sparparole durch die Aufforderung ersetzt worden, "es müssen mehr Alternativen durchgespielt werden" (30).

Derartige Zielverschiebungen scheinen auch in anderen Fällen nicht nur auf Veränderungen der Märkte und anderer Kontextbedingungen, sondern auch auf die Erfahrung zu reagieren, daß die ursprünglich anvisierten Effekte nicht, oder nicht im erwarteten Ausmaß realisiert werden konnten. Dabei gibt es viele Hinweise darauf, daß die ursprünglichen - effizienzorientierten - Zielvorstellungen nicht selten auch taktischer Natur, d.h. von manchen CAD-Promotoren primär unter dem Gesichtspunkt formuliert worden waren, eine Entscheidung für den CAD-Einsatz durchzusetzen. So wird z.B. aus einem Maschinenbauunternehmen (B), das als wesentliches Ziel Qualitätsverbesserung - "Spitzentechnik und Spitzenservice" - anstrebt, berichtet, der CAD-Beauftragte und seine Mitarbeiter hätten CAD mit unrealistischen Einspar- und Wirtschaftlichkeitsversprechen "im Haus verkauft und angepriesen", um den teilweise heftigen Widerstand verschiedener Fachabteilungsleiter zu brechen (45). Viele Interviewpartner aus verschiedenen Betrieben kritisierten bei der Frage nach besonderen Problemen der CAD-Einführung die Verkaufs- und Werbestrategien der Systemhersteller und ihrer Repräsentanten. Diese versuchten, "um jeden Preis einen Fuß in die Tür zu bekommen" und die Kunden mit völlig unrealistischen Versprechungen über Geschwindigkeits- und Einspareffekte zu ködern. Sie wendeten oft "Bauernfängermethoden" an und führten z.B. bei Präsentationen und Messen die "tollsten Sachen" vor, die in Wirklichkeit vorher "genau ausgeknobelt" und lange Zeit geübt worden seien und in der Praxis niemals funktionierten (E 68).

Auch bei dem mittlerweile in den Vordergrund gerückten 'neuen Rationalisierungstypus' dürften derartige Mechanismen eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Wenn in vielen Unternehmen - und in der Fachöffentlichkeit - ein 'Einstellungswandel zu CAD' stattgefunden hat und CAD inzwischen primär als "Herzstück" (Süddeutsche

Zeitung 26.10.1988) oder "Kristallisationskern" (vgl. Köhl et al. 1988: 5) von CIM sowie unter dem Gesichtspunkt der Qualitätssteigerung betrachtet wird, ist auch hier eine Beimischung von kommerziellen, professionellen und Statusinteressen der CAD- und zusätzlich der CIM-Promotoren zu vermuten, die nicht unbedingt mit den Interessen des Anwenderunternehmens identisch sein müssen. So liegt die Annahme nahe, daß innerbetriebliche CAD-Promotoren u.a. deshalb auf Qualitäts- und 'systemische' Ziele umschalten, um angesichts nicht erfüllter Einsparversprechungen und -erwartungen retrospektiv die frühere Entscheidung für CAD und prospektiv den weiteren Ausbau in Richtung auf CIM zu legitimieren. Daß die Hersteller von CAD-Systemen und anderen CIM-Technologien ein vitales Interesse daran haben müssen, andere Ziele und Anwendungskonzepte für ihre Produkte zu (er-)finden und in den Vordergrund zu rücken als die offenbar nur begrenzten und begrenzt realisierten 'klassischen' Rationalisierungskonzepte und -ziele, liegt auf der Hand. Mit dem Umschalten auf die neuen Konzepte ist im übrigen für die CAD- und CIM-Promotoren der Vorteil verbunden, daß die angestrebten Effekte sich schlechter quantifizieren und ihre Realisierung oder Verfehlung sich weniger eindeutig feststellen und sanktionieren lassen, als es bei 'klassischen' Rationalisierungsmaßnahmen der Fall ist. Zum einen ist nämlich der kausale Zusammenhang zwischen Computerunterstützung, d.h. Informationsverbesserung, und Qualität der Konstruktion nicht so eng und eindeutig, wie es eine einigermaßen aussagefähige Kosten-Nutzen-Rechnung voraussetzen würde. So wird bei unserer Befragung sowohl davon berichtet, daß die Konstruktionen mancher 'manuell' eher mittelmäßiger Konstrukteure durch CAD besser und die mancher 'manuell' guter Konstrukteure schlechter geworden seien, als auch davon, daß die Konstruktionen guter Konstrukteure auch mit CAD gut, die schlechter Konstrukteure dagegen schlecht seien. In dieselbe Richtung weisen auch Äußerungen über die - aus anderen Einsatzbereichen von Informationstechnologien vertraute (vgl. U. Berger 1984) - "wahre Informationsflut", die mit CAD über die Konstrukteure hereinbreche, sie "informationssüchtig" mache und dazu verführe, mehr auszuprobieren und zu optimieren als sinnvoll (L 87), oder eine Genauigkeit an den Tag zu legen, wo sie, wie z.B. in der Vorentwicklung, noch gar nicht nötig sei (A

Die Schwierigkeit, die Wirtschaftlichkeit des 'neuen Rationalisierungstypus' und die Realisierung der entsprechenden Ziele zu überprüfen, beruht zum anderen auf seiner 'systemischen' und langfristigen Perspektive. Je stärker die auf relativ eng begrenzte Zeiträume und Organisationssegmente bezogene 'klassische' Rationalisierungsperspektive zugunsten von 'Rationalisierungs'-Konzepten in den Hintergrund treten, deren Zeithorizont tendenziell unbegrenzt ist und die die ganze Organisation ergreifen, ja sogar übergreifen, desto schwieriger wird es, aufgrund vielfältiger intervenierender Variablen die Folgen einzelner Maßnahmen zu antizipieren und bestimmte Ereignisse oder 'Folgen' nachträglich einzelnen Maßnahmen oder 'Ursachen' zuzuordnen. Die verbreitete Aussage, der Einsatz von CIM-Technologien sei keine normale Investition, sondern eine Investition in die Infrastruktur oder die Zukunft trägt dieser hohen Folgenunsicherheit Rechnung.<sup>5</sup>

(4) Ein weiterer Komplex von Gründen für den CAD-Einsatz zeichnet sich dadurch aus, daß er nicht oder nur indirekt mit den Zielen zu tun hat, die Effizienz oder die Effektivität der Konstruktion zu erhöhen. Es handelt sich hier zum einen um Gründe, die im Zusammenhang mit dem Ziel stehen, die interorganisationale Kommunikation zu verbessern, zum anderen um die Orientierung am Symbolwert von Technologien.

---

<sup>5</sup> Zu den Schwierigkeiten von Kosten-Nutzen-Analysen in diesem Zusammenhang vgl. Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM)/Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) 1988: 119ff. (im folgenden zitiert als FKM/VDMA); Ebel et al. 1987: 352ff.; Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung 1984: 48; Kernforschungszentrum Karlsruhe 1988: 9ff.; Köhl et al. 1988: 22ff.; Löwstedt 1988: 34; Süddeutsche Zeitung 25.10.1988; Süddeutsche Zeitung 26.10.1988; Spur 1988.

Ein von mehreren Interviewpartnern erwähntes Ziel besteht darin, den Datenaustausch zwischen verschiedenen Unternehmen zu verbessern. Durch die Vereinheitlichung der Daten und ihre Kommunikation über Datenfernleitungen sollen mit den interorganisationalen Schnittstellen und dem entsprechenden Schnittstellenmanagement (vgl. Spur 1988) der Kosten- und Zeitaufwand sowie Übertragungsfehler minimiert werden. Dieses Ziel wurde mehrfach von Gesprächspartnern in solchen Unternehmen genannt, die Teile von Großaufträgen erledigen und dabei mit den anderen Auftragnehmern enge Kooperationsbeziehungen unterhalten (E, H). Es spielt zum anderen bei der Kommunikation zwischen Kunden und Lieferanten eine Rolle. Unter der Bedingung asymmetrischer Machtverhältnisse zwischen Kundenunternehmen und Zulieferern zuungunsten der letzteren werden diese wohl nicht selten von jenen genötigt, CAD einzuführen, unabhängig davon, ob sie CAD in ihren Unternehmen für ökonomisch sinnvoll halten oder nicht. Dieses Muster fanden wir z.B. bei einem Zulieferer der Automobilindustrie (F), der Vergaser und anderes Zubehör für Kraftfahrzeuge in Großserien herstellt. Hier wird der Druck der großen Automobilhersteller als Hauptgrund des CAD-Engagements genannt - mit der Erläuterung, ohne CAD habe ein Zulieferer künftig bei der Automobilindustrie keine Chance mehr. CAD wird in diesem Unternehmen offenbar weder unter Effizienz- noch unter Effektivitätsgesichtspunkten für besonders vorteilhaft gehalten. So spielt dem CAD-Beauftragten zufolge die Senkung der Konstruktionskosten bei den hier gefertigten Großserien keine große Rolle und sind auf der anderen Seite die sehr komplexen Produkte für CAD eher ungeeignet. Auch in der Systemauswahl war das Unternehmen nicht frei, sondern wegen des Datenaustauschs gezwungen, sich an die Systeme der Großkunden anzupassen (F 69).

Etwas anders ist der Fall in einem Unternehmen (E) gelagert, das vor allem Zubehör für die zivile und militärische Luftfahrtindustrie herstellt. Zum Zeitpunkt der Befragung herrschten in diesem Unternehmen große Sorgen darüber, ob es gelingen würde, einen Nachfolgeauftrag für den bisherigen Hauptumsatzträger - Zubehör für den Tornado - zu bekommen. Als Hauptgrund für den CAD-Einsatz wurde - neben der BMFT-Förderung<sup>6</sup> und zunehmenden Forderungen der Kunden nach Datenaustausch - auch hier der Sachverhalt genannt, als Zulieferer ohne CAD nicht mehr konkurrenzfähig zu sein. Auch hier wird wegen der außerordentlich komplizierten Produkte von CAD keine Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Konstruktion erwartet. Während bei dem oben beschriebenen Automobilzulieferer jedoch das Interesse der Kundenunternehmen an direkterem und schnellerem Zugriff auf die Leistungen und Daten des Zulieferers im Hintergrund der Nötigung stand, heißt es hier, man könne wegen des Renommées keinesfalls auf CAD verzichten. Beim Konkurrenzkampf um Aufträge für den Tornadonachfolger und um andere Aufträge im Luftfahrtbereich zögen, darüber sind sich Konstruktionsleiter, CAD-Beauftragter und Beauftragter für NC-Programmierung in einer Gruppendiskussion einig, die Auftraggeber nur solche Bewerber in Betracht, die über CAD verfügen. Aufträge, die besonders schnell erledigt werden müssten, konstruierten sie gegenwärtig noch am Brett - CAD wird hier erst seit einem Jahr genutzt und ist wegen der großen Anlaufschwierigkeiten noch zeitraubender als die manuelle Arbeit -, „gaukelten“ dann aber ihren Kunden vor, es sei mit CAD gearbeitet worden. Dem CAD-Einsatz in diesem Unternehmen liegt vermutlich vor allem der Zwang zugrunde, den außerordentlich starken Sicherheitsbedürfnissen ihres Kundenkreises nicht nur durch höchste Qualität und Sicherheit ihrer Produkte entgegenzukommen, sondern durch die Verwendung einer Technologie, die den neuesten technischen Stand repräsentiert, auch höchste Qualität und Sicherheit der (Produktions-)Prozesse zu symbolisieren. Dieser Symbolwert von CAD wie vermutlich auch anderer CIM-Technologien spielt wohl auch in vielen anderen Fällen eine - wenn auch vielleicht weniger krasse - Rolle. Er ist z.B. angesprochen, wenn in einem Maschinenbauunternehmen, das unter anderem CNC-Maschinen fertigt, die in verketteten Fertigungsverfahren eingesetzt werden und dabei höchste Ansprüche an Störungsfreiheit

---

<sup>6</sup> Zur Rolle der staatlichen Förderung in diesem Zusammenhang vgl. Kuntze et al. 1988.

erfüllen müssen, der CAD-Einsatz unter anderem damit begründet wird, der gute Ruf und das hohe Ansehen der Firma in der Branche sollten gehalten werden (D 59), oder wenn eine Interviewpartnerin aus einem Maschinenbaubetrieb meint: “Auf den Zeichnungen das CAD-Zeichen, das ist wie 'ne Visitenkarte” (E 57).

Dieser Symbolwert von CAD schwingt vermutlich in den - häufigen - Äußerungen mit, CAD sei eingeführt worden, um den neuesten technischen Stand zu haben, oder “erste Priorität sei, modern zu sein” (D 60). Er dürfte z.B. bei einem Unternehmen eine Rolle gespielt haben, das 10 Jahre lang Überlegungen zum CAD-Einsatz angestellt und zunächst beschlossen hatte, “die Finger davon zu lassen”. Dieser Beschluß wurde später revidiert und CAD (1981) eingeführt, weil, dem CAD-Beauftragten zufolge, “die Entscheidung für CAD in der Luft lag ... und in Zukunft keiner mehr um so etwas 'rum kommt” (K 86).

Die Ausführungen in diesem Abschnitt lassen unseres Erachtens die Vermutung zu, daß die Freiheit von Unternehmen, CAD - und andere CIM-Technologien - einzuführen oder nicht, zunehmend dem Zwang weicht, auf den fahrenden CIM-Zug aufzuspringen. Die weitere Diffusion dieser Technologie dürfte gesichert sein, nicht obwohl, sondern weil ihre ökonomischen Vorteile so ungewiß sind. Wer auf CAD und den Einstieg in CIM verzichtet, kann langfristige Produktivitätsrückstände nicht mit Sicherheit ausschließen und muß zudem auf gefährliche Imageverluste gefaßt sein. Eine derartige 'Unentrinnbarkeit' von CIM ist allerdings an bestimmte Unternehmensstrategien und Kontexte gebunden und trifft nicht für alle Unternehmen zu. Ein 'low cost producer' und ein Unternehmen mit stabilen Märkten werden z.B. weniger zwangsläufig in den CIM-Sog geraten, als ein Unternehmen, das den Absatz komplexer Produkte auf turbulenten und innovativen Märkten anstrebt (vgl. FKM/VDMA 1988: 60).

