
Computerunterstützte Produktion in Österreich und Beschäftigungsstruktur bei technischen Angestellten¹

Franz Ofner

Die Forcierung des Einsatzes neuer Technologien und die Tendenz zur Integration computergesteuerter Systeme in der Industrie stellen eine Beschleunigung des bisherigen Automatisierungsprozesses dar. Dementsprechend muß mit einer Verstärkung der Auswirkungen gerechnet werden.

Nach einer Erhebung bei 17 europäischen Anwendern von „Flexiblen Fertigungssystemen“² führt diese computerintegrierte Form der Automation zu Einsparungen in mehreren Dimensionen gleichzeitig: Die Durchlaufzeiten von Aufträgen reduzieren sich um 65 Prozent im Durchschnitt der Angaben, die Anzahl der benötigten Maschinen um 38 Prozent, das Umlaufkapital³ um 42 Prozent und die Anzahl des Bedienungspersonals um 44 Prozent; sieben der 17 Anwender praktizieren regelmäßig eine dritte unbediente Schicht, bei den übrigen Anwendern werden die Anlagen während der Schichtpausen und in einer verlängerten zweiten Schicht ohne Personal betrieben (vgl. Shah 1987). Zusätzlich zu dieser beachtlichen Produktivitätssteigerung verändert sich mit der Automatisierung die Beschäftigungsstruktur durch eine Verlagerung der Arbeit auf produktionsvorbereitende Arbeiten sowie auf Instandhaltung und Reparatur. Schließlich sind auch neue Formen der Organisation erforderlich, wenn die betriebswirtschaftlichen Vorteile flexibler Automation voll genutzt werden sollen. Wegen der hohen Investitionsaufwendungen gibt es eine Tendenz in Richtung einer Ausdehnung der Betriebszeit der Systeme, was die Zunahme von Schichtarbeit oder eine Flexibilisierung der Arbeitszeit zur Folge hat. „Gruppentechnologie“⁴ und „Just-in-time-Produktion“⁵ verändern

Arbeitsteilung und Qualifikationsanforderungen. Automatische Betriebsdatenerfassung – und damit die Möglichkeit zur permanenten Überwachung der Arbeitenden – gewinnt an Bedeutung, da die besten computersimulierten Produktionssteuerungssysteme ohne konkrete Daten über die betrieblichen Abläufe nutzlos sind.

Im folgenden wird über eine Untersuchung⁶ berichtet, in der versucht wurde, einige Aspekte der Anwendung computergesteuerter Technologien und ihrer Auswirkungen auf die Beschäftigten zu erfassen. Im Mittelpunkt stehen Fragen der Verbreitung solcher Systeme in Österreichs Industrie, Tendenzen zur computerintegrierten Fertigung, Einflüsse erhöhter Produktionsanforderungen aufgrund einer innovativen Produktpolitik auf die Computeranwendung sowie Veränderungen der Beschäftigungsstruktur und von Arbeitszeitformen in den Bereichen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung.

1. Verbreitung computergesteuerter Technologien und Computerintegration in der Industrie

Für die empirische Untersuchung wurden die drei Industriezweige Maschinen- und Stahlbau, Elektrotechnik und Eisen- und Metallwarenherzeugung wegen ihrer Relevanz für die Anwendung der erwähnten neuen Systeme ausgewählt. Knapp 1300 Betriebe wurden auf Grundlage der Branchenverzeichnisse der entsprechenden Fachverbände angeschrieben (die Einbeziehung des Fahrzeugbaus scheiterte daran, daß zum Zeitpunkt der Erhebung noch kein Branchenverzeichnis vorlag), 408 Betriebe schickten, zumindest größtenteils ausgefüllte und verwertbare, Fragebögen zurück (Rücklaufquote von 31,5 Prozent). Die Erhebung wurde im Sommer 1987 durchgeführt. In der Stichprobe ist eine deutliche Abweichung der Betriebsgrößenstruktur (nach der Beschäftigtenzahl) von der Grundgesamtheit festzustellen, nicht jedoch in der Aufteilung nach den drei Industriezweigen. Größere Betriebe haben sich stärker an der Befragung beteiligt als kleinere. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse über die Verbreitung wurden um die abweichende Größenstruktur bereinigt.

In die Erhebung wurden folgende Systeme einbezogen:

- Computergesteuerte Maschinen (CNC-Maschinen),
- Flexible Fertigungszellen und Fertigungssysteme (FFZ und FFS),
- Industrieroboter (IR),
- Computer Aided Design (CAD),
- EDV in der Arbeitsvorbereitung und
- Computerunterstützte Textverarbeitung.

Ferner wurde nach konkreten Plänen (nicht bloß vagen Absichten) für den Aufbau einer umfassenden computerintegrierten Fertigung (CIM) gefragt.

Die Verbreitung dieser Systeme im Jahr 1987 bzw. entsprechend den Anschaffungsplänen der Betriebe bis zum Jahr 1990 kann, gegliedert nach den drei untersuchten Industriezweigen und nach fünf Beschäfti-

gungsgrößenklassen, den Tabellen 1 bis 4 entnommen werden. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

(1) Die Elektrotechnik liegt bei allen Systemen an der Spitze, gemessen am Anteil der anwendenden Betriebe. Eine Ausnahme stellt die Verbreitung von CNC-Maschinen dar, aber auch hier wird die Elektrotechnik den Maschinen- und Stahlbau bereits im Jahr 1990 überholt haben. Den geringsten Anteil an Anwendern bei allen Technologien hat die Eisen- und Metallwarenerzeugung, insbesondere beim Einsatz Flexibler Fertigungszellen und bei CAD-Systemen; aber auch beim Einsatz von CNC-Maschinen und computerunterstützter Textverarbeitung ist dieser Industriezweig im Rückstand.

(2) Mit Ausnahme der Anwendung von Textverarbeitungssystemen, die allerdings für den Aufbau computerintegrierter Produktionssysteme von untergeordneter Bedeutung sind, konzentriert sich der Einsatz der neuen Technologien auf größere Betriebe. Bei CNC-Maschinen und beim EDV-Einsatz in der Arbeitsvorbereitung ist der Unterschied weniger kraß – immerhin setzt über ein Drittel der Betriebe mit 20 bis 99 Beschäftigten solche Systeme ein –, bei Flexiblen Fertigungszellen, Industrierobotern und CAD-Systemen jedoch ist der Verbreitungsgrad bei Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten unter 10 Prozent; die größeren Betriebe mit mehr als 500 Beschäftigten setzen sich noch einmal sehr deutlich von den Betrieben mit 100 bis 499 Beschäftigten ab.

(3) Nach den Anschaffungsplänen der Betriebe ist bis 1990 ein kräftiger Zuwachs bei allen Systemen zu erwarten, insbesondere bei Flexiblen Fertigungssystemen, Industrierobotern und CAD-Systemen mit jährlichen Zuwachsraten von jeweils etwa 33 Prozent. Bei CNC-Maschinen und der EDV-Unterstützung in der Arbeitsvorbereitung liegen die Zuwachsraten mit ca. 17 Prozent nur halb so hoch; diese Systeme haben bereits eine relativ weite Verbreitung. An der Rangreihe der Industriezweige bezüglich des Technikeinsatzes ändert sich gemäß den Anschaffungsplänen nichts. Hinsichtlich der Größenstruktur zeigt sich allerdings, daß die Betriebe mit 20 bis 99 Beschäftigten sehr kräftig in die Anschaffung computergesteuerter Technologien investieren dürften und den Abstand zu den größeren Betrieben merklich verringern.

(4) Die Ergebnisse der Erhebung zeigen, in welchem Ausmaß die für den Aufbau von computerintegrierten Fertigungssystemen erforderlichen Elemente bereits in den Betrieben vorhanden sind bzw. in den kommenden Jahren verbreitet werden. Entsprechende Pläne für eine Computerintegration sind in einer bedeutenden Zahl von Betrieben schon vorhanden. Auch dabei sind die Elektrotechnik und – erwartungsgemäß – die größeren Betriebe führend. Insgesamt beschäftigen sich etwa 18 Prozent der Betriebe konkret mit solchen Plänen (in der Elektrotechnik 28,6 Prozent, im Maschinen- und Stahlbau 16,7 Prozent und in der Eisen- und Metallwarenerzeugung 14,3 Prozent). Von den Großbetrieben mit 500 und mehr Beschäftigten geben 59 Prozent CIM-Pläne an, aber auch in den kleineren Betrieben sind solche Pläne in

einem bemerkenswerten Ausmaß vorhanden: In der Größenklasse 20 bis 49 Beschäftigte sind es 15 Prozent, in der Kategorie 50 bis 99 Beschäftigte 27 und bei Betrieben mit 100 bis 499 Beschäftigten 45 Prozent.