### 6.2.3 *Unsicherheit und Kooperationsbedarf im Einführungsprozeß*

Vertraut man den Fachpublikationen zu CAD und CIM, kann es kaum einen Zweifel daran geben, daß die erfolgreiche und einigermaßen reibungslose Einführung und Nutzung dieser neuer Technologien nicht gegen, “sondern nur mit den Mitarbeitern” (vgl. z.B. Wingert et al. 1984: VI) möglich ist. So berichten z.B., um nur einige sozialwissenschaftliche Autoren zu erwähnen, Ebel und Kollegen als Befund vieler internationaler Studien, aufgeklärte Manager seien sich voll der Tatsache bewußt, daß der Übergang zu CAD/CAM nur mit Hilfe der Beschäftigten funktionieren könne (vgl. Ebel et al. 1987: 367ff.), bezeichnen Manske und Wolf die Kooperation der technischen Angestellten bei der Einführung von CAD und CAP<sup>7</sup> im Maschinenbau als Voraussetzung für die Erreichung der Rationalisierungsziele (vgl. Manske/ Wolf 1987: 52), und konstatieren schließlich Wingert und Kollegen, der Erfolg von CAD sei stark von Können und Motivation der CAD-Benutzer abhängig (vgl. Wingert et al. 1984: 211). Auch in der eher präskriptiven, auf Handlungsanleitung und Beratung 'der Wirtschaft' angelegten CIM-Literatur herrscht dieser Tenor vor. So stellt z.B. ein vom Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) und dem Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM) herausgegebener, auf Fallstudien im Maschinenbau basierender Leitfaden mit “Entscheidungshilfen für Unternehmer und Führungskräfte” die Sicherung der Akzeptanz als zentrale Erfolgsbedingung der CIM-Einführung heraus: “Entgegen der weit verbreiteten Meinung ist CIM in der Praxis zu einem wesentlichen Teil ein Personalproblem. Wird bei der CIM-Einführung der 'Faktor Mensch' nicht von Beginn an berücksichtigt, so ist das Scheitern des Vorhabens

---

<sup>7</sup> Das ist computerunterstützte Planung oder 'computer-aided planning' (vgl. Manske/Wolf 1987: 347). Zu verschiedenen 'CA-Begriffen' und den einzelnen CIM-Komponenten vgl. z.B. Scheer 1987: 3 und 12ff.

programmiert“; und: “ohne die Bereitschaft und die Fähigkeit aller Mitarbeiter, neue Organisationskonzepte in die Praxis umzusetzen, bleiben alle Pläne in Richtung einer CIM-gerechten Organisation nur leere Hülsen. Hier ist folglich die Unternehmensleitung gefordert, den 'Faktor Mensch' in den Mittelpunkt der Betrachtung zu rücken. Akzeptanz und Qualifikation der Mitarbeiter gehören zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren bei der Entwicklung von praxisgerechten Organisationsformen im CIM-Bereich” (FKM/VDMA 1988: 12 und 114; vgl. ähnlich Kernforschungszentrum Karlsruhe 1988: 10ff.). In die gleiche Richtung weist eine Expertenbefragung der RWTH Aachen. Sie ergab den Befund, daß 94 % der befragten Experten Qualifikation, Akzeptanz und Motivation des Personals für die, bzw. für eine der wichtigsten Erfolgsbedingungen des CIM-Einsatzes hielten, während nur 45 % der Technik, 32 % der Organisation und 28 % der Organisationskultur eine so prominente Rolle zuschrieben (vgl. Köhl et al. 1988: 10f.).

Die Abhängigkeit des Betriebs von der Kooperationsbereitschaft der Arbeitskräfte bei der Einführung von CAD beruht darauf, daß es sich dabei um einen unberechenbaren und schwer steuerbaren Prozeß des Organisationswandels handelt, der einen für den Unternehmenserfolg kritischen Funktionsbereich (siehe oben) über längere Zeiträume beträchtlicher Unsicherheit aussetzt. Die Umstellung von der 'manuellen' auf die computergestützte Konstruktion läßt sich in der Regel offenbar nicht als schlichte Implementierung fertiger Lösungen, als Realisierung einer ex ante von den zuständigen Innovationsspezialisten in allen wesentlichen Details abgeschlossenen Planung beschreiben. Sie erweist sich vielmehr als - sachlich und zeitlich - relativ offener Prozeß, in dem sich die 'endgültige' Lösung erst im Verlauf der praktischen Erprobung und vermittels langwieriger trial-and-error-Prozesse herausbildet. Dieses gilt verstärkt, wenn CAD nicht isoliert, sondern als Element von oder Einstieg in CIM betrachtet wird. In dieser Perspektive verschiebt sich nicht nur der Zeithorizont in die unabsehbare Zukunft, sondern erweisen sich auch alle Lösungen als vorläufig (vgl. z.B. FKM/VDMA 1988: 47).<sup>8</sup>

Diese Charakteristika des Einführungsprozesses von CAD beruhen auf der Komplexität, Individualität und Veränderlichkeit der umzustellenden Konstruktionsprozesse und auf den entsprechenden Schwierigkeiten ihrer Formalisierung und Algorithmierung. Das zeigt sich daran, daß unter den im Zusammenhang mit CAD genannten Einführungsschwierigkeiten Probleme mit der Software, d.h. mit der Algorithmierung der Handlungsprogramme an prominenter Stelle stehen. So besteht in Fachliteratur und Interviews weitgehende Übereinstimmung darüber, daß die Individualität der umzustellenden betrieblichen Prozesse keine Standardlösungen erlaubt, sondern 'maßgeschneiderte' Lösungen erfordert. Das setzt entweder eigene Entwicklungsaktivitäten oder erhebliche Anpassungsleistungen bei fremdbezogener Software voraus. Abteilungsfremde Systemspezialisten sind aber mit dieser Aufgabe überfordert, weil ihnen die Details der umzustellenden Konstruktionsprozesse verschlossen sind. Die nötigen individuellen oder 'maßgeschneiderten' Programme können daher nicht ohne die Bereitschaft der Anwender zustande kommen, ihr zum Teil in langjähriger betrieblicher Praxis erworbenes Erfahrungswissen zur Systementwicklung oder -anpassung beizusteuern.

Die 'fertige' Software ist zudem oft alles andere als fertig. So müssen die algorithmierten Handlungsprogramme ständig an die veränderten Handlungssituationen angepaßt, d.h. verändert werden und kann daher weniger von einem fertigen Produkt als von einer ständigen “evolutionären Systementwicklung” (IGM 1987: 54) die Rede sein. Zudem sind viele Programme offenbar zu Beginn ihrer Nutzung nichts weniger als fehlerfrei. Das gilt

---

<sup>8</sup> Vgl. ähnlich für die Einführung computergestützter Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (P Hildebrandt 1987: 133ff.

insbesondere für kompliziertere Konstruktionsprozesse etwa im Maschinenbau, weniger hingegen für die Algorithmierung einfacher Prozesse, wie z.B. in der Elektrotechnik (M 88). So wird häufig über schlechte, fehlerhafte und unausgereifte Software geklagt. Testläufe vor Kauf und Inbetriebnahme der Software können bei weitem nicht alle möglichen Anwendungssituationen simulieren und reichen ganz offensichtlich häufig nicht aus, um die Angemessenheit der Programme zu beurteilen und zu sichern. Viele Fehler stellen sich daher erst Stück für Stück im Verlauf der praktischen Anwendung heraus. Entsprechend bedürfen die Programme über längere Zeiträume ständiger Korrekturen und ist die Bereitschaft der Anwender, Fehler zu offenbaren und zu ihrer Beseitigung beizutragen, eine wesentliche Bedingung für die allmähliche Reifung eines Programmes.

Dieser Reifungsprozeß der CAD-Software übergreift oft die Lebensdauer einzelner Programme: Nach Auskunft eines Softwarespezialisten bedarf es bei komplexeren Konstruktionsprozessen "mehrere(r) (Software-)Generationen, bis die Programme ausgereift sind" (M 88). Viele Anwenderunternehmen sehen sich daher genötigt, alle paar Jahre - dem zitierten Softwarespezialisten zufolge etwa alle fünf Jahre - ihre alte Software gegen neue auszutauschen, ein Austausch, der unter Umständen auch zum Kauf neuer Hardware zwingt (M 88). Der Kauf von CAD-Systemen ist aber nicht nur - wegen der Schwierigkeit von Wirtschaftlichkeitsrechnungen und der gegenwärtigen Intransparenz und Turbulenz der Hard- und Softwaremärkte - eine Entscheidung, die das Management mit hoher Unsicherheit belastet. Der häufige Austausch der Systeme unterbindet vielmehr auch auf unabsehbare Zeit die Rückkehr zur Normalität, d.h. zu Routinebetrieb und Stabilität im Konstruktionsbereich, zugunsten ständiger Umstellungsprozesse. Mit der Institutionalisierung eines zeitlich offenen Innovationsprozesses und der damit verbundenen Unsicherheit wird aber auch die Abhängigkeit des Managements von der Bereitschaft der Anwender auf Dauer gestellt, diese permanenten Umstellungen mit zu tragen.

Das gilt verstärkt, wenn CAD als Element von CIM verstanden wird. Wer die Bemühungen um CIM als Beginn eines Prozesses immer perfekterer Steuerung und Kontrolle von Betrieb und Arbeitskräften feiert bzw. perhorresziert, übersieht, daß mit dem 'Einstieg in die neue Fabrik' ein zeitlich offener Innovationsprozeß institutionalisiert wird, der mit dem ständigen organisatorischen Wandel auch hohe Unsicherheit erzeugt und das Unternehmen auf Dauer von kooperationsbereiten und innovationsfreudigen Arbeitskräften abhängig macht.

Der innovationsbedingte oder -begleitende Kooperations- und Loyalitätsbedarf wird dadurch verstärkt, daß mit dem Einführungsprozeß des Computers in die Konstruktion in vielen Fällen ein Kontroll- und Steuerungsverlust aufseiten der unmittelbaren Vorgesetzten einhergeht. Dieser Funktionsverlust rührt daher, daß mit dem Übergang von der 'manuellen' Konstruktion am Brett zur Konstruktion am Bildschirm die Arbeit der Konstrukteure und Technischen Zeichner für die Gruppenführer und die Abteilungsleiter an Transparenz verliert. Das hängt zum einen mit den oft mangelnden CAD-Kenntnissen dieses Personenkreises zusammen, der häufig nicht selber mit CAD arbeitet, keine oder nur eine unzureichende CAD-Schulung erhält und die ständigen Software-Änderungen nicht hinreichend verfolgen kann. Der Transparenz-, Kontroll- und Steuerungsverlust des unteren und mittleren Managements hat zum anderen damit zu tun, daß der Bildschirm, der immer nur kleine Ausschnitte zeigt, die Vorgesetzten (und Kollegen) nicht mehr so gut über den Fortgang der Konstruktionsarbeiten ins Bild setzt, wie

---

<sup>9</sup> Die von Köhl und Kollegen befragten Experten sehen in diesem Zusammenhang soziale Grenzen der Zukunft'. Sie ziehen insbesondere "die Bereitschaft des Menschen in Zweifel ..., sich als Individuen oder Gruppe uneingeschränkt wechselnden Anforderungen immer komplexer werdender Arbeitssysteme flexibel anzupassen" und deuteten "sinkende Akzeptanz ... auch als eine Folgeerscheinung der Überforderung der Mitarbeiter (Köhl et al. 1988: 13f.).

die am Brett erstellte Zeichnung. Außer dem - auch den Konstrukteuren selber - den Überblick verwehrenden kleinen Format des Bildschirms können auch die häufigen Softwarefehler (siehe oben) Intransparenz erzeugen. Sie erschweren es den Vorgesetzten, zeitliche Verzögerungen und schlechte Arbeitsergebnisse wie früher eindeutig ihren Untergebenen zuzurechnen, wenn diese, zu Recht oder zu Unrecht, Softwarefehler und damit die Systementwickler für Leistungsdefizite verantwortlich machen. Eine derartige 'Verdampfung' von Verantwortlichkeit hängt oft auch mit beschränkten Rechnerkapazitäten und mit einer Knappheit an CAD-Arbeitsplätzen zusammen - beides häufig genannte Quellen schwerwiegender Einführungsprobleme. Beschränkte Rechnerkapazitäten erzeugen Intransparenz und erschweren die Zurechnung zeitlicher Verzögerungen, wenn mehrere Arbeitsplätze von einem Zentralrechner oder einem Rechnernetz versorgt werden, und wenn, je nach Inanspruchnahme, die Antwortzeiten in unvorhersehbarer und undurchschaubarer Weise variieren. So berichtet z.B. der CAD-Beauftragte eines Maschinenbauunternehmens (K 86), die Vorgesetzten könnten die Arbeit ihrer Untergebenen nicht mehr beurteilen und hätten sich daher auch heftig gegen CAD gestraut. Sie müßten sich darauf verlassen, daß die Auskünfte ihrer Mitarbeiter zu CAD richtig sind. Die Konstrukteure schoben jetzt alle Probleme auf den Rechner und behaupteten: "Der Rechner will es so". Das sei allerdings nicht immer vorgeschoben, weil es wirklich Probleme mit den Rechnerkapazitäten und den Programmen gäbe. Ähnlich wirkt die Gerätenutzungspraxis in den - häufigen - Fällen, in denen weniger CAD-Arbeitsplätze als Anwender zur Verfügung stehen. Wie unten zu zeigen sein wird, können die Gerätenutzungszeiten nicht schematisch auf die Anwender verteilt werden; es werden in der Regel den Nutzern erhebliche Möglichkeiten der Selbstabstimmung und des Tausches von Gerätezeiten gelassen. Die Verteilung der Gerätenutzungszeiten ist daher für die Vorgesetzten schwer durchschaubar und erschwert ihnen die Überprüfung von Rechtfertigungen ihrer Untergebenen, soweit diese sich auf Probleme des Zugangs zu den CAD-Arbeitsplätzen beziehen.

Die beschriebenen Quellen von Intransparenz und Kontrollverlust im Zuge der CAD-Einführung sind sicherlich zum Teil Übergangsphänomene. Im Maße, wie sich das untere und mittlere Management künftig aus den heutigen CAD-Anwendern rekrutieren wird, und wie z.B. Gruppenführer (oft 'erste Konstrukteure' oder 'Systemingenieure') selbst mit Computerunterstützung arbeiten werden, verringert sich der Wissensvorsprung der Untergebenen im Hinblick auf CAD. Auch die in der Verteilung von Rechnerkapazitäten und der Gerät knappheit wurzelnden Intransparenzen und Kontrollverluste werden sich mit der erkennbaren Tendenz zu 'work-stations', d.h. Arbeitsplätzen mit eigener Rechnerkapazität und mit dem Ausmaß, in dem jeder Anwender ein eigenes Gerät erhält, abschwächen. Schließlich sind wohl auch die aus der Bildschirmgröße resultierenden Probleme zu überwinden - etwa durch den häufigen Ausdruck von Zwischenergebnissen oder dadurch, daß größere Bildschirme entwickelt und angewendet werden.

Während sich manche Kontrollprobleme dieser Art in einigen Unternehmen bereits vermindert oder erledigt haben und in vielen anderen in absehbarer Zeit schwächer werden oder verschwinden dürften, stellt die Weiterentwicklung in Richtung auf CIM auch künftig - neben möglichen Kontrollgewinnen - neue Kontrollverluste in Aussicht. Die Herausbildung und Nutzung einer abteilungsübergreifenden gemeinsamen Datenbasis, "die es ermöglicht, daß Informationen, die an einer Stelle der Ablaufkette anfallen und in die Datenbasis eingestellt werden, sofort auch an allen anderen beteiligten Stellen zur Verfügung stehen" (Scheer 1987: 5), birgt neben den versprochenen Chancen auch das Risiko von Fehlinformationen und Fehlsteuerungen durch Fehleingaben in sich. Eine derartige Verfälschung oder 'Kontamination' der Datenbasis und die entsprechenden Fehlsteuerungen sind jedoch, wie Beispiele aus der Praxis illustrieren (vgl. z.B. Ebers et al. 1987), wegen des Komplexitäts- und Integrationsgrades derartiger Systeme oft nur schwer einzelnen Fehleingaben zuzurechnen. Mehrere, unter Umständen triviale, Eingabefehler an verschiedenen Stellen können miteinander, mit Korrekturversuchen,



Softwarefehlern sowie Versuchen, diese zu 'unterlaufen' in einer Weise interagieren, die dramatische Störungen erzeugt und es unmöglich macht, die 'Ursachen' und 'Verursacher' dingfest zu machen. Die zunehmende Integration der Datenbasis im Zuge der Umstellungen in Richtung auf CIM erhöht das Risiko dramatischer Störungen durch einfaches Fehlverhalten bei gleichzeitiger 'Verdampfung' der Verantwortlichkeit.

Angesichts derartiger Probleme wird deutlich, daß diese neuen Technologien die Unternehmen nicht unabhängiger, sondern eher abhängiger von der Kooperationsbereitschaft und Loyalität der Beschäftigten machen. Die Einsicht, daß die Akzeptanz der Arbeitskräfte ein kritischer Erfolgsfaktor bei der Einführung von CAD ist (vgl. Wingert et al. 1984: 284), daß in der langwierigen Einführungs- und Weiterentwicklungsphase von CAD und CAP die Beteiligung der Anwender notwendig ist (vgl. Manske/ Wolf 1987: 52), und daß die Neuen Technologien nur von hochmotivierten Arbeitskräften erfolgreich und ökonomisch implementiert werden können (vgl. Ebel et al. 1987: 369), ist in der Literatur vielfach dokumentiert. Sie schlägt sich auch in der verbreiteten Mahnung an Unternehmensleitungen und CIM-Promotoren nieder, bei der Einführung derartiger Technologien in erster Linie die Akzeptanz der Mitarbeiter zu sichern - durch ihre Einbeziehung in den Planungs- und Implementationsprozeß und durch Rücksichtnahme auf ihre Interessen. So wird z.B. vorgeschlagen, zur Vermeidung von Datenmißbrauch bei CAD/CAM die Mitarbeiter frühzeitig zu informieren und ihnen Verantwortung zu übertragen (vgl. Die Neue Fabrik 1988: Materialien für den Workshop 8, Bild 5), oder bezeichnet es ein für CAD zuständiger Abteilungsleiter in einem Maschinenbaubetrieb auf die Frage nach einer Empfehlung für CAD-Interessenten als "ganz wesentlich", die künftigen Anwender von Anfang an - auch bei Auswahl und Testläufen des CAD-Systems - "recht eng" in die Planung einzubeziehen (vgl. Konstruktion zwischen Reißbrett und Bildschirm 1988: 15). "Aufgeklärte Manager" sehen der Untersuchung von Ebel und Kollegen zufolge die Konsultation der Beschäftigten als "Versicherungspolice" dafür an, daß das System funktioniert, und stellen in Rechnung, daß Konsultationsverzicht mit Widerstand und Mißerfolg bestraft wird (vgl. Ebel et al. 1987: 368). Schließlich empfiehlt der CIM-Leitfaden des VDMA als Maßnahmen zur Sicherung der Mitarbeiter-Akzeptanz unter anderem die "frühzeitige Einbindung und Information der Mitarbeiter" sowie "die Erhaltung von Entscheidungsspielräumen für die Systembenutzer", denn: EDV-Systeme erreichen ihre "maximale Effizienz ... am schnellsten dann, wenn die Benutzer nicht nur 'Dienst nach Vorschrift' machen, sondern von sich aus Möglichkeiten zur Verbesserung der Systemeffizienz aufspüren und entsprechende Änderungsvorschläge unterbreiten. Die Berücksichtigung derartiger Änderungsvorschläge trägt jedoch nicht nur zu Effizienzsteigerungen bei. Gleichzeitig kann dadurch die allgemeine Benutzerakzeptanz verbessert werden, da sich die EDV eben nicht als der 'unbeeinflussbare Moloch' herausstellt, als der sie aus Unkenntnis oder als Folge von Fehlinterpretationen oft angesehen wird" (FKM/VDMA 1988: 46ff.)

Derartige Empfehlungen, die Akzeptanz von CIM durch Beteiligung zu erhöhen, beziehen sich nicht nur auf die betroffenen Anwender, sondern auch auf ihre Interessenvertreter, die Betriebsräte, und auf das Fachmanagement. So empfiehlt z.B. der FKM/VDMA-Leitfaden zum einen die Einbeziehung des Betriebsrats in das CIM-Team, d.h. in die Planung von CIM, als wesentlichen "Grundstein des Erfolgs" (a.a.O.: 63) und als "die wesentliche Maßnahme, um die Interessen der Belegschaft zu berücksichtigen und ... somit zur späteren komplikationslosen Realisierung des CIM-Konzepts" (a.a.O.: 56) beizutragen.<sup>10</sup> Zum anderen wird hier, wie an vielen anderen Stellen auch, erheblicher Nachdruck auf die Einbeziehung der Fachbereichsleiter gelegt, nicht nur um ihren "Erfahrungsschatz ... bereits in der Planungsphase der CIM-Einführung" (a.a.O.: 43) zu nutzen und damit ein "praxisgerechtes CIM-Konzept" zu sichern (a.a.O.), sondern auch und vor allem, um "eventuellen Ak-

---

<sup>10</sup> Zu den Schwierigkeiten, die damit für die Betriebsräte verbunden sein können, vgl. z.B. Hildebrandt 1987.

zeptanzschwierigkeiten" (a.a.O.: 62) vorzubeugen:

“Von besonderer Bedeutung ist ... folgender Aspekt. Je intensiver sich die Leiter der Fachbereiche an der Entwicklung des CIM-Konzeptes beteiligen, desto mehr werden sie sich mit dem Ergebnis identifizieren und sich für dessen Umsetzung in die Praxis engagieren. Dies ist besonders vor dem Hintergrund der Tatsache wichtig, daß die Planung und Realisierung von CIM für die meisten Unternehmen risikobehaftetes Neuland darstellt. Besonders in der Realisierungsphase können zahlreiche unvorhergesehene Schwierigkeiten auftreten, für deren Bewältigung der gute Wille aller Beteiligten erforderlich ist. Hier besteht die Gefahr, daß eine passiv-abwartende Haltung in der Planungsphase in eine ablehnende Haltung umschlägt, sobald sich ernsthafte Schwierigkeiten bei der Realisierung ergeben" (a.a.O.: 43).

Die frühzeitige Information der Arbeitskräfte und des Betriebsrats über die von den Neuen Technologien zu erwartenden Folgen und die Berücksichtigung ihrer Interessen durch Einbeziehung in den Planungsprozeß wird jedoch - unter anderem - durch den Sachverhalt gehemmt, daß weder Management noch Arbeitskräfte die zu erwartenden Folgen der langwierigen Umstellungsprozesse in ausreichendem Maße antizipieren können (vgl. z.B. Ebel et al. 1987: 368). So ist für die Betroffenen und ihre betrieblichen Repräsentanten in frühen Planungs- und Implementationsphasen weder vorhersehbar, welche Interessen von den Umstellungen wieberührt werden, noch welche unter Umständen negativen Folgen die Durchsetzung von Forderungen in einer Folgendimension (z.B. Arbeitszeit) für andere Dimensionen (z.B. Arbeitsinhalt, Belastung u.a.) mit sich führt (siehe unten). Die frühzeitige Artikulation und Durchsetzung von Forderungen kann daher die Gefahr nichtintendierter und unerwünschter Nebenfolgen in sich bergen. Dieser Informationsmangel, der in einem zusammen mit Betriebsräten durchgeführten So-Tech-Projekt<sup>11</sup> über die Einführung von CAD zur Diskussion des Vorschlags führte, Betriebsvereinbarungen erst nach einem Zeitraum von zwei Jahren abzuschließen, dürfte nicht nur auf 'klassische' Informationszurückhaltungs- oder Desinformationspolitiken des Managements zurückzuführen sein. Sie hat vielmehr auch damit zu tun, daß das Management selber Verlauf und Folgen der langwierigen Umstellungsprozesse nicht im einzelnen absehen kann und unter Umständen guten Glaubens Informationen verbreitet, die sich später als falsch herausstellen. Die Unsicherheit bei der Einführung Neuer Technologien, die die frühzeitige Information und Einbeziehung der Betroffenen zur Pflege und zum Aufbau eines Vertrauensverhältnisses zwischen Unternehmensleitung und Mitarbeitern empfiehlt (vgl. FKM/VDMA 1988: 108), kann also zugleich die Erreichung dieses Zieles hintertreiben und dazu führen, daß das Verhalten der jeweils anderen Seite mißdeutet und das Mißtrauen zwischen Arbeitskräften und Management verstärkt wird (vgl. a.a.O.). So berichten z.B. Wingert und Kollegen von Fällen, in denen CAD-Beauftragte die Artikulation echter Informationsbedürfnisse durch den Betriebsrat als Ausdruck grundsätzlicher Obstruktion mißdeuteten, und umgekehrt der Betriebsrat bei den Experten weitreichende Planung annahm, wo eher Ratlosigkeit herrschte (vgl. Wingert et al. 1984: XIII).

Angesichts derartiger Probleme erweist sich das Bild eines allwissenden und allmächtigen Managements, das mit CAD einen bisher nur schwach strukturierten Bereich und mit CIM alle fertigungsbezogenen Bereiche unaufhaltsam einer immer schärferen Kontrolle und Steuerung unterwirft als unrealistische Wunschvorstellung oder Schreckensvision. Der langwierige und zeitlich offene Einführungsprozeß von CAD und die Integration verschiedener CIM-Bausteine stellen sich für das Management vielmehr als ein Weg voller "Stolpersteine" (H 47) dar, der ohne die Kooperationsbereitschaft und Loyalität der Arbeitskräfte in ein endloses "Jammertal" (H

---

<sup>11</sup> Gesellschaft für Arbeitsschutz- und Humanisierungsforschung (GfAH), SoTech-Projekt Nr. 15: CAD/Gestaltung und Beratungskonzept.

80) hineinführen kann, und von dessen Windungen und schließlichem Ende das Management zu Beginn kaum mehr weiß als die betroffenen Arbeitskräfte.<sup>12</sup>

#### 6.2.4 *Einführungsprozesse im 'Rationalisierungsdilemma'*

Die Schwierigkeiten und Risiken bei der Einführung von CAD und CIM legen, wie wir gezeigt haben, einen Einführungsmodus nahe, der Rücksicht auf die Situation und die Interessen der Betroffenen - Anwender und Fachmanagement - nimmt, und der sie von Anfang an in die Innovationsvorhaben einbezieht. Sie erfordern zudem - zumindest während des Einführungsprozesses (siehe unten) - einen erheblichen zeitlichen, qualifikatorischen und finanziellen Aufwand für Umstellungsarbeiten, die Schulung der Anwender etc., d.h. Verzicht auf die Forcierung kurzfristiger Sparziele. Schon die vielen dringenden Empfehlungen, sich unbedingt der Mitarbeit und Akzeptanz der Betroffenen zu versichern, deuten jedoch an, daß ein vertrauensbildender oder 'High trust'-Einführungsstil in der Praxis nicht die Regel zu sein scheint. Ebenso läßt die verbreitete Mahnung, den Umstellungsaufwand nicht zu unter- und den Einspareffekt des Computers nicht zu überschätzen, einschlägige Defizite, d.h. problematische Sparorientierungen, in der Einführungspraxis vermuten.

Bei den von uns beobachteten Einführungsprozessen kann in der Tat von einer Verallgemeinerung des empfohlenen Einführungsmodus, der den beschriebenen Umstellungsproblemen durch Verzicht auf kurzfristige Sparziele und durch einen 'High trust'-Stil Rechnung trägt, keine Rede sein. Auch bei den Einführungsprozessen scheint vielmehr das schon bei den Zielvorstellungen beobachtbare 'Rationalisierungsdilemma' auf, und finden sich in unterschiedlichen Kombinationen neben Elementen des empfohlenen Einführungsmodus auch problem erzeugende kurzfristige Sparbemühungen und Elemente eines 'Low trust'-Stils.<sup>13</sup> Die Einführungsprozesse variieren entsprechend zum einen mit dem Ausmaß, in dem - bereits in der Einführungsphase - kurzfristige Einsparungen erwartet und angestrebt werden, zum anderen mit der Art und Weise, in der die Arbeitskräfte in den Umstellungsprozeß einbezogen werden. Verschiedene Indikatoren lassen vermuten, daß sich in vielen Fällen Elemente eines effektivitätsorientierten Einführungsmodus erst nach schmerzlichen Erfahrungen mit einem effizienzorientierten Modus herausbilden, und daß insgesamt ein gewisser Wandel des Einführungsmodus in dieser Richtung stattfindet und den oben beschriebenen Einstellungswandel zu CAD begleitet.

##### *(1) Effizienzorientierter Einführungsmodus*

Der Einführungsprozeß von CAD scheint nicht selten darunter zu leiden, daß relevante betriebliche Akteure nicht wissen, was mit dem Umstellungsprozeß auf sie zukommt. Nicht wenige Erstanwender scheinen die Automatisierungspotentiale des Computers in der Konstruktion erheblich zu überschätzen.<sup>14</sup> Die alte Vorstellung, der Computer 'inkorporiere' und 'objektiviere' weitgehend das relevante Fachwissen und -können der qualifizierten Arbeitskräfte in den 'computerisierten' Bereichen und reduziere die große Masse der verbleibenden menschlichen Arbeiten auf einfache Zuarbeiten, scheint in der Praxis noch immer nicht ausgestorben zu sein. So berichtet z.B.