2. Tendenzen der Automatisierung und ökonomische Bedingungen der Verbreitung computergesteuerter Technologien

Während in der Vergangenheit die technische Entwicklung darauf ausgerichtet war, einzelne Bereiche in Produktion und Verwaltung zu automatisieren bzw. rechnerunterstützt abzuwickeln, geht nun die Entwicklung im industriellen Bereich in Richtung einer informations-technischen Integration. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Gesamtrationalisierungseffekte von „Automatisierungsiseln“, so sehr sie in sich produktivitätssteigernd sein mögen, relativ gering sind, da in vor- und nachgelagerten Bereichen ein erhöhter Arbeitsaufwand für die Erfassung, Speicherung und Weiterverarbeitung der Daten entsteht, die Kontinuität des Datenflusses mehrmals unterbrochen wird und die Informationen durch Zeitverzögerung an Aktualität verlieren (vgl. Warnecke 1984, S. 145). Die Lösung dieser Probleme wird darin gesehen, daß alle Stellen eines Betriebs ihre Leistungen in EDV-mäßiger Form erbringen und miteinander verbunden werden, sodaß von jeder Stelle des Systems aus auf Informationen anderer Bereiche zurückgegriffen und neue Informationen hinzugefügt werden können. Der Fachliteratur zufolge (vgl. z. B. Hoß u. a. 1983; Eigner 1984; Warnecke 1984; Fleissner u. a. 1985; Brödner 1986; Behr/Hirsch-Kreinsen 1987; Shah 1987) ist das Ziel die informationstechnische Erfassung aller Betriebsbereiche, die modellhafte Abbildung ihrer Zusammenhänge, ihre Verknüpfung auf der Ebene des Informations- und Materialflusses sowie eine weitgehende Computersteuerung von Fertigung und Montage. Dieses Fernziel bzw. diese Vision – von Brödner „technozentrischer Entwicklungspfad“ genannt – wird von Technikern als Computer-Integrated-Manufacturing (CIM) bezeichnet.

Die einzelnen Elemente für ein solches integriertes Fabrikssystem wurden in den vergangenen Jahrzehnten nach und nach geschaffen: CNC-Maschinen, Bearbeitungszentren, Industrieroboter, Flexible Fertigungssysteme, CAD, CAP, Produktionssteuerungs- und -planungssysteme. Dem CAD-Einsatz in der Konstruktion kommt im Integrationsprozeß eine zentrale Bedeutung zu. Der Grund hierfür liegt darin, daß in der Konstruktion die Produktdaten (Funktionen, Form, Teile, Abmessungen, Materialien) festgelegt werden, die für den gesamten nachfolgenden Produktionsprozeß bestimmend sind und auf die alle übrigen am Herstellungsprozeß beteiligten betrieblichen Funktionsbereiche zurückgreifen müssen. Die in der Konstruktion erstellten rechnerinternen Produktmodelle bilden daher das „Rückgrat“ (Eigner 1984, S. 160) der betrieblichen Integration von Teilsystemen. Die unmittelbar auf die Konstruktion nachfolgende Arbeitsinstanz ist die Arbeitsvorbereitung,

in der die technischen und organisatorischen Arbeitspläne (Arbeitsvorgänge, Material-, Maschinen- und Werkzeugauswahl, NC-Programmierung, Bearbeitungszeiten) erzeugt werden. Mittels sogenannter CAD/CAM-Kopplungen soll die Arbeitsvorbereitung direkt, d. h. ohne nochmalige Eingabe, auf die Konstruktionsdaten zugreifen können.

Der ökonomische Hintergrund, vor dem sich der forcierte Einsatz der neuen Technologien und ihre Integration abspielen, sind einschneidende Veränderungen auf den Absatzmärkten, aus denen neue Wettbewerbsstrategien und neue Anforderungen an die Produktion entstehen (vgl. z. B. Benz-Overhage u. a. 1982, S. 29; Brödner 1986, S. 59–60; Semmelroggen 1987, S. 11; Streeck 1987, S. 317–319). Aufgrund von Stagnationstendenzen bei der Nachfrage bzw. von abnehmenden Wachstumsraten einerseits und des Auftretens von zusätzlichen Anbietern andererseits (Japan, Schwellenländer) kommt es zu einer Verschärfung des Wettbewerbs. Dieser Verschärfung des Wettbewerbs versuchen die Unternehmen nicht nur auf dem traditionellen Weg der Kostenreduktion (restriktive Lohnpolitik, Verlagerung der Produktion in Billiglohnländer, Firmenzusammenschlüsse, organisatorische und technische Rationalisierung) zu begegnen. Eine weitere Möglichkeit der Reaktion liegt in der Verfolgung einer neuen Produktpolitik. Auf vielen Märkten, insbesondere für technische Konsumgüter, die sich deutlich der Sättigungsgrenze nähern, läßt sich eine Zunahme der Typen- und Variantenvielfalt und eine Beschleunigung der Innovationszyklen durch die Einführung (angeblich oder tatsächlich) neuer Produkte beobachten. Damit wird versucht, Bedürfnisse und Nachfrage bei Gütern, die sich der Sättigungsgrenze nähern, zu stimulieren oder zumindest Marktanteile zu gewinnen.

Durch einen solchen Innovationswettbewerb werden die Anforderungen an den Produktionsprozeß – gegenüber einer standardisierten Massenproduktion – wesentlich verändert. Forschung und Entwicklung sowie Konstruktionsarbeit nehmen quantitativ zu und müssen beschleunigt abgewickelt werden; im Fertigungsbereich ist ein größeres Teilespektrum in kleineren Losgrößen zu erzeugen, wodurch die Häufigkeit von Auftragswechsel und Maschinenumstellung zunimmt. Die Verhältnisse nähern sich also denen in der Investitionsgüterindustrie an, wo traditionell Klein- und Mittelserienproduktion dominieren.

Die genannten Anforderungen bedeuten eine Zunahme des Arbeitsaufwandes und eine Kostenerhöhung. Wegen der Verschärfung des Wettbewerbs löst dies Aktivitäten zu einer Rationalisierung vor allem in jenen Bereichen aus, deren Aufwand aufgrund der neuen Produktpolitik überproportional steigt. Die Computertechnologien und ihre Integration bieten eine Möglichkeit hierfür. Während der traditionelle Weg der Automatisierung durch das Hintereinanderschalten von Spezialmaschinen ein starres, nur für Massenproduktion geeignetes System darstellte (vgl. Staudt 1981, S. 16–19), vereinigen computergesteuerte Fertigungstechnologien einen hohen Grad an Automation und Flexibilität im Sinne einer raschen und billigen Umstellbarkeit auf ein neues Teilespektrum. CAD-Systeme ermöglichen eine Beschleunigung des

Konstruktionsprozesses durch eine Normierung der verwendeten Elemente, eine Formalisierung der Prozeduren, die Wiederverwendung und Variation bereits vorhandener Pläne, die Automatisierung geometrischer Darstellungsoperationen und der Zeichnungserstellung sowie durch die einfache Durchführung von Korrekturen. Ähnliches gilt, wenn auch hier die Computerunterstützung noch nicht so weit fortgeschritten ist, für die Erzeugung von Arbeitsplänen.

Über die veränderten Anforderungen an die Produktion von technischen Konsumgütern hat die neue Produktpolitik Auswirkungen auf den Investitionsgütersektor. Die unausgelasteten Kapazitäten im Konsumgütersektor schlagen nicht voll auf die Nachfrage nach Investitionsgütern durch, sondern es werden Rationalisierungsinvestitionen zwecks Anschaffung von computergesteuerten Technologien durchgeführt. Für den Investitionsgütersektor bedeutet dies eine Umstellung des Produktionsprogramms, eine noch stärkere Orientierung des Angebots auf problem- und anwendungsspezifische Lösungen mit einer Zunahme des Anteils an Einzelanfertigungen sowie erhöhte Anforderungen an Entwicklung, Konstruktion und Fertigung. Aufgrund ihrer Flexibilität ist es möglich, computergesteuerte Technologien auch in der Investitionsgüterindustrie selbst einzusetzen, die auf diese Weise in verstärktem Ausmaß für technische Rationalisierungsmaßnahmen zugänglich wird, gegen die sie sich bisher wegen der in ihr vorherrschenden Einzel- und Kleinserienfertigung gesperrt hatte.