---

<sup>12</sup> Vgl. ebenso in bezug auf die Einführung von PPS Hildebrandt 1987: 132ff. und 143f.

<sup>13</sup> Zu einer derartigen Diskrepanz zwischen empfohlenem und faktischem Einführungsstil vgl. auch IG-Metall 1953; zur Bedeutung von Vertrauensbeziehungen oder 'trust relations' bei Rationalisierungsprozessen im Angestelltenbereich vgl. Littek/Heisig 1986. Im Anschluß an unsere Unterscheidung zweier (Rationalisierungs-)Strategien unterscheiden wir im folgenden zwischen einem 'effektivitätsorientierten' (dem empfohlenen) und einem 'effizienzorientierten' Einführungsmodus.

<sup>14</sup> Vgl. dazu ebenso Christmann/Schmidt-Dilcher o.J. (1988): 7ff., die eine in diesem Zusammenhang verbreitete 'Knopfdruckmentalität' schildern.

Salzman von Firmen, die Computeroperatoren oder andere Arbeitskräfte ohne Fachqualifikationen für die Arbeit mit CAD einsetzten und damit dramatischen Schiffbruch erlitten (vgl. dazu Lee 1988: 17). Wingert und Kollegen fanden Unternehmen, die bei der Einführung von CAD dem gleichen Fehlschluß über den reduzierten Qualifikationsbedarf unterlagen, den viele Unternehmen bei der Ersteinführung von NC-Maschinen gezogen hatten. Damals hatte die Vorstellung vorgeherrscht, "daß ein solch teurer (Maschinen-)Arbeitsplatz nur durch einen entsprechend 'billigen' Mitarbeiter als Maschinenbediener wieder wirtschaftlich werden könne" (Wingert et al. 1984: 61). Trotz der - von vielen Firmen teuer erkauften (vgl. a.a.O.) - Erfahrung, "daß eine so teure Spezialmaschine nur durch einen sehr guten Facharbeiter optimal eingesetzt werden kann" (Wingert et al. 1984: 61), stießen die Forscher auf eine Reihe von Firmen, die im Zusammenhang mit der CAD-Einführung den gleichen Fehler wiederholten und besonders gering qualifizierte Arbeitskräfte als Anwender aussuchten: "Gerade die Anwender von DETAIL (einem Zeichnungserstellungsprogramm, U.B.) vertrauten auf den propagierten hohen Automationsgrad des Programms und waren der Meinung, daß als Bediener auch und gerade ein Technischer Zeichner in Frage kommen könne, der am Brett nicht zu den besten zählt. Besondere Qualifikationen wurden in den meisten Fällen nicht berücksichtigt. Meldeten sich auf die interne Stellenausschreibung keine Mitarbeiter, so wurden nach obigen Gesichtspunkten ausgewählte Mitarbeiter in die CAD-Anwendergruppe versetzt, in der Regel mit mäßigem Erfolg für die Anwendung" (Wingert et al. 1984: 62). Auch in unserer Befragung stießen wir auf Fälle, in denen die am wenigsten qualifizierten Technischen Zeichner und Konstrukteure oder aber Arbeitskräfte ohne Konstruktionserfahrung an den neuen CAD-Arbeitsplätzen eingesetzt wurden. Diese Fälle hatten allerdings manchmal weniger mit Fehleinschätzungen der für den CAD-Einsatz verantwortlichen Akteure hinsichtlich des Qualifikationsbedarfs, als mit dem Widerstand von Fachmanagement und Konstrukteuren zu tun. So klagte z.B. ein CAD-Beauftragter (K 86) darüber, die Arbeiten mit CAD verliefen suboptimal, weil die Konstruktionsleiter immer die schlechtesten Leute für die CAD-Schulung und -Anwendung abstellten. Ein anderer CAD-Beauftragter erklärte die stockende Umstellung in seinem Unternehmen damit, daß den Anwendern die nötige Qualifikation für die "CAD-mäßige Betreuung der Produkte" fehle, weil "die guten Leute" nicht mit CAD arbeiteten (J 85). Auch die, nach Auskunft eines CAD-Koordinators (I 84) problematische Praxis, Hochschulabsolventen, die zwar mit dem Computer vertraut sind, aber wenig Konstruktionserfahrung und keinerlei betriebsspezifische Erfahrungen haben, für die CAD-Arbeiten einzusetzen, dürfte nicht selten, wie z.B. im Unternehmen B (s.o.), primär dem Ziel dienen, den Widerstand der Konstrukteure gegen CAD-Arbeit zu unterlaufen und zu brechen.

Nicht selten wird offenbar an der Schulung - und damit am falschen Ende - gespart. Dem Geschäftsführer eines Software-Hauses zufolge unterschätzen viele Erstanwender von CAD den Schulungsbedarf und gewähren zu wenig Zeit für das Einüben der neuen Technik - mit der Konsequenz schwerwiegender Akzeptanzprobleme (M 88). Klagen in dieser Richtung sind z.B. im Entwicklungszentrum eines Automobilherstellers (A) zu hören, wo mehrere CAD anwendende Konstrukteure nicht in den Genuß des hausinternen fünfwöchigen Grundkurses gekommen sind. Besonders vernachlässigt wurden dabei offenbar Konstrukteure im Elektrikbereich. Hier ist einem Konstrukteur zufolge die Schulung "irgendwie vergessen worden" (A 1), und berichtet ein anderer Konstrukteur, er habe lediglich vom Gruppenleiter einige allgemeine Computer- und Elektronikkenntnisse vermittelt bekommen, nicht aber eine spezifische Schulung für und Einweisung in CAD (A 7). Zwei Konstrukteure aus dem Motorenbereich erhielten lediglich einen als unzureichend beurteilten dreiwöchigen Grundkurs und eine Woche bereichsspezifisches Training (A 5, A 7). Ein Konstrukteur in der Vorentwicklung des Karosseriebereichs berichtet von einem vierwöchigen Lehrgang im Hause, der zwar gereicht habe "um mitzumachen", nicht aber, um "besser organisiert zu sein" (A 24). Auch in anderen Unternehmen kamen nicht alle Anwender in den Genuß der 'allgemeinen' CAD-Schulung. So hat z.B. in einem Unternehmen, das in einem 'allgemeinen' Grundkurs drei

Monate lang zweimal wöchentlich je drei Stunden CAD 'on the job' schult, ein Elektrokonstrukteur nur einen 8-stündigen Grundkurs erhalten und sich dann auf eigene Initiative weiter qualifiziert (B 36). Gänzlich auf eigener Initiative beruhte die Schulung einer Technischen Zeichnerin, die sich mit Hilfe von Kollegen nach Feierabend sachkundig machte, nachdem ihr die erwünschte CAD-Schulung nicht gewährt worden war (B 38). Erhebliche Eigeninitiativen mußte auch eine Technische Zeichnerin und Assistentin eines CAD-Koordinators aufbringen: Angesichts des dürftigen Schulungsangebots ihrer Firma sah sie sich veranlaßt, auf eigene Kosten ein halbes Jahr lang dreimal wöchentlich nach Feierabend einen Kursus in einer 140 km entfernten Stadt zu besuchen (C 50). Von einer zu dürftigen und zu engen CAD-Schulung berichtet schließlich auch ein CAD-Konstrukteur im Hydraulikbereich eines Maschinenbauunternehmens. Er kritisiert, die Schulung sei zu sehr auf die direkte Anwendung beschränkt gewesen. Sie habe keinerlei Kenntnisse über das Betriebssystem vermittelt und erlaube keine eigenen Initiativen (D 58).

Zu einer Beeinträchtigung der Einführungsprozesse kommt es oft auch dadurch, daß die Sparpotentiale und Wirtschaftlichkeitseffekte des Computers im Konstruktionsbereich erheblich überschätzt werden. So berichten Anwender und Konstruktionsleiter, Geschäftsleitungen und Finanzchefs, die von CAD nichts verstünden und die Versprechungen der Hersteller - und internen CAD-Promotoren (s.o.) - beim Wort nähmen, hegten unrealistische Erwartungen an die kurzfristige Wirtschaftlichkeit von CAD. Dabei überschätzten sie das Ausmaß der zu erwartenden Einspar- und Beschleunigungseffekte ebenso, wie sie den Mehraufwand für die Umstellungen unterschätzten. Einige Ingenieure, die CAD in verschiedenen Unternehmen einführten, gaben bei einer Befragung zu Protokoll, sie seien von ihren Geschäftsleitungen dazu gezwungen worden, eine Politik der schnellen und nachweisbaren betriebswirtschaftlichen Erfolge zu betreiben (vgl. Müller 1989: 16). Für einige CAD-Promotoren steht der Einführungsprozeß von CAD unter einem 'Fluch der bösen Tat', wenn sie sich dazu genötigt sehen, die - aus Naivität oder taktischen Gründen (s.o.) - von ihnen selbst geschürten unrealistischen Erwartungen bei Geschäftsleitung und Finanzabteilung zu erfüllen.

Derartige Konstellationen scheinen nicht selten zu sein und dürften eine der wesentlichen Quellen für eines der am häufigsten im Zusammenhang mit CAD genannten und beklagten Probleme, den starken und steigenden Termindruck im Konstruktionsbereich, sein. Wenn Geschäftsleitung und Finanzabteilung mit den Versprechungen hoher Personalsparnisse und enormer Beschleunigungsfaktoren zu den erheblichen CAD-Investitionen veranlaßt oder auch 'geködert' werden, ist ein die Anwender quälender und die Leistungsfähigkeit des Konstruktionsbereichs gefährdender Zeitdruck vorprogrammiert, weil Geschäftsleitung und Finanzabteilung schwerlich bereit sein werden, die vermeintliche Rationalisierungsinvestition mit Personalaufstockungen zu begleiten. Auch wenn in den meisten Fällen das Beschäftigungsvolumen des Konstruktionsbereichs durch CAD nicht verringert zu werden scheint (s.u.), so steht doch in vielen Fällen dem z.B. durch Umstellungsarbeiten oder den Umgang mit Software-Fehlern über längere Zeiträume hinaus erhöhten Arbeitsaufwand kein entsprechender Zeitgewinn gegenüber, und muß die entsprechende - und u.U. durch Auftragswachstum zusätzlich angeschwollene - Mehrarbeit vom vorhandenen Personal aufgefangen werden. Der daraus resultierende Termindruck wird noch durch schulungsbedingte Ausfallzeiten und dadurch verschärft, daß es ziemlich lange dauert, bis die Arbeitskräfte mit CAD gut umgehen können und wieder ihr altes Leistungsniveau erreichen. So meint der Leiter einer CAD-Abteilung, die Arbeitskräfte bräuchten nach einer zweiwöchigen Schulung zwischen drei Monaten und einem Jahr, um routiniert mit CAD umzugehen (J 85), berichtet ein Konstrukteur im Karosseriebereich eines Automobilunternehmens, er habe nach der sechswöchigen Schulung ein halbes Jahr 'training on the job' gebraucht, um CAD zu beherrschen (A 23), und hält ein anderer Konstrukteur im gleichen Bereich eine sechs- bis achtwöchige Einführung und eine anschließende, ca. zweijährige "eigentliche Trainingszeit" für notwendig, "bis man

perfekt mit CAD ist" (A 3).

Ein Beispiel für Einführungsprozesse unter permanentem Termindruck bietet die Firma B. Der Termindruck ergibt sich hier aus einer Kombination von starkem Aufgabenwachstum und erheblichen, zeitraubenden Einführungsproblemen mit einer restriktiven Personalpolitik. Der Einführungsprozeß findet in einer - zum Zeitpunkt der Befragung ca. dreieinhalb Jahre dauernden - Boom-Phase statt. Dieser Auftragsboom löste ein wirtschaftliches Tief ab, in dessen Verlauf die Belegschaft um ein Viertel reduziert worden war. Der Auftragsanstieg danach war so stark, daß er die reduzierten Kapazitäten überstieg und es - vor CAD - Fälle gab, in denen Aufträge abgelehnt werden mußten. Dieser Entwicklung folgte keine entsprechende Personalaufstockung in der Konstruktion. Sie wurde vielmehr zum Teil durch vermehrten Fremdbezug von Konstruktionsleistungen und die zunehmende Beschäftigung von Leiharbeitskräften aufgefangen. Auch die Entscheidung für CAD ist vor diesem Hintergrund zu sehen. Sie wurde in der - vom CAD-Beauftragten geschürten - Erwartung gefällt, durch CAD erhebliche Zeitersparnisse erzielen und dadurch den Auftragsdruck ohne Neueinstellungen auffangen zu können. Diese Sparererwartungen haben sich bisher nicht erfüllt. Es wird vielmehr berichtet, wegen zu geringer Rechnerkapazitäten (38) und Geräteknappheit (46), wegen ungeeigneter Software, die viel Eigenentwicklung nötig gemacht habe (40, 45, 39) und wegen der Notwendigkeit, immer wieder neue Arbeitskräfte für CAD zu schulen und einzuarbeiten (47), sei der Zeitbedarf eher angestiegen. Statt Zeit zu sparen, habe man "ein Vielfaches an Zeit gebraucht", weil: "Geräte, Software, Schulung - nichts klappte". So arbeite man bis heute unrationell (41). Diese Erfahrung hat zwar in der Zwischenzeit kurzfristige Einsparziele gegenüber dem Ziel, die Produktqualität zu verbessern, in den Hintergrund treten lassen, nicht aber zu einer expansiveren Personalpolitik geführt. Die Krisenerfahrungen der jüngsten Vergangenheit, die starken Auftragsschwankungen auf den bedienten Märkten und die - vom mehreren Anwendern artikulierten und möglicherweise auch vom Management gehegten - Erwartungen längerfristiger Einsparungen durch CAD dürften für die anhaltend restriktive Personalpolitik verantwortlich sein. Die daraus resultierende "Unterbesetzung" (40) geht zu Lasten der Beschäftigten, die nicht nur unter ständigem Termindruck arbeiten und die Umstellung auf CAD bewältigen müssen, sondern, zumindest zum Teil, auch erhebliche Mehrarbeit leisten. So bewältigt z.B. ein Anwender, dem im Verlauf der Einführung zunehmend Systembetreuungsfunktionen zugewachsen sind - er betreut zwei Stationen, erstellt Anwenderprogramme, betreibt 'trouble shooting' und verfolgt dabei mit viel Eigeninitiative eine Aufstiegsstrategie - sein vermehrtes Aufgabenvolumen z.T. sogar in zusätzlicher Samstagsarbeit (42). Der ständige Termindruck führt aber nicht nur zu Belastungen der Arbeitskräfte, sondern verhindert auch, wie ein Anwender klagt (47), daß die CAD-Anwender sich hinreichend mit der neuen Technologie vertraut machen und die (Spar- wie Verbesserungs-)Potentiale der Systeme nutzen können (47). Er beeinträchtigt zudem nach Aussage eines Managers bereits in manchen Fällen die Qualität der Produkte und birgt damit die Gefahr in sich, der auf "Spitzenqualität" und "Spitzenservice" angewiesenen Firma mehr Schaden als Nutzen zuzufügen (34).