Neben dem bloßen Aufzeigen der Verbreitung computergesteuerter Technologien wurde in einer Analyse versucht, anhand der erhobenen Daten die Hypothese über einen Zusammenhang des forcierten Computereinsatzes in Fertigung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung mit erhöhten betrieblichen Produktionsanforderungen aufgrund einer Verschärfung der Wettbewerbsbedingungen und einer innovativeren Produktpolitik zu testen. Das Modell über die vermuteten Beziehungen von Variablen ist in Abbildung 1 dargestellt; es soll im folgenden zusammen mit den Ergebnissen kurz erläutert werden.

2.1. Wachstums- und Exportorientiertheit

Ausgangspunkt der Überlegungen ist das Verhalten der Betriebe auf den Absatzmärkten. Dieses Verhalten wird im Modell durch die Variablen „Wachstum der realen Produktion“ (im Zeitraum 1976 bis 1986) und „Exportquote“ (Anteil des Exports am Umsatz im Jahr 1986) erfaßt. Es ist anzunehmen, daß wachstums- und exportorientierte Betriebe einem stärkeren Wettbewerb ausgesetzt sind und aus diesem Grund eher eine innovative Produktpolitik betreiben sowie computerunterstützte Verfahren einsetzen. Umgekehrt müßten der tatsächliche Einsatz solcher Verfahren und ein innovativeres Verhalten im Durchschnitt zu einem höheren Wachstum der Produktion bzw. zu einem überdurchschnittlichen Exporterfolg führen. Erfolg bei Wachstum und Export einerseits sowie Innovationswettbewerb und Einsatz neuer

Technologien andererseits müßten demnach in einem wechselseitigen Zusammenhang stehen.

Zur Überprüfung dieser These werden durch eine Kombination der beiden Variablen „Reales Produktwachstum“ und „Exportquote“ drei Gruppen von Betrieben gebildet, und zwar solche,

- a) die sowohl beim Produktionswachstum als auch bei der Exportquote unterdurchschnittliche Werte (gemessen am Median der beiden Variablen) aufweisen (im folgenden kurz „weder wachstums- noch exportorientiert“ genannt);
- b) die entweder beim Produktionswachstum oder bei der Exportquote überdurchschnittlich hohe Werte haben („wachstums- oder exportorientiert“);
- c) die in beiden Variablen über dem Medianwert liegen („wachstums- und exportorientiert“).

Die Auswertung ergibt bei den wachstums- und exportorientierten Betrieben einen deutlich höheren Anteil an Anwendern von computer-gesteuerten Fertigungstechnologien, d. h. daß zumindest eine von den drei Technologien CNC-Maschinen, Flexible Fertigungszellen oder Industrieroboter eingesetzt wird (vgl. Tab. 5). Während von den weder wachstums- noch exportorientierten Betrieben nur 22,5 Prozent neue Fertigungstechnologien im Jahr 1987 eingesetzt hatten, sind es bei den wachstums- und exportorientierten Betrieben 66,7 Prozent. Dieser Unterschied um den Faktor 3 bleibt auch für das Jahr 1990 erhalten, wenn man die Anschaffungspläne der Betriebe als Kriterium heranzieht: Die entsprechenden Anteile lauten für dieses Jahr 27,0 und 81,0 Prozent. Noch höhere Differenzen ergeben sich hinsichtlich des Vorhandenseins eines konkreten Plans, ein CIM-System aufzubauen. Betriebe, die weder wachstums- noch exportorientiert sind, planen zu 11,2 Prozent die Einführung solcher Systeme; Betriebe, die wachstums- oder exportorientiert sind, zu 34,9 Prozent; bei Betrieben, die sowohl wachstums- als auch exportorientiert sind, beträgt der Anteil 50,0 Prozent, er macht also das 4,5fache des Anteils innerhalb der ersten Gruppe aus.

2.2. Bedingungen des CAD-Einsatzes

Die Motive des CAD-Einsatzes sind, wie bereits dargelegt, nicht einfach auf Rationalisierungsbestrebungen in der Konstruktion schlechthin zurückzuführen, sondern stehen in Zusammenhang mit einer neuen Produktpolitik im Rahmen eines forcierten Innovations-wettbewerbs. Eine solche Produktpolitik findet in höheren F-&-E-Aktivitäten und dementsprechend in einer höheren Konstruktionsintensität ihren Niederschlag. Als Indikatoren werden F-&-E-Quote (Anteil der F-&-E-Ausgaben am Umsatz) und Kostenanteil der Konstruktion an den Gesamtkosten herangezogen. Zu vermuten ist folgende Kette von Zusammenhängen: Betriebe mit überdurchschnittlichem Erfolg beim Produktionswachstum und beim Export sind innova-

tiver bei der Produktentwicklung, was sich in einem höheren Anteil der F-&-E-Ausgaben am Umsatz ausdrückt; diese größere Innovationsfreudigkeit verursacht einen vermehrten Arbeitsanfall und erhöhte Kosten in der Konstruktion; die erhöhten Anforderungen in der Konstruktion wiederum begünstigen den CAD-Einsatz, um die Arbeit zu beschleunigen und die Kosten zu begrenzen.

Relativ unabhängig von diesen Zusammenhängen kann es zwei weitere Faktoren geben, die eine CAD-Anwendung begünstigen. Das Vorhandensein einer Angebotskonstruktion, wie das häufig im Anlagen- und Maschinenbau der Fall ist, wo es einen relativ hohen Anteil von Einzelanfertigungen gibt und Sonderwünsche von Kunden berücksichtigt werden müssen, erhöht ebenfalls die Konstruktionsintensität von Betrieben. In einer Situation verschärften Wettbewerbs ist es jedoch wichtig, über eine rasch und genau arbeitende Angebotskonstruktion zu verfügen. Der zweite Faktor besteht in einem großen Anteil von Standardkonstruktion, worunter Änderungs- und Variantenkonstruktionen von bereits vorhandenen Entwürfen zu verstehen sind. Aufgrund der Möglichkeit, in solchen Fällen in einem hohen Grad normierte oder nur leicht variierende Teile bei der Konstruktion zu verwenden, wird die Anwendung von CAD-Systemen erheblich erleichtert. Mit der Zunahme der Typen- und Variantenvielfalt im Produktionsprogramm nimmt der Umfang von Standardkonstruktionen zu.

Alle Vermutungen über die erwähnten Zusammenhänge können mit den erhobenen Daten bestätigt werden. Die F-&-E-Intensität hängt eng mit der Wachstums- und Exportorientiertheit der Betriebe zusammen (vgl. Tab. 6): Bei Betrieben, die weder wachstums- noch exportorientiert sind, beträgt die F-&-E-Quote 1,0 Prozent im Durchschnitt, bei Betrieben, die sowohl export- als auch wachstumsorientiert sind, 3,4 Prozent. Die F-&-E-Intensität schlägt sich in der Höhe der Konstruktionskosten nieder (vgl. Tab. 7): Betriebe mit einer unterdurchschnittlichen F-&-E-Quote haben einen deutlich niedrigeren Konstruktionskostenanteil (2,6 Prozent der Gesamtkosten) als Betriebe mit einer überdurchschnittlich hohen F-&-E-Quote (Konstruktionskostenanteil von 5,7 Prozent). Die Höhe des Konstruktionskostenanteils wiederum hängt auf sehr eindeutige Weise mit dem Einsatz von CAD-Systemen zusammen (vgl. Tab. 8): Während von 142 Betrieben mit einem unterdurchschnittlichen Konstruktionskostenanteil (gemessen am Median von 2,0 Prozent) bloß drei Betriebe (2,1 Prozent) CAD-Anwender sind, haben von den 130 Betrieben mit einem überdurchschnittlich hohen Konstruktionsanteil 37 (28,5 Prozent) CAD installiert.

2.3. Bedingungen des EDV-Einsatzes in der Arbeitsvorbereitung

Es ist zu erwarten, daß der EDV-Einsatz in der Arbeitsvorbereitung (für Verwaltung, Abänderung oder Neuerstellung von Arbeitsplänen bzw. für die Auflösung von Stücklisten) mit dem Umfang der Aufgaben und der Geschwindigkeit, mit der sie zu erledigen sind, zunimmt.

Beides ist bei einer Forcierung des Innovationswettbewerbs der Fall, da mit der Zunahme von Typen, Varianten und neuen Produkten das Arbeitsvolumen auch in der Arbeitsvorbereitung steigt.

Die Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung werden im vorliegenden Modell durch deren Kostenanteil gemessen. Da das Arbeitsvolumen der Arbeitsvorbereitung in hohem Ausmaß von der Konstruktion als der vorgeordneten Stelle abhängt, die die Fertigungs- und Montageunterlagen an sie zwecks Komplettierung mit Arbeitsplänen weitergibt, ist zu vermuten, daß auch der Kostenanteil der Arbeitsvorbereitung mit jenem der Konstruktion positiv korreliert. Ferner kann davon ausgegangen werden, daß die Anwendung von computergesteuerten Technologien in der Fertigung die Aufgaben in der Arbeitsvorbereitung vermehrt, da hier in vielen Fällen die Programmierung dieser Technologien erfolgt. Dabei wird in zunehmendem Ausmaß auf EDV-Unterstützung (maschinelles Programmieren und Simulation des Fertigstellungsvorgangs am Bildschirm) zurückgegriffen.

Beide Hypothesen werden bei der Auswertung der erhobenen Daten unterstützt. Deutlich kommt die Abhängigkeit des EDV-Einsatzes in der Arbeitsvorbereitung von dessen Anteil an den Gesamtkosten zum Ausdruck (vgl. Tab. 9), wenn auch der Zusammenhang nicht so eng ist wie zwischen Konstruktionskostenanteil und CAD-Anwendung. Dies dürfte daran liegen, daß in der empirischen Erhebung der Begriff des EDV-Einsatzes in der Arbeitsvorbereitung ziemlich weit gefaßt und nicht auf die Erstellung und Modifikation von Arbeitsplänen eingeschränkt wurde; er beinhaltete auch die Verwaltung von Arbeitsplänen und die Bearbeitung von Stücklisten. Dadurch ergab sich ein relativ hoher Verbreitungsgrad und ein Verschwimmen der Unterschiede betriebspezifischer Strukturmerkmale. Wie Tabelle 9 zeigt, setzen Betriebe mit einem Kostenanteil der Arbeitsvorbereitung unterhalb des Medians (1,5 Prozent) zu knapp einem Drittel EDV ein, bei den Betrieben mit einem überdurchschnittlich hohen Kostenanteil ist es mehr als die Hälfte (55,6 Prozent).

Insgesamt ergibt sich somit aus der durchgeführten empirischen Untersuchung eine eindeutige Unterstützung der eingangs dargestellten These, daß aufgrund einer Verschärfung des Wettbewerbs auf den internationalen Absatzmärkten und aufgrund einer neuen Produktpolitik der Einsatz computergesteuerter Technologien in Fertigung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung forciert und Integrationstendenzen in der Computeranwendung gefördert werden.

3. Veränderungen von Beschäftigungsstruktur und Arbeitszeit in der Konstruktion

In den drei untersuchten Industriezweigen arbeiten etwa 8.500 Personen oder 4,4 Prozent der Beschäftigten im Konstruktionsbereich. Der Maschinen- und Stahlbau hat mit 6,5 Prozent der Beschäftigten den größten Anteil, gefolgt von der Elektrotechnik mit 3,3 und der Eisen-

und Metallwarenerzeugung mit 2,9 Prozent. Diese Zahlen beschreiben die Größe der Beschäftigtengruppe, die potentiell durch die Einführung von CAD-Systemen in den drei Industriezweigen direkt betroffen ist.

Veränderungen für diese Beschäftigtengruppe sind zum einen aufgrund der Produktivitätssteigerung zu erwarten. Da CAD-Systeme für die verschiedenen Aufgabenbereiche in der Konstruktion (Entwicklung, Entwurf, technische Berechnungen, Detailkonstruktion, Zeichnungserstellung, Stücklistenerstellung) unterschiedlich gute und weitreichende Unterstützungsmöglichkeiten bieten, wird sich die Produktivitätssteigerung auf die verschiedenen Beschäftigtengruppen unterschiedlich stark auswirken, so daß sich Verschiebungen in der Beschäftigungsstruktur nach Tätigkeit und Ausbildung ergeben können. Zu erwarten ist, daß die Tätigkeit des Technischen Zeichners in einem größeren Ausmaß durch die CAD-Anwendung ersetzt wird als die von Konstrukteuren. Eine solche Entwicklung wird möglicherweise zusätzlich durch eine Veränderung der Arbeitsteilung verstärkt; da nämlich die Tätigkeit des Konstruierens bei einer CAD-Anwendung eher erhalten bleibt, ist es naheliegend, daß (Detail-)Konstrukteure verbleibende Reste der Tätigkeiten von Technischen Zeichnern übernehmen. Da zu erwarten ist, daß eine Arbeitsteilung zwischen der Tätigkeit des konstruktiven Entwerfens und der Detailkonstruktion erhalten bleibt, werden die Entwicklungsmöglichkeiten für Technische Zeichner davon abhängen, ob sie sich als Detailkonstrukteure qualifizieren können; dies ist aber nur dann der Fall, wenn ihre Ausbildung insbesondere in theoretischer Hinsicht verbessert wird.

Von den Arbeitsbedingungen, die sich durch einen CAD-Einsatz verändern, wurde bei der Untersuchung die Frage der Arbeitszeit herausgegriffen. Wegen der Höhe der Investitionsausgaben für CAD-Systeme – der Konstruktionsbereich war bisher ein Bereich ohne wesentliche Kapitalausstattung – ist eine Tendenz zu einer Erhöhung der Nutzungszeiten durch die Einführung von Schichtarbeit, eine Erhöhung der Überstundenleistungen oder durch eine Flexibilisierung der Arbeitszeit zu erwarten.

Im folgenden soll eine Überprüfung der vorgebrachten Thesen anhand des empirischen Materials erfolgen. 69 Betriebe haben (mehr oder weniger vollständig) genauere Auskünfte über die näheren Umstände ihres CAD-Einsatzes gegeben.

3.1. Beschäftigungsstruktur nach Tätigkeiten und Ausbildung

In der empirischen Erhebung wurde keine Unterscheidung zwischen Entwurfskonstrukteuren und Detailkonstrukteuren gemacht; beide Beschäftigtenkategorien wurden zu einer zusammengefaßt und der Gruppe der Technischen Zeichner gegenübergestellt, da diese als die zunächst am stärksten Betroffenen anzusehen sind. Die Gruppe der Konstrukteure hat mit 55,4 Prozent den größten Anteil an den in der Konstruktion Beschäftigten; die zweitgrößte Gruppe sind die Techni-

schen Zeichner mit 21,0 Prozent. Leitende Funktionen werden von 13,8 Prozent ausgeübt; als sonstiges Personal (vor allem für Hilfstätigkeiten) werden 7,0 Prozent ausgewiesen. Das EDV-Personal, das als Programmierer, Operatoren etc. mit der CAD-Anwendung neu in den Konstruktionsbereich Einzug hält, wird mit 2,8 Prozent angegeben.

Nach der Ausbildungsstruktur betrachtet (vgl. Tab. 10), stellen HTL-Ingenieure mit einem Anteil von 48,3 Prozent an den Konstruktionsbeschäftigten die größte Gruppe dar. Relativ gering ist hingegen der Anteil von Diplomingenieuren mit 6,0 Prozent. Die Anteile von Fachschulabsolventen und Lehrausbildungsabsolventen sind mit rund je einem Fünftel gleich groß (19,5 bzw. 19,8 Prozent). Der Anteil von Personen mit sonstiger Ausbildung (Pflichtschule, Anlernkurse) beträgt im Durchschnitt 6,4 Prozent pro Betrieb. Größere und kleinere Betriebe (als Unterscheidungsgrenze wurde eine Beschäftigtenzahl von 250 angenommen) unterscheiden sich in der Beschäftigungsstruktur voneinander: In größeren Betrieben werden anteilmäßig mehr Lehrabschlußabsolventen und Personen mit sonstiger Ausbildung und weniger HTL-Ingenieure und Fachschulabsolventen eingesetzt.

Betrachtet man die Zuordnung zwischen den drei Ausbildungsstufen, HTL, Fachschule und Lehrausbildung einerseits und den beiden wichtigsten Tätigkeiten, Konstruieren und technisches Zeichnen, andererseits (vgl. Tab. 11), so zeigt sich folgende Struktur:

- HTL-Ingenieure werden fast zur Gänze zum Konstruieren eingesetzt,
- Fachschulabsolventen zu zwei Dritteln zum Konstruieren und zu einem Drittel zum technischen Zeichnen,
- bei Lehrausbildungsabsolventen sind die Proportionen umgekehrt, nämlich zwei Drittel technisches Zeichnen und ein Drittel Konstruieren.