Während in dem beschriebenen Fall der Termindruck so weit geht, daß vereinzelte Qualitätseinbußen zu verzeichnen sind, hemmt er offenbar in vielen anderen Fällen die angestrebte Verbesserung der Produktqualität. Unrealistische Erwartungen an kurzfristige Spareffekte, Unterschätzung des Umstellungsaufwandes und eine zu knappe Bemessung der Personalkapazitäten bei der CAD-Einführung hintertreiben offenbar nicht selten die Realisierung des Ziels, die durch CAD freigesetzten Personalkapazitäten für mehr kreative Arbeit und die Anhebung des Leistungsniveaus zu nutzen (s.o.). So berichtet der Leiter eines System-Hauses, anfangs habe man in den Unternehmen oft die Idee gehabt, die Anwender durch CAD von Routine zu befreien, um ihnen mehr Zeit für kreatives Arbeiten zu lassen. In der Praxis habe sich jedoch in der Regel eine andere Entwicklung vollzogen:

Angesichts des hohen Zeitdrucks liefe die CAD-Anwendung oft darauf hinaus, daß in der gleichen Zeit mehr Aufträge als früher abgewickelt werden müßten (M 88).

Derartige von falschen Erwartungen genährte Einführungspolitiken können auch auf die CAD-Einführungsprozesse selber zurückschlagen und die weitere Implementation von CAD hemmen. So führen die enttäuschten Erwartungen u.U. dazu, daß Geschäftsleitung und Finanzabteilung CAD ihre Unterstützung entziehen und der weitere Ausbau nur halbherzig betrieben wird. Die Enttäuschung der hochgesteckten Erwartungen bestätigen und verfestigen auf der anderen Seite die verbreitete Skepsis auf seiten des Fachmanagements und der (potentiellen) Anwender und geben ihrem Widerstand neue Kraft und Nahrung.

Verschiedene Hinweise deuten darauf hin, daß bei der Einführung von CAD oft nicht nur am falschen Ende gespart, sondern auch ein Einführungsstil gepflegt wird, der nicht dazu geeignet ist, die vielbeschworene (s.o.) 'Vertrauensbasis' und die darauf basierende Kooperationsbereitschaft zu sichern. Elemente eines 'Low trust'-Stils zeigen sich etwa in der Art und Weise, wie in manchen Unternehmen mit den Befürchtungen und Widerständen umgegangen wird, die erhebliche Teile des Konstruktionspersonals und des Fachmanagements gegenüber CAD hegen bzw. ausüben. Hier ist z.B. die - in einem britischen Fall praktizierte (vgl. Lee 1988) - Entlassung aller Arbeitskräfte, die nicht mit CAD arbeiten wollen, zu nennen. In die gleiche Richtung weisen die Androhungen künftiger Entlassungen sowie Einführungstaktiken, die darauf abzielen, verschiedene Arbeitskräfte gegeneinander auszuspielen. Der bereits geschilderte Einführungsprozeß der Firma B läßt auch derartige 'Low trust'-Elemente erkennen. So gibt z.B. ein Abteilungsleiter sein Prinzip bekannt, junge Hochschulabsolventen gegen diejenigen älteren Konstrukteure auszuspielen, die befürchten, die Umstellung nicht mehr zu schaffen oder durch CAD 'degradiert' zu werden: "Jungingenieure einstellen, dann gibt das eine Eigendynamik! Sie haben ein großes Interesse. Als Kristallisationspunkt - dann wird auch bei den älteren die volle Akzeptanz kommen" (46). Zur Erzeugung der "vollen Akzeptanz" dienen in diesem Unternehmen offenbar auch Einschüchterungsversuche durch Entlassungsdrohungen. So berichtet z.B. ein Konstrukteur, im Hause habe es geheißen, "wer kein CAD macht, der kann gehen" (47), und gibt ein anderer, älterer, Konstrukteur zu Protokoll, in der Firma gebe es periodische Absatzflauten, und "dann ist jeder auf der Abschlußliste, der CAD nicht kann" (41). Die Entlassungsdrohung sichert vor dem Hintergrund eines dramatischen Belegschaftsabbaus in der jüngsten Vergangenheit offenbar recht wirksam die Kooperationsbereitschaft der Betroffenen - und dürfte generell unter derartigen Bedingungen ein funktionales Äquivalent für einen 'High trust'-Stil sein. Das zeigt sich z.B. daran, daß im Unternehmen B auffallend oft von ungewöhnlich starken Eigeninitiativen im Hinblick auf die Aus- und Fortbildung für CAD berichtet und daß dieses mehrfach ausdrücklich als Strategie zur Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes beschrieben wird. Auch der Befund, daß die Praxis der Firma, nicht allen interessierten Arbeitskräften eine CAD-Ausbildung und -Arbeit zukommen zu lassen, die ausgeschlossenen Arbeitskräfte in erhebliche Ängste um ihren Arbeitsplatz versetzt und zu starken Konflikten zwischen 'Ausgeschlossenen' und 'Auserwählten' geführt hat, deutet in diese Richtung.

Eine Reihe von Fällen macht deutlich, daß auch die als Erfolgsbedingung des CAD-Einsatzes bezeichnete Einbindung der Betroffenen durch frühzeitige und weitgehende Information und Konsultation (s.o.) keineswegs die Einführungspraxis von CAD zu bestimmen scheint (vgl. ebenso Bednarz et al. 1984: 128). Die betroffenen Arbeitskräfte in der Konstruktion und ihre Abteilungsleiter werden vielmehr nicht selten vor vollendete Tatsachen gestellt - mit teilweise erheblichen negativen Folgen für den Betrieb. So wurde in einem Unternehmen (J) zwar der Betriebsrat frühzeitig in die Planung eingeschaltet - und stimmte dem CAD-Einsatz zu. Es wurde aber dem Leiter der CAD-Abteilung zufolge versäumt, die betroffenen Arbeitskräfte ausreichend über die Ziele und

erwarteten Folgen des CAD-Einsatzes zu informieren. Dieses Versäumnis führte zu starkem Mißtrauen und beträchtlichen Konflikten, die die erneute Einschaltung des Betriebsrats notwendig machten. Obwohl dem Interviewpartner zufolge die mit dem neuen System technisch mögliche Leistungsüberwachung und -kontrolle nie beabsichtigt war und auch bei den im Konstruktionsbereich notwendigen "intelligenten Leistungen" keinen Sinn macht, hegen die Beschäftigten starke Befürchtungen in dieser Richtung (J 85).

In einem Maschinenbaubetrieb wurden die sozialen und organisatorischen Dimensionen und Probleme der CAD-Einführung anfangs völlig unterschätzt oder übersehen und damit Akzeptanzprobleme erzeugt bzw. verstärkt, die den Einführungsprozeß deutlich beeinträchtigten und bremsten. Dem Fehler, eine neue Technologie zu implementieren, ohne einen Gedanken an die Notwendigkeit begleitender Reorganisationsmaßnahmen zu verschwenden (C 53), entsprach das Versäumnis, durch die Einbindung von Fachmanagement und Konstruktionspersonal für die notwendige Akzeptanz zu sorgen. Die Befürchtungen im mittleren Management, die bereichsübergreifende Technik CAD gefährde als "eine Art Trojanisches Pferd für Organisationsänderungen" (C 55) ihre Position, und die bei Teilen des mittleren Managements vorhandene ablehnende Haltung gegenüber CAD wurden nicht in Rechnung gestellt und aufzufangen versucht. CAD wurde den Abteilungsleitern vielmehr "von oben aufgedrückt" (C 51) - mit der Konsequenz, daß die ablehnende Haltung verstärkt wurde, und das mittlere Management z.T. manifesten Widerstand gegen CAD leistete. So berichtet z.B. ein Systembetreuer von "schlimmen Behinderungen" durch einzelne Abteilungsleiter - "wenn die auf der Bremse stehen, wird's schlimm" (C 43) -, und vermißt ein anderer Systembetreuer die "nötige Unterstützung" durch seinen Abteilungsleiter, der "nicht ganz glücklich mit der CAD-Einführung ist" (C 51). Die unterschiedliche Einstellung zu CAD führt dabei offensichtlich zu Konflikten und einer gewissen Spaltung der Konstruktionsabteilung. So klagt eine mit CAD arbeitende Technische Zeichnerin, ihre Arbeit werde von manchen Kollegen und Chefs, "die nicht so dahinter stehen, wie sie es könnten", nicht voll akzeptiert (C 50), und berichtet ein Systembetreuer, man werde mit seiner Arbeit nicht ganz ernst genommen und bekomme manchmal zu hören, "Geht Ihr mal wieder spielen an Euren Geräten" (C 51).

Schließlich gibt es Hinweise darauf, daß die Akzeptanzprobleme auf seiten des Konstruktionspersonals z.T. auf die ablehnende Haltung ihrer Vorgesetzten zurückgehen, und daß die teilweise pessimistischen Erwartungen der Konstrukteure - etwa in Hinblick auf Standardisierung und Individualitätsverlust von Konstruktion und Konstruktionsarbeit (C 52, C 55) - von der Skepsis ihrer Vorgesetzten genährt und gefestigt wird. So scheint z.B. der als anhaltendes Einführungsproblem geschilderte Mangel an Arbeitskräften, die bereit sind, mit CAD zu arbeiten (C 50, C 55), etwas mit dem Widerstand des mittleren Managements zu tun zu haben: "Weil ein gewisser Widerstand aus dem mittleren Management signalisiert wurde, gab es zu wenig Freiwillige" (C 55). Dieser vereinte Widerstand von Vorgesetzten und Untergebenen gegen CAD und die geringe Bereitschaft zu CAD-Arbeit führte nicht nur zu einer Unterauslastung der CAD-Systeme (C 52), d.h. zu Problemen für das Unternehmen. Er führte auch dazu, daß die vorhandenen Freiwilligen nicht ausreichten, um die - vom CAD-Koordinator wegen der hohen Konzentrationsanforderungen für nötig gehaltenen - Mischarbeitsplätze zu schaffen (C 55), und damit zu einer besonders hohen Belastung der wenigen CAD-Arbeitskräfte.

Die Unterschätzung des Kooperationsbedarfs und die Vernachlässigung der sozialen Dimension der CAD-Einführung erwiesen sich endlich auch insofern als folgenreiches Versäumnis, als die beschriebenen Akzeptanzprobleme die erfolgreiche Implementation von CAD erschweren oder hintertreiben und damit der Skepsis gegen CAD ständig neue Nahrung zugeführt wird. Das wird deutlich, wenn der CAD-Koordinator darauf hinweist, daß eine stärkere Akzeptanz "nur durch Leistung" zu erreichen sei, und die rhetorische Frage



anschließt, wie man denn angesichts der ständigen erheblichen Behinderungen bei der CAD-Einführung gleichzeitig Leistungsnachweise erbringen sollte (C 55).

*(2) Effektivitätsorientierter Einführungsmodus*

Während in den beschriebenen Fällen der Umstellungsaufwand und Kooperationsbedarf unterschätzt und die kurzfristigen Einspareffekte überschätzt wurden, finden sich auch empirische Hinweise auf Elemente eines Einführungsmodus, der die Kompliziertheit, Langwierigkeit und zeitliche Offenheit der CAD-Einführung ebenso in Rechnung stellt wie den anhaltenden Kooperations- und Loyalitätsbedarf.

Hier ist zum einen an die offenbar verbreitete Praxis zu denken, die Kooperationsbereitschaft der Arbeitskräfte dadurch zu sichern, daß primär Freiwillige an den neuen Systemen eingesetzt werden (vgl. z.B. Muggli/Zinkl 1985: 75), ein Vorgehen, das allerdings auch mit nötigen und einschüchternden Intentionen und Effekten gegenüber denjenigen Arbeitskräften verbunden sein kann, die CAD eher reserviert gegenüberstehen. Hierher gehören auch die Versuche, die viel beschriebene Hemmschwelle vieler, vor allem älterer, Arbeitskräfte gegenüber CAD dadurch abzubauen, daß über einen längeren Zeitraum hinweg den Arbeitskräften die Möglichkeit gewährt wird, frei zu wählen, welche Arbeiten sie am Zeichenbrett und welche sie am Bildschirm ausführen wollen. So berichten z.B. Bednarz und Kollegen von einer CAD-Einführung in der Leiterplattenkonstruktion, bei der ein flexibles Vorgehen gewählt worden sei: Um angesichts der Implementationsprobleme - Qualifikationsdefizite, Akzeptanzprobleme, Mängel und Fehler der CAD-Systeme, Schwierigkeiten der betrieblichen Umorganisation - den Leistungsprozeß nicht zu unterbrechen und zu gefährden, wurden konventionelle und computergestützte Konstruktion nebeneinander betrieben, und konnten die Arbeitskräfte frei zwischen manueller und maschineller Arbeit wählen (vgl. Bednarz et al. 1984: 128). In unserer Befragung schildert ein älterer Konstrukteur und CAD-Anwender, daß seine Ängste, die Umstellung auf CAD nicht mehr bewältigen zu können, inzwischen verflogen seien: Er erhielt zunächst eine ausführliche Einweisung beim Hersteller, konnte sich danach ohne Zeitdruck und mit Hilfe der Kollegen in den Umgang mit dem System einarbeiten und kann zudem bis heute zwischen Zeichenbrett und Bildschirm wählen. Er arbeitet inzwischen mit großem Spaß am Bildschirm und verzichtet gänzlich auf das Zeichenbrett (H 76). In einem anderen Unternehmen (J) wurde erst nach größeren Schwierigkeiten mit der Akzeptanz des Konstruktionspersonals eine gewisse Wahlfreiheit gewährt. Nachdem sich viele Arbeitskräfte geweigert hatten, mit CAD zu arbeiten, wurde hier der Betriebsrat eingeschaltet. Als Ergebnis aufwendiger Verhandlungen wurde schließlich die Regelung gefunden, daß die Arbeitskräfte diejenigen Arbeiten, die am Brett besser und schneller durchzuführen sind, auch am Brett erledigen dürfen. Nach inzwischen immerhin vier Jahren geht dem CAD-Beauftragten zufolge die meiste Arbeit am Bildschirm aber noch nicht so gut wie die am Brett (J 85) oder hat sich, mit anderen Worten, die Vorliebe der Arbeitskräfte für die konventionelle Arbeitsweise erhalten. In dem Entwicklungszentrum eines Automobilherstellers (I), dessen CAD-Einsatz als konsolidiert bezeichnet wird, sind bis heute die Zeichenbretter nicht verschwunden. Erstens sollen, so heißt es in einer Gruppendiskussion, Konstrukteure, die Probleme mit CAD haben, nicht zur Arbeit mit CAD gezwungen werden. Zweitens werden die Bretter bisher, und vermutlich auch künftig, aus pragmatischen Gründen beibehalten, weil manche Arbeiten am Zeichenbrett schneller gehen als am Bildschirm. Gegen diese Erwartung wird allerdings geltend gemacht, um der Einheitlichkeit der Unterlagen willen sei es denkbar, daß künftig doch zu 100 % mit CAD gearbeitet werde, auch wenn einige Aufgaben dann unwirtschaftlich erledigt würden (I 84).

Neben derartigen Wahlchancen haben offenbar in manchen Fällen die Arbeitskräfte gewisse - unterschiedlich starke - Partizipationsmöglichkeiten. So stießen Manske und Wolf auf Fälle, in denen ausgewählte

Konstrukteure an der Auswahl der Systeme beteiligt und zur Anpassung und Weiterentwicklung der Software herangezogen wurden (vgl. Manske/Wolf 1987: 353). Während wir in unserer Befragung keine Beispiele für eine derartige Beteiligung an der Systemauswahl fanden (vgl. ebenso Bednarz et al. 1984: 128), berichteten auch unsere Interviewpartner von der Einbeziehung des Konstruktionspersonals in die Anpassung und Entwicklung der Anwendersoftware. So arbeiten z.B. im Entwicklungszentrum eines Automobilherstellers die Konstrukteure an der Entwicklung der Anwendersoftware mit (A 30), oder ist das Konstruktionspersonal eines Maschinenbaubetriebes gehalten, der CAD-Abteilung Vorschläge für die Verbesserung der Programme zu machen (D 63). In einer Reihe von Fällen werden Angehörige der Konstruktionsabteilung mit Funktionen der Systembetreuung betraut, die sie zum Teil nebenamtlich, zum Teil inzwischen auch hauptamtlich erfüllen. So verbringen etwa im Entwicklungszentrum des Automobilherstellers A einige mit derartigen Funktionen betraute Konstrukteure neben ihrer Konstruktionsarbeit ca. ein Viertel bis ein Drittel ihrer Arbeitszeit z.B. mit Normierung, Programmentwicklung incl. Erstellung von Zusatzprogrammen für die Koordinierung der Zusammenarbeit mit Fremdherstellern oder damit, ihre Kollegen bei System-Abstürzen zu unterstützen. Bei einem Interviewpartner, einem ehemaligen Konstrukteur, haben Systembetreuungsfunktionen inzwischen seine ursprüngliche Tätigkeit ganz verdrängt und ihm einen Aufstieg zum hauptamtlichen Systembetreuer innerhalb seiner alten Abteilung beschert (A 8). Im Rahmen einer derartigen dezentralen Organisation der Systembetreuung sind auch einer ehemaligen Technischen Zeichnerin in einem anderen Betrieb (H) neue Funktionen zugewachsen. Sie zeichnet täglich nur noch drei bis dreieinhalb Stunden lang und verbringt den größeren Teil ihres Arbeitstages mit Systembetreuungsfunktionen innerhalb der Konstruktionsabteilung: In dieser Funktion hat sie z.B. dafür zu sorgen, daß alle Geräte in der Abteilung (CAD-Geräte und lokale Rechner) einsatzbereit sind. Sie ist außerdem für Datensicherung und 'Updating', d.h. die Einspeisung aller Änderungen in das System zuständig und teilt zudem die Belegung der CAD-Geräte ein (H 75).

In einigen Fällen werden die Konstrukteure und Technischen Zeichner aktiv an der Umstellung ihres eigenen Tätigkeitsbereiches beteiligt. So geben die befragten Technischen Zeichner und Konstrukteure eines Maschinenbaubetriebs (D) einheitlich an, zwar keinen Einfluß auf die Entscheidung über den CAD-Einsatz und die Auswahl der Systeme, wohl aber einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Art und Weise gehabt zu haben, in der diese technische Innovation in ihrem unmittelbaren Arbeitsbereich realisiert wurde. Auf die Frage nach ihrer Beteiligung an dem mit CAD eingeleiteten technischen Wandel antwortet z.B. ein Elektrokonstrukteur, bei der Systemauswahl sei er zwar nicht beteiligt gewesen, "aber was hier im Betrieb daraus gemacht wird, da habe ich schon einiges machen können" (D 60), gibt ein Konstrukteur im Hydraulikbereich an, er steuere den technischen Fortschritt für sich und seine Arbeit (D 58) oder berichtet ein Technischer Zeichner, er habe an seinem Arbeitsplatz "CAD selbständig eingeführt" (D 62). Diese Beteiligung fand z.B. in der Form statt, daß das Konstruktionspersonal vom CAD-Beauftragten bei seinen Analysen zu Rate gezogen wurde (59), die Beschäftigten die Umstellung ihrer Tätigkeiten auf CAD mit vorbereitet haben (64, 61) oder schließlich, wie bereits erwähnt, der CAD-Abteilung Vorschläge zur Verbesserung der Software machen (63).

Insgesamt kommt der Einführungsprozeß in diesem Betrieb nach unseren Informationen dem vielfach empfohlenen Einführungsmodus (s.o.) recht nahe, was mit dem Charakter oder der Kultur der Firma zu tun haben dürfte. Es handelt sich hier um eine Firma, deren Beschäftigte aus der Region und oft aus Familien stammen, in denen schon seit Generationen für die Firma gearbeitet wird. Auf Seiten der Befragten scheint es eine relativ starke Identifikation mit dem Unternehmen zu geben, die z.B. bei den Begründungen für den CAD-Einsatz oder Ausführungen zu CAD/CAM aufscheint. So meint z.B. ein Konstrukteur, die Firma müsse mithalten und technisch auf dem neuesten Stand sein (61), führt ein anderer als Begründung an, "wir wollen technisch nicht

zurückstehen" (64), und kommentieren zwei Konstrukteure die erwartete Vernetzung von CAD und CAM mit den Worten, CAD sei sinnvollerweise auf Vernetzung angelegt (60) bzw. CAD/CAM sei das einzig Sinnvolle, denn als bloße Zeichenmaschinen sei CAD zu teuer (65). Auf vergleichsweise vertrauensvolle Beziehungen deutet auch die Äußerung eines Konstrukteurs hin, wenn man Probleme habe, etwa wenn ein Programm umgeschrieben werden müsse, suche man die CAD-Abteilung auf - "man ist immer froh, wenn man kompetente Ansprechpartner hat" (63).

Die Einführung von CAD, die vor zwei Jahren begonnen hat und noch nicht ganz konsolidiert ist, wird von allen Befragten als relativ unproblematisch bezeichnet. So heißt es z.B., es habe keine Probleme gegeben, weil ein vernünftiges System verwendet werde (60), und berichten mehrere Interviewpartner unisono, es habe nur die normalen Anlaufprobleme gegeben, die immer aufträten, wenn man etwas Neues anfangen, wie z.B. Softwarefehler und gelegentliche Rechnerausfälle. Als einzig relevantes und anhaltendes Problem werden mehrfach die langen Antwortzeiten aufgrund beschränkter (Zentral-) Rechnerkapazitäten genannt: "Das nervt, man will ja arbeiten" (57).

Neben der Einbindung der Betroffenen sind vermutlich auch die sorgfältige Vorbereitung, die realistischen Erwartungen von Geschäftsleitung und CAD-Beauftragtem und das vom letzteren verfolgte Einführungskonzept für die vergleichsweise problemlose Umstellung verantwortlich. So gingen der Einführung von CAD mehrere, an ein Ingenieurbüro delegierte Untersuchungen voraus, die die möglichen Einsatzbereiche und zu erwartenden Wirtschaftlichkeitseffekte von CAD zum Gegenstand hatten. Die Schätzungen dieses Büros hinsichtlich der zu erwartenden Wirtschaftlichkeitseffekte fielen sehr vorsichtig aus: im besten Fall - bei den rein zeichnerischen Tätigkeiten - wurde ein maximaler Beschleunigungseffekt von 1,5, bei den anderen Aufgaben dagegen ein deutlich geringerer Beschleunigungseffekt erwartet. Umgekehrt wurde von Anfang an mit einem erheblichen Umstellungsaufwand gerechnet und außer dem CAD-Beauftragten drei neue Arbeitskräfte für die CAD-Abteilung eingestellt. Der CAD-Beauftragte selbst rechnet mit einer langen Umstellungsphase und verfolgt explizit das Konzept, langsam und sorgfältig vorzugehen, um für die künftigen Entwicklungen gewappnet zu sein. Deshalb werden z.B. alle Konstrukteure und Technischen Zeichner für CAD geschult, auch die, die noch nicht für die Arbeit mit CAD vorgesehen sind: "Wenn erst per Datenfernnetz Kundenaufträge kommen oder Angebote abgefordert werden, ist es zu spät" (66). Als weitere Begründung für die vorbeugende Schulung aller Arbeitskräfte nennt der CAD-Beauftragte die Erwartung, daß Technischer Zeichner ein aussterbender Beruf sei, und die CAD-Qualifikation für die bisherigen Technischen Zeichner eine beschäftigungssichernde Höherqualifizierung darstelle.

Während der Maschinenbaubetrieb D von Anfang an einen - im Maschinenbau nicht seltenen (vgl. Manske/Wolf 1987: 353) - relativ kooperativen Einführungsstil verfolgte, gibt es Indikatoren dafür, daß das Konstruktionspersonal in anderen Betrieben erst nach schlechten Erfahrungen mit einem wenig kooperativen, zentralistischen Einführungsstil in den Einführungsprozeß einbezogen wurde. Ein Beispiel für einen derartigen 'Stilwandel' findet sich im Entwicklungszentrum des Automobilherstellers A. In diesem Betrieb wurde zu der oben beschriebenen dezentralen Systembetreuung erst in einer zweiten Phase des Einführungsprozesses übergegangen, nachdem die ursprünglich zentrale Betreuung sich nicht bewährt hatte und zu Software- und Akzeptanzproblemen geführt hatte. Die mit der Dezentralisierung erfolgte Einbeziehung des Konstruktionspersonals in die Systembetreuung hat nach Auskunft eines für den CAD-Einsatz im Motorenbereich verantwortlichen Ingenieurs dazu beigetragen, die anfangs "vom Management bis zum letzten Mann" verbreiteten Akzeptanzprobleme ebenso zu verringern, wie die Schwierigkeiten mit der Software: "Inzwischen sorgen wir

selbst mit besseren Programmen für mehr Qualität" (A 35).

Die Anzeichen für einen gewissen "Einstellungswandel zu CAD" in Richtung auf eher effektivitätsorientierte Ziele, auf die Berücksichtigung der außerordentlichen Umstellungsschwierigkeiten sowie der Risiken und Mißerfolge eines effizienzorientierten Einführungsmodus (s.o.) nähren die Erwartung, daß die zunehmenden Erfahrungen mit der Einführung von CAD zu einem Bedeutungsgewinn eines eher kooperativen Einführungsstils führen. Die bereits erwähnte Bremer Untersuchung bestärkt diese Erwartung. Die Befragung CAD-einführender Ingenieure ergab Indizien dafür, "daß in den letzten Jahren das Informationsverhalten des Managements sich gegenüber Konstrukteuren und Technischen Zeichnern, ansatzweise auch gegenüber den Betriebsräten, verbessert hat. Unternehmensleitungen und die verantwortlichen CAD-Einführer fürchten offensichtlich nicht mehr, wie noch vor ca. 10 Jahren, durch eine frühzeitige Information Unruhe unter den Mitarbeitern zu schaffen und den eh schon schwierigen Einführungsprozeß noch weiter zu verkomplizieren" (Müller 1989: 10). Die Hinweise darauf, daß "die frühzeitige Information der betroffenen Mitarbeiter, ja z.T. deren Mitwirkung an der organisatorischen Implementierung, ihren Tabu charakter verloren hat" (a.a.O.) beruht nach Auskunft der befragten Ingenieure "auf der gestiegenen Einsicht der Firmenleitungen, daß über diese vorsichtigen Ansätze der Partizipation das technische Personal in den Konstruktionsabteilungen in den Stand gesetzt wird, auf der Basis einer hohen Arbeitsmotivation die technischen Möglichkeiten der CAD-Systeme auch tatsächlich vollständig auszuloten" (a.a.O.).

### *6.3 CAD und die betriebliche Position des Konstruktionspersonals*

#### *6.3.1 CAD als 'Trojanisches Pferd des Taylorismus' in der Konstruktion?*

Wir haben, wie oben dargestellt, den Konstruktionsbereich für unsere Untersuchung des Zusammenhangs von Neuen Technologien und neuen Arbeitszeitmustern ausgewählt, weil wir hier eine vergleichsweise durchsetzungsstarke Arbeitskräftegruppe mit relativ günstigen Chancen zur Durchsetzung eigener Arbeitszeitwünsche erwarteten. Die Schwierigkeiten bei der Implementierung von CAD und die Institutionalisierung eines zeitlich offenen Innovationsprozesses im Zusammenhang mit CIM machen, wie gezeigt, den Betrieb auf Dauer von der Leistungsfähigkeit und Kooperationsbereitschaft des qualifizierten Konstruktionspersonals abhängig. Bevor wir uns den Veränderungen der Arbeitszeit im Zuge des CAD-Einsatzes zuwenden, wollen wir der Frage nachgehen, ob, wie nicht selten prognostiziert, der Computereinsatz in der Konstruktion den Anteil qualifizierter Arbeitskräfte mit einer günstigen Verhandlungsposition am Konstruktionspersonal drastisch reduziert und das Gros zu einfachen Tätigkeiten und starker Beschäftigungsunsicherheit verdammt.