Die Konstruktionsabteilungen können also als Domäne der HTL-Ingenieure angesehen werden, und zwar sowohl in quantitativer Hinsicht als auch hinsichtlich ihrer inhaltlichen Bedeutung als Konstrukteure. Fachschulabsolventen nehmen eine echte Zwischenstellung zwischen HTL-Ingenieuren und Lehrausbildungsabsolventen ein, deren Tätigkeitsschwerpunkte bei untergeordneten Ausführungsarbeiten liegen, während Fachschulabsolventen – wahrscheinlich wegen ihrer besseren theoretischen Ausbildung – in die Konstruktionsarbeit einbezogen sind.

3.2. Veränderung der Beschäftigungsstruktur durch den CAD-Einsatz

Die Veränderung der Beschäftigungsstruktur in den Konstruktionsabteilungen wird im folgenden an zwei Vorgängen im Zusammenhang mit der CAD-Anwendung gemessen: Erstens an der Besetzung der CAD-spezifischen Arbeitsplätze mit bestimmten Qualifikationsgruppen und zweitens an der unterschiedlich starken Einsparung bestimmter Beschäftigungsgruppen durch den CAD-Einsatz.

Hinsichtlich des ersten Punktes sehen die Ergebnisse folgendermaßen aus (vgl. Tab. 12):

- Konstrukteure werden in einem stärkeren Ausmaß an CAD-Arbeitsstationen eingesetzt als Technische Zeichner; von den Konstrukteuren arbeiten 67 Prozent, von den Technischen Zeichnern 52 Prozent an CAD-Arbeitsstationen;
- der Anteil des Einsatzes auf CAD-Arbeitsstationen nimmt mit der Ausbildungshöhe zu – wenn man von den Diplomingenieuren absieht, die vor allem in leitenden Funktionen tätig sind; von den HTL-Ingenieuren arbeiten 50, von den Fachschulabsolventen 38, von den Lehrausbildungsabsolventen 32 und von den Personen mit sonstiger Ausbildung drei Prozent auf CAD-Arbeitsstationen;
- beim EDV-Personal der Konstruktionsabteilungen stellen die HTL-Ingenieure mit 58 Prozent ebenfalls den größten Anteil, gefolgt von den Diplomingenieuren mit 22 Prozent, während Fachschul- und Lehrausbildungsabsolventen nur einen Anteil von je 10 Prozent aufweisen.

Die Produktivitätssteigerung durch den Einsatz von CAD wurde in der Erhebung durch die Frage zu ermitteln versucht, wieviele Personen mehr benötigt werden würden, um dieselbe Arbeitsmenge ohne CAD zu bewältigen („hypothetisch Freigesetzte“). Nach dieser Methode gemessen, ergibt sich eine Produktivitätssteigerung bei CAD von 35,3 Prozent als Durchschnittswert von 50 Betrieben. Pro CAD-Arbeitsstation ergibt sich eine Einsparung von 2 Beschäftigten.

Der hypothetische Personaleinsparungseffekt ist bei Konstrukteuren und Technischen Zeichnern unterschiedlich groß. Während die Betriebe bei Konstrukteuren eine hypothetische Einsparung von 29,0 Prozent angeben, beträgt sie bei Technischen Zeichnern 54,6 Prozent.

Zusammenfassend können somit folgende Beschäftigungseffekte innerhalb von Konstruktionsabteilungen festgestellt werden:

- Die Produktivitätssteigerung bei CAD-Anwendung – und damit der Personaleinsparungseffekt bei konstantem Konstruktionsvolumen – liegt bei 35 Prozent;
- die Personaleinsparung ist bei Technischen Zeichnern mit 55 Prozent größer als bei (Detail-)Konstrukteuren mit 29 Prozent;
- Konstrukteure werden in einem höheren Ausmaß als Technische Zeichner (67 gegenüber 52 Prozent), und HTL-Ingenieure (50 Prozent) mehr als Fachschulabsolventen (38 Prozent) und Lehrausbildungsabsolventen (31 Prozent) an CAD-Stationen eingesetzt.
- HTL-Ingenieure dominieren beim EDV-Personal.

Insgesamt zeichnet sich somit eine deutliche Veränderung der Beschäftigungsstruktur in Konstruktionsabteilungen im Zuge der CAD-Anwendung ab – zugunsten von HTL-Ingenieuren und zu Lasten von Beschäftigten mit einer Lehrlingsausbildung oder – in Tätigkeitskategorien ausgedrückt – zugunsten von Konstrukteuren und zu Lasten von Technischen Zeichnern. Fachschulabsolventen dürften aufgrund ihres stärkeren Einsatzes als Konstrukteure und auf CAD-Arbeitsstationen

nen bessere Zukunftsaussichten in Konstruktionsabteilungen als Lehrausbildungsabsolventen haben.

3.3. Veränderungen der Arbeitszeit

Nur in einem der 69 erfaßten Betriebe mit CAD-Einsatz hat es vor der Einführung von CAD im Bereich der Konstruktion Schichtarbeit gegeben. Am CAD-System wird in acht Fällen im Schichtbetrieb gearbeitet, in weiteren 12 Betrieben ist die Einführung von Schichtarbeit bereits geplant. Dies bedeutet also, daß in etwa 30 Prozent der Fälle von CAD-Anwendung mit einer Einführung von Schichtarbeit zu rechnen ist.

Eine weitere Möglichkeit zu einer intensiveren Nutzung von CAD-Systemen besteht darin, die Überstunden zu erhöhen. Diesbezüglich sind jedoch keine deutlichen Veränderungen gegenüber den konventionellen Konstruktionsarbeitsplätzen festzustellen. Drei Viertel der Betriebe geben an, daß sich die Überstundenleistung der Beschäftigten an CAD-Arbeitsplätzen gegenüber konventionellen Arbeitsplätzen nicht erhöht habe, 18 Prozent der Betriebe melden eine Erhöhung.

Gegenüber den mit beträchtlichen Mehrkosten verbundenen Möglichkeiten der Schichtarbeit und von Überstunden gestattet eine Flexibilisierung der Arbeitszeit, etwa durch eine Staffe lung von Arbeitsbeginn und Arbeitsende, eine kostengünstigere Ausweitung der Nutzungszeiten von CAD-Systemen. Die durchschnittliche wöchentliche Nutzungszeit von CAD-Systemen beträgt laut Erhebung 56 Stunden. 62 Prozent der Betriebe nutzen das CAD-System mehr als 40 Stunden pro Woche. Die Hälfte der Betriebe, die keine Schichtarbeit eingeführt haben, gibt eine Nutzungszeit des CAD-Systems von mehr als 40 Stunden wöchentlich an. Dies deutet auf eine verstärkte Flexibilisierung der Arbeitszeit hin. Bei allen diesen Tendenzen gibt es keine Unterschiede zwischen kleineren und größeren Betrieben.

4. Veränderungen der Beschäftigungsstruktur und der Arbeitszeit in der Arbeitsplatzvorbereitung

In den drei untersuchten Industriezweigen sind etwa 5.200 Personen oder 2,7 Prozent des Personals in der Arbeitsvorbereitung beschäftigt. Der Maschinen- und Stahlbau hat mit 3,3 Prozent den größten Anteil, Elektrotechnik und Eisen- und Metallwarenerzeugung unterscheiden sich diesbezüglich kaum voneinander (2,2 bzw. 2,4 Prozent).

Die Gründe für eine Veränderung der Beschäftigungsstruktur und der Arbeitszeitregelung sind ähnlich gelagert wie im Bereich der Konstruktion. Der EDV-Einsatz in der Arbeitsvorbereitung wurde in der Erhebung sehr breit definiert; er wurde nicht auf die computerunterstützte Arbeitsplanung und die computerunterstützte NC-Programmierung beschränkt, sondern auch Arbeitsplatzverwaltung und Stück-

listenbearbeitung wurden miteinbezogen. 123 Betriebe haben (mehr oder weniger vollständig) genauere Auskünfte über ihren EDV-Einsatz gegeben; bei diesen Betrieben arbeiten 1.240 Beschäftigte im Bereich der Arbeitsvorbereitung.