Die qualitativen Effekte des CAD-Einsatzes für die Anwender sind sehr heterogen und variieren mit einer Vielfalt von Faktoren. Sie hängen z.B. von der Art der verwendeten Programme ab, die sich insbesondere im Hinblick darauf unterscheiden können, wie eng oder weit das Aufgabenfeld ist, das sie definieren, und in welchem Ausmaß sie den Benutzer führen oder ihm Handlungsspielräume lassen. Sie variieren auch mit der Arbeitsorganisation, d.h. in Abhängigkeit davon, welche Arbeitsteilung zwischen computergestützter und konventioneller Konstruktionsarbeit auf der einen, computergestützter Konstruktionsarbeit und Systembetreuungsarbeiten inklusive Programmentwicklung auf der anderen Seite gewählt werden (vgl. z.B. Wingert et al. 1984: 102ff.), und wie die Arbeit zwischen den CAD-Anwendern aufgeteilt wird. Je nach Programmtypus und Arbeitsorganisation ergeben sich Arbeitsplätze mit ganz unterschiedlichen Aufgaben- und

Anforderungsprofilen, variieren die Anteile an konventioneller Arbeit, CAD-Arbeit und Systembetreuungsarbeit, das Ausmaß von Handlungs- und Entscheidungsspielräumen und das Anforderungsniveau.

Die Arbeitsplätze der CAD-Anwender sind daher alles andere als einheitlich. Sie bewegen sich vielmehr innerhalb eines weiten Spektrums von Möglichkeiten. Dieses Spektrum wird am einen Pol von dem - idealtypischen - Arbeitsplatz einer Technischen Zeichnerin abgesteckt, die in einem auf CAD-Arbeit spezialisierten Detaillierungsbüro (CAD im 'Schalterbetrieb' oder 'closed shop') zu 100 % mit CAD arbeitet, ein eng begrenztes Teilespektrum zeichnet bzw. zeichnen läßt (vgl. Wingert et al. 1984: 188ff.), ihre Arbeit vom Chef des Detaillierungsbüros zugeteilt bekommt, weitgehend vom Programm geführt wird, lediglich die automatischen Bearbeitungsroutinen des Programms auslöst und überwacht, und die mit der Programmentwicklung nichts zu tun hat.

Den anderen Pol bildet der Arbeitsplatz eines in der Regel männlichen Konstrukteurs, der neben der computerunterstützten Arbeit auch einen nennenswerten Anteil konventioneller Arbeit erledigt (Mischarbeitsplatz), das der Konstruktionsabteilung zur Verfügung stehende CAD-System bei Bedarf benutzt ('Direktbetrieb' oder 'open shop'), frei zwischen Bildschirm und Zeichenbrett wählen kann, mit Programmen arbeitet, die ihm ein Maximum an Wahlmöglichkeiten bieten, in enger Wechselwirkung mit dem Programm die Bearbeitungsroutinen oder -operatoren abrufen und sie schrittweise an die Aufgaben anpaßt, einen Auftrag von Anfang bis Ende erledigt und schließlich an der Programmentwicklung und Systembetreuung beteiligt ist.<sup>15</sup>

Soweit wir es übersehen, reichen die in der Literatur dokumentierten empirischen Befunde nicht aus, um die Verteilung der CAD-Anwender auf verschiedene Typen von Arbeitsplätzen innerhalb des skizzierten Spektrums und die damit verbundenen Veränderungen der Aufgaben- und Anforderungsstruktur sowie der Handlungsspielräume gegenüber den - vermutlich recht heterogenen - Ausgangssituationen einigermaßen verlässlich abzuschätzen. Auch die in unserer Befragung erhobenen Informationen lassen derartige Aussagen nicht zu. Bei aller Unvollständigkeit und Heterogenität deuten die vorliegenden Informationen jedoch darauf hin, daß der CAD-Einsatz für die Mehrheit des qualifizierten Konstruktionspersonals weder einen Bedeutungsverlust des Fach- und Erfahrungswissens noch eine nennenswerte Verschärfung und Perfektionierung der Steuerung und Kontrolle durch den Computer, wohl aber verstärkte Belastungen und eine Intensivierung der Arbeit mit sich gebracht hat. So lassen sich die Antworten unserer Interviewpartner auf die Fragen nach den Veränderungen ihrer Arbeitssituation bei allen Unterschieden und Abweichungen im einzelnen auf den groben gemeinsamen Nenner bringen, der sich auch in vielen anderen Untersuchungen abzeichnet, daß im Zuge des CAD-Einsatz

- Fachwissen und Erfahrung des qualifizierten Konstruktionspersonals durch den CAD-Einsatz bisher nicht geschmälert worden sind und auch künftig nicht an Bedeutung verlieren werden,

- Technische Zeichner bzw. Zeichnerinnen in Betrieben mit einer scharfen Arbeitsteilung zwischen Konstrukteuren und Technischen Zeichnern, relativ gering qualifizierte Technische Zeichner oder solche, die es versäumen, sich CAD-Qualifikationen anzueignen, künftig durch den CAD-Einsatz bedroht sind - allerdings weniger durch Dequalifizierung als durch Verlust des Arbeitsplatzes; demgegenüber eröffnen sich Technischen Zeichnern in Betrieben mit einer geringen Arbeitsteilung unter dem Konstruktionspersonal, relativ qualifizierten Technischen Zeichnern und solchen mit CAD-Qualifikationen Chancen zu qualifizierterer Arbeit - z.B. durch

---

<sup>15</sup> Zu den Elementen dieses Idealtyps vgl. z.B. Wingert et al. 1984: 104ff. und Institut für Sozialforschung 1983: 46ff.

Zuwachs von Funktionen der Detailkonstruktion oder der Systembetreuung - und zu einer gewissen Karriere

- sich die Rekrutierung des Konstruktionspersonal in Richtung auf die Bevorzugung von Absolventen des tertiären Bildungswesens verändert und die früher verbreiteten Aufstiegsmöglichkeiten von Facharbeitern aus der Fertigung in die Konstruktionsbüros zunehmend abgeschnitten werden;

- neue Stellen mit hohen Qualifikationsanforderungen für die Betreuung und Entwicklung von Hard- und Software entstehen und - angesichts der ständigen Änderungen und des häufigen Wechsels der Systeme sowie der CIM-Bestrebungen - auch langfristig überleben werden;

- eine Verschärfung der Leistungskontrolle durch den Computer bisher in der Regel nicht zu verzeichnen ist, aber nicht selten für die Zukunft befürchtet wird;

- die Anwender sich nicht als Maschinenbediener verstehen, sondern den Computer als ein Instrument oder Werkzeug bezeichnen, das bisher die Arbeit nicht im einzelnen vorschreibt und Raum für individuelle 'Handschriften' läßt; auch in dieser Hinsicht bestehen nicht selten Befürchtungen gegenüber der künftigen Entwicklung und wird die Reduktion von Vielfalt und Individualität erwartet;

- durch engere Termine und die von den raschen Antworten des Computers ausgehende Sogwirkung des Bildschirms oft eine erhebliche Intensivierung der Arbeit sowie verstärkter Zeitdruck und Stress entstehen, die Konzentrationsanforderungen zunehmen und längere Arbeit am Gerät außerordentlich belastend ist - einen auslaugenden Effekt hat und zu Erschöpfungszuständen sowie Kopf- und Augenschmerzen führt.

Diese Andeutungen lassen erkennen, daß die Folgen des CAD-Einsatzes für die Beschäftigten ambivalent sind - ambivalent sowohl in der Hinsicht, daß es Gewinner und Verlierer gibt, wie in dem Sinn, daß sich für einzelne Beschäftigte in einigen Dimensionen positive, in anderen aber negative Veränderungen ergeben. Sie stützen jedoch bei aller Ambivalenz die Vermutung, daß CAD die Betriebe nicht in großem Maßstab vom Fach- und Erfahrungswissen des qualifizierten Konstruktionspersonals und von seiner Fähigkeit und Bereitschaft unabhängig macht, schlecht strukturierte Arbeitssituationen eigenverantwortlich zu strukturieren. Sie deuten darauf hin, daß CAD in der Regel Konstrukteure und qualifizierte Technische Zeichner keineswegs zu fremdgesteuerten 'Knopfdrückern' und Maschinenbedienern degradiert, und daß sich Taylorisierungsprognosen für das Gros des Konstruktionspersonals nicht erfüllt haben.

### *6.3.2 Die quantitativen Beschäftigungseffekte von CAD*

Auch die Prognose spektakulärer Beschäftigungseinbrüche im Konstruktionsbereich durch CAD wird durch die empirische Entwicklung nicht bestätigt. Die Einführung von CAD - und von CAD/CAM - hat, den vorliegenden empirischen Daten zufolge, bisher weder zu nennenswertem Stellenabbau noch zu größeren Entlassungswellen (vgl. z.B. Manske/Wolf 1987: 352), sondern insgesamt sogar eher zu gewissen Stellenzuwächsen geführt (vgl. z.B. Wingert et al. 1984: 205f.; Ebel et al. 1987: 353ff.). Im einzelnen gab es allerdings - wie schon unsere Ausführungen zu den unterschiedlichen Zielen und Funktionen des Computereinsatzes erwarten ließen - unterschiedliche Entwicklungen. Während im größeren Teil der in der Literatur dokumentierten wie der von uns untersuchten Fälle das Beschäftigungsvolumen konstant blieb oder leicht anstieg, wird auch von Fällen berichtet,

in denen die Automatisierung algorithmierbarer Tätigkeiten in Personal- und Stellenabbau mündeten. So fanden z.B. Bechmann und seine Kollegen in ihrer frühen Untersuchung bei drei von zehn Betrieben Personalfreisetzen im Sinne der "Auflösung besetzter Arbeitsplätze". In einzelnen Konstruktionsgruppen entfielen in diesen Betrieben zwischen 10 und 50 % der Arbeitsplätze - vor allem von Technischen Zeichnern, aber auch von Technikern und vereinzelt von Ingenieuren. Diese Freisetzen führten allerdings nicht zu Entlassungen, sondern wurden teils durch Umsetzung, teils durch Nutzung der natürlichen Fluktuation aufgefangen (vgl. Bechmann et al. 1978: 235). Obwohl in allen von Muggli und Zinkl untersuchten Schweizer Maschinenbauunternehmen angegeben worden war, die Produktivitätszuwächse durch CAD würden dafür verwendet, mehr Varianten durchspielen zu lassen, d.h. die Konstruktion zu verbessern, fanden auch sie einige Fälle, in denen "die betroffenen Zeichenbüros personell geschrumpft" (Muggli/Zinkl 1985: 84), die Produktivitätsgewinne also auch für Stellenabbau genutzt worden waren. Arbeitsplätze für Technische Zeichner wurden auch in dem oben beschriebenen Fall eines Unternehmens (G) abgebaut, das CAD primär zur Personalkostensenkung einführt. Die Freisetzen betrafen in diesem und betreffen auch in manchen anderen Fällen (vgl. z.B. Manske/Wolf 1987: 353) nicht das Konstruktionspersonal des CAD-einführenden Unternehmens. Indem die Produktivitätseffekte von CAD dazu genutzt werden, auf Leiharbeitskräfte oder den Fremdbezug von Dienstleistungen zu verzichten, werden hier negative Beschäftigungseffekte der Neuen Technologien auf die Arbeitskräfte von Leiharbeitsfirmen und Ingenieurbüros abgewälzt.

Im Zuge des CAD-Einsatzes wurde auch bei dem Entwicklungszentrum des Automobilherstellers A in einigen Konstruktionsabteilungen Personal abgebaut. Bei den Interviewpartnern besteht allerdings Uneinigkeit darüber, inwieweit diese Schrumpfungprozesse CAD oder dem unternehmensweiten Personalabbau im Rahmen der wirtschaftlichen Krise zuzurechnen sind, in deren Verlauf CAD eingeführt wurde. Unabhängig davon, ob CAD, wie ein Interviewpartner vermutet (A 27), eindeutig Rationalisierungseffekte gehabt hat, oder ob diejenigen Recht haben, die die Effizienz von CAD eher bezweifeln (A 10, A 21), könnte zumindest ein Teil des Personalabbaus ursächlich auf CAD zurückzuführen sein. So deuten verschiedene Äußerungen darauf hin, daß die Einführung von CAD, zumindest vereinzelt, auch ohne entsprechende Produktivitätsgewinne zum Anlaß genommen wird, Personal abzubauen und damit zur Quelle von Arbeitsintensivierung oder Mehrarbeit wird. So wird z.B. im Zusammenhang mit der Schilderung des Personalabbaus - durch Frühpensionierungen und Ausnutzen der natürlichen Fluktuation - berichtet, an die Anschaffung neuer CAD-Geräte sei die Auflage geknüpft, Personal abzubauen (A 23), und heißt es, diese Personaleinsparungen seien "übernormal" und gingen über den Produktivitätsgewinn hinaus- mit der Folge, daß die Konstrukteure mehr Arbeit zu bewältigen haben als früher: "Wir versuchen halt, mehr zu machen" (A 7). Es zeigt sich also, daß der oben beschriebene offizielle Ziel- oder Einstellungswandel zu CAD in Richtung auf die Nutzung der Produktivitätsgewinne für Qualitätsverbesserungen nicht die gesamte betriebliche Praxis ergriffen hat. Zumindest in einigen Abteilungen scheint CAD vielmehr trotz der neuen, qualitätsorientierten Marktstrategie und trotz ernüchternder Erfahrungen mit unerwartet bescheidenen Effizienzgewinnen durch CAD nach wie vor als 'klassisches' Rationalisierungsinstrument verstanden zu werden.

Derartige Freisetzen scheinen jedoch in der Regel nicht sehr umfangreich und bisher auf die Minderheit der CAD-anwendenden Firmen beschränkt zu sein. Sie konzentrieren sich zudem bisher auf einfache Technische Zeichner(innen) mit stark formalisierten Tätigkeiten (vgl. z.B. Ebel et al. 1987: 353) und, wie im Fall des Computereinsatzes in der Arbeitsplanung (CAP), auf "randständige", meist weibliche Arbeitskräfte mit Schreib- und Hilfstätigkeiten, während die "eigentlichen" Fachkräfte bis heute verschont geblieben sind (vgl. Manske/Wolf 1987: 352).

In der Mehrheit der dokumentierten Fälle ist das Konstruktionspersonal, wie bereits erwähnt, konstant geblieben, oder haben sich durch CAD sogar leichte Stellenzuwächse ergeben. Soweit es in diesen Fällen Produktivitätsgewinne gegeben hat, sind sie in fiktive Personaleinsparungen geflossen oder, mit anderen Worten, das Konstruktionspersonal erledigt mit CAD ein gesteigertes Aufgabenvolumen für dessen Bearbeitung ohne CAD mehr Personal benötigt worden wäre. Wenn derartige fiktive Einsparungen und das entsprechende 'jobless growth' auch für beschäftigungslose Nachfrager nach Konstruktionsarbeitsplätzen sehr problematisch sein können, so lassen sie doch die Beschäftigungssituation der Arbeitsplatzbesitzer unberührt oder stellen zumindest keine unmittelbare Bedrohung für sie dar, die sie ihrer günstigen Verhandlungsposition beraubte.

Viele Anwenderbetriebe befinden sich noch in einer - mehr oder weniger frühen oder fortgeschrittenen - Phase des Einführungsprozesses von CAD. Dieser Sachverhalt legt die Frage nahe, ob die beobachteten moderaten Beschäftigungseffekte nicht lediglich Übergangsphänomene eines Einführungsstadiums sind, nach dessen Abschluß größere Beschäftigungseinbrüche zu erwarten sind. Ein Blick auf die Hintergründe der beobachteten Beschäftigungseffekte zeigt jedoch eine Vielfalt von verantwortlichen Einflußfaktoren, die nur zum Teil auf das Einführungsstadium beschränkt, zum Teil aber von anhaltender und u.U. zunehmender Bedeutung sind.

Die bescheidenen Beschäftigungseffekte haben zum einen mit den bereits oben angesprochenen technischen und ökonomischen Schranken der Algorithmierung von Konstruktionsprozessen zu tun, die insgesamt einen geringeren Automationsgrad und entsprechend geringere Produktivitätsgewinne in den Konstruktionsabteilungen erlauben, als in manchen Automatisierungsvisionen erwartet wurde.<sup>16</sup>

Spektakuläre Beschäftigungseinbrüche durch CAD sind auch deshalb ausgeblieben - und langfristig unwahrscheinlich -, weil mit der Automatisierung von Standardtätigkeiten Veränderungen von Aufgabenvolumen und -struktur einhergehen, die die Einspareffekte dämpfen und teilweise (über-)kompensieren (vgl. dazu z.B. Ebel et al. 1987: 358f.; Manske/Wolf 1987: 347). Hier sind zum einen Aufgaben und Tätigkeiten zu nennen, die sich auf das CAD-System beziehen und zu seiner Funktionsfähigkeit erforderlich sind, wie z.B. Entwicklung, Anpassung und Wartung der Software, Auswahl, Pflege und Anpassung der Hardware, Anlegen von Datenbanken, Schulung der Anwender etc. Diese Tätigkeiten werden teilweise von CAD-Stäben, teils haupt- oder nebenamtlich von Konstrukteuren und Technischen Zeichnern in den Konstruktionsabteilungen erledigt. Sie bieten den vom Computer teilweise ihrer alten Tätigkeiten beraubten Technischen Zeichnern und Detail-Konstrukteuren neue Aufgabengebiete - und nicht selten gewisse Karrierechancen - und sind für ein gewandeltes Berufsbild der Technischen Zeichner und dafür verantwortlich, daß diese nicht, wie oft erwartet, zu einer aussterbenden Beschäftigtenkategorie werden.

Den Einspareffekten wirkt auch ein erheblicher konstruktiver Mehraufwand und der Trend entgegen, "mehr Aufwand pro Konstruktionsauftrag zu betreiben" (Wingert et al. 1984: 207) als vor CAD. Mehraufwand erfordert heute offenbar schon die Angebotserstellung. Kühn zufolge konnten Firmen zu Ende der 60er Jahre damit rechnen, bei etwa jeder zweiten ausgearbeiteten Angebotskonstruktion einen Auftrag zu bekommen, während Ende der 70er Jahre "nicht selten zehn Angeboten nur ein Auftrag" (Kühn 1980: 90) gegenübersteht. Auch die Ansprüche an die mit einem Auftrag verbundene Dokumentation haben sich - nach Aussage eines

---

<sup>16</sup> Vgl. dazu FKM/VDMA 1988: 109; zu der Anfang der 70er Jahre herrschenden Automatisierungseuphorie im Zusammenhang mit CAD vgl. Kühn 1980: 58f. und Institut für Sozialforschung 1983: 38.



Interviewpartners - in den letzten Jahren erhöht: Zu einem Auftrag gehören heute mehr und bessere Unterlagen, "das Papier wird mehr" (K 86). Mehr Aufwand wird heute auch für eine stärkere Differenzierung der Produkte, d.h. die Konstruktion einer größeren Variantenvielfalt betrieben (vgl. z.B. Muggli/Zinkl 1985: 84; Manske/Wolf 1987: 352). So stattet z.B. der Automobilhersteller A nach Aussage eines Systemingenieurs immer kleinere Autos mit immer mehr Extras aus (A 21), und berichtet ein Konstrukteur, daß zudem immer variantenreichere und kompliziertere Teile verwendet werden (A 24). Schließlich vergrößern auch Bemühungen um die Verbesserung der Konstruktionen das Aufgabenvolumen. So werden z.B. mehr konstruktive Alternativen durchgespielt (A 28), werden die mit CAD gegebenen Möglichkeiten der Simulation extensiv genutzt, und wird das Ausmaß der verarbeiteten, gespeicherten und übertragenen Daten ständig vergrößert (vgl. dazu Ebel et al. 1987: 359).

Der steigende konstruktive Mehraufwand geht auf zwei - zumindest teilweise voneinander abhängige und einander wechselseitig verstärkende oder einander 'hochschaukelnde' - Quellen zurück. Er wird zum einen durch die technischen Kapazitäten des Computers ermöglicht, zum anderen von den - mit den Veränderungen vieler Märkte zu 'Käufermärkten' und den steigenden technischen Möglichkeiten - wachsenden Ansprüchen der Kunden gefordert. Auch bei CAD zeigt sich das in anderen Einsatzbereichen des Computers vertraute Phänomen (vgl. z.B. U. Berger 1984: 137ff.), daß der Computer nicht nur dazu dient, gegebene Aufgaben schneller und präziser zu erledigen, sondern durch seine neuen Potentiale auch in erheblichem Maße neue und zusätzliche Aufgaben 'kreiert' (vgl. ebenso Wingert et al. 1984: 218) und neue Ansprüche schafft. Man dreht sich - in den Worten eines befragten CAD-Beauftragten - also "ständig im Kreis, weil die Forderungen der Kunden durch das verbesserte Angebot immer höher werden" (D 66).

Die erweiterten technischen Möglichkeiten des Computers setzen nicht nur eine derartige Spirale von steigendem Leistungs- und Anspruchsniveau in Gang, sondern werden auch zum Anlaß von Aktivitäten genommen, deren Nutzen zweifelhaft ist. So heißt es z.B., das Gerät verführe die Konstrukteure zu Genauigkeit, wo sie, wie z.B. in der Vorentwicklung, noch nicht nötig sei (A 20). Aus einer schwedischen Untersuchung wird berichtet, wegen des vom System zur Verfügung gestellten großen Informationsangebots verbrächten die Anwender einen größeren Teil ihrer Arbeitszeit als früher mit der Suche nach alten Lösungen für neue Probleme (vgl. Löwstedt 1988: 33). Derartige zweifelhafte Tätigkeitszuwächse sind schließlich auch angesprochen, wenn es heißt, wegen der von immer schnelleren Maschinen erzeugten "wahren Informationsflut" werde man "informationssüchtig" und wolle immer mehr ausprobieren und mehr optimieren (L 87).

Ohne Zweifel werden nach Abschluß der Einführungsphase von CAD stärkere Rationalisierungseffekte durch CAD erzielt werden können, als in der langwierigen und schwierigen Einführungsphase. Ebenso sicher wird ein Teil des zusätzlichen Aufwands, etwa für die Schulung der Anwender oder für die Eingabe der in den Zeichenschränken gespeicherten Daten in das System, sich verringern. Es ist daher wahrscheinlich, daß sich längerfristig die Einspareffekte etwas verstärken und die Wachstumseffekte etwas abschwächen. Ein derartiges Muster zeigt sich - bei insgesamt jedoch relativ schwachen quantitativen Beschäftigungseffekten - in einer Expertenbefragung zum Einsatz verschiedener CIM-Komponenten in Industriebetrieben. Nach Auskunft der befragten Experten entwickeln sich die Entstehung neuer und der Wegfall alter Arbeitsplätze im Zeitverlauf unterschiedlich, überwiegen anfangs die Zuwächse und fallen Arbeitsplätze erst mit beträchtlicher Zeitverzögerung weg (vgl. Nuber et al. 1988: 17f.).<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Zum 'time-lag' bei Personaleinsparungen in der Konstruktion vgl. Wingert et al. 1984: 237f.

Die vergleichsweise engen Schranken der Automatisierung in der Konstruktion und die anhaltende Wirkung eines Großteils der beschriebenen Wachstumsmechanismen sprechen jedoch dafür, daß auch künftig - bei erheblichen fiktiven Einsparungen - technologisch bedingte Beschäftigungseinbrüche in der Konstruktion wenig wahrscheinlich sind. Diese - von vielen Interviewpartnern und Autoren geteilte Einschätzung (vgl. z.B. Manske/Wolf 1987: 352; Wingert et al. 1984: 205f.) - geht häufig mit der Erwartung einher, daß die in der Konstruktion ausbleibenden negativen Beschäftigungseffekte sich künftig in den nachgelagerten Abteilungen einstellen werden. Hier ist zum einen daran zu denken, daß die technischen Potentiale von CAD Aufgaben, die früher in nachgelagerten Abteilungen erledigt wurden, an sich ziehen oder überflüssig machen und damit Stellen in diesen Abteilungen gefährden. So wird z.B. aus einem Maschinenbaubetrieb berichtet, da CAD vollständige Konstruktionen erzwingt, würden gewisse Detaillierungsarbeiten, die früher von Facharbeitern in der Werkstatt erledigt wurden, in die Konstruktionsabteilungen gezogen und entfielen in der Werkstatt (vgl. Martin/Widmer 1988: 23f.). Ein anderes Beispiel für diesen Effekt stellt der Modellbau dar, dessen Aufgaben- und Personalvolumen nach Aussagen mehrerer Interviewpartner aus den beiden Betrieben der Automobilindustrie durch CAD bereits heute und künftig verstärkt reduziert werde.

Größere Personaleinsparungen werden zum anderen von der zunehmenden Kopplung von CAD und CAM und der Integration anderer CIM-Komponenten erwartet. So rechnen z.B. Bednarz und Kollegen mit spektakulären Freisetzungseffekten erst nach der Überwindung von "Insellösungen", "wenn die umfassende Integration der Systeme realisiert wird" (Bednarz et al. 1984: 88). In diesem Zusammenhang wird häufig vermutet, mit CAD/CAM werde es "eine kleine Revolution" (B 45) und einen starken Stellenabbau in der Arbeitsvorbereitung geben. Entgegen solchen - auch bei den befragten Konstrukteuren verbreiteten - Erwartungen "ganz krasser" Personaleinbrüche in den der Konstruktion nachgelagerten Abteilungen der Arbeitsvorbereitung und Fertigung spricht einiges dafür, daß die quantitativen Beschäftigungseffekte der Integration - zumindest in der Arbeitsvorbereitung - keine spektakulären Dimensionen annehmen werden. So rechnen etwa Manske und Wolf - in absehbarer Zeit - nicht mit Beschäftigungseinbrüchen in der Arbeitsvorbereitung (vgl. Manske/Wolf 1987: 352). Sie dämpfen z.B. die verbreitete Erwartung, mit der Integration von CAD und der NC-Programmierung werde der Beruf des NC-Programmierers obsolet, weil dessen Funktion entweder der Konstruktionsabteilung oder - im Rahmen der Werkstattprogrammierung - der Fertigung zugeschlagen werde. Sie fanden in ihrer Untersuchung von CAD und CAP im Maschinenbau auch bei sehr fortgeschrittenen Programmiersystemen, die mit CAD-Systemen und Datenbanken gekoppelt waren, qualifizierte NC-Programmierer. Deren Aufgabe bestand vor allem darin, zu entscheiden, wie die Arbeit an einer bestimmten CNC-Maschine ablaufen bzw. an welcher Maschine eine Arbeit erledigt werden soll. Sowohl Konstrukteure wie Maschinenarbeiter wären mit dieser Funktion überfordert, die Facharbeitererfahrung in der Fertigung und Programmiererfahrung voraussetzt und wegen der häufigen Veränderungen der Programmieretechniken, der CNC-Maschinensteuerung sowie der Produkte und Werkzeuge hohe Anforderungen stellt und ständiges Lernen nötig macht (vgl. Manske/Wolf 1987: 350f.).<sup>18</sup>

Auf eher moderate quantitative Beschäftigungseffekte von CAD/CAM und der "umfassenden Integration der Systeme" (Bednarz et al. 1984: 88) im Rahmen von CIM deutet auch der Sachverhalt hin, daß das Ziel Personaleinsparungen im Rahmen der CIM-Bemühungen eine eher nachgeordnete Rolle - als willkommener Nebeneffekt - spielt, und daß die von CIM zu erwartenden Personalersparnisse von der großen Mehrheit - ca.

---

<sup>18</sup> Zu den praktischen Schranken einer Integration der NC-Programmierung in CAD-Systeme vgl. Konstruktion zwischen Reißbrett und Bildschirm 1988: 14.

75 % - der von Köhl und Kollegen befragten Experten als gering eingeschätzt wird (vgl. Köhl et al. 1988: 9f.).<sup>19</sup>

Das Gros des qualifizierten Konstruktionspersonals erleidet also, so läßt sich aus den skizzierten Befunden folgern, durch CAD - und CIM - keine Degradation. Die betriebliche Position dieser Beschäftigtengruppe kann sich vielmehr durch Kompetenzgewinne gegenüber Arbeitsvorbereitung und Fertigung sogar u.U. verbessern.<sup>20</sup> Die Substitution schematischer Tätigkeiten durch den Computer und die dadurch erzielbaren realen und fiktiven Einsparungen gefährden im wesentlichen die betriebliche Position der ohnehin schwachen oder 'randständigen' - häufig weiblichen - Arbeitskräfte und verschlechtern die Arbeitsmarktposition von einschlägigen arbeitssuchenden Erwerbslosen. Das qualifizierte Konstruktionspersonal, dessen Durchsetzungschancen in der Arbeitszeitfrage unser Interesse gilt, scheint jedoch nicht zu den Verlierern des Computereinsatzes zu gehö

---

<sup>19</sup> Zur Erwartung vergleichsweise geringer quantitativer Beschäftigungseffekte vgl. auch Nuber et al. 1988: 17.

<sup>20</sup> Ein solcher möglicher Kompetenzzuwachs des Konstruktionspersonals ist die Kehrseite eines Kompetenzzuwachses der qualifizierten Produktionsarbeit, den manche Autoren im Zusammenhang mit stark arbeitsteiligen CAD/ CAM-Konzepten befürchten; vgl. dazu z.B. v. Behr/Hirsch-Kreinsen 1987: 20ff.