4.1. Beschäftigungsstruktur nach Tätigkeiten und Ausbildung

Etwa zwei Drittel der Beschäftigten in der Arbeitsvorbereitung sind Sachbearbeiter (Arbeitsplaner, Zeitkalkulatoren, Stücklistenbearbeiter, NC-Programmierer etc.), 17 Prozent der Beschäftigten sind in Leitungspositionen tätig. Der Anteil des EDV-Personals (Operatoren etc.) beträgt 6,6 Prozent. Hinsichtlich der Ausbildungsstruktur zeigen sich folgende Verhältnisse: Die beiden größten Gruppen der Fachschul- und Lehrausbildungsabsolventen sind mit jeweils knapp über 30 Prozent gleich groß, wobei in kleineren Betrieben anteilmäßig tendenziell mehr Fachschulabsolventen arbeiten; im Unterschied zum Konstruktionsbereich spielen die HTL-Ingenieure hier nicht eine so dominierende Rolle, sie haben nur einen Anteil von einem Viertel am Personal in der Arbeitsvorbereitung; auch der Anteil der Diplomingenieure ist mit 2,6 Prozent geringer als im Konstruktionsbereich (vgl. Tab. 10).

Als durch den EDV-Einsatz innerhalb der Arbeitsvorbereitung bewirkte Produktivitätssteigerung geben die Betriebe im Durchschnitt 116 Prozent an, wobei sich die kleineren Betriebe (weniger als 250 Beschäftigte) mit 130 Prozent von den größeren mit 102 Prozent signifikant unterscheiden. Pro EDV-Arbeitsstation beträgt die Einsparung 2,1 Personen im Durchschnitt.

Betrachtet man die Anteile, mit denen die einzelnen Ausbildungsstufen an den EDV-Arbeitsstationen eingesetzt werden (vgl. Tab. 12), so zeigen sich bemerkenswerte Unterschiede. Von den Diplomingenieuren arbeiten nur 5,6 Prozent an solchen Arbeitsstationen, bei den HTL-Ingenieuren sind es hingegen 51,8 Prozent. Der Unterschied dürfte darin begründet sein, daß Diplomingenieure überwiegend (zu 71,9 Prozent) in Leitungsfunktionen tätig sind, von den HTL-Ingenieuren jedoch nur 30,4 Prozent. Von den Fachschulabsolventen arbeiten 62,1 Prozent an EDV-Arbeitsstationen, während es bei den Lehrausbildungsabsolventen bloß 38,8 Prozent sind und bei den Personen mit sonstiger Ausbildung dieser Prozentsatz auf 10,1 Prozent herabsinkt.

Von diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß in der Arbeitsvorbereitung durch den Prozeß der Einführung von EDV und die damit verbundene beträchtliche Produktivitätssteigerung Personen mit Lehrausbildung und angelerntes Personal in besonderer Weise betroffen sind und sich die Beschäftigungsstruktur hin zu Personen mit schulischen Qualifikationen (HTL, Fachschule) verschiebt. HTL-Ingenieure unterscheiden sich von den Fachschulabsolventen dadurch, daß sie häufiger Leitungspositionen einnehmen.

4.2. Veränderung der Arbeitszeit

In fünf von 115 antwortenden Betrieben hat es bereits vor der EDV-Einführung in der Arbeitsvorbereitung Schichtarbeit gegeben; an EDV-Arbeitsstationen wird in acht Betrieben in Schicht gearbeitet und zwei weitere Betriebe planen bis 1990 die Einführung von Schichtarbeit. Schichtarbeit dürfte demnach keine wesentliche Rolle für eine intensivere Nutzung der EDV-Systeme in der Arbeitsvorbereitung spielen. Bei 15 Prozent der Betriebe hat sich die Leistung von Überstunden erhöht, bei 20 Prozent der Betriebe ist sie allerdings durch den EDV-Einsatz zurückgegangen.

Demgegenüber dürfte die Flexibilisierung der Arbeitszeit eine bedeutendere Rolle spielen. Denn die wöchentliche Nutzungszeit der EDV-Systeme in der Arbeitsvorbereitung beträgt 58,6 Stunden im Durchschnitt; bei kleineren Betrieben sind es 49,6 und bei größeren Betrieben 67,6 Stunden. Von 99 Betrieben ohne Schichtarbeit gibt mehr als die Hälfte (53 Betriebe) eine wöchentliche Betriebszeit der EDV-Arbeitsstationen von mehr als 40 Stunden an, woraus auf die Anwendung von flexiblen Arbeitszeitregelungen geschlossen werden kann.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die in den Industriezweigen Maschinen- und Stahlbau, Elektrotechnik und Eisen- und Metallwarenerzeugung durchgeführte empirische Erhebung zeigt einen bemerkenswerten Trend zum Einsatz computerunterstützter Technologien. Die jährlichen Zuwachsraten an Anwendern betragen knapp 20 Prozent bei Industrierobotern und EDV-Systemen in der Arbeitsvorbereitung sowie zwischen 30 und 40 Prozent bei Flexiblen Fertigungssystemen und CAD-Systemen; 18 Prozent der Betriebe geben konkrete Pläne zum Aufbau eines computerintegrierten Fertigungssystems (CIM) an, also einer qualitativ neuen Form der Automatisierung, die die bisherigen automationsbedingten Auswirkungen auf Beschäftigung und Arbeitsbedingungen verschärfen wird.

Der beschleunigte Prozeß computergesteuerter Technologien hängt wesentlich mit der Verschärfung der Konkurrenz auf den Absatzmärkten zusammen. Dies zeigt sich insbesondere bei Betrieben, deren Strategie auf Wachstum und Export orientiert ist: Sie betreiben eine innovativere Produktpolitik, was die Notwendigkeit einer Flexibilisierung der Fertigung sowie einer Ausweitung der F & E-Aktivitäten, der Konstruktion und der Arbeitsvorbereitung nach sich zieht. Computerunterstützung und informationstechnische Integration der verschiedenen betrieblichen Funktionsbereiche stellen Mittel für eine kostengünstige Bewältigung der erhöhten Anforderungen dar. Die Analyse der erhobenen betrieblichen Strukturdaten bestätigt diese Zusammenhänge.

Fragen der Auswirkungen auf Beschäftigung und Arbeitsbedingungen wurden in der Untersuchung auf den Bereich technischer Ange-

stellter in Konstruktion und Arbeitsvorbereitung beschränkt. Die direkte Produktivitätssteigerung von CAD-Systemen wird von den Betrieben mit 35 Prozent im Durchschnitt angegeben, bei der EDV-Anwendung in der Arbeitsvorbereitung mit 116 Prozent. Nicht erfaßt sind dabei eventuelle indirekte Effekte in vor- und nachgelagerten Funktionsbereichen (z. B. Fertigung, Lagerhaltung, Verwaltung).

Verschiedene Beschäftigungsgruppen sind unterschiedlich stark betroffen, so daß sich eine Verschiebung in der Qualifikationsstruktur der technischen Angestellten ergibt. Negativ betroffen sind vor allem die relativ niedrig qualifizierten Arbeitskräfte Technische Zeichner und Sachbearbeiter mit Lehrlingsausbildung. Sie werden gegenüber Konstrukteuren bzw. Absolventen von Fachschulen und Höheren Technischen Lehranstalten in einem geringeren Ausmaß an computerunterstützten Arbeitsplätzen eingesetzt, und sie arbeiten in Bereichen, die der Automatisierung zugänglicher sind.

Was die Arbeitszeit betrifft, so ist ein deutlicher Trend zur Flexibilisierung im Zusammenhang mit der Computereinführung in Konstruktion und Arbeitsvorbereitung festzustellen. Durch eine Ausweitung der Betriebszeiten der Systeme soll eine raschere Amortisation erreicht werden. Die Einführung von Schichtarbeit spielt eine untergeordnete Rolle, bevorzugt werden Arbeitszeitregelungen mit variablen Beginn- und Schlußzeiten.

Abgesehen von den allgemeinen Beschäftigungsproblemen, die mit der Einführung neuer Technologien und ihrer produktivitätssteigernden Wirkung zusammenhängen, weisen die Untersuchungsergebnisse auf Strukturveränderungen in der Beschäftigung hin, deren negative Auswirkungen auf bestimmte Berufsgruppen und soziale Schichten konzentriert werden. In diesem Fall sind es Technische Zeichner in der Konstruktion und Sachbearbeiter mit einem Lehrabschluß in der Arbeitsvorbereitung. Wie in der Fertigung sind es auch hier das Niveau der Facharbeit und die Form der Lehrlingsausbildung, die durch die Automation in Frage gestellt werden (zur Auswirkung der CNC-Technik auf die Facharbeit, vgl. Lauber 1986). Mit der Automation wandert qualifizierte Arbeit – also Arbeit, die Gestaltungs- und Entscheidungskompetenzen im Produktionsprozeß besitzt – zunehmend in die produktionsvorbereitenden und -planenden Tätigkeitsbereiche. Für diese Tätigkeiten sind jedoch theoretisch orientierte Kenntnisse erforderlich, weshalb Arbeitskräfte mit schulischen Ausbildungsabschlüssen bevorzugt werden (vgl. zu diesem Themenkomplex genauer Ofner 1988). In der dualen Form der Lehrlingsausbildung existiert aber bloß ein sehr geringer Anteil an theoretischer Ausbildung, wegen der getrennten Lernorte Betrieb und Berufsschule gibt es kein einheitliches Ausbildungskonzept, und die Ausbildung ist stark spezialisiert. Lehrausbildungsabsolventen sind wegen dieser Mängel der Erstausbildung auch bei der beruflichen Fortbildung benachteiligt. Da ein bedeutender Teil eines Altersjahrganges seine Berufsausbildung in Form der Lehre absolviert, stellt fortschreitende Automation eine Herausforderung für eine Reform dieses Bildungsbereichs dar.

Abbildung 1: Modell von Bedingungen und Zusammenhängen für den Einsatz computergesteuerter Technologien

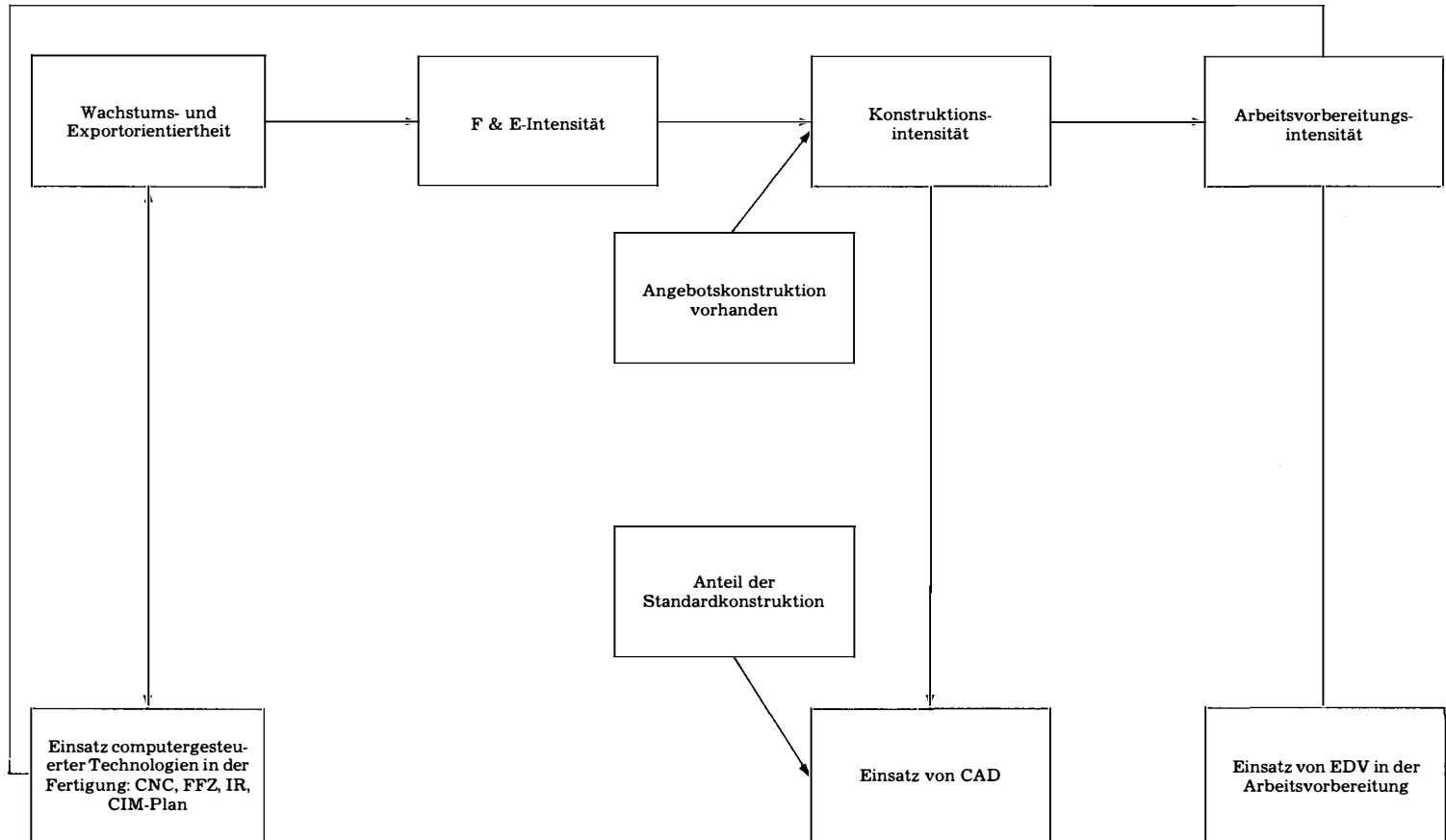


Tabelle 1

Anteil der Anwenderbetriebe bei computerunterstützten Technologien nach Industriezweigen, 1987
(Angaben in Prozent der Betriebe)

Industriezweige	CNC-Maschinen	FFZ	IR	CAD	EDV/Arbeitsv.	Textverarb.	CIM-Plan
Maschin.- u. Stahlbau	41,3	8,8	10,7	7,4	30,0	57,4	16,7
Elektrotechnik	37,9	13,1	16,7	19,9	59,5	81,9	28,6
Eisen- u. Metallwaren	25,5	2,7	10,5	3,4	25,9	39,8	14,3
Insgesamt	34,3	7,1	11,6	8,0	33,6	54,7	17,9

Tabelle 2

Anteil der Anwender bei computerunterstützten Technologien nach Beschäftigtengrößenklassen, 1987
(Angaben in Prozent der Betriebe)

Anzahl der Beschäftigten	CNC-Maschinen	FFZ	IR	CAD	EDV/Arbeitsv.	Textverarb.	CIM-Plan
1- 19	15,7	3,9	4,3	0,6	11,7	43,6	0,0
20- 49	32,7	3,9	4,8	2,0	26,3	50,8	15,0
50- 99	38,8	6,6	9,8	5,4	47,5	53,9	26,8
100-499	62,0	13,2	25,7	19,4	65,8	74,9	44,7
500 und mehr	87,2	29,4	29,5	66,3	94,7	96,5	59,0
Insgesamt	34,3	7,1	11,6	8,0	33,6	54,7	17,9

Tabelle 3

Anteil der Anwenderbetriebe nach Industriezweigen, 1990
(Angaben in Prozent der Betriebe)

Industriezweige	CNC-Maschinen	FFZ	IR	CAD	EDV/Arbeitsv.	Textverarb.
Maschinen- und Stahlbau	51,0	17,5	15,7	20,3	60,6	67,6
Elektrotechnik	53,1	27,6	28,4	34,3	75,2	89,0
Eisen- u. Metallwaren	32,1	9,9	18,1	14,8	39,7	49,7
Insgesamt	43,8	16,3	19,0	20,6	54,8	64,2

Tabelle 4**Anteil der Anwenderbetriebe nach Beschäftigtengrößenklassen, 1990
(Angaben in Prozent der Betriebe)**

Anzahl der Beschäftigten	CNC-Maschinen	FFZ	IR	CAD	EDV/Arbeitsv.	Textverarb.
1- 19	24,6	8,7	5,7	2,9	24,6	50,1
20- 49	45,7	13,5	14,7	11,6	63,5	60,2
50- 99	49,6	19,0	23,0	23,6	72,3	69,1
100-499	68,0	27,0	40,0	50,4	88,8	88,3
500 und mehr	94,2	47,7	62,6	94,2	98,2	100,0
Insgesamt	43,8	16,3	19,0	20,6	54,8	64,2

Tabelle 5**Einsatz computergesteuerter Fertigungstechnologien in Abhängigkeit von der Wachstums- und Exportorientiertheit der Betriebe**

Erfolg bei Wachstum und Export	N	Anwender computergest. Fertigungstechnologien ¹⁾		Betriebe mit CIM-Plan ²⁾	
		abs.	in %	abs.	in %
weder – noch	89	20	22,5	10	11,2
entweder – oder	106	65	61,3	37	34,9
sowohl – als auch	84	56	66,7	42	50,0
Insgesamt	279	141	50,5	89	31,9

¹⁾ $\chi^2=41,7$ df=2 Sig=0,000²⁾ $\chi^2=29,7$ df=2 Sig=0,000**Tabelle 6****F&E-Quote in Abhängigkeit von der Wachstums- und Exportorientiertheit**

Erfolg bei Wachstum und Export	N	F&E-Quote in %
weder – noch	87	1,0
entweder – oder	102	3,0
sowohl – als auch	78	3,4
Insgesamt	267	2,5

F=13,4 df₁=2 df₂=264 Sig=0,000

Tabelle 7**Konstruktionskosten in Abhängigkeit von der F&E-Quote
(Median = 1,0%)**

F&E-Quote	N	Konstruktions- kostenanteil in %
kleiner 1,0%	142	2,6
größer 1,0%	123	5,7
Insgesamt	265	5,7

F=23,0 df₁=1 df₂=263 Sig=0,000**Tabelle 8****CAD-Anwendung in Abhängigkeit von den Konstruktionskosten
(Median = 2,0%)**

Konstruktions- kostenanteil	N	CAD-Anwender abs.	in %
kleiner 2,0%	142	3	2,1
größer 2,0%	130	37	28,5
Insgesamt	272	40	14,7

chi²=35,5 df=1 sig=0,000**Tabelle 9****EDV-Anwendung in der Arbeitsvorbereitung in Abhängigkeit von
deren Kostenanteil
(Median = 1,5%)**

Kostenanteil der Arbeitsvorbereitung	N	Anwender von EDV in der Arbeitsvorbereitung abs.	in %
kleiner 1,5%	140	46	32,9
größer 1,5%	126	70	55,6
Insgesamt	266	116	43,6

chi²= 13,0 df=1 Sig=0,000

Tabelle 10

**Beschäftigungsstruktur in Konstruktion und Arbeitsvorbereitung
nach Ausbildungsabschlüssen
(Angaben in Prozent der Beschäftigten)**

Betriebliche Funktionsbereiche	Dipl.-Ing.	HTL-Ing.	Fachschule	Lehrausb.	Sonst. Ausb.	N (Betriebe)
Konstruktion	6,0	48,3	19,5	19,8	6,4	67
Arbeitsvorbereitung	2,6	24,3	31,5	32,2	9,3	123

Tabelle 11

**Ausbildungs- und Tätigkeitsstruktur in der Konstruktion
(Angaben in Prozent der Ausbildungsniveaus)**

	Konstrukteure	Techn. Zeichner	Insgesamt
HTL	94,3	5,7	100,0
Fachschule	66,9	33,1	100,0
Lehrausbildung	34,1	65,9	100,0

Tabelle 12

**Anteile, mit denen verschiedene Qualifikationsgruppen an EDV-spezifischen Arbeitsstationen eingesetzt werden
(Angaben in Prozent der jeweiligen Qualifikationsgruppe)**

Betriebliche Funktionsbereiche	Dipl.-Ing.	HTL-Ing.	Fachschule	Lehrausb.	Sonst. Ausb.	Konstrukt.	Techn. Zeichn.
Konstruktion ²⁾	13,6	50,0	38,1	31,5	2,9	67,2	51,9
Arbeitsvorber. ²⁾	5,6	51,8	62,1	38,8	10,1	—	—

¹⁾ Signifikante Unterschiede (auf dem 5%-Niveau) gibt es zwischen den Ausbildungsniveaus, nicht jedoch zwischen Konstrukteuren und Technischen Zeichnern.

²⁾ Die Unterschiede zwischen den Ausbildungsniveaus sind signifikant auf dem 5%-Niveau.

Anmerkungen

- 1 Für Anregungen und Hinweise bei der Durchführung der Untersuchung und der Abfassung dieses Beitrags danke ich Herrn Prof. Bodenhöfer vom Institut für Wirtschaftswissenschaften der Universität Klagenfurt.
- 2 Unter einem Flexiblen Fertigungssystem wird ein computergesteuertes System von mehreren Werkzeugmaschinen mit automatischem Werkzeugwechsel, automatischer Beschickung und einem automatischen Transportsystem verstanden; ein größeres Produktspektrum kann ohne Umrüstaufwand gefertigt werden; bei entsprechender Vorbereitung des Systems ist eine gewisse Zeit lang ein personalfreier Betrieb möglich.
- 3 Umlaufkapital ist das in Vor- und Zwischenprodukten gebundene Kapital.
- 4 Gruppentechnologie ist eine bestimmte Form der Fertigungsorganisation: alle Maschinen, die für die Herstellung eines bestimmten Produkts bzw. eines bestimmten Teilespektrums erforderlich sind, werden zu einer organisatorischen Einheit zusammengefaßt, die sich (hinsichtlich Materialbeschaffung, Zeitdisposition, Qualitätskontrolle etc.) selbst verwaltet. Qualifikationsanreichernde Arbeitsformen (z. B. Job-enlargement, Job-enrichment, Job-rotation) werden möglich.
- 5 Das Ziel der Just-in-time-Produktion besteht darin, die in jeder Fertigungseinheit benötigten Teile zur Bearbeitung gerade rechtzeitig zu dem Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen, zu dem sie benötigt werden. Es wird dadurch zu verwirklichen versucht, daß jede Fertigungseinheit selbst von der ihr vorgelagerten Einheit für einen bestimmten Zeitpunkt die benötigten Teile anfordert (Holprinzip). Auf diese Weise kann der Lagerbestand und damit das Umlaufkapital gesenkt werden.
- 6 Dieser Beitrag beruht auf einem Forschungsbericht, das mit Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert worden ist.
- 7 Die Ergebnisse sind allerdings trotz der beträchtlichen Unterschiede nicht signifikant beim 5-Prozent-Niveau, was auf die geringe Fallzahl zurückzuführen sein dürfte.

Literatur

- Behr, M. von/Hirsch-Kreinsen, H.: Qualifizierte Produktionsarbeit und CAD/CAM-Integration. Erste Befunde und Hypothesen. VDI-Z H. 1 (1987), S. 18–23
- Benz-Overhage, K.: Automatisierung der Fertigung im Maschinenbau und ihre Folgen für die Arbeitsgestaltung. WSI-Mitteilungen H. 2 (1983), S. 79–88
- Brödner, P.: Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik. Edition Sigma, Berlin 1986
- Eigner, M.: CAD – Bestandteil einer Unternehmensstrategie zur Produktivitätserhöhung. Technische Rundschau H. 43 (1984), S. 157–171
- Fleissner, P. u. a.: Anwendungskonzepte Flexibler Automation in Klein- und Mittelbetrieben, Forschungsbericht am Institut für Sozioökonomische Entwicklungsforschung und Technikbewertung, Wien 1985
- Hoß, D. u. a.: Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des Einsatzes von integrierten CAD/CAM-Systemen. Untersuchungsteil II: Die sozialen Auswirkungen der Integration von CAD und CAM. Forschungsbericht am Institut für Sozialforschung, Frankfurt am Main 1983
- Lauber, W. u. a.: CNC-Werkzeugmaschinen in Österreich. Eine Studie über Verbreitung und soziale Einbettung. Verlag des ÖGB, Wien 1986
- Ofner, F.: Automation und Facharbeit. Zur Requalifizierung von Facharbeit in der automatisierten Produktion. Klagenfurter Beiträge zur bildungswissenschaftlichen Forschung Bd. 20, Kärntner Druck- und Verlagsanstalt, Klagenfurt 1988
- Semmelroggen, H. G.: Bedarfsorientiert fertigen und montieren. Strategien und Lösungen der Automobilindustrie. VDI-Z H. 2 (1987), S. 10–17
- Shah, R.: Flexible Fertigungssysteme in Europa. Erfahrungen der Anwender. VDI-Z H. 10 (1987), S. 13–21
- Streeck, W.: Neue Formen der Arbeitsorganisation im internationalen Vergleich. Wirtschaft und Gesellschaft H. 3 (1987), S. 317–335
- Warnecke, H.-J.: Die Fabrik 2009 – Entwicklungen in der Produktionstechnik. Technische Rundschau H. 43 (1984), S. 144–